

**APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO  
PROCESSO DE CHECK-IN DO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DE GUARULHOS**

**Dr. Alexandre Formigoni**  
Fatec Guarulhos  
[a\\_formigoni@yahoo.com.br](mailto:a_formigoni@yahoo.com.br)

**Me. João Roberto Maiellaro**  
Fatec Guarulhos  
[joaomaiellaro@yahoo.com.br](mailto:joaomaiellaro@yahoo.com.br)

**Téc. Log. Camila Lozano  
Borrero**  
Fatec Guarulhos  
[camilalozano\\_1@hotmail.com](mailto:camilalozano_1@hotmail.com)

**Téc. Log. Marcela de Jesus  
Garcia**  
Fatec Guarulhos  
[marcelagarcia989@yahoo.com](mailto:marcelagarcia989@yahoo.com)

**Téc. Log. Moania Nunes dos  
Santos**  
Fatec Guarulhos  
[moanianunes@gmail.com](mailto:moanianunes@gmail.com)

SADSJ- South American Development  
Society jornal – São Paulo, Brasil.

---

**Resumo**

O objetivo desse trabalho é aplicar a simulação computacional no processo de *check-in* do aeroporto internacional de Guarulhos, para a elaboração de cenários alternativos com o objetivo de obter melhorias nesse sistema logístico, utilizando o simulador ARENA. A pesquisa foi realizada através de coleta de dados relativos aos padrões de intervalos entre chegadas e tempos de atendimento, com o propósito de analisar e identificar gargalos existentes no processo. A empresa aérea foco da pesquisa encontra problemas provenientes do excesso de usuários no seu sistema de atendimento de *check-in* em determinados momentos, e conseqüentemente enfrenta dificuldades para controlar e organizar esse fluxo, o que acarreta grandes filas e terminais lotados, afetando de forma aguda a imagem da empresa, em face do incômodo e insatisfação dos clientes. A partir dos relatórios gerados pelo simulador, foi possível apresentar alternativa de melhoria para reduzir o tempo nas filas e conseqüentemente amenizar o fluxo de pessoas no processo.

**Palavras-Chave:** gargalos; fila; simulação.

---

## **Abstract**

The aim of this paper is to apply computer simulation in the process of check-in in Guarulhos international airport, for developing alternative scenarios in order to achieve improvements in logistics system, using the ARENA simulator. The research was conducted by collecting data of intervals between arrivals and service times, for analyzing and identifying bottlenecks in the process. Aircraft Company focus of this research has problems as long queues in your check-in answering system at certain times, and consequently struggles to control and organize the flow, which results crowded terminals, affecting its image in the face of uncomfortableness and dissatisfied customers. From the reports generated by the simulator, they could offer better alternative to reduce the long waiting time and improving the flow of people in the process.

**Keywords:** bottlenecks; queue; simulation

## Introdução

Este trabalho tem o objetivo de estudar a operação de *check-in* de uma empresa aérea no terminal de passageiros do aeroporto de Guarulhos, para elaborar diagnóstico e traçar cenários de melhoria, aplicando técnicas de simulação computacional baseadas no *software* Arena.

A demanda mundial de passageiros no modal aéreo tem crescido com o passar dos anos. Existe previsão de que o tráfego de passageiros aumente em média 4,9% ao ano até 2026. Outra previsão relevante é que a frequência oferecida nas diferentes rotas de passageiros dobre no mesmo período (AIRBUS, 2007). Esse crescimento foi impulsionado por vários fatores, como a queda dos preços das passagens aéreas, facilidade no financiamento dos bilhetes e promoções promovidas pelas empresas.

Torna-se vital a devida gestão dos fluxos e sistemas logísticos que envolvem as operações aeroportuárias, com o objetivo de manter os padrões de qualidade do atendimento aos passageiros.

A operação de *check-in* realizada nos aeroportos é necessária para validação de bilhetes, marcação de assentos e despacho de bagagens. Esta operação em muitos momentos tem gerado filas, em razão de se tratar de um conjunto de fenômenos complexos, dinâmicos e aleatórios. Conforme Andrade (2009), a grande deficiência de um sistema pode ser identificada pelo seu nível de congestionamento.

## Fundamentação Teórica

Para suprir a demanda esperada nos aeroportos e melhorar a eficiência das operações mantendo a segurança do processo, novas técnicas de gestão estão sendo testadas e a simulação está nesse contexto. Ela é cada vez mais vista como parte das ferramentas de apoio à decisão, utilizadas por gestores de grandes empresas.

Segundo Prado (2009) a simulação é a técnica de que busca imitar um sistema em ambiente virtual antes de se proceder com qualquer mudança no cenário real.

Freitas (2008) afirma que simulação é um processo amplo que compreende não apenas a modelagem de um processo, mas também descreve o seu comportamento, constrói teorias e hipóteses considerando as observações feitas e prevê comportamentos que ainda vão ocorrer no processo usando modelos computacionais.

O mesmo autor afirma que *softwares* de simulação vêm crescendo em popularidade. Essa aceitação está ligada a fatores como: exibição de inúmeros detalhes importantes jamais percebidos por outras ferramentas de análise; o fato da possibilidade de animações dos modelos, que permite observar o desempenho do sistema durante a simulação; economia de tempo e investimento financeiro, ganhos em qualidade e produtividade; excelente relação custo-benefício, realização de estudos nos computadores sem incomodar o sistema real e facilidade de abstração do sistema real e sua reprodução virtual. A diferença entre simulação e otimização está no fato de que a simulação não demonstra soluções ótimas, mas permite a análise de cenários diversos e eventos que ocorrem cronologicamente, direcionando os usuários e gestores no processo decisório.

Ainda na visão de Freitas (2008), os elementos de um sistema de simulação são: variáveis de estado, eventos, entidades e atributos, recursos e filas de recursos, atividades e período de espera, tempo real simulado e tempo de simulação. As variáveis de estado mostram informações que estão acontecendo no momento do estudo, como, por exemplo, o número de clientes esperando na fila do caixa de um banco.

Eventos são acontecimentos que acarretam mudanças no estado do sistema como a chegada de clientes no processo, início de processamento do servidor, e a saída de clientes do sistema. Entidades são alvos de estudo que se movem e passam pelo sistema. Atributos são as características dessas entidades.

Recursos e filas de recursos são os que fornecem serviço às entidades, podendo ter a capacidade de servir diversas, paralelamente. O processamento de uma fila está na forma que esta se comporta. Não havendo espaço disponível na fila, a entidade procura outro servidor ou simplesmente deixa o sistema. Se puder ocupar o recurso este o mantém por um tempo de processamento.

Atividade e período de espera é intervalo de tempo já determinado para a execução da tarefa. Pode ser controlado pelo recurso. Já o período de espera, no geral, é difícil de ser calculado. Se a fila for gerenciada pelo sistema FIFO (*First in first out*), é possível fazer um cálculo considerando as entidades que permanecem na fila, caso contrário não é factível. Tempo (real) simulado e tempo de simulação, o primeiro é o tempo do sistema a analisar, o segundo é o tempo que será executado no computador. (Freitas, 2008)

Devido ao grande avanço dos computadores e dos ambientes de programação, no final de 1993 a *Systems Modeling* produtora do *SIMAN* projeta um novo espaço de simulação: o ARENA, considerado o *software* mais conhecido no Brasil e no mundo. (Freitas, 2008)

No ano de 1995 foi elaborado o *software ARENA® for Windows 95*, tornando se a primeira ferramenta de simulação a trabalhar em versão 32 bits. No ano posterior, com a versão 3.0, foi o primeiro e único a receber um certificado como “*Microsoft Windows Compatible*” agregando a linguagem VBA, que permite o acesso por todos os aplicativos do MS Office e outros. Em 2000 a Gigante *Rockwell Automation* comprou a *Systems Modeling*, o *ARENA®* obteve um grande desenvolvimento, novas versões incorporadas, e melhorias constantes.

O *software* Arena é um espaço gráfico composto por todas as ferramentas necessárias para modelagem de processos, desenho e animação, análise estatística e análise de resultados (Paragon, 2012).

Conforme Freitas (2008) com essas ferramentas é possível construir modelos sem a necessidade de ser especialista no assunto, mas para não ocorrer erros na execução e interpretação dos resultados, os membros do projeto precisam dominar as características do sistema e o problema a ser estudado.

O autor Prado (2004) diz que é difícil encontrar situações onde a duração do atendimento seja constante, ou seja, os atendimentos que não tenham variação de tempo. Essas variações dos tempos de atendimentos acabam gerando filas de espera.

Para Andrade (2004), a forma que as filas são conduzidas e gerenciadas causam uma influência diretamente no serviço prestado ao usuário. Caso a fila utilizada, a forma que o atendimento é feito, o *layout* do sistema e/ou eficiência dos atendentes não seja adequado, o serviço prestado ao cliente pode ser completamente ruim, causando uma insatisfação do mesmo.

O comportamento das filas, definido por Corrêa e Caon (2002), é um dos aspectos mais importantes e observados pelo cliente comparado a qualidade do serviço prestado, devendo ter uma maior atenção gerencial. Para reproduzir um comportamento de fila, Arenales (2007) afirma que é necessária disposição de dados de três elementos: o ingresso do usuário no sistema, o condicionamento da fila ou a ordem de atendimento aos usuários e egresso deste cliente.

Segundo Andrade (2009), a chegada de clientes no sistema ocorre de modo aleatório, ou seja, não é possível prever a quantidade e o intervalo de tempo exato que

esses usuários cheguem ao sistema. Já para Arenales (2007), o regimento das filas se comporta de acordo com a exigência de cada processo, no caso do *check-in* nos aeroportos o primeiro que chega à fila é o primeiro a ser atendido.

Segundo Andrade (2009) para um bom atendimento é necessário que um conjunto de fatores trabalhe em sintonia, envolvendo o atendente juntamente com a estrutura do ambiente de atendimento.

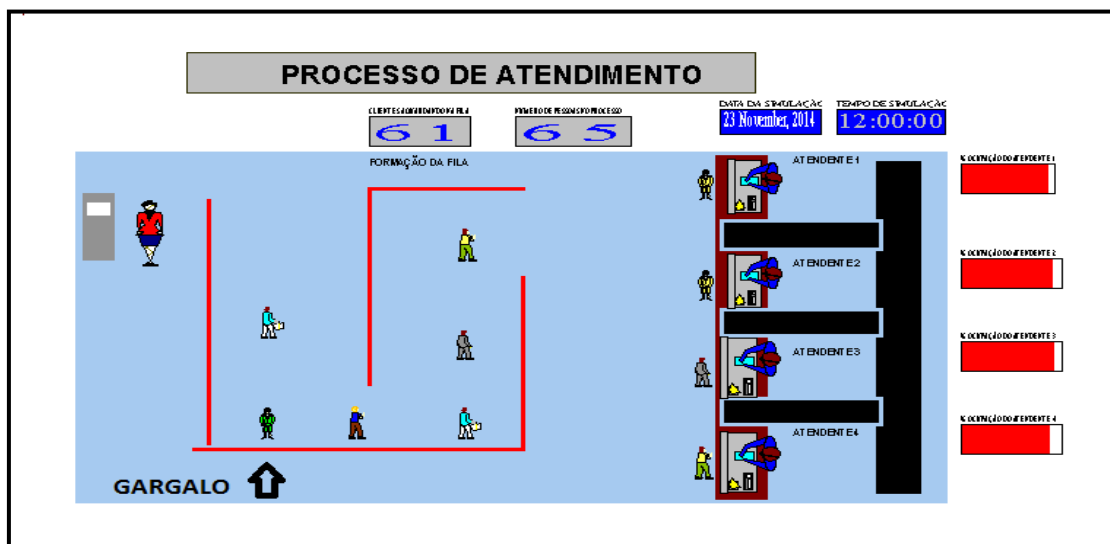
### **Relato Circunstanciado**

A pesquisa de campo foi realizada na área destinada ao *check-in* da empresa aérea em estudo, sendo que os dados foram coletados pelos próprios autores. As amostras foram coletadas através da cronometragem dos tempos de chegada e de atendimento do *check-in* de 100 passageiros durante um período de duas horas e foram utilizados no modelo de simulação. Neste estudo foram considerados os dados de uma fila de embarque doméstico e 2 horas de simulação, pelo fato de que, o *software* disponível no momento é o da versão demonstração e não permite modelos que contenham mais de 150 entidades em processo.

Após o teste de aderência realizado com o auxílio do módulo *input analyzer* do Arena, as distribuições estatísticas definidas foram ,exponencial, usada para representar o intervalo entre as chegadas dos clientes, com média de (44 ) segundos ; e a distribuição triangular para representar o tempo de atendimento dos atendentes, constituído pelo menor valor , moda e o maior valor; respectivamente o atendente 1 (2.19, 5 e 9.04) minutos; atendente 2 (3 ,7 e 8.3) minutos ; atendente 3(2.3, 6.5 e 9) minutos e atendente 4(3,5 e 8.5) minutos.

Com os objetivos de demonstrar o funcionamento do processo do *check-in* da companhia aérea pesquisada, foi construído um modelo animado no próprio *software*, baseado no layout real da empresa, conforme a figura 1.

Figura 1-Animação do modelo



Fonte: os autores.

O modelo analisado é composto por uma fila única e quatro servidores. Não há filas individuais nos balcões de atendimento, pois os clientes permanecem nas filas e somente seguem para os guichês quando estes estão vazios.

Após a conclusão do modelo no software, é possível obter diagnóstico, que permite realizar análise crítica de todo o processo.

Durante a simulação detectou-se que no período de 2 horas, 75 pessoas saíram do processo de atendimento do *check-in*, sendo que cerca de 140 pessoas entraram no sistema. Portanto, 75 foram atendidas e 65 permaneceram no sistema, nas filas ou em atendimento.

A figura 2 apresenta o dados do relatório entity gerado pelo simulador ARENA.

Figura 2-número de entidades providas pelo sistema

Other				
Number In	Value			
Entity 1	140.00			
Number Out	Value			
Entity 1	75.0000			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	32.0949	(Insufficient)	0.00	65.0000

Fonte: os autores

É possível observar na figura 3 que traz o relatório *queue*, que o tempo médio de espera em filas para atendimento é de 0,3791 horas, ou 23 minutos aproximadamente. O relatório também traz a informação de que durante 2 h de simulação, o tamanho médio da fila é de 28 pessoas.

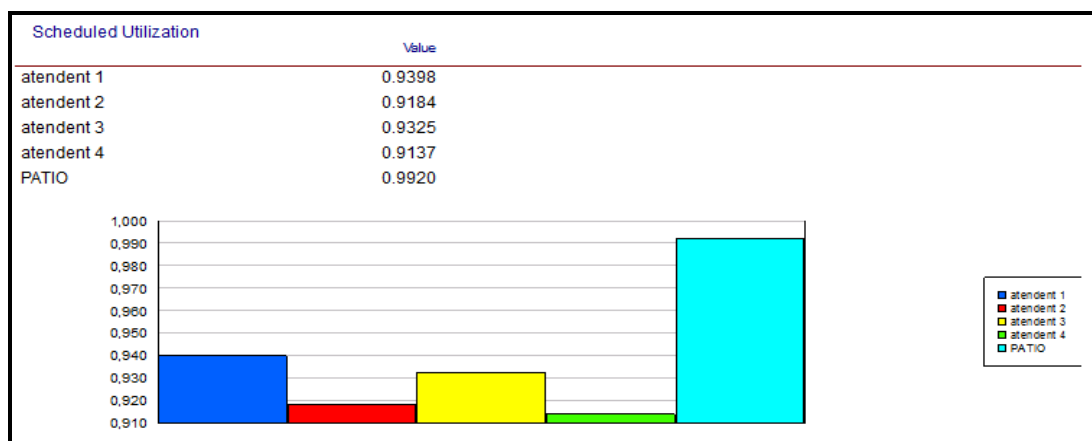
Figura 3 – tempo de espera e tamanho da fila

Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ATENDENTE 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Seize 1.Queue	0.3791	(Insufficient)	0.00	0.7901
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
ATENDENTE 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Seize 1.Queue	28.1271	(Insufficient)	0.00	61.0000

Fonte: os autores

As taxas de ocupação dos atendentes foram de: 93%, 91%, 93%, 91%, respectivamente. Percebe-se que as taxas permanecem altas. Na sequência, a ocupação do pátio é de 99%, chegando praticamente a atingir sua capacidade máxima, o que leva a dedução que trata-se do gargalo do processo, considerando que o pátio foi o recurso com maior nível de utilização, conforme mostra a figura 4.

Figura 4-Ocupação dos recursos



Fonte: os autores

Considerando as análises realizadas por meio dos relatórios fornecidos pelo simulador, percebe-se que tanto os atendentes estão com altos índices de utilização, devido ao excesso de pessoas no processo. Não é possível realocar recursos do próprio setor, tornando-se necessário agregar recursos adicionais ao sistema.

Para melhorar a percepção de qualidade, satisfazendo a necessidade do cliente, sugere-se o acréscimo de dois funcionários com função de auxiliar os quatro balcões de atendimento nos horários de maior movimento. Estima-se que com os dois funcionários, os tempos de atendimento dos quatro recursos, no pior cenário terá uma redução de 9 minutos e 2 segundos. Esse acréscimo dos dois funcionários, possibilitará a diminuição do tempo de espera nas filas, visto que o auxílio de ambos trará redução no tempo de atendimento. Essa estimativa foi obtida com base na experiência dos colaboradores e gestores da área de *check-in*. A figura 5 traz o modelo alterado.

Figura 5-Animação do modelo após a melhoria



Fonte: os autores

Após a elaboração e execução de um novo modelo, desta vez aplicando a melhoria mencionada anteriormente, verifica-se aumento de 69,4% na quantidade de entidades atendidas no processo. Através da figura 6 é possível constatar que houve aumento no número de clientes atendidos, permanecendo apenas 30 pessoas retidas no processo.

Figura 6-quantidade de pessoas atendidas após a proposta

Other				
Number In	Value			
Entity 1	138.00			
Number Out	Value			
Entity 1	108.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	15.4471	(Insufficient)	0.00	30.0000

Fonte: os autores

O tempo estimado que as entidades aguardam na fila após a simulação do modelo proposto é de 0.1677 horas ou 10 minutos, sofreu redução de 13 minutos quando comparada ao modelo anterior. Além disso, houve declínio no tamanho médio da fila de 28 para 11 pessoas.

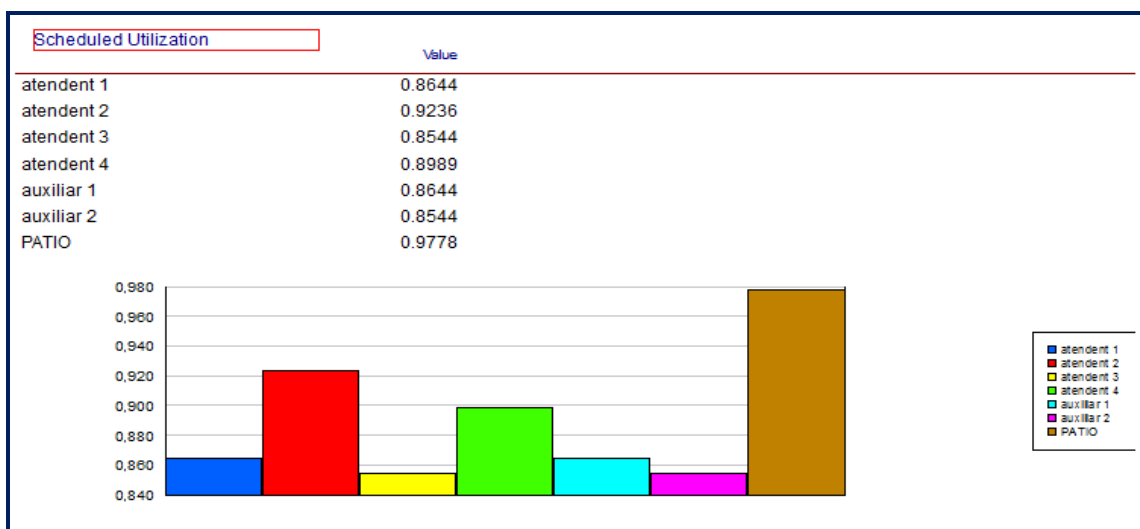
Figura 7-tempo de espera e tamanho da fila após a proposta

Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	ATENDENTE 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00
ATENDENTE 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Seize 1.Queue	0.1677	(Insufficient)	0.00	0.3642
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	ATENDENTE 1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00
ATENDENTE 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
ATENDENTE 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Seize 1.Queue	11.5359	(Insufficient)	0.00	26.0000

Fonte: os autores

Ainda com base no relatório *resource*, é possível identificar as porcentagens de todos os recursos, desta vez com os dois colaboradores inclusos ao processo. A figura 8 mostra que também houve significativa redução nos níveis de ocupação

Figura 8-utilização dos recursos após a proposta



Fonte: os autores

## Conclusões

Esse trabalho buscou demonstrar por meio da simulação computacional propostas melhorias no processo *check-in*.

Os objetivos propostos pelo trabalho foram atingidos, visto que após os resultados gerados no simulador foi possível fazer uma análise crítica e propor melhorias para o processo.

O estudo demonstrou que com base na alteração feita no cenário anterior, percebe-se a existência de uma divisão de trabalho por parte dos atendentes do sistema, onde, anteriormente, se dividiam em quatro e nesse momento somam seis, ocorrendo uma redução no tempo de espera dos usuários e nas ocupações de todos os recursos, inclusive do gargalo. Dessa maneira, a alteração do cenário possibilitará prover mais serviço em menos tempo, elevando o nível de satisfação dos clientes.

A simulação computacional adotada como ferramenta para a análise do processo de *check in* apresentou, por intermédio do relatório gerado pelo *software* Arena, o gargalo que impedia o bom funcionamento do sistema estudado. Assim, a simulação foi de grande eficiência e eficácia no auxílio e direcionamento para a tomada de decisão.

As análises realizadas por meio das informações fornecidas pelo software, e as observações realizada pelos autores no momento da coleta de campo, foram os fatores determinantes que nos possibilitou preconizar soluções para o problema detectado. Além do setor explorado, acredita-se que a simulação pode ser aplicada em outras áreas do aeroporto, como rota de aeronaves e ova e desova de aviões cargueiros.

"O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor (es)."

## Referências bibliográficas

AIRBUS (2007) - **Global Market Forecast 2007 – 2026**. Flying by Nature. Disponível em: [Www.airbus.com/store/mm\\_repository/pdf/att00011423/media\\_object\\_file\\_GMF\\_2007.pdf](http://Www.airbus.com/store/mm_repository/pdf/att00011423/media_object_file_GMF_2007.pdf) Acessado em: 20/10/2014.

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: métodos e modelos para análise de decisões** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.202p.

ARENALES, Marcos; ARMENTANO, Vinicius; MORABITO, Reinaldo; HORACIO, Yanasse. **Pesquisa Operacional: para curso de Engenharia**. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.524p.

CORRÊA, Henrique Luiz; CAON, Mauro. **Gestão de serviços: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2002.480p.

FREITAS FILHO, Paulo José de. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena**. 2.ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.384p.

PARAGON TECNOLOGIA LTDA, **Introdução a simulação com ARENA**.

Apresentação Disponível em: <http://www.paragon.com.br/>. Acesso em: 20/10/2014.

PRADO, Darci. **Usando o ARENA em simulação**. 2. Ed. Nova Lima, MG: INDG, 2004.306p.

PRADO, Darci. **Teoria das filas e da simulação: Tecnologia e Serviços LTDA**. 4. ed. Nova Lima: INDG, 2009.127p.(Pesquisa Operacional:2)