

Simulação do atendimento em uma loja de telefonia móvel utilizando o Software Arena

Kaline Araujo de Oliveira (UTFPR) karaujoliveira@gmail.com
Susan Keren Alencar Rufino da Silva (UFGD) susanrufino@gmail.com
Vanessa de Souza Ferrari (UFGD) vanessaferrari@gmail.com
Camila Matos (UTFPR) matoscamila@hotmail.com
Ramon Soltovski (UTFPR) ramonsoltovski@outlook.com

Resumo:

A simulação é uma técnica útil para avaliar o nível de serviço prestado verificando assim, a eficiência na utilização de recursos o comportamento das filas conforme a variação da demanda. O artigo tem por objetivo aplicar os conceitos da teoria das filas e simulação para avaliar a capacidade de atendimento em uma Loja de Telefonia Móvel. Buscou-se estudar o comportamento do modelo existente na visão do atendimento e compreender como o processo de fila ocorre por meio do *Software Arena*. Os resultados mostraram uma extrema utilização do caixa R1 e que o *Software Arena* se mostrou como uma ferramenta viável e de baixo custo para analisar sistemas de filas como o do sistema apresentado.

Palavras chave: Simulação, Telefonia móvel, Arena.

Simulation of service in a mobile phone store using Software Arena

Abstract

Simulation is a useful technique to evaluate the level of service provided, thus verifying the efficiency in the use of resources, the behavior of the queues according to the demand variation. The purpose of this article is to apply the concepts of queuing theory and simulation to evaluate the service capacity in a Mobile Telephone Store. The aim was to study the behavior of the existing model in the service view and to understand how the queuing process occurs through the Arena Software. The results showed an extreme use of the R1 box and that Software Arena proved to be a viable and inexpensive tool for analyzing queuing systems such as the system presented.

Key-words: Simulation, Mobile phone, Arena

1. Introdução

A simulação é uma técnica de estudo que visa imitar o comportamento de um sistema real, criando assim cenários, projetando o comportamento de um sistema real diante das situações (BANKS et al., 2009). Esta prática é muito utilizada tanto para simular situações na indústria de manufatura ou no setor de serviços, contudo Sakurada e Miyake (2009), afirmam que a prática da simulação comportamental ainda pode ser muito explorada.

Em conformidade, Ferreira et al. (2015) afirma que o estudo simulado permite a percepção de comportamentos sutis no modelo em que no sistema real poderia passar despercebido, e com a possibilidade de aplicar animações também permite que o comportamento do modelo seja visualizado

No setor da prestação de serviços, os processos são mais vulneráveis e perecíveis, pois o cliente

se envolve diretamente no processo produtivo por isso as variáveis que compõem o sistema irão influenciar sua percepção sobre a qualidade do serviço e infraestrutura do processo, o que justifica uma preocupação especial com o seu gerenciamento (GIANESI e CORRÊA, 1994).

A teoria das filas é uma técnica de estudo que utiliza conceitos básicos de processos estocásticos e de matemática aplicada para analisar o fenômeno de formação de filas e suas características, essa teoria é muito utilizada aliada a simulação de processos e tem por finalidade de prever o comportamento das filas de modo a permitir o dimensionamento adequado de instalações, equipamentos e sua infraestrutura (BRUNS, SONCIM e SINAY, 2001).

Atualmente o serviço é regulamentado e avaliado por agências governamentais. O controle é realizado mensalmente, no qual a qualidade do serviço de atendimento deve ser de 95% de atendimentos abaixo de 30 minutos. Um resultado abaixo deste percentual implica em multas e suspensão da licença de comercialização do serviço (CATALINI et al., 2014). No sistema estudado observou-se que 79,3% do total de atendimentos estão abaixo de 30 minutos.

Ferreira et al. (2015) afirma que a simulação aplicada a sistemas de telefonia, principalmente sistemas de centrais de atendimentos, tem sido discutida na literatura, já são exemplos típicos de sistemas ou modelos de fila. Diversas características de uma central de atendimento podem ser avaliadas através do estudo de um modelo de fila apropriado, sendo esta central física ou apenas por meio de ligações.

Com base nesses dados propõe-se aplicar os conceitos de teoria das filas e simulação para dimensionar a capacidade de atendimento em uma empresa de telefonia móvel localizada na cidade de Andradina – SP, visando avaliar o comportamento sobre a questão do atendimento, compreender como o processo de fila ocorre e obter informações que possam auxiliar a empresa a otimizar a utilização de seus recursos e reduzir o tempo de espera dos clientes.

2. Referencial Teórico

2.1 Pesquisa Operacional

Silva et al. (2007), afirma que a Pesquisa Operacional serve para tomada de decisões, já que por meio dela, pode ser montado processos, em que propõem conjuntos de ações e alternativas. Desta forma, faz um diagnóstico e uma comparação da eficiência do processo, com valores e custos.

Ainda segundo os autores, a Pesquisa Operacional fornece ferramentas matemáticas aplicadas, permitindo assim:

- Solucionar problemas reais;
- Tomar decisões baseadas em dados e correlações quantitativas;
- Formar, planejar, analisar, operar e controlar sistemas mediante tecnologia somadas as áreas do conhecimento;
- Minimização dos custos e maximização dos lucros;
- Encontrar a solução ótima, ou seja, a melhor solução do problema.

2.2 Simulação em serviços

A simulação pode ser definida como um modelo com objetivo de representar e explorar um sistema real, dessa forma, submete-se esse modelo às entradas conhecidas (dados) a fim de

observar os efeitos dessas entradas na saída do sistema, em um dado momento (LAW e KELTON, 2000; PIDD, 1998).

A simulação em serviços vem sendo utilizada para resolver problemas relacionados, principalmente, à gestão da capacidade. As aplicações da simulação são inúmeras, porém é muito utilizada para prever: tempo de espera de clientes em bancos e a quantidade de caixas necessárias em um turno de trabalho, gerenciamento de fluxo de pacientes em hospitais e de utilização de recursos, entre outros (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005).

Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), as empresas devem se atentar quanto a responsabilidade do fornecimento do serviço para não deixar o cliente esperando, pois, qualquer sistema em que existe variação no tempo de atendimento e na chegada de clientes, ocorre a formação de filas.

De acordo com Wijewickrama (2006) o usuário do serviço deseja sempre esperar o mínimo possível e esse fator é decisivo na escolha do prestador de serviços. O mesmo autor salienta que chegada de clientes é um evento estocástico, que dá início a prestação de serviço, e é representada por uma distribuição de probabilidade, que retorna valores diferentes a cada vez que é chamada.

Leal (2003) afirma que o tempo de atendimento pode ser determinístico (independente de influências externas) ou não determinístico (dependente, por exemplo, do tipo de atendimento requerido pelo cliente), se for um valor não determinístico também será representado como uma distribuição de probabilidade.

Sakurada e Miyake (2009), concluem que a simulação é uma técnica útil para avaliar o nível de serviço prestado, verificar a eficiência na utilização de recursos e prever o comportamento das filas conforme a variação da demanda. Em conformidade, Ferreira et al. (2015) afirma que a utilização de simulação computacional viabiliza uma análise mais ampla, englobando diversas óticas e não apenas a da redução de custos.

2.3 Teoria das Filas

Um sistema de filas pode ser descrito como clientes que chegam para um determinado serviço em que são atendidos imediatamente ou esperam, saindo após o atendimento.

De acordo com Catalini et al. (2014) o termo "fila" provém da dedução ou relação para com outro termo – “espera”, ou seja, a fila está relacionada a fatores como o tempo de atendimento dos elementos e a fonte de chegada, dessa forma, entende-se que uma fila é caracterizada pelo número máximo de elementos (clientes) que a mesma possa conter em espera por um serviço ou produto a qual pode ser definida como taxa média de chegada.

Duckworth (1972) afirma que a aleatoriedade do processo mediante a demanda de um serviço, maior deverá ser o tempo de espera de um cliente e mais complexo será o planejamento e gerenciamento da capacidade do processo.

As filas refletem um problema no gerenciamento da capacidade que precisa lidar com o trade-off entre os custos da prestação de serviços e possíveis inconvenientes gerados para cliente, pois se há um aumento do número de atendentes em um estabelecimento gera custos de espera menores para os clientes e custos operacionais maiores para a empresa (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005).

Dessa forma, a Teoria das Filas tenta, através de análises matemáticas detalhadas, encontrar um

ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável economicamente para o provedor do serviço.

2.4 Software Arena

O Software utilizado neste trabalho foi o Arena, pois ele apresenta um ambiente gráfico integrado de simulação, recursos para modelagem, animação, análise estatística e de resultados e utiliza a abordagem por processos para execução da simulação (SILVA, PINTO e SUBRAMANIAN, 2007).

Essa técnica de simulação pode ser considerada uma situação onde elementos estáticos, formando um ambiente bem definido com suas regras e propriedades, interagem com elementos dinâmicos, que fluem dentro desse ambiente (SILVA, PINTO e SUBRAMANIAN, 2007).

O Arena é composto por uma reunião de blocos (ou módulos) utilizados para descrever uma aplicação real e que funcionam como comandos de uma linguagem de programação. Os elementos básicos da modelagem em Arena são as entidades que representam as pessoas, objetos, transações, etc. que se movem ao longo do sistema; as estações de trabalho que demonstram onde será realizado algum serviço ou transformação, e por fim, o fluxo que representa os caminhos que a entidade irá percorrer ao longo de estações (PRADO, 1999).

Através da análise dinâmica, e da interação entre os elementos do sistema, é possível determinar gargalos, melhores condições de operação, visualizar tamanhos de filas, ocupação de recursos e verificar qual é o comportamento do sistema (SILVA, PINTO e SUBRAMANIAN, 2007).

Tal como a maioria dos softwares de simulação, o Arena visualiza o sistema a ser modelado como constituído de um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços aos clientes. O Arena tem sido utilizado para simular os mais diversos ambientes, desde linhas de produção, minas, tráfego nas ruas de uma cidade e diversos ambientes logísticos (PRADO, 1999).

3. Metodologia

O artigo apresenta uma simulação do sistema real de uma Loja de Telefonia Móvel, nele é apresentado o processo de atendimento de clientes definindo-se as variáveis de maior importância para o estudo.

A metodologia utilizou o Software Arena que foi escolhido devido à sua facilidade de uso, pois o programa permite, além da construção do modelo de simulação, analisar os dados de entrada, analisar os resultados e visualizar a simulação.

O desenvolvimento do trabalho foi iniciado com a identificação do problema por parte dos autores. O estudo de caso na Loja de Telefonia Móvel foi realizado na cidade de Andradina, interior de São Paulo, registrando-se 82 observações. Para desenvolver este estudo, foi disponibilizado pela loja o resumo dos dados de atendimento de um período de uma semana, contendo a hora de chegada, atendimento e a saída dos clientes.

O problema detectado foi o excessivo tempo de espera dos clientes nas filas de atendimento das empresas de telefonia móvel, que pode ser facilmente observado por qualquer usuário desse sistema.

Em seguida foi realizada uma revisão de literatura a respeito da Teoria das Filas, através de pesquisas em livros, teses, artigos, trabalhos científicos e revistas especializadas. Além disso,

foram pesquisados estudos de casos que estivessem diretamente relacionados ao tema em questão, visando-se fazer uma análise dos resultados e conclusões obtidas, para auxiliar no prosseguimento do trabalho.

Após isto, os dados foram lançados no Software Arena, para organização, tratamento, validação e geração de informações. Feito isso, obteve-se um relatório com os resultados, que serão analisados e discutidos no decorrer do trabalho.

Com base no conhecimento da teoria das filas, foram obtidas as conclusões sobre o estudo, possibilitando a formulação de propostas para melhoria do processo de atendimento.

4. Resultados e discussões

O presente estudo, visando alcançar os objetivos descritos no início do trabalho, procurou quantificar e analisar os dados coletados na empresa de Telefonia Móvel localizada na cidade de Andradina - São Paulo.

Os seguintes dados foram coletados: o tempo mínimo, médio e máximo que uma pessoa fica na fila e no sistema e o tempo mínimo, médio e máximo de atendimento. Os elementos que compõem o sistema de atendimento da empresa, por ordem são: 1) entrada do cliente e retirada de senha, 2) cliente na fila, 3) atendimento do cliente e 4) saída, como é visto na Figura 1.

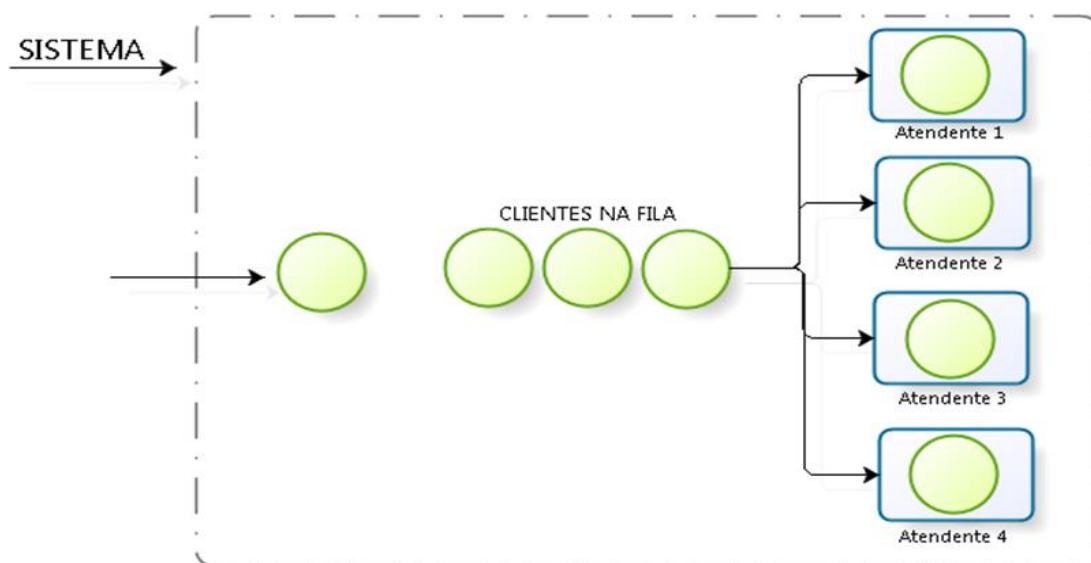


Figura 1 – Elementos que compõem o sistema da loja. Fonte: Elaborado pelos autores

Antes da apresentação dos resultados deve-se ressaltar que, apesar da pequena participação de idosos, gestantes e deficientes (10% na prioridade), há uma influência destes na fila e nos resultados reais dos seguintes parâmetros: tempos na fila, tamanho da fila, taxa de utilização dos caixas e número de pessoas que entram e saem do sistema durante seu horário de funcionamento.

A empresa possui quatro colaboradores (atendentes) que fazem o mesmo serviço, com isso cada cliente pode ser atendido por qualquer um, sem haver restrição. As atividades que os atendentes realizam são: resolução de problemas referentes à comunicação; vendas de planos, produtos e acessórios; consultoria de vendas.

Os dados utilizados são referentes aos dias que mais ocorrem fluxo mensalmente, os dias 09 ao dia 20, sendo analisado o mês de agosto de 2018. Considerando que o processo ocorre semanalmente entre segunda-feira e sexta-feira das 08h00min às 18h00min e aos sábados das 09h00min à 13h00min, os tempos foram coletados no intervalo das 10h00min às 15h00min.

Os dados contêm um montante de 82 observações (atendimentos), onde foram subtraídos os atendimentos cancelados que são processos abertos no sistema e encerrados logo a seguir, o que evidencia um desvio nos dados analisados.

No estudo de caso, é possível observar que o critério adotado foi o de fila unida (única). O processo de chegada dos clientes na fila foi analisado com base no intervalo entre as chegadas desses clientes, e sua distribuição é exponencial. Os tempos de atendimento foram agrupados de maneira que não houvesse distinção entre os dias e/ou horários, tentando com isso retratar ao máximo a realidade, já que foi observado que não há uma variação significativa nos tempos gastos com atendimento aos clientes em decorrência dessas mudanças.

O *Template Process 1* mostra o processo de atendimento dos 4 caixas e isso foi possível por meio do Set. A seguir, na Figura 2 será mostrado o sistema no Software Arena.

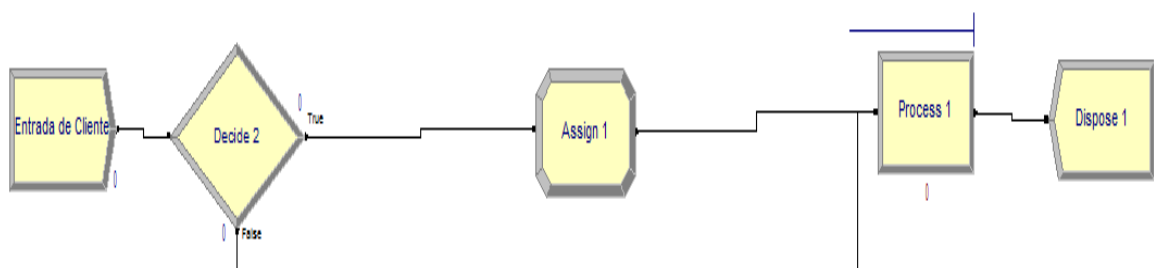


Figura 2 – Modelo criado no software Arena para simulação do processo. Fonte: Elaborado pelos autores

Antes de rodar a simulação definiu um número de rodadas a serem simuladas, foram feitas 100 replicações. Após definidos todos os parâmetros necessários, o cenário encontrado está ilustrado na Figura 3.

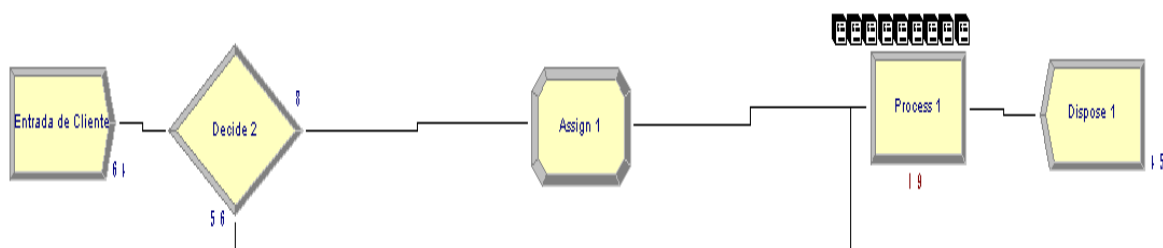


Figura 3 – Cenário encontrado depois de realizada a simulação com o software Arena. Fonte: Elaborado pelos autores

Para o horário estudado, das 10h00min às 15h00min, os resultados foram os seguintes:

- Número de clientes que foram atendidos foi de 47
- O atendimento do cliente:
 - Médio foi de 2237 segundos (37 min e 16 segundos)
 - Tempo máximo de 5087 segundos (1h e 27 min)

- Tempo mínimo de 165 segundos (2 min e 45 segundos)
- O tempo médio de espera do cliente 2940 segundos (49 min e 9 segundos)

Foi possível analisar também o total de vezes que cada caixa foi ocupado. Na Figura 4 é mostrada a utilização de cada caixa, mostrando assim, quais caixas apresentam uma sobrecarga de trabalho.

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Caixa_R1	0.9802	0,01	0.8328	1.0000
Caixa_R2	0.9596	0,01	0.7314	0.9998
Caixa_R3	0.9393	0,01	0.7176	0.9950
Caixa_R4	0.9180	0,01	0.6144	0.9882

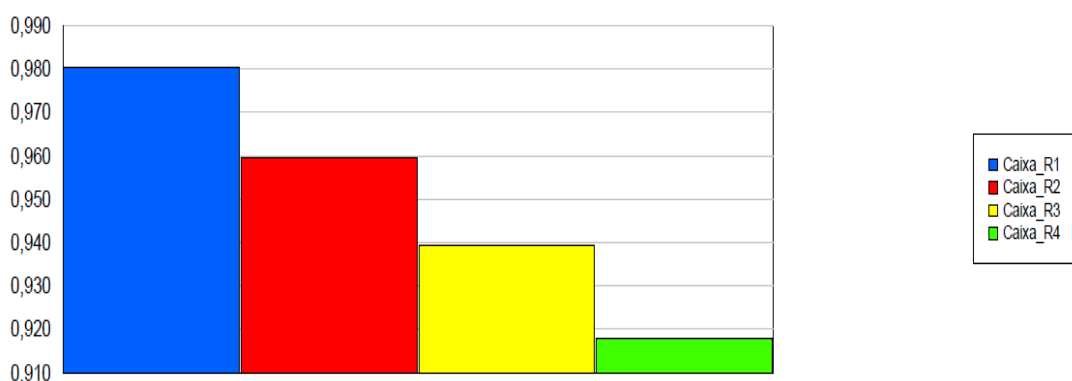


Figura 4 – Utilização individual de cada atendente. Fonte: Elaborado pelos autores

A extrema utilização do caixa R1, mostrando assim, uma sobrecarga de trabalho. Um primeira opção, seria a divisão das tarefas, onde três atendentes se voltariam para a resolução de problemas de comunicação (que é o serviço que mais demora) e um atendente faria a consultoria de vendas, as vendas de plano, produtos e acessórios. Com isso, em vez de utilizar apenas dois tipos de senhas (prioridade e normal), adotaria três tipos de senhas (prioridade, solução de problemas e compras de produto e serviços).

Outra opção seria a adesão de um aprendiz ou uma atendente que ficaria na fila tirando possíveis dúvidas de clientes, pois muitos deles entram no sistema somente para tirar dúvidas de seus contratos telefônicos, sendo que é um processo rápido, mas que enfrentam uma grande espera na fila.

5. Considerações finais

O presente trabalho demonstrou a importância significativa da aplicação da simulação em empresas fornecedoras de serviços, como é o caso da Loja de Telefonia Móvel, provando que tal importância não se restringe apenas às indústrias e seus processos produtivos.

O software utilizado mostrou-se como uma ferramenta viável e de baixo custo para analisar sistemas de filas como o do sistema apresentado.

A simulação do sistema de atendimento de uma loja de telefonia móvel é uma técnica convincente que proporciona o conhecimento das variáveis causadoras de problemas e fornece

um maior embasamento aos gerentes, permitindo que estes possam tomar decisões mais acertadas, como a implementação de sugestões propostas no trabalho.

Após a simulação do sistema da Loja de Telefonia Móvel e a análise dos resultados pode-se concluir que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, conseguindo-se demonstrar, próximo da realidade, o funcionamento desse sistema. Foi possível verificar que dois atendentes estavam sobrecarregados ao invés de apenas um como foi percebido pelos autores nas visitas realizadas a loja.

As medidas que poderiam ser tomadas para eliminar a formação de fila e evitar que os atendentes fiquem sobrecarregados podem ser baseadas no acréscimo de um aprendiz ou uma atendente que ficaria na fila tirando possíveis dúvidas de clientes, pois muitos deles entram no sistema somente para tirar dúvidas de seus contratos telefônicos, sendo que é um processo rápido, mas que enfrentam uma grande espera na fila.

Outra mudança poderia ocorrer na divisão das tarefas, onde três atendentes se voltariam para a resolução de problemas de comunicação (que é o serviço que mais demora) e um atendente faria a consultoria de vendas, as vendas de plano, produtos e acessórios. Com isso, em vez de utilizar apenas dois tipos de senhas (prioridade e normal), adotaria três tipos de senhas (prioridade, solução de problemas e compras de produto e serviços).

Referências

- BANKS, J.; CARSON II, J.S.; NELSON, B. L.; NICOL, D. M.** *Discrete-Event System Simulation*. 5 ed New Jersey: Prentice Hall, 2009.
- BRUNS, R.; SONCIM, S.P.; SINAY, M.C.F.** *Pesquisa Operacional: Uma Aplicação da Teoria das Filas a um Sistema de Atendimento*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22. 2001. Rio de Janeiro. Anais. Salvador: Abepro, 2001. p. 1 - 8.
- CATALINI, R.J.; PAPA, M.C.O.; FERRO, R.; HELLENO, A.L.** *Avaliação do processo de atendimento em uma loja de telefonia celular por meio da aplicação dos conceitos de teoria das filas e simulação*. In: Congresso de Sistemas Lean, 4., 2014, Porto Alegre/RS: Ufrgs, 2014. p. 1 - 13.
- DUCKWORTH, W.E.** *Guia à Pesquisa Operacional*. Editora Atlas, São Paulo, 1972.
- FERREIRA, I.S.; TAVARES, E.R.; RANGEL, J.J.A.; PEIXOTO, T.A.; MATIAS, I.O.** *Análise de um sistema de telefonia Voip com ambiente de simulação a eventos discretos ururau*. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 11, nº 4, out-dez/2016, p. 83-99. DOI: 10.15675/gepros.v11i4.1541
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J.** *Administração de Serviços – operações, estratégia e tecnologia da informação*. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L.** *Administração Estratégica de Serviços – Operações para a Satisfação do Cliente*. São Paulo: Atlas, 1994.
- HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J.** *Introdução à Pesquisa Operacional*. Editora: Campus Ltda, São Paulo, 1988.
- LAW, A.M.; KELTON, W.D.** *Simulation Modeling and Analysis*. 3th ed. [S.L.]: McGraw-Hill, 2000.
- LEAL, F.** *Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Itajubá, 2003.
- PRADO, D.** *Usando o Arena em Simulação*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- SAKURADA, N; MIYAKE, D. I.** *Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços*. Gestão e Produção. São Carlos, v. 16, n.1, Mar. 2009.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

SILVA, L.M.F.; PINTO, M.G.; SUBRAMANIAN, A. *Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção.* In: ENEGEP, 27. 2007, Foz do Iguaçu. p. 1 - 10.

WIJEWICKRAMA, A. K. A. *Simulation analysis for reducing queues in mixed-patients outpatient department.* International Journal of Simulation Modeling. V.5, n.2, p. 56-68, 2006.