

Proposta de melhoria da dinâmica operacional de um restaurante utilizando simulação: Um estudo de caso

Franciele Bonatto (UTFPR) bonatto.franciele@gmail.com
Thamara Cassiano da Silva (UTFPR) thamara.cs@hotmail.com
Lucas Alonso da Costa (UTFPR) lucas.alonso91@gmail.com
Raphael Duarte (UTFPR) Raphael.duarte93@gmail.com

Resumo:

Este trabalho teve como objetivo implementar um modelo computacional para simular a dinâmica do processo operacional em um restaurante universitário do tipo *self-service*. O modelo do tipo dinâmico, discreto e estocástico foi implementado no *software* de simulação Arena®. Como parâmetro de comparação entre os dados obtidos, a partir do sistema e gerados pelo modelo, foi selecionada a variável tempo de espera na fila do caixa. Como resultado, obteve-se que com o acréscimo de mais um caixa operando haverá uma redução de 45% do tempo do cliente na fila do caixa

Palavras chave: Simulação, Arena®, Sistemas de serviços.

Proposal for improving the dynamics of operating a restaurant using simulation: a case study

Abstract

This study aimed to implement a computational model to simulate the dynamics of the operational process in a university cafeteria self-service. The model of dynamic, discrete and stochastic has been implemented in the simulation software Arena ®. As a measure of comparison between the data obtained from the system and generated by the model was selected variable time waiting in the checkout line. As a result, it was found that with the addition of another box will be running a reduction of 45% of the time the customer in the checkout line.

Key-words: Simulation, Arena ®, Service systems.

1. Introdução

O crescimento econômico do setor de serviços no mundo é promovido pela comodidade e pelo conforto que o ser humano vem buscando atualmente. No Brasil o setor alimentício é um dos setores que ocupa um grande espaço neste cenário de serviços, pelo fato de ser primordial para o desenvolvimento humano.

Devido à exigência por comida pronta, com qualidade, preço acessível e servida em ambiente confortável, o restaurante *self-service* é um dos empreendimentos alimentícios característicos no mundo moderno. A palavra *self-service* é de origem inglesa e significa auto-serviço e é um tipo de restaurante dominante em universidades do país. Porém, na maioria das vezes, esses centros apresentam filas, uma vez que a chegada dos clientes ocorre em um curto espaço de tempo e em número grande de clientes.

De acordo com Hwang, Gao e Jang (2010) um atendimento rápido e de qualidade é um dos fatores determinantes no mercado competitivo. Assim, por meio de técnicas de simulação,

procura-se encontrar o equilíbrio entre a satisfação dos clientes e a viabilidade econômica para o provedor do serviço (ARENALES et al.; 2007).

A simulação é uma técnica cuja aplicação tem auxiliado os gestores na tomada de decisão em problemas complexos, fornecendo um conhecimento melhor dos processos nas organizações.

Skoogh, Johansson e Stahre (2012) descrevem a simulação como umas das “mais poderosas ferramentas” para planejar, projetar e melhorar o fluxo na produção.

Referente à aplicação das técnicas de simulação em operações de serviços, estudos realizados por Sakurada e Miyake (2009), revelam que com o crescimento do setor de serviços a realização de pesquisas sobre a aplicação da simulação tem sido estimulada.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo gerar um modelo computacional para analisar a capacidade de atendimento diagnosticando as filas de espera no caixa. O objeto deste estudo é um Restaurante Universitário localizado no oeste do Paraná que devido à expansão da universidade, vem acarretando um problema real em atender a demanda.

2. Fundamentação teórica

Os sistemas de filas descrevem-se, de forma geral, por um processo de chegada de clientes a um sistema de atendimento para receber um serviço, executado por certa quantidade de servidores. Nesse sentido, as formações de fila ocorrem porque a procura pelo serviço é maior que a do que a capacidade do sistema em atender a esta procura.

As filas, além de não serem agradáveis aos consumidores, do ponto de vista das empresas, podem representar um grande problema com a perda de negócios (HWANG; GAO; JANG, 2010).

Usualmente, segundo Prado (2009), a modelagem de sistemas pode ser feita de duas abordagens inteiramente diferentes entre si, a Teoria das Filas e a simulação, sendo esta última mais utilizada e caracterizada por ser uma técnica que permite apresentar o funcionamento de um sistema real com maior exatidão.

Simulação é a técnica de estudar comportamentos e reações de um determinado sistema através de modelos, que imitam na totalidade ou em parte as propriedades e comportamentos deste sistema em uma escala menor, permitindo sua manipulação e estudo detalhado (SAKURADA; MIYAKE, 2009).

De acordo com Silva, Pinto e Subramanian (2007), a simulação computacional permite que estudos sejam realizados a partir de sistemas que ainda não existem, desenvolvendo projetos eficientes antes que qualquer mudança física tenha sido iniciada.

Existem duas etapas para o estudo de simulações de sistemas. A primeira consiste na construção de um modelo, fornecimento de alguns dados e obtenção de outros que sejam idênticos ao sistema estudado. A segunda etapa consiste na mudança do modelo, para a realização de análises, gerando recomendações e conclusões a partir dos dados obtidos (PRADO, 2009).

Nos anos de 1940 foram criadas as linguagens de simulação inicialmente objetivando a simulação de equipamentos militares para testes de aviões e submarinos. Entretanto em 1960, o uso dessas linguagens de simulação começou a ser usadas como o caso do Simula, SIMSCRIPT®, GPSS®, etc. E a maioria dos simuladores atuais foram desenvolvidos conforme a plataforma dessas linguagens, como exemplo tem-se o software Arena®, implementado na linguagem Siman (SILVA; PINTO; SUBRAMANIAN, 2007).

Dentre os pacotes de simuladores pesquisados, optou-se por utilizar, nesta pesquisa, o software Arena®, da Rockwell Software Corporation, uma vez que estudos o recomendam para diversas aplicações e ser cada vez mais utilizado no cenário acadêmico e empresarial.

O Arena® é um espaço gráfico integrado de simulação, que contém numerosos recursos para modelagem, animação, análise estatística e de resultados. De acordo com Prado (2010) a plataforma possui as seguintes ferramentas:

- i) Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*);
- ii) Analisador de resultados (*Output Analyzer*);
- iii) Analisador de processos (*Process Analyzer*)

Um conjunto de blocos compõe este *software*, os quais são utilizados para descrever uma aplicação real e que funciona como comandos de uma linguagem de programação. Os elementos básicos da modelagem em Arena® são as entidades que representam os objetos, pessoas, transações, etc, as estações de trabalho, e o fluxo que representa os caminhos que a entidade irá percorrer ao longo de estações (KELTON; SADOWSKI, 1998).

3. Materias e métodos

3.1 Restaurante em estudo

O estudo foi desenvolvido em um restaurante *self-service* por quilo localizado em uma universidade localizada no oeste do Paraná. A Figura 1 representa o espaço físico do restaurante, que conta com um sistema de atendimento que possui um caixa, uma mesa de Buffet e uma balança eletrônica para pesagem dos pratos, o que resulta em algumas vezes formação de filas devida à demanda de clientes.

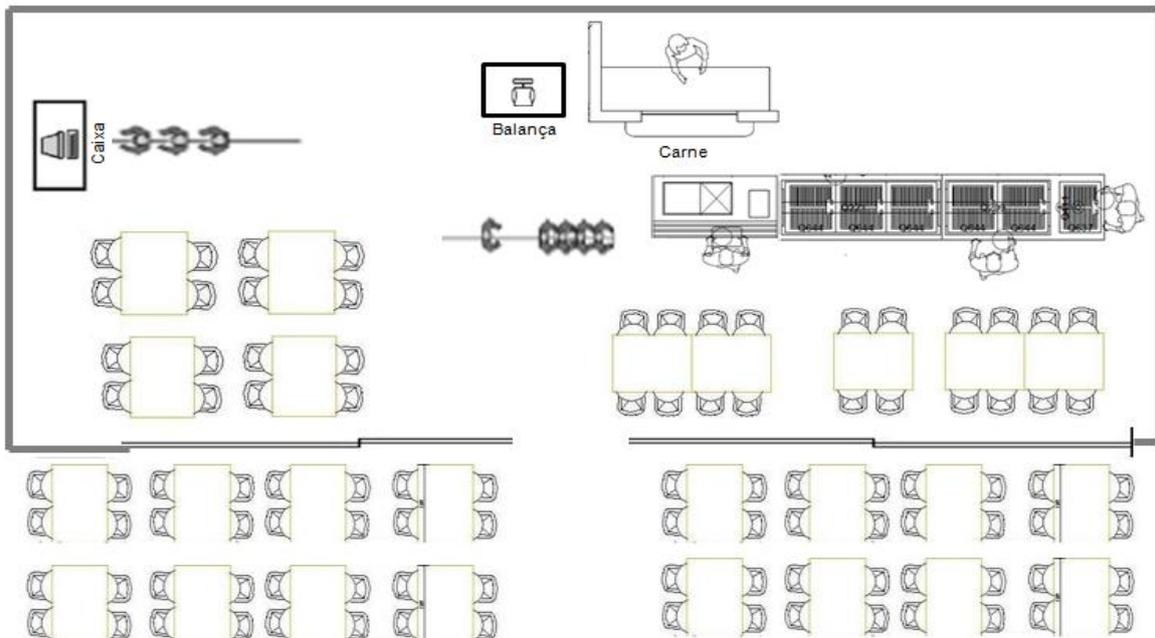


Figura 1- Layout do restaurante estudado
 Fonte: Autoria própria (2014)

O processo se inicia com a chegada do cliente ao estabelecimento. Na sequência dirigem-se à mesa do Buffet com capacidade para 14 pessoas ao mesmo tempo, a seguir deslocam-se para pesagem. Depois da pesagem o cliente se encaminha para as mesas disponíveis. Após realizarem a refeição, seguem em direção ao caixa para pagamento. Esse processo estudado é apresentado na Figura 2.

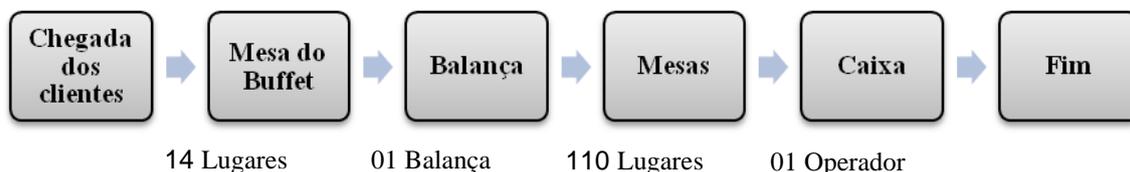


Figura 2 - Fluxograma do sistema
Fonte: Autoria própria (2014)

Identificou-se que o gargalo do sistema analisado está na capacidade de atendimento do cliente na fila do caixa, que conta somente com um operador. Portanto, o sistema analisado se restringe ao fluxograma apresentado na Figura 3.

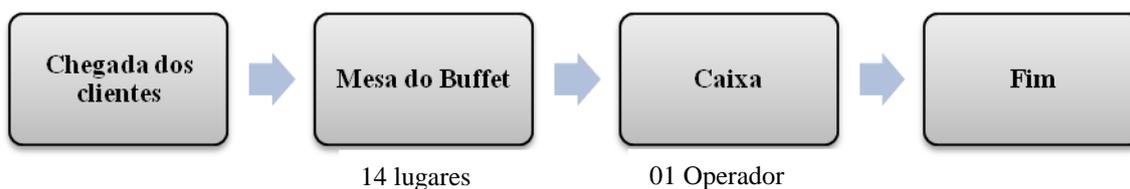


Figura 3 – Fluxograma do sistema analisado
Fonte: Autoria própria (2014)

3.2 Coleta de dados

Os dados foram coletados durante trinta minutos de um dia de fluxo intenso. Buscando uma melhor confiabilidade e praticidade, os tempos foram medidos utilizando o programa SnapTimePro, um cronometro multifuncional, para as atividades de computador, que cronometra e armazena automaticamente os dados.

Foram estipulados parâmetros para o início e término das medidas. O primeiro tempo coletado foi o intervalo de chegada de cada cliente no estabelecimento. O segundo foi o tempo de início e fim de um cliente ao se servir no Buffet do restaurante, de forma aleatória. Por último, o terceiro tempo coletado foi o tempo em que cada cliente, após a refeição, leva na fila do caixa para efetuar o pagamento.

Os tempos coletados foram submetidos à ferramenta Arena Input Analyzer, parte integrante do software Arena®. Esta poderosa ferramenta fornece ajustes estatísticos para um conjunto de dados experimentais, como dados de entrada, de tempo de processo, de rota, entre outros. A partir de um conjunto de dados o programa determina a melhor função que se ajusta ou ainda pode-se escolher uma determinar função e determinar seus coeficientes.

A simulação do atendimento ao caixa foi realizada com o software Arena®, e os resultados analisados na ferramenta *Arena Output Analyzer*. Para que houvesse confiabilidade dos dados, foi calculado o número de replicações do modelo, ou seja, o número de vezes que o software Arena® geraria os dados rodando o modelo construído, utilizando como parâmetro o número de pessoas na fila.

3.3 Número de replicações

A replicação considerada nos modelos computacionais de simulação consiste na geração de “rodadas”, utilizando sementes de geração dos valores aleatórios diferentes. Sendo assim, os valores relacionados às entradas são os mesmos, mas os resultados possuem algumas variações, pois contam com sementes diferentes durante a geração dos números aleatórios.

Por se tratar de simulações que usam números aleatórios para gerar os resultados, necessariamente temos que considerar as variações destes resultados e que eles estão dentro de uma probabilidade de ocorrência. Com isso, precisamos então criar um intervalo de confiança, considerando uma precisão desejada.

Intervalo de confiança é um intervalo em que há a probabilidade dos valores se encontrarem. Já, precisão é o tamanho desse intervalo. O *software* utilizado conta com uma ferramenta que facilita a tarefa para ser encontrado o número de replicações para que os resultados estejam dentro de um intervalo de confiança seguindo uma precisão pré-estabelecida.

O resultado da quantidade de replicações a ser utilizada, com confiança de 95% e precisão de 5%, foi de quinze replicações para um período de mil e oitocentos segundos.

4. Resultados e discussões

4.1 Distribuições de probabilidades e teste de aderência

A partir dos números de classes obtidos na inferência dos dados, foi utilizado o *Input Analyzer* do software Arena®, com a finalidade de se determinar qual distribuição de probabilidade se ajusta melhor a cada variável de entrada. O *Input Analyzer* permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles (PRADO, 2009).

Para os tempos de chegada construiu-se o histograma, conforme a Figura 4, e o software mostrou que esses dados seguem uma Distribuição Weibull de expressão $-0.001 + WEIB(11.6, 0.681)$. Além disso, por meio da aplicação dos testes de aderência, Teste do Chi-quadrado e do Teste de Kolmogorov-Smirnov, concluiu-se que o modelo de distribuição encontrado é o que melhor se ajusta aos dados coletados.

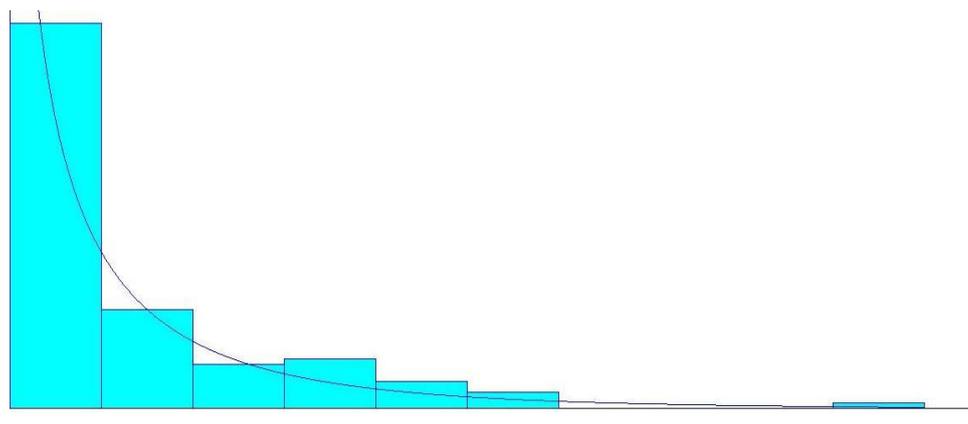


Figura 4 - Histograma dos tempos de chegada
Fonte: Autoria própria (2014)

Analisando o tempo gasto pelos clientes para se servirem, construiu-se o histograma, conforme a Figura 5, e o *software* mostrou que esses dados seguem uma Distribuição Normal

de expressão NORM (116, 6.66). Realizando os mesmos testes de aderência, concluiu-se que o modelo de distribuição encontrado é o que melhor se ajusta aos dados coletados.

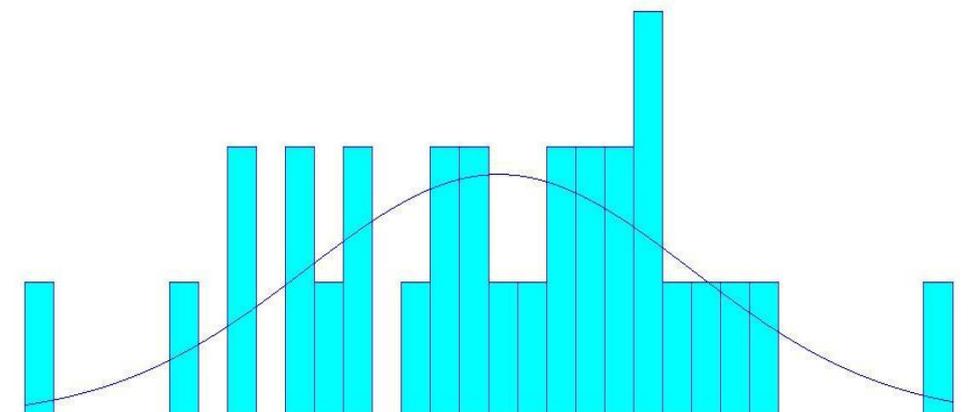


Figura 5 - Histograma do tempo gasto pelos clientes para se servirem
Fonte: Autoria própria (2014)

Com os tempos de espera na fila do caixa, construiu-se o histograma, conforme a Figura 6, e o software mostrou que esses dados seguem uma Distribuição Uniforme de expressão UNIF(33, 749). Realizando os mesmos testes de aderência, concluiu-se que o modelo de distribuição encontrado é o que melhor se ajusta aos dados coletados.

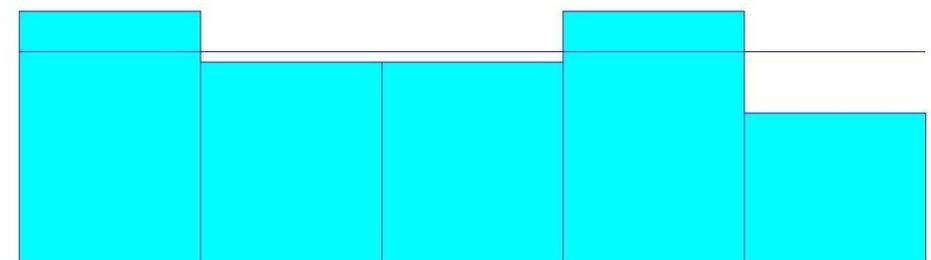


Figura 6 - Histograma dos tempos de espera na fila do caixa
Fonte: Autoria própria (2014)

4.2 Situação do restaurante

Conforme já mencionado, foram realizadas simulações considerando inicialmente três fatores que poderiam melhorar a eficiência do restaurante, são eles: tempo de entrada dos clientes, tempo que levam para se servirem e tempo na fila para efetuarem o pagamento.

Assim a seguir estão demonstrados os valores dos cenários relativos à utilização dos operadores de caixa (variável a ser otimizada). Na Figura 7 são expostos os resultados referentes ao tempo médio de cada cliente na fila com um caixa operando.

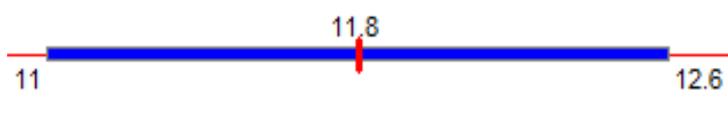


Figura 7 - Tempo médio (minutos) de cada cliente na fila do caixa com um operador

Fonte: Aatoria própria (2014)

Observa-se que o tempo médio de cada cliente na fila com um caixa operando é de 11,8 minutos. De posse dos resultados da simulação para o cenário real, analisou-se que, para a otimização do tempo de fila no caixa, seria necessário o acréscimo de um caixa operando, o que podemos observar na Figura 8, na qual são expostos os resultados referentes ao tempo médio de cada cliente na fila com dois caixas operando.

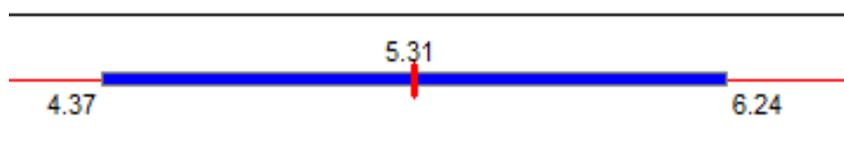


Figura 8 - Tempo médio de cada cliente na fila com dois caixas operando

Fonte: Aatoria própria (2014)

Quando simulado com dois caixas operando, o tempo médio do cliente na fila passa a ser 5,31 minutos.

4.3 Implantações propostas

A grande quantidade de clientes, agregada ao subdimensionamento do posto de trabalho, diminuem a eficiência do serviço prestado, e, conseqüentemente sua qualidade.

Diante disso, a execução do modelo permitiu observar que a problemática do processo era a o tempo de espera na fila de pagamento. Assim acrescentou-se um caixa ao modelo real do sistema para a otimização do processo.

Ao se acrescentar um caixa no estabelecimento, deve se levar em conta o custo benefício para o empreendimento, até porque envolve gastos diretos e indiretos. Assim, para fazer a estimativa de custos para esse novo cenário devemos levar em conta tais custos analisados nas tabelas 01, 02 e 03, a seguir, as quais apresentam respectivamente o quadro funcional, o orçamento dos novos equipamentos e o resumo de orçamento.

Cargo	Quantidade	Salário-base	Insalubridade	Total
Operador de Caixa	01	R\$ 750,00	10% (quebra de caixa)	R\$ 825,00

Tabela 1 - Quadro Funcional
Fonte: Aatoria própria (2014)

QTD	Item	Valor unitário	Total
01	Máquina registradora	R\$ 632,00	R\$ 632,00

Tabela 2 - Orçamento de equipamento
Fonte: A autoria própria (2014)

DESCRIÇÃO	RESUMO DE GASTOS
Funcional	R\$ 825,00
Equipamentos	R\$ 632,00
Total	R\$1457,00

Tabela 3 - Resumo de orçamento
Fonte: A autoria própria (2014)

De acordo com os custos analisados, é possível concluir que as aquisições sugeridas são viáveis, devido o baixo custo dessas. Diante disso, é recomendável que o restaurante, portanto, avalie a possibilidade de investir na melhoria da atividade dos operadores e do atendimento ao cliente, de modo a tornar o sistema satisfatório.

5. Conclusão

Este estudo demonstra a aplicação da simulação como uma técnica que proporciona aos gerentes maior embasamento na tomada de decisões. Por meio da simulação, é possível prever as consequências de certas alterações nos processos do empreendimento e, dessa forma, analisar a viabilidade destas sem ter de testá-las no sistema real, o que aumenta a probabilidade de se fazer a melhor escolha.

Conforme visto nos resultados das simulações nas figuras da seção 4, é possível entendermos claramente as possibilidades de redução do tempo referente às filas do caixa. Com somente um caixa operando no sistema, o tempo médio na fila é de 11.8 minutos por cliente. Caso seja acrescentado um novo caixa, o tempo médio dos clientes se reduz a 5.31 minutos, o que representa um economia de tempo de 45%.

Devido a essa melhora significativa e o baixo custo para implantação das alterações propostas para se chegar ao cenário ideal, sugere-se o acréscimo de um novo caixa, e conseqüentemente um operador para este, buscando a redução de tempo na fila e como resultado a satisfação dos clientes.

Referências

ARENALES, M.N. ARMENTANO, V.A.; MORABITO, R; YANASSE, H.H. *Pesquisa operacional*. 6 ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2007.

HWANG, J.; GAO, L.; JANG, W. *Joint Demand and Capacity Management in a Restaurant system*. European Journal of Operational Research. V. 207, pp. 465-472, 2010.

KELTON, W.D; SADOWSKI, R.P; SADOWSKI, D.A. *Simulation with arena*. New York: McGraw-Hill, 1998.

PRADO, D. *Usando o ARENA em simulação*. v.3, 4ed. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2010.

PRADO, D. *Teoria das Filas e da Simulação*. v.2, 4ed. Nova Lima: INDG - Tecnologia e Serviços LTDA, 2009.

SAKURADA, N; MIYAKE, D. I. *Aplicação de Simuladores de Eventos Discretos no Processo de Modelagem de Sistemas de Operações de Serviços*. Gestão e Produção, V. 16, N.1, pp. 25-43, 2009.

SARGENT, R. G. *Verification and validation of simulation models*. In. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.

SILVA, L. M.F; PINTO, M.G.; SUBRAMANIAN, A. *Utilizando o Software Arena Como Ferramenta de Apoio ao Ensino em Engenharia de Produção*. In. XXVII ENEGEP. Anais..., Florianópolis, 2007.

SKOOGH, A.; JOHANSSON, B. e STAHR, J. *Automated Input Data Management: Evaluation of a Concept for Reduced Time Consumption in Discrete Event Simulation*. Simulation, V. 88, N. 11, pp. 1279-1293, 2012.