



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI

SIMULAÇÃO APLICADA A PROCESSOS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Moujahed Akel Injerini

Orientador: Prof. Fabio Favaretto

SIMULAÇÃO APLICADA A PROCESSOS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Moujahed Akel Injerini

Orientador: Prof. Fabio Favaretto

Resumo: *A simulação é uma ferramenta de análise que tem demonstrado grande relevância nos processos produtivos relativos à prestação de serviços. Este trabalho usa a simulação a eventos discretos para o estudo de um sistema de prestação de serviços onde se analisam as variáveis mais importantes e de maior impacto sobre o lucro e o nível de qualidade do serviço. Foi feito o delineamento de um experimento, a simulação do modelo construído e posterior análise. Os resultados mostram as variáveis mais importantes do sistema, permitindo conhecer onde se devem tomar medidas dentro do sistema para obter os melhores resultados.*

Palavras-chave: *Simulação a eventos discretos; Prestação de serviços.*

Abstract: *Simulation is an analysis tool that has proven to be relevant in service systems process applications. This work uses discrete event simulation to study a service system, in which the variables that have the most effect on profit and service levels were evaluated. The experiment was modelled, simulated and afterwards the results were analyzed. Results show the most important system variables, allowing decision makers to identify where the measures should be taken to obtain the best results.*

Keywords: *Discrete event simulation; Service Systems*

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O uso da simulação de eventos discretos é uma técnica bem conhecida e utilizada principalmente em sistemas produtivos de manufatura. Isso ocorre, pois a simulação considera a interdependência e a aleatoriedade dos fenômenos, elementos que não são considerados por técnicas tradicionais. O uso desta técnica tem se expandido para outras áreas que não podem repetir situações práticas para estudar os fenômenos reais. Os modelos de simulação mostram sistemas muito próximos à realidade que permitem a resolução de problemas complexos e ajudam na tomada de decisões.

A medida que os países vão se desenvolvendo em um mundo cada vez mais globalizado, as empresas têm o objetivo de adaptar-se às mudanças de maneira rápida e flexível. Para estas respostas rápidas é necessário que as empresas conheçam minuciosamente como funcionam seus processos e quais são as medidas que alteram o sistema de uma forma ou de outra. Neste contexto, a simulação de eventos discretos é muito interessante por permitir o estudo do sistema e testar as diferentes soluções que em nenhum momento interferem no sistema real, de forma que podem ser rápidas e econômicas se são bem aplicadas.

Por outro lado as empresas dedicadas à prestação de serviços que utilizam mão de obra de maneira intensiva buscam métodos de análise e otimização que as ajudem a melhorar seus serviços. Além disso, as empresas tentam manter um equilíbrio entre os custos ou os lucros e a satisfação de seus clientes. De forma que estas análises ajudem a compreender quais são os pontos chave onde se deve atuar, e em que medida as variações realizadas terão um impacto no sistema.

Inicialmente, a pesquisa na área de serviços foi feita utilizando os mesmos conceitos da área manufatura. Porém o estudo desta área se desenvolveu assim como sua importância na conjuntura econômica. Atualmente, a prestação de serviço muitas vezes é chamada de setor terciário da economia (HEINEKE e DAVIS, 2006).

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é identificar os principais fatores que interferem nos resultados de uma prestação de serviços. Para isso, o sistema de prestação de serviços escolhido é o processo fictício tomando como exemplo o processo de atendimento em uma loja de operadora de telefonia. O processo será simulado e serão feitas análises estatísticas para identificar as variáveis que mais interferem nos resultados. Isso permitirá ao gestor do processo dimensionar estas variáveis e auxiliar as decisões a serem tomadas. Uma vez conhecidos os fatores mais importantes do sistema e seu comportamento, podem-se focar melhor as medidas a tomar para otimizar o sistema, assim como conhecer as outras variáveis que tem um menor impacto nos resultados. Assim, o problema de pesquisa deste trabalho é conhecer as variáveis mais importantes de um processo de prestação de serviços, visto que este em sua complexidade original inviabiliza testes individuais em cada variável.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Prestação de serviços

Lustosa *et al.* (2008) argumentam que por ter características que diferem à produção de bens, a programação de operações e a alocação de recursos de serviços deram origem a métodos

próprios. Como o produto de serviços não pode ser estocado, a boa utilização da capacidade tem de ser obtida através da sincronização da demanda com a produção, ou através do ajuste da capacidade à demanda.

Ritzman e Krajewski (2004) afirmam que, devido a impossibilidade de criar estoques não é possível de proteger por esta maneira conta as incertezas de demanda. Outra diferença é que, em operações de serviço, a demanda é menos previsível, pois os clientes podem decidir impulsivamente sobre que serviço ele deseja receber.

Além de serem produtos intangíveis que não podem ser guardados em estoques, os serviços podem ser descritos como operações com: estreito contato com o cliente, *lead times* curtos, custos de mão-de-obra elevados em relação aos custos de capital, ou seja, uso intensivo de mão-de-obra e qualidade determinada subjetivamente. (GAITHER e FRAZIER, 2002)

Segundo Lustosa *et al.* (2008), muitos dos conceitos e técnicas de programação em manufatura são aplicáveis em serviços e vice-versa. Essas possibilidades ficam claras quando se entende bem os conceitos e as técnicas desenvolvidos. Por exemplo, regras de sequenciamento de tarefas em uma máquina podem ser utilizadas para priorizar atendimento em postos de atenção médico-hospitalar. No sentido oposto, alguns conceitos de programação de serviços são úteis na produção de bens personalizados (*customized*) produzidos sob encomenda.

3.2 Simulação

O ato de reproduzir o comportamento de um sistema usando um modelo matemático que descreve seus processos é chamado de simulação. Uma vez o modelo desenvolvido, pode-se manipular algumas variáveis e medir os resultados (KRAJEWISKI *et al.*, 2009). Assim, uma simulação permite ao gestor de um processo conhecer resultados que de outra forma demorariam muito tempo para serem conhecidos.

A simulação de eventos discretos é uma das técnicas mais eficientes e mais utilizadas no estudo, análise, desenho e melhoria de processos produtivos, principalmente nos contextos de manufatura. Pode ser definido como um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real para determinar como o sistema responderá a mudança em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno (HARREL, 2002). Esta técnica permite que um processo seja modelado com suas características de funcionamento, lógica e valores próximos dos reais.

Esta ferramenta foi usada em numerosos processos de manufatura com grande sucesso, especialmente quando os sistemas são complexos e possuem muitas variáveis. Do mesmo modo, a simulação computacional foi reforçada fortemente nos últimos anos devido a poderosas plataformas computacionais e numerosos pacotes de softwares comerciais disponíveis. Melhoras específicas, incluindo interfaces gráficas de usuário para facilitar a construção de modelos, integração com planilhas eletrônicas e bases de dados, e poderosas capacidades de visualização e animação da execução dos modelos. Em geral, o incremento do poder das ferramentas computacionais tem habilitado o desenvolvimento de modelos detalhados de sistemas cada vez mais complexos para sua posterior melhora de desenho e operação.

A simulação, apesar de ser largamente utilizada na manufatura, também recentemente passou a ser implantada em diversos prestadores de serviços como as empresas bancárias (LEAL, 2003), hospitais, aeroportos, empresas de transporte de cargas, de passageiros, laboratórios de pesquisa e organizadoras de eventos (SALIBY, 1999). Diferente dos estudos aplicados a manufatura, os estudos de simulação aplicados a prestação de serviços tem foco no cliente

como principal referência no processo de atendimento, tendo em conta as singularidades dos serviços como intangibilidade, presença do cliente e incapacidade de estoque (LEAL, 2003).

Para realizar um estudo de simulação é imprescindível ter conhecimento das ferramentas estatísticas para análise dos resultados. Inicialmente é necessário estudar os dados tomados da realidade para poder criar modelos com variáveis aleatórias de propriedades conhecidas, e com isso alimentar o modelo com dados aleatórios que são semelhantes ao comportamento real. Do mesmo modo, são necessárias ferramentas estatísticas para processar os dados de saída do modelo e estudar seu comportamento. A Figura 1 mostra a incorporação de algumas variáveis em modelos de simulação.



Figura 1: Utilização de variáveis aleatórias para criação de modelos de simulação (AUTOR).

Entre algumas possíveis análises com os resultados de uma simulação, a análise fatorial realiza a redução das variáveis do sistema para unicamente estudar as mais relevantes e as que mais afetam os objetivos predefinidos. A Análise Fatorial é uma técnica da estatística multivariada que pode sintetizar as informações de um grande número de variáveis em alguns fatores que possuem mais importância no modelo estudado. Esta é uma das técnicas de análise estatística mais utilizada na pesquisa em administração (HAIR Jr. *et al.*, 2005).

4. METODOLOGIA E APLICAÇÃO: MODELO DE SIMULAÇÃO

4.1 Metodologia

Como metodologia de análise foi escolhida a metodologia utilizada por Montevechi *et al.* (2007), por esta apresentar passos bem definidos e devidamente sequenciados para que a simulação proporcione resultados com grande confiabilidade.

As etapas da metodologia são apresentadas a seguir:

- **Objetivos e definição do sistema:** O objetivo da simulação é indicar quais são os fatores principais do sistema estudado, e a relação deles com a qualidade do serviço e o lucro.
- **Construção do modelo conceitual:** O modelo conceitual constitui uma primeira ideia do sistema que se pretende estudar, permitindo conhecer o funcionamento dele de maneira estruturada. Este modelo conceitual se apresentara como um diagrama de fluxo do sistema.
- **Validação do modelo conceitual:** A validação do modelo conceitual realiza se comparando a lógica dos modelos com o sistema real.

- Coleta de dados e modelagem de inputs: A coleta de dados deve ser realizada de forma que se contemple a variabilidade dos dados. Seguidamente a modelagem de inputs realiza-se através de software estatístico, que aproxima os dados a curvas de probabilidade conhecidas. Este estudo não contempla esta etapa, já que os dados foram supostos.
- Construção do modelo computacional: O software de simulação escolhido para a geração do modelo computacional foi PROMODEL®.
- Verificação do modelo computacional: A Verificação do modelo computacional permite comprovar que o modelo criado comporta-se com a mesma lógica do modelo conceitual. Esta verificação foi realizada em grande medida graças à animação, já que permite identificar possíveis erros de programação e onde tais erros estão ocorrendo.
- Validação do modelo operacional: Existem vários métodos de validação de modelos operacionais como, validação face a face, validação de dados históricos, validação interna, validação em múltiplos estágios, e outros. Neste estudo, a validação operacional não foi feita devido a não ter sido simulado um sistema real.
- Realização da simulação. A simulação neste estudo foi rodada um número razoável de vezes (mais de 30) para obter uma confiabilidade alta nos resultados.
- Análise de resultados. Os resultados obtidos da simulação foram usados no software Minitab, para a realização da análise fatorial.

4.2 Aplicação: Modelo de simulação

As atividades de prestação de serviços são as que têm implicadas o uso intensivo de recursos humanos para desempenhar essas tarefas, o que significa que os custos de mão de obra são elevados em relação aos investimentos em ativos permanentes. Entre algumas destas atividades se podem encontrar os trabalhos de escritório, restaurantes, barbearias, bancos, *call centers*, aeroportos, etc. Atualmente as atividades de prestação de serviços estão adquirindo maior importância. Por isso é necessário quantificar e controlar esses processos, não só em relação aos custos e a capacidade, senão também em relação com a medição da qualidade do serviço. Hoje em dia não é necessário unicamente satisfazer as necessidades do consumidor, mas também o fazer com um alto nível de qualidade. É por isto que a simulação converte-se em uma ferramenta ideal para desenhar, estudar e provar os modelos de prestação de serviços, onde geralmente é possível quantificar a qualidade do serviço prestado ao cliente.

O modelo de simulação é o modelo fictício baseado em uma loja de um operador de telefonia, e pretende representar uma situação comum em diversos processos de prestação de serviços. O sistema escolhido tem um horário estabelecido para o atendimento dos clientes. Os diferentes tipos de clientes chegam a uma fila inicial única com diferentes necessidades, e serão atendidos por diferentes tipos de atendentes. Cada tipo de atendente atende em uma área (escritório) diferente. Alguns clientes podem ser atendidos por qualquer atendente, enquanto outros só podem ser atendidos por atendentes diferenciados ou experientes. O primeiro atendimento é realizado por um funcionário novato que faz operações básicas como dar informação ou resolver dúvidas, e outro funcionário experiente que realiza operações mais complexas como contratação de serviços ou venda de celulares.

Este modelo pode ser aplicado em diferentes tipos de serviços simplesmente ajustando as diferentes entidades, por exemplo, aplicado a um departamento de *call center* de uma empresa que presta serviços pós venda, e recebe ligações de clientes que são atendidas por

funcionários novatos ou com funções básicas, e quando o cliente precisa de um serviço mais complexo, ele passa a ligação ao operário experiente que presta aqueles serviços.

As entidades do sistema são as seguintes:

- Uma fila de entrada, que permite aos clientes chegarem a ambas as áreas de atendimento (esta fila pode ser assimilada como um conjunto de ligações em espera)
- Dois tipos de clientes: um deles (*cliente normal*) precisa um serviço simples que pode ser realizado pelo prestador novato. O outro tipo de cliente (*cliente complexo*) precisa um serviço mais complexo que só pode ser feito pelos prestadores experientes.
- Dos tipos de prestadores de serviço: um prestador *novato* que só pode realizar os serviços simples e, além disso, precisa mais tempo para atender um cliente. O outro operário é um operário *experiente* que é o responsável por realizar os serviços complexos e, além disso, o realiza em um tempo menor.
- Duas áreas de atendimento representadas por dois escritórios, um para cada tipo de prestador de serviços, onde os clientes são atendidos.

Estas entidades podem ser vistas na Figura 2, que também mostra o fluxo da prestação de serviço e a lógica do modelo. Para isso foi utilizada a técnica de modelagem conceitual IDEF-SIM, conforme apresentado em MONTEVECHI *et Al.*, 2010.

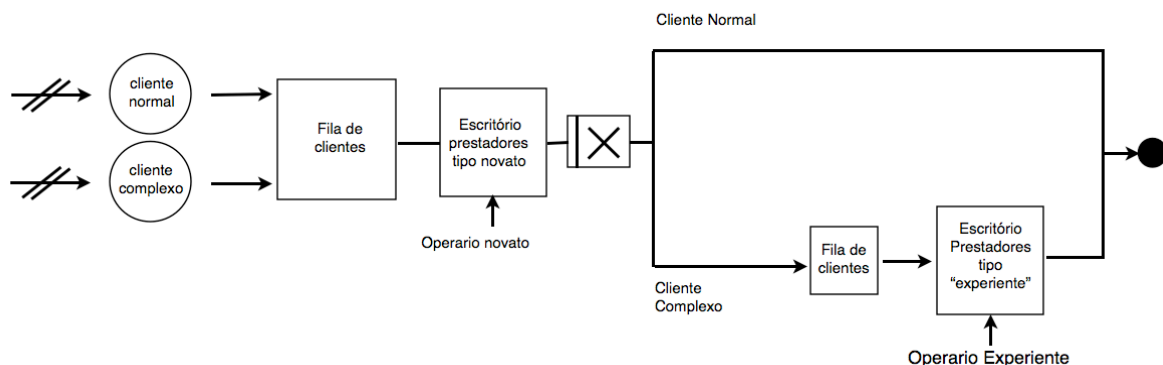


Figura 2: Modelo conceitual da simulação com IDEF-SIM.

O processo desenvolve-se da seguinte forma. Os clientes formam uma fila com taxa de chegada segundo uma distribuição normal. A partir desta fila os clientes, por ordem de chegada, são atendidos pelo primeiro prestador novato disponível no *Escritório prestadores tipo "novato"*. Neste escritório podem ocorrer duas possibilidades, se o cliente precisar um serviço simples, o prestador novato o realiza e o cliente sai do sistema. Se o cliente precisar um serviço complexo, o prestador novato o encaminha à área de atendimento experiente, através de uma fila exclusiva para o *Escritório prestadores tipo "experiente"*, onde será atendido e posteriormente sai do sistema.

O método estabelecido de custos é um modelo básico, onde se registram os custos fixos, como os custos do estabelecimento, e por outro lado custos variáveis como os salários dos prestadores. Também o modelo contabiliza os clientes insatisfeitos por esperarem na fila por mais de um tempo determinado. Cada cliente insatisfeito possui um custo associado. Com esta configuração, a simulação pode auxiliar a equilibrar os recursos utilizados mantendo um nível de qualidade determinado.

A Figura 3 apresenta a tela do software Promodel® contendo o modelo computacional da simulação utilizado.

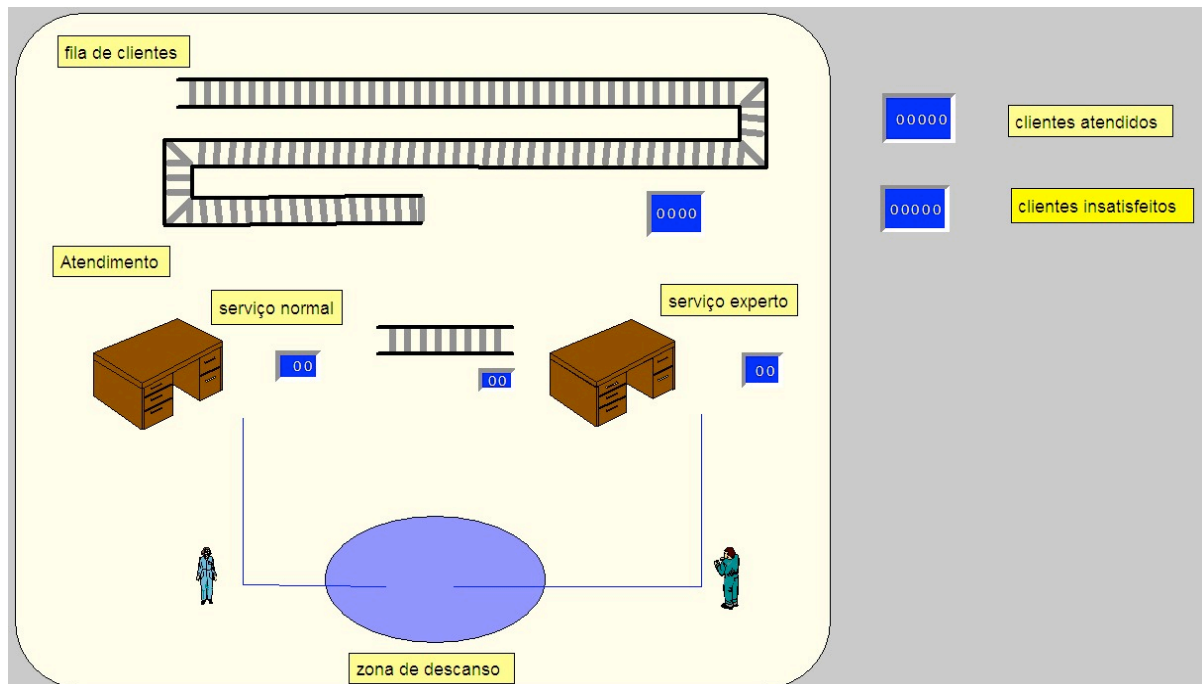


Figura 3: Modelo computacional da simulação no Promodel®

A seguir são apresentados os dados usados na programação do modelo, obtidos com base em observação e valores estimados:

- Taxa de chegada de clientes normais: distribuição normal com média de 2 clientes/minuto e desvio padrão de 0,1 clientes/minuto;
- Taxa de chegada de clientes complexos: distribuição normal com média de 3 clientes/minuto e desvio padrão de 0,1 clientes/minuto;
- Dias de atendimento: de segunda a sexta;
- Horários de atendimento: das 8:00 às 17:15, com intervalo de almoço entre 12:15 e 13:15;
- Custos diários: (os custos foram calculados em relação a os salários médios e custos médios pesquisados para a cidade de Itajubá-MG)
 - Prestador de serviço normal: \$ 40,00;
 - Prestador de serviço experiente: \$ 60,00;
 - Manutenção da loja: \$ 75,00;
- Receita por cliente: \$ 4,00; (A receita é um valor fictício que adicionamos para poder maximizar o lucro, ou seja otimizar o sistema)
- Custo por cliente insatisfeito: \$ 2,00;
- Tempo máximo de espera (tempos maiores que este, torna o cliente insatisfeito): 20 minutos.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para se atender ao objetivo deste trabalho, foi feito o planejamento de um experimento para uma análise fatorial. Foi utilizada uma análise fatorial com dois níveis para cada fator, mostrados na Tabela 1.

A tabela seguinte mostra-se as rodadas do modelo com as variáveis escolhidas e as medidas obtidas:

Tabela 1: Fatores e níveis usados na análise fatorial.

Fator	Nível mínimo	Nível máximo
A – número de prestadores do tipo normal	4 operadores	12 operadores
B – número de prestadores do tipo experiente	3 operadores	10 operadores
C – média do tempo de atendimento dos prestadores novatos	13 minutos	16 minutos
D – desvio padrão do tempo de atendimento dos prestadores novatos	0,1 minutos	0,5 minutos
E – média do tempo de atendimento dos prestadores experientes	10 minutos	12 minutos
F – desvio padrão do tempo de atendimento dos prestadores experientes	0,1 minutos	0,3 minutos

Para o planejamento dos experimentos e análises estatísticas foi utilizado o software Minitab. Foi feito o planejamento para um experimento fracionado (1/2) da análise dos 6 fatores, totalizando 32 execuções. Os parâmetros tomados como máximo e mínimo foram escolhidos por observação de seu comportamento na simulação, e outros foram estimados. Foi feita uma análise para cada uma das seguintes saídas (medidas): Clientes insatisfeitos e lucro.

Os clientes insatisfeitos são aqueles que esperam mais de 20 minutos para serem atendidos, e apresentam um custo extra ao sistema. Assim, quanto menor for a quantidade deste tipo de cliente, melhor a configuração do sistema. Esta análise foi feita em termos relativos, considerando a porcentagem de clientes satisfeitos em relação ao total de clientes. Esta análise não mostrou um resultado significativo, o que mostra que não se pode afirmar que exista uma relação clara entre os 6 fatores analisados (conforme Tabela 1) e a proporção de clientes satisfeitos. Para se entender melhor esta relação foi feita uma nova análise estatística (análise de regressão), considerando somente duas variáveis: o número de prestadores novatos e experientes. Os resultados desta nova análise mostram que existe uma relação muito boa entre estas variáveis. Isso é devido ao resultado de $R^2 = 97,2\%$, que indica a porcentagem da variação no resultado que é explicada pelas variáveis analisadas. Isso foi obtido a um nível de significância inferior a 0,01. A relação encontrada entre as variáveis e o resultado é de: *Porcentagem de clientes satisfeitos* = $-0,457 + (0,103 * \text{num. prestadores novatos}) + (0,016 * \text{num. prestadores experientes})$. A Figura 4 mostra a contribuição do número de prestadores de cada tipo à porcentagem de clientes satisfeitos.

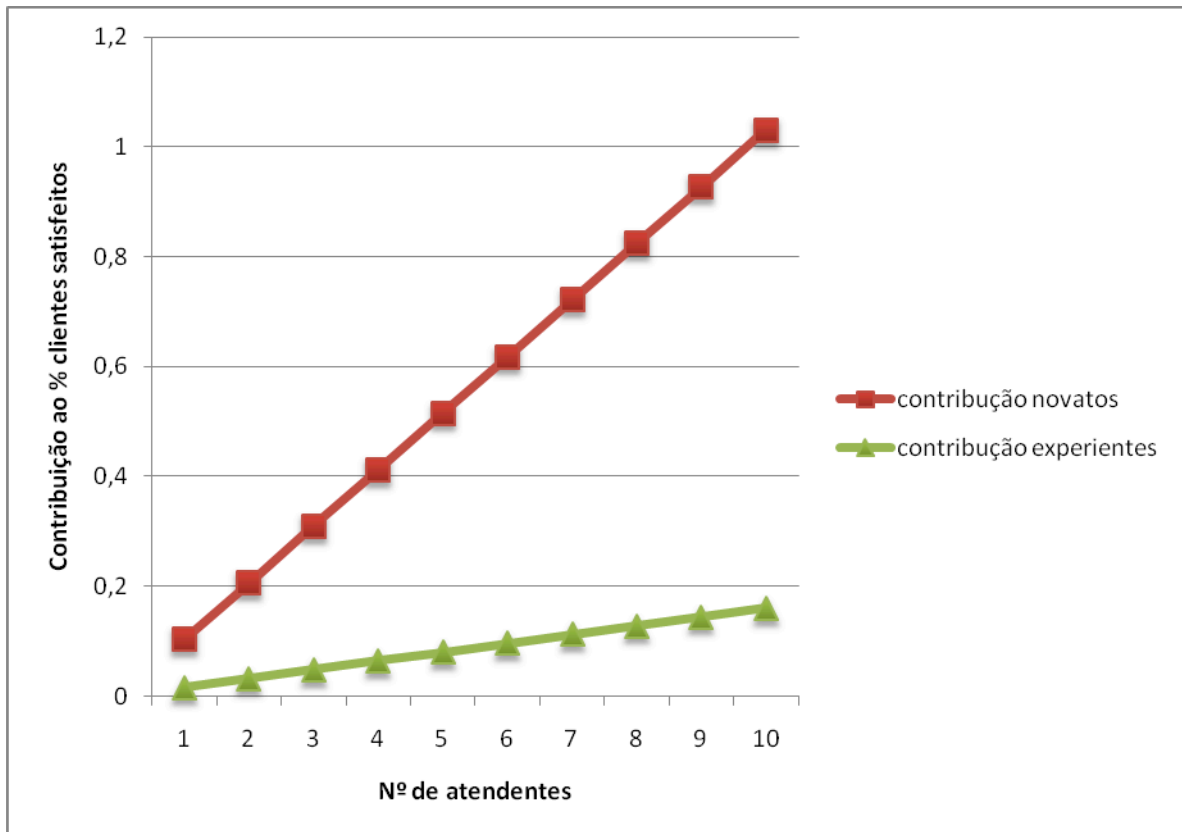


Figura 4: Contribuição ao % de clientes satisfeitos de cada tipo de prestador

Esta relação mostra que a contribuição do número de operadores novatos é muito maior que a contribuição do número de prestadores experientes. Praticamente são necessários mais de 6 prestadores experientes para se ter a mesma contribuição de um prestador novato. Como a constante é negativa, se pode dizer que é necessária uma quantidade mínima de prestadores para que hajam clientes satisfeitos.

A seguir é apresentada a análise para o *lucro*. Neste caso a análise fatorial apresentou um bom resultado. Foi obtido um $R^2 = 99,48\%$, indicando uma ótima explicação do resultado *lucro* através dos 6 fatores analisados e suas relações de segunda ordem (um fator multiplicado pelo outro). O principal fator é o *número de prestadores novatos*, que apresentou o maior efeito padronizado, de 38,2. Isso significa que o incremento de uma unidade neste fator incrementa 38,2 unidades do *lucro*. O segundo fator mais significativo é o *número de prestadores experientes* com um fator padronizado de 18,7. O terceiro fator mais significativo é a combinação entre os dois fatores acima (A*B), com um efeito padronizado de 7,4. Os demais fatores apresentaram efeitos consideravelmente inferiores (menores que 3,5). A Figura 5 apresenta um gráfico do Pareto fornecido pelo software Minitab e mostra o efeito de cada uma das variáveis sobre o lucro final do sistema, permitindo ordenar às variáveis de maior a menor importância. A Tabela 2 apresenta a correspondência com os nomes dos fatores analisados.

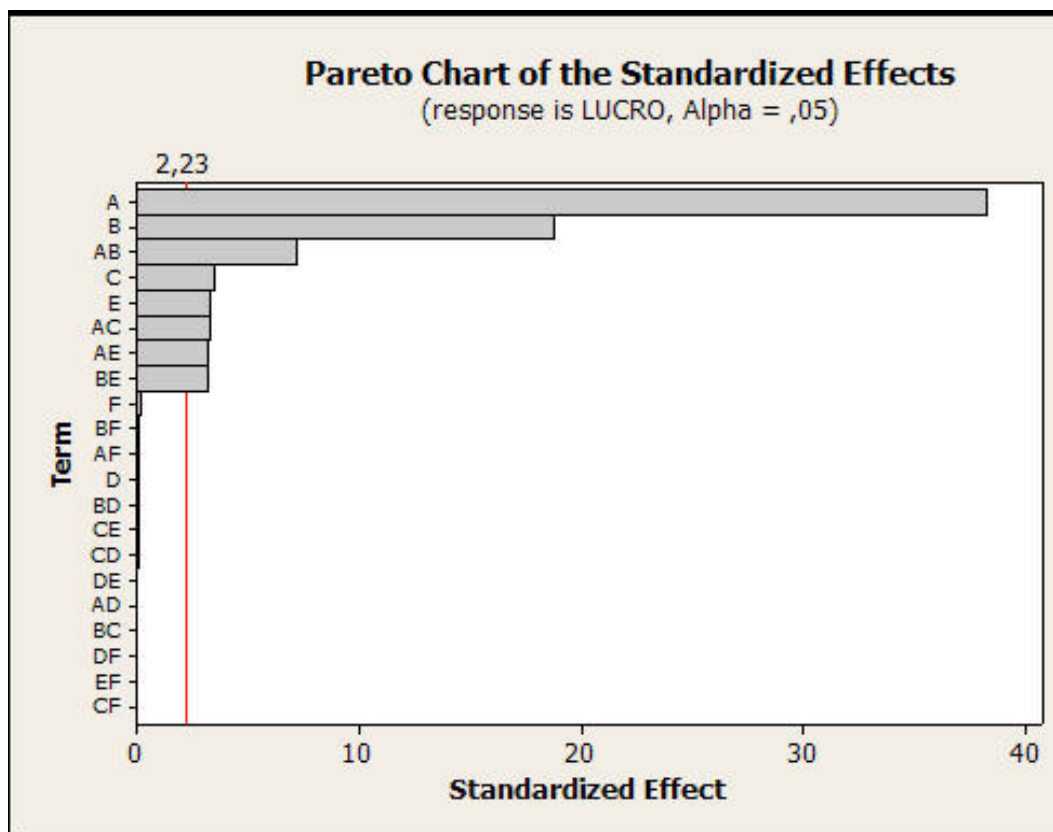


Figura 5: Contribuição ao % de clientes satisfeitos de cada tipo de prestador

Tabela 2: Nomes dos fatores utilizados na análise.

A	Numero de prestadores novatos
B	Numero de prestadores experientes
C	Media do tempo atendimento prestador novato
D	Desvio padrão tempo atendimento prestador novato
E	Media do tempo atendimento prestador experiente
F	Desvio Padrão tempo atendimento prestador experiente

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados podem ser feitas algumas considerações em relação ao gerenciamento da prestação de serviços apresentada.

Uma ação que poderia ser intuitiva ao gestor do processo para aumentar o número de clientes atendidos ou diminuir o número de clientes insatisfeitos seria realizar esforços (treinamento, uso de tecnologia da informação) para tentar diminuir o tempo de atendimento. Com base nos resultados obtidos, essa ação se mostrou ineficaz, uma vez que os fatores relacionados ao tempo de atendimento possuem pouca influência nos resultados. Outra ação que poderia ser feita e também não traria bons resultados para a melhoria da porcentagem de clientes satisfeitos é o aumento do número de funcionários experientes, pois este fator também

apresentou uma influência menor que o número de prestadores do tipo normal sobre os resultados.

Nas análises realizadas percebe-se que o fator com maior influência nos resultados é o número de operadores do tipo normal, tanto em relação ao lucro como em relação à porcentagem de clientes atendidos.

Estes mesmos resultados podem ser aplicáveis no caso do *Call Center* na melhoria da qualidade do serviço, diminuindo os tempos de espera das ligações e analisando os fatores de maior influência nos resultados.

Em pesquisas futuras podem ser coletados dados de um prestador real de serviços e verificada a aderência do modelo e dos resultados obtidos. Também podem ser realizados procedimentos sistemáticos para a coleta de dados e a análise de aderência (*Fitness test*), para facilitar a futura modelagem de diferentes processos de prestação de serviços.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de expressar meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Fabio Favaretto, por sua ajuda, apoio, paciência e, sobretudo amizade durante a minha estadia na UNIFEI, o que me permitiu concluir este trabalho.

Aproveito também para agradecer ao professor Fabiano Leal, pelas inúmeras vezes que precisei de sua ajuda e que ele sempre se ofereceu com total dedicação e simpatia.

Agradeço a Deus pela família que tenho, eles são certamente meu bem mais precioso. Meus pais Nafee e Raja, que são e serão minha base de valores, moralidade e ética. Sem esquecer os meus irmãos e os demais membros de minha família, que ofereceram por inúmeras vezes apoio, compreensão e carinho, e mesmo a distância sempre os percebi realmente perto de mim.

Também quero expressar minha gratidão ao meu melhor amigo Alex, e todos os meus amigos que me apoiaram e me animaram em enfrentar este desafio longe de casa. Assim como todos os novos amigos durante estes últimos meses que ofereceram sua companhia e amizade. Um agradecimento especial aos meus colegas de República, que há muito tempo tornaram-se amigos, por sua hospitalidade, compreensão e apoio contínuo. A convivência com eles foi certamente uma das melhores experiências nesses meses.

Finalmente, gostaria de agradecer a todas aquelas pessoas anônimas pela infinita paciência em entender meu português terrível e, além disso, fazê-lo com um sorriso no rosto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8.ed. São Paulo: Tomson, 2002.

HAIR JR., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**, Editora Bookman, Porto Alegre, 2005.

HEINEKE, J.; DAVIS, M. M. The emergence of service operations management as an academic discipline. **Journal of Operations Management**, p. 364-374, 2006.

HARREL, C. R.; GHOSH, B. K. & BOWDEN, R. **Simulation using ProModel®**. New York: McGraw-Hill, 2000.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHORTA, M. **Administração de produção e operações**, oitava edição, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2009.

LEAL, F.; ALMEIDA, D.A. de & MONTEVECHI, J.A.B. Uma proposta de Técnica de Modelagem conceitual para a simulação através de elementos do IDEF. **Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, João Pessoa, PB, 2008.

LEAL, F. **Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancaria a traves de mapeamento do processo e simulação computacional**. Itajubá, 2003.

LUSTOSA, L. (Coordenador). **Planejamento e Controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MONTEVECHI, J. A. B.; PINHO, A. F.; LEAL, F. & MARINS, F. A. S. Application of design of experiments on the simulation of a process in na automotive industry. **Winter Simulation Conference**, Washington, USA, 2007.

MONTEVECHI, J.A.B.; LEAL, F.; PINHO, A.F.; SILVA, R.F; MOURA, M.L. & FAUSTINO, A.L.: Conceptual Modeling in simulation projects by Mean adapted IDEF: An application in a Brazilian tech company. **Winter Simulation Conference**. Washinton, USA, 2010.

Promodel User Guide, © 1/06 ProModel Corporation

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

SALIBY, E., Tecnologia de Informação: uso da simulação para obtenção de melhorias em operações logísticas, **Revista Tecnológica**, 1999.