

APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO EM UM CHECK-IN DE UM AEROPORTO: UMA ANÁLISE EM FUNÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS

**Lucas Santos Barbosa – Graduando em Logística Aeroportuária (Faculdade de
Tecnologia de Guarulhos)**

**Natalice de Oliveria Ponte - Graduando em Logística Aeroportuária (Faculdade de
Tecnologia de Guarulhos)**

**Célia de Lima Pizolato - Doutoranda em Epistemologia e História da Ciência
(Faculdade de Tecnologia de Guarulhos)**

RESUMO

O presente estudo visa apresentar a aplicação da técnica de simulação computacional de filas em um processo de atendimento de check-in um aeroporto da grande São Paulo. Foi utilizado um caso específico de uma companhia aérea, o objeto de estudo foi selecionado em função da grande demanda de seu sistema de atendimento. Os dados referentes aos tempos de atendimento e intervalos de chegada dos passageiros foram obtidos por meio de coletas no próprio local além de entrevista com o gerente da unidade da companhia aérea. Com os dados obtidos foi então realizada a simulação no software Arena. Após a análise dos resultados, criou-se propostas de alterações nos recursos do sistema possibilitando diferentes cenários para o mesmo sistema de atendimento, a escolha do cenário de melhoria para o sistema de atendimento levou em consideração os custos fixos mensais dos recursos utilizados, cenário este que mostrou uma redução na sobrecarga de funcionários evidenciando a importância do estudo, haja vista que todas as alterações são realizadas virtualmente antes de implementadas no sistema físico evitando assim, possíveis prejuízos advindos de decisões empíricas.

Palavras-Chave: Simulação; Check-in; Atendimento; Custos.

ABSTRACT

The present study aims to present the application of computer simulation technique of queues in a process of check-in service an airport of Sao Paulo. We used a specific case of an airline, the object of study was selected due to the great demand of your system. Data time and intervals of arrival passengers were obtained through on-site collections as well as interview with the Manager of the airline. With the data obtained was then performed the simulation in the software Arena. After the analysis of the results, proposals for changes on system resources enabling different scenarios for the same system, the choice of scenario of improvement to the system took into account the fixed monthly costs of resources used, this scenario that showed a reduction in overhead of employees showing the importance of the study, given that all changes are performed virtually before you implemented in the physical system to avoid , possible losses arising from empirical decisions.

Key-Words: Simulation; Check-in; Customer service; Costs.

INTRODUÇÃO

No atual cenário econômico cada vez mais competitivo as empresas buscam constantemente aperfeiçoar suas operações e conquistar a maior quantidade de clientes todos os dias afim de aumentar seus lucros, esse objetivo independe do seguimento que a empresa atue, é muito difícil de ser alcançado e ainda mais de ser mantido em razão da complexidade dos diversos tipos de planejamentos necessários tais como marketing, recursos humanos, gestão de produção e operações, financeiro entre outros.

Com o intuito de auxiliar os gerentes na difícil tarefa de realizar um planejamento eficiente e também eficaz, a Pesquisa Operacional (PO) oferece várias ferramentas baseadas em modelos matemáticos que tornam o estudo de determinadas questões gerenciais mais preciso.

A Simulação Computacional de filas é uma das muitas técnicas da PO e segundo Rezende Filho (2006), desempenha um papel importante ao abordar a questão de análise de sistemas logísticos em projeto ou já em operação no intuito de observar o comportamento do sistema em função de alterações nos recursos utilizados. Essa técnica é baseada na teoria das filas.

Nos últimos anos, pesquisadores têm mostrado um interesse crescente pelo estudo e aplicação das técnicas de otimização da PO, principalmente pelo avanço de tecnologias e softwares que auxiliam nos cálculos dessas técnicas.

Os primeiros tópicos desse artigo serão destinados ao embasamento teórico da área e da técnica em estudo, em sequência será apresentado o estudo de caso com a proposta de melhoria e considerações finais.

1. Revisão de Literatura

1.1 Pesquisa Operacional e Simulação Computacional

Conforme Rezende Filho (2006), a Pesquisa Operacional é uma das muitas áreas da Engenharia de Produção que dispõe de técnicas de otimização de processos com base em modelos matemáticos, podendo ser amplamente explorada e utilizada nas organizações. A abordagem quantitativa das técnicas utiliza-se de elementos de objetividade e racionalidade para a tomada de decisões gerenciais.

Pode-se considerar que o nome Pesquisa Operacional (PO) é de origem militar, tendo sido usado pela primeira vez na Grã-Bretanha durante a Segunda Guerra Mundial. Em termos científicos, a PO é caracterizada por um campo de aplicações bastante amplo o que justifica a existência de várias definições, algumas tão gerais que podem se aplicar a qualquer ciência, e outras tão particulares que só são válidas em determinadas áreas de aplicação. (MARINS, 2011).

Para Silva *et al* (1998), a PO utiliza modelos matemáticos para descrever um determinado sistema, por meio de cálculos busca-se a otimização do sistema em estudo. Várias são as técnicas que dispõe a PO tais como; Programação Linear em problemas de maximização e minimização; Teoria das Filas; Diagrama de Redes em questões de escala de produção, roteirização entre outros.

Segundo Hillier & Lieberman (2010), a *Teoria das Filas* estuda o comportamento das filas de um determinado sistema, as fórmulas aplicadas sugerem como o sistema se comportará em função de alterações nos recursos, inclusive os tempos de espera e tamanho das filas. Assim sendo, essa teoria é útil para análise de sistemas de filas e estudos para um aproveitamento mais eficaz e de forma mais eficiente dos recursos envolvidos.

Na visão de Marins (2011), é possível que em determinados períodos, a demanda seja baixa ao ponto de que os recursos de um determinado sistema, fiquem ociosos boa parte do tempo, entretanto, em outros períodos a demanda pode ser muito intensa resultando em um elevado tempo de espera e filas mais longas nos processos. Em situações de operação comercial, esse último cenário pode conduzir à insatisfação dos clientes, consequentemente, em perda de negócios.

Com o desenvolvimento da computação criou-se softwares que auxiliassem nos cálculos da Teoria das Filas o que contribuiu consideravelmente para os estudos na área e para as organizações que a utilizam, nos últimos anos esses softwares passaram a ganhar cada vez mais atenção na parte de animação da simulação de modo que além de facilitar a modelagem do problema se possa analisar o comportamento do sistema em operação como uma espécie de ‘filme’, um bom exemplo disso é o Arena, software desenvolvido pela Rockwell, empresa americana e distribuído no Brasil pela Paragon.

Segundo a Paragon (2017), o software Arena possibilita a análise de cenários, análise dinâmica, simulações de processos e interações entre os elementos existentes. Desta forma, é possível a identificação de gargalos, visualizar tamanho das filas, melhora no desempenho operacional além de verificar o nível de ociosidade dos recursos e comportamento do sistema como um todo.

1.2 Gestão de Custos

Na visão de Dutra (2003), custo é o gasto aplicado na produção ou qualquer outra atividade de custo, desembolsado ou não. É o valor aceito pelo comprador em aquisição de um determinado bem ou a soma de todos os valores agregados a um bem desde sua aquisição até o estágio final de sua comercialização.

Martins (2003), ainda explica que o custo é um gasto reconhecido como tal, ou seja, no instante de utilização dos fatores de produção sejam eles bens ou serviços por exemplo, a aquisição de matéria prima é um gasto que se torna investimento e assim permanece durante sua estocagem, no momento de sua utilização na produção de um determinado bem, surge o custo da matéria prima como uma parte do bem fabricado. Esse último, por sua vez, é novamente um investimento, já que se torna um ativo até sua venda.

Para Shank & Govindarajan (1997, p. 4), gestão estratégica de custos é “uma análise de custos vista sob o contexto mais amplo, em que os elementos estratégicos tornam-se mais conscientes, explícitos e formais. Os dados de custos são usados para desenvolver estratégias superiores a fim de se obter uma vantagem competitiva”.

Essas estratégias visam a redução de custos e de aumento da eficiência resultando em aumento do nível competitivo não apenas no âmbito interno da organização, mas em toda a sua cadeia de valor, desde as matérias primas até o consumidor final. Conforma Silva Luiz (1999, p. 19) “a principal preocupação da gestão estratégica de custos é o custeio em toda a cadeia de valor para que se compreenda onde estão as oportunidades de redução dos custos e os possíveis ganhos de competitividade”.

2. Metodologia

Utilizou-se uma abordagem de estudo de caso escolhido para ajudar a entender a importância operacional e financeira da simulação computacional de filas aplicada nos estudos de aprimoramento dos sistemas de atendimento aos passageiros que realizam check-in em aeroportos. A área de estudo foi adotada em função de sua relevância para o âmbito gerencial das organizações de modo geral.

Conforme Lakatos & Marconi (2003), o método utilizado tem como intuito extrair informações sobre um determinado problema afim de buscar uma resposta ou hipótese que se queira confirmar ou mesmo descobrir novos fenômenos e relações.

Os dados referentes ao recursos e características do sistema de atendimento foram obtidos *in loco* em um dia útil, além de um sábado e um domingo, por meio de observações e entrevistas com funcionários da companhia aérea, realizou-se a análise dos resultados e testes simulados no software Arena com o intuito de descobrir virtualmente quais alterações no sistema trarão um aproveitamento mais eficiente em relação ao nível de serviço prestado aos passageiros e concomitantemente aos custos fixos mensais da companhia.

3. Estudo de Caso

A empresa estudada possui totens e guichês para a realização do check-in de seus passageiros em um aeroporto da grande São Paulo. O intuito dos responsáveis pela unidade da companhia é a aprimorar o sistema de atendimento aumentando o nível de serviço prestado em relação aos tempos de espera dos passageiros nas filas de check-in, de modo que não haja impacto negativo nos custos operacionais.

A unidade possui atualmente três atendentes para a realização do check-in, e um totem para o autoatendimento dos passageiros. Com base nos dados coletados no próprio local, o software Arena mostrou uma distribuição Triangular dos tempos de atendimento pelos funcionários, sendo o tempo mínimo de 4,2 minutos, média de 6,4 e máximo de 9,1 minutos. O mesmo procedimento foi realizado com os dados referentes ao autoatendimento no totens resultando em tempo mínimo de 4,2 minutos, 10,4 no máximo e em média 5,5 minutos.

Outro fator relevante para o estudo é o tempo de ociosidade dos funcionários em função do horário de almoço. Existe um revezamento entre os funcionários, sendo que apenas um por vez passa uma hora no almoço. Além disso, a chegada de passageiros foi observada afim de levantar o intervalo de chegada dos clientes para a realização do check-in. Notou-se que em média chegam 58 passageiros por hora nas duas primeiras horas do dia, 67 por hora nas 9 horas seguintes e 42 por hora no restante do dia, 74% dos passageiros que chegavam preferiam realizar o check-in nos guichês e o restante optavam por utilizar as máquinas de autoatendimento.

Com base nos dados coletados realizou-se a modelagem do sistema de atendimento da companhia no software Arena considerando 12 horas de simulação, pois trata-se do período de maior movimentação em contraste com o período noturno onde o movimento diminui possibilitando apenas os totens e 1 funcionário sem maiores problemas. A Tabela 1 apresenta os resultados da simulação no Software Arena, nota-se

que os níveis de ocupação tanto de totens como de funcionários são muito altos, no caso do funcionário especificamente pode resultar em desgaste físico e mental.

Tabela 1: Resultados

Resultados	Unidade	Cenário
Atendentes	-	3
Máquinas	-	3
Tempo de simulação	Horas	12
Nível de Ocupação dos atendentes	-	94,82%
Nível de Ocupação das máquinas	-	99,25%
Tempo médio de espera nos guichês	Minutos	46,84
Tempo médio de espera nas máquinas	Minutos	47
Número de passageiros em espera nos guichês	-	26
Número de passageiros em espera nas máquinas	-	27

Fonte: Elaborado pelos autores, (2017).

Outro valor expressivo apresentado é o tempo médio de espera dos passageiros nas filas de check-in em ambas as opções, totens e funcionários. Além dos resultados gerados pela simulação, deve-se levar em consideração o fator custo que é fundamental para o planejamento de alterações no sistema de atendimento, atualmente os custos dos funcionários representam cerca de 7.500,00\$ reais mensais, sendo 2.500,00\$ cada funcionário, já o custo por totem é de aproximadamente 1.050,00\$, totalizando 3.150,00\$ reais por mês, haja vista que os três totens são alugados pela companhia.

3.1 Proposta de Melhoria

Com o intuito de melhorar o sistema de check-in em função dos tempos de espera das filas e percentual de ocupação dos funcionários, foram realizados testes no modelo considerando as seguintes alterações, uma para cada cenário:

- 1) Acrescenta-se 1 funcionário e um guichê de atendimento;
- 2) Mantem-se os 3 funcionários e acrescenta 1 totem de autoatendimento;
- 3) Acréscimo de 1 funcionário e um totem de auto atendimento;
- 4) Mantem os 3 funcionários e acrescenta-se 2 totens de auto atendimento;
- 5) Mantem-se os 3 e funcionários e acrescenta 2 máquinas de atendimento;
- 6) Mantem-se os 3 e funcionários e acrescenta 3 máquinas de atendimento.

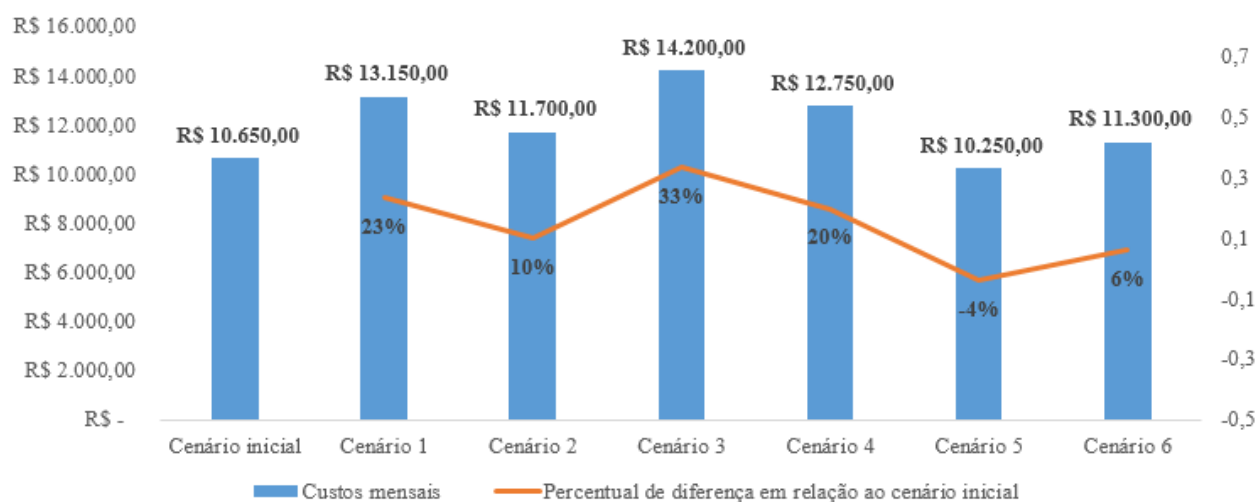
A Tabela 2 apresenta os impactos causados no sistema atendimento de check-in em função das mudanças dos seis cenários citados e o Gráfico 1 representa as variações nos custos fixos mensais de cada cenário simulado, além dos percentuais em função do cenário inicial.

Tabela 2: Resultados das alterações

Check-in de uma companhia aérea								
Resultados	Unidade	Cenário inicial	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Atendentes	-	3	4	3	4	3	2	2
Máquinas	-	3	3	4	4	5	5	6
Tempo de simulação	Horas	12	12	12	12	12	12	12
Nível de Ocupação dos atendentes	-	94,82%	94,19%	93,47%	84,30%	82,59%	94,55%	81%
Nível de Ocupação das máquinas	-	99,25%	99,49%	98,92%	97,36%	95,19%	98,18%	91,84%
Tempo médio de espera nos guichês	Minutos	46,84	44,32	38,39	8,34	12,66	38,22	6,43
Tempo médio de espera nas máquinas	Minutos	47	53,22	30	8,47	7,37	17,38	1,78
Número de passageiros em espera nos guichês	-	26	27	20	4	4,94	13,2	1,4837
Número de passageiros em espera nas máquinas	-	27	28	20	4,95	5,37	13,38	1,4809

Fonte: Elaborado pelos autores, (2017).

Gráfico 1: Custos Mensais dos Cenários Simulados



Fonte: Elaborado pelos autores, (2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os diferentes cenários percebe-se que em função do tamanho médio das filas e tempos de espera dos passageiros, alguns dos cenários se destacam e apresentam melhores condições aos clientes, porém apenas o quinto mostrou redução

dos custos fixos sendo de 4% em relação ao cenário inicial, visto que este cenário representou também queda nos tempos de espera e tamanho das filas.

O estudo mostra como a simulação oferece ótimas oportunidades de aprimoramento das atividades em paralelo com a redução de custos operacionais, além de proporcionar análises de diversas opções antes da fase de implementação. No cenário 6, por exemplo, o custo fixo mostrou-se 6% maior em relação ao cenário inicial, no entanto nota-se uma redução nos tempos de espera dos passageiros de 46,84 minutos para apenas 6,43, além de reduzir o nível médio de ocupação dos funcionários para 81% evitando a sobrecarga de trabalho, o que torne as alterações desse cenário as mais indicadas visando o nível de serviço.

Esse estudo amplia os nossos conhecimentos acerca das técnicas de pesquisa operacional que dispõe tanto a logística como a engenharia de produção, mediante a aplicação da simulação computacional de filas. O escopo desse estudo foi limitado em termos de abrangência da simulação em suas diversas características, isso ocorreu em função das características do próprio problema estudado, por exemplo, uma linha de produção poderia ter muito mais processos, do que apenas um check-in, com diversas outras características e recursos exigindo muito mais da teoria e do software de simulação.

REFERÊNCIAS

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: 5ª ed. Atlas S.A., 2003.

MARINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à Pesquisa Operacional**. São Paulo: **Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista**, 2011.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: 9ª ed. Atlas S.A., 2003.

PARAGON. **Arena**. [S.l.]: [c2016?]. Disponível em: <<http://www.paragon.com.br/software/arena/>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

REZENDE FILHO, M. **Programação Linear - Otimização de Recursos em Apoio à Tomada de Decisão**. Rio de Janeiro: Fábrica do livro, 2006. V.1.

SHANK, J. K., GOVINDAJARAN, V. **A REVOLUÇÃO DOS CUSTOS**: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos. Tradução Luiz Orlando Coutinho Lemos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SILVA LUIZ, C. **GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS NA CADEIA DE VALOR**. Disponível em:

<http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_da_fae/fae_v2_n2/gestao_estrategicade.pdf>. Acesso em 15 ago. 2017.

SILVA MEDEIROS, E. da; SILVA, E. M.; GONÇALVES, V.; MUROLO, A. C. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. 3ª ed. Atlas S.A., 1998.