



## SIMULAÇÃO APLICADA NO SISTEMA DE *CHECK-IN* NO AEROPORTO INTERNACIONAL DE GUARULHOS

### Arthur Colar

Tecnólogo em Logística Aeroportuária pela Fatec Guarulhos, trabalha atualmente como gestor de finanças, experiência em administração empresarial e logística de transportes (modal rodoviário).

### João Roberto Maiellaro

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista, Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba, especialização em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e especialização em Gestão da Produção pela Universidade São Judas Tadeu. Professor titular do Centro Paula Souza nas FATECS Guarulhos, Zona Leste e Sebrae. Atual coordenador do CST em Logística da Fatec Zona Leste.

### Andreza Santos Feitoza

Mestre em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica "Paula Souza" (Ceeteps-2017), Especialista em Gestão Estratégica da Educação pelo Instituto Brasileiro

São Paulo, v. 5,  
n. 1, p. 74-87,  
jan./jun. 2023

de Tecnologia Avançada (IBTA-2012 Advogada atuante desde 2007 (OAB/SP nº 265.072). Professora de ensino superior na Fatec Bragança Paulista e na Fatec Guarulhos desde 05/2017

## RESUMO

Procura-se, nesta pesquisa, analisar o fluxo e o congestionamento de pessoas em um sistema de *check-in* aeroportuário no Aeroporto Internacional de Guarulhos, utilizando-se simulação. A pesquisa possui caráter analítico e tem sua importância fundamentada na necessidade de as companhias realizarem atendimento rápido e eficaz, com a certeza de que melhorias neste sistema podem potencializar resultados e garantir fidelização do cliente. Foram utilizados dados coletados em campo e foi elaborado um modelo no *Software* Arena para simular uma parcela do evento total do atendimento das filas de *check-in*, apresentando parâmetros reais dos tempos de atendimento e possibilitando a identificação de gargalos e possíveis melhorias no sistema como um todo.

**Palavras-chave:** Check-in; atendimento; aeroporto; simulação.

## 1. INTRODUÇÃO

O *check-in* na aviação é o local de primeiro encontro do passageiro com a companhia aérea no dia de sua viagem. Os procedimentos realizados na área do *check-in* são relacionados a verificação de documentação de pessoas e animais, aplicação de procedimentos de segurança, bem como é o local em que as bagagens dos passageiros são despachadas e triadas até serem movimentadas para os porões das aeronaves.

Filas nos sistemas de *check-in* podem representar perda de credibilidade e problemas no sistema operacional, como atrasos, passageiros irritados, falhas nos procedimentos, entre outros. Por isso, trata-se de uma temática complexa que causa constante tensão entre os gestores desses sistemas.

Aeroportos estão ficando cada vez mais cheios, ultrapassando a capacidade máxima recomendada. Desse modo, ocorrem gargalos em vários pontos incluindo o setor de *check-in*. Profissionais de Logística tem trabalhado com o auxílio da simulação para desenvolver cenários em que até mesmo no

horário de pico mais crítico, o atendimento aconteça da maneira esperada e não ocorram atrasos (Schons; Rados, 2009).

A simulação mostra-se, então, como uma ferramenta para solucionar problemas identificados na análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital (Prado, 2009). Pode-se dizer que é um modo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos a fim de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação (Kachitvichyanukul; Davis; Pegden, 1991).

A teoria das filas [...] é uma técnica que se preocupa com a elaboração e a solução de modelos matemáticos que representem analiticamente o processo de formação de fila (Chwif; Medina, 2015).

Também é importante conceituar “servidores” como um (ou mais) provedor de algum tipo de serviço em uma área de espera, para as entidades (denominadas “clientes”) que estiverem esperando para serem atendidas (Freitas, 2008).

Joustra e Dijk (2001) realizaram um trabalho de simulação com três objetivos principais: (i) provar porque a simulação é importante para avaliar o *check-in* de um aeroporto; (ii) desenvolver um modelo de simulação para balcões de *check-in*; e (iii) apresentar dois estudos de caso no Aeroporto de Schiphol, Amsterdã – o primeiro para avaliar o funcionamento do *check-in* e identificar problemas, e o segundo para determinar a capacidade de processamento da área de reservada *para tal* do aeroporto. Por meio de seus estudos, foram capazes de demonstrar a aplicabilidade da simulação em filas de *check-in*, obtendo resultados significativos nos quesitos de melhoria de gestão, atendimento e satisfação do cliente.

A simulação de operações em terminais aeroportuários tem avançado significativamente nos últimos anos. Os modelos ficaram mais detalhados e confiáveis, além de mais facilmente utilizados (Brunetta; Romanin-Jacur, 2004). De acordo com Mayer (1988), as funções figuram os processos, atividades e tarefas existentes em um sistema produtivo que receberão e sub-

meterão às entidades, de forma direta ou indireta, a sistemática de transformação. Leal, Almeida e Montevechi (2008) descreveram as funções como locais, tal como um posto de trabalho, onde a entidade temporária será submetida a algum tipo de ação.

A simulação projeta um modelo computacional de um sistema real e viabiliza experimentos com este modelo para entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação (Kachitvichyanukul; Davis; Pegden, 1991).

Dadas essas considerações, o objetivo deste trabalho é analisar o fluxo de pessoas em um sistema de *check-in* no Aeroporto Internacional de Guarulhos utilizando simulação.

Os métodos utilizados foram a coleta de dados *in loco* e a modelagem do sistema de filas no simulador Arena. Foi elaborado um modelo dos principais indicadores de filas para análise, como tempo de espera, extensão das filas e nível de ocupação dos recursos envolvidos, de modo a propor melhorias no gerenciamento dessa etapa da viagem.

Os resultados mostraram que é possível obter melhorias na gestão das filas nos processos de *check-in* dos voos, diminuindo, por consequência, os atrasos e oferecendo uma experiência de atendimento mais agradável para o passageiro.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

A primeira etapa do estudo consistiu em visitar o Aeroporto Internacional de Guarulhos e observar o processo que envolve uma fila de *check-in*. A empresa escolhida tem origem americana e é uma das maiores operadoras em transporte de passageiros do mundo.

Durante três horas, foram cronometrados os dados referentes ao processo de confirmação no voo e embarque dos passageiros na aeronave, realizando um recorte de 50% de todo o público que passou por esses procedimentos, naquele momento. A aeronave estudada possui 280 lugares para passageiros comuns, sem considerar a tripulação. Obteve-se dados de *check-in* – como o

tempo aguardado na fila, o tempo de atendimento e o percurso da fila em si – e a entrada na Aeronave de 140 pessoas (metade das 280 do total). Essas informações foram tratadas no Arena, no módulo *Input Analyser*.

O Arena é um *software* utilizado para criação de projetos envolvendo simulação e parametrização; seu *módulo Input Analyser* auxilia por meio da representação dos dados em forma de gráfico e modelos matemáticos.

A “virtualização” não representa o contexto real das melhorias, mas tem como função facilitar o entendimento do projeto – basicamente transforma-se códigos em imagens, trazendo para realidade a apresentação do modelo simulado. Por meio de uma “maquete virtual”, a Figura 1 mostra como funciona o sistema para o atendimento das filas de *check-in* nos aeroportos: na parte superior, vê-se o número total de pessoas que devem passar pela fila e, à direita, verifica-se o índice de ocupação de cada atendente, também se observa uma indicação na parte esquerda inferior do gargalo.

Figura 1

### Aplicação da Simulação Computacional no processo de *check-in* do Aeroporto Internacional de Guarulhos



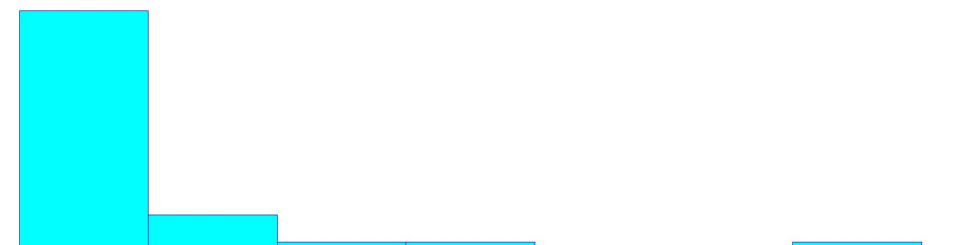
Fonte: South American Development Society Journal, 2017.

A Figura 1 mostra o atendimento de *check-in* sendo prestado a um passageiro idoso e com deficiência. Essa é uma situação comum e muito recorrente nos aeroportos, o que evidencia a necessidade de um sistema de atendimento de filas efetivo; o atendimento de idosos e/ou pessoas com quaisquer deficiências deve ocorrer de maneira imediata (quando não, da maneira mais rápida possível).

O Gráfico 1 traz a análise das entradas (inseridas no Arena através da função "Input Analyzer"); as entradas nada mais são do que as medições de tempo de chegada e saída de cada pessoa na fila de *check-in* transformadas em um arquivo de texto (quando um passageiro adentra a fila de *check-in* o cronometro é disparado e no momento em que ele é atendido e sai da fila, o cronometro é pausado).

### Gráfico 1

#### Análise das entradas em gráfico



Fonte: Software de Simulação (ARENA) 2023.

Após a coleta dos dados, foi possível realizar a modelagem do sistema. Foi necessário definir os elementos fundamentais relacionados aos dados de entrada e partes do sistema, tais como: o tempo disponível para a realização do *check-in* de todos os passageiros e seu embarque na aeronave, a existência e a quantidade média de pessoas que necessitam de atendimento

especial (idosos, gestantes e pessoas com deficiência), a velocidade média do atendimento a cada um dos grupos de passageiros, a maneira como se comportam os atendentes em uma processo padrão, de modo a formar os parâmetros do modelo.

As entidades, os processos e os recursos envolvidos foram: passageiros comuns; passageiros especiais; e quantidade de atendentes dos balcões de *check-in* (apoio, normal e prioritário). Os processos consistiram em: atendimento aos passageiros; distribuição das filas; e embarque na aeronave.

É importante lembrar que o procedimento possui um tempo limite – determinado com base no tamanho da aeronave e considerando outras etapas antecedentes ao embarque que o passageiro deve realizar, bem como o seu deslocamento – e deve ser realizado dentro deste estabelecido. A janela de tempo para o *check-in* tem suma importância, pois é indispensável no processo de embarque, e caso algo saia fora do planejado, o voo pode ser atrasado, gerando prejuízos para a companhia aérea.

Utilizando as funcionalidades disponibilizadas pelo Arena e parametrizando as análises de acordo com as informações coletadas em campo, chegou-se a uma “maquete virtual” do sistema (Figura 2):

Figura 2

Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Check in.Queue	0.8809	(Insufficient)	0.00	1.7517
Corredor de Acesso a Aeronave.Queue	0.1413	(Insufficient)	0.00	0.3709
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Check in.Prioritario.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Check in.Queue	42.6059	(Insufficient)	0.00	71.0000
Corredor de Acesso a Aeronave.Queue	4.3962	(Insufficient)	0.00	10.0000

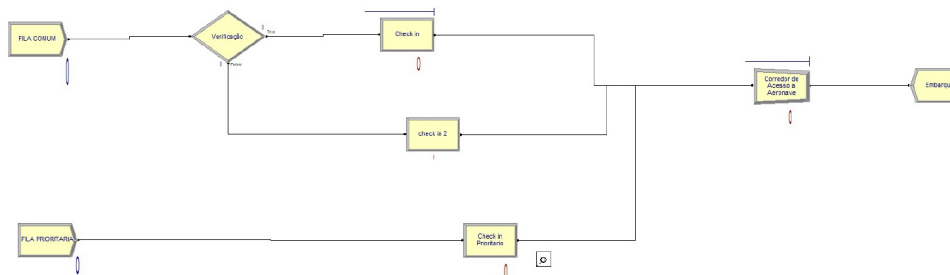
Fonte: Software de Simulação (ARENA) 2023.

Por meio do simulador Arena, foi possível modelar o sistema, facilitando a identificação e o entendimento das propostas de melhorias.

Realizou-se uma simulação de três horas para o atendimento de 140 passageiros. O tempo definido representa o período determinado pela companhia aérea para que o procedimento completo seja realizado, isto é, *check-in*, conferência das bagagens e entrada nas aeronaves.

Os relatórios obtidos apresentaram ampla gama de indicadores de ocupação de recursos, filas e trânsito de pessoas. Os principais pontos ressaltados no experimento foram a existência de atendentes ociosos em, pelo menos, trinta por cento do tempo e a existência de pessoas com preferências de atendimento, aguardando mais do que deveriam, conforme mostra a Figura 3:

Figura 3



Fonte: Software de Simulação (ARENA) 2023.

Com base nesses indicadores, elaboraram-se cenários de melhorias, alterando padrões comportamentais dos atendentes e na maneira como a fila funciona. Em um dos cenários propostos, modificou-se a função de um dos guichês, passando a auxiliar/aliviar as filas tanto do *check-in* comum quanto do prioritário. Basicamente, as ações deste atendente consistiriam em identificar quais filas estão apresentando início de gargalos, deslocando os passageiros (seja da fila prioritária ou da comum) para o seu balcão; funcionan-



do como um trunfo para o atendimento. A Figura 4 demonstra as alterações no modelo:

Figura 4

Comparação na espera das filas

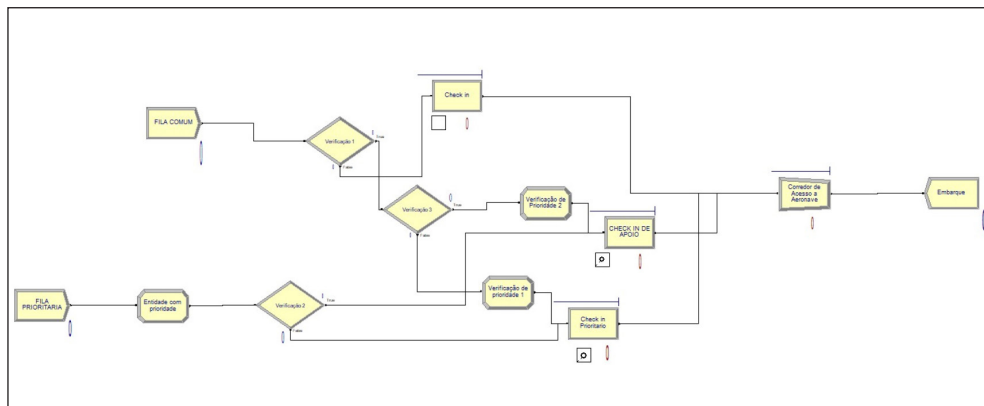
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	Check in Prioritario.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00
Check in.Queue	0.8809	(Insufficient)	0.00	1.7517
Corredor de Acesso a Aeronave.Queue	0.1413	(Insufficient)	0.00	0.3709
Other				
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	CHECK IN DE APOIO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00
Check in Prioritario.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Check in.Queue	42.6059	(Insufficient)	0.00	71.0000
Corredor de Acesso a Aeronave.Queue	4.3962	(Insufficient)	0.00	10.0000

Fonte: Software de Simulação (ARENA) 2023.

Simulando a aplicação dessa mudança, o relatório trouxe mudanças nos indicadores de tempo de espera (tanto médio quanto o total); a fila para atendimento prioritário deixou de ter gargalos; o índice de ocupação dos funcionários (atendentes) teve um balanceamento considerável, permitindo que todos trabalhassem de forma similar, no que diz respeito à velocidade e ao volume de atendimento; e, principalmente, o número máximo de pessoas aguardando atendimento na fila do *check in* diminuiu em mais da metade.

A Figura 5 traz as comparações entre o número de pessoas aguardando em média (primeiro número à esquerda) e o número máximo de pessoas aguardando (número à direita); a primeira imagem representa o cenário inicial e a segunda traz o cenário proposto.

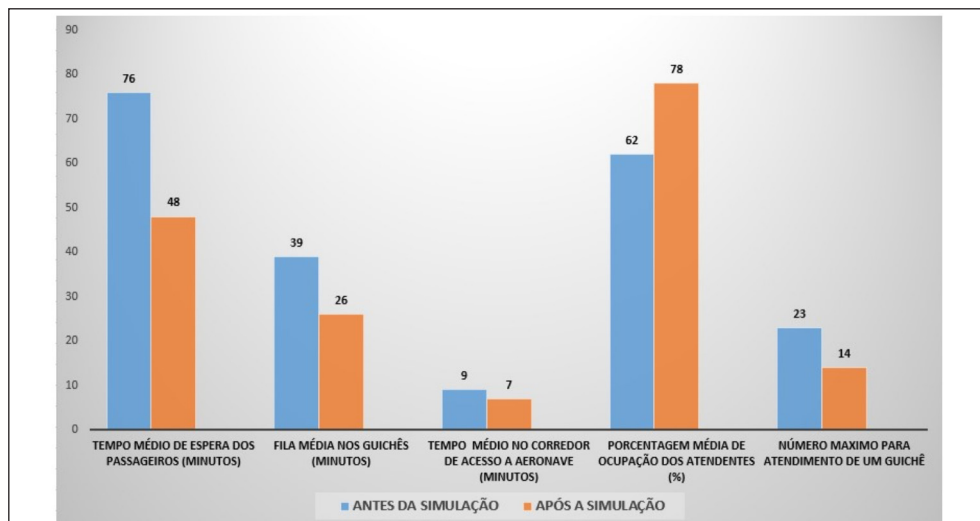
Figura 5



Fonte: Software de Simulação (ARENA) 2023.

Verifica-se pelo Gráfico 2 que, no cenário proposto, diminuiu-se em até 80% a ocorrência de gargalos nas filas, tornando mais rápido o atendimento para os clientes.

Gráfico 2



Fonte: Software de Simulação (ARENA) 2023.

Outra possibilidade seria instalar mais um guichê de atendimento; mesmo não tão viável – uma vez que o problema do gargalo na fila estaria solucionado e seria gerada mais ociosidade para o sistema como um todo.

### 3. CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar o processo das filas de *check-in* no Aeroporto Internacional de Guarulhos, além de propor melhorias técnicas e de gestão com base em um estudo realizado por da simulação.

Ao longo da construção do trabalho, foram identificados problemas recorrentes no atendimento das filas de *check-in* como: a ociosidade de atendentes; o modo como se dá a condução dos passageiros ao longo da fila; a falta do atendimento prioritário ágil; e a demora excessiva em alguns atendimentos.

Após a elaboração do estudo e da observação de cenários alternativos, ficou evidente a necessidade de remanejar a atividade dos atendentes. Aquele que mais ficava ocioso passou a suprir o excesso de demanda dos demais, reduzindo o congestionamento nas filas, além de contribuir com rápido atendimento dos passageiros preferenciais.

Outra parte do gargalo foi sanada com mudanças nas disposições dos renques. A ordem e o local por onde chegavam os passageiros foram alterados, facilitando sua identificação e seu deslocamento até o guichê de atendimento; todo o processo tornou-se mais prático e “visível” aos olhos dos atendentes, podendo identificar com facilidade os focos de aglomeração.

Sistemas logísticos para se lidar com pessoas são diferentes daqueles para cargas; pessoas podem apresentar comportamentos adversos e as situações são menos previsíveis e controláveis. É possível dizer que a simulação e os conceitos da logística são capazes de reduzir (e muito) o número de situações problemáticas dentro de uma fila, seja ela de *check-in* ou de qualquer outro tipo.

Sugere-se estudos futuros com grandes aeroportos que apresentam movimentação intensa de passageiros, aplicando modelos de atendimento

que possam adaptar a utilização de “recursos de apoio”, como foi demonstrado neste artigo.

## **SIMULATION APPLIED TO THE CHECK-IN SYSTEM AT GUARULHOS INTERNATIONAL AIRPORT**

### **ABSTRACT**

This research aims to analyze the flow of people in an airport check-in system at Guarulhos International Airport, using simulation. The research has an analytical character and its importance is based on the companies' need for fast and effective service, with the certainty that improvements in this system can enhance results and ensure customer loyalty. Data collected in the field were used and a model was elaborated in the Arena Software to simulate a portion of the total event of the check-in queue attendance, presenting real parameters of the attendance times and allowing the identification of bottlenecks and possible improvements in the system as a whole.

**Keywords:** *Check-in; Service; Airport.*

### **Referências**

- ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; HORACIO, Y. *Pesquisa operacional: para curso de engenharia*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BALANÇO Geral MG. Veja os direitos das pessoas com deficiência para viajar de avião. *Record TV*, 17 jan. 2018. Disponível em: [noticias.r7.com/minas-gerais/balanco-geral-mg/videos/veja-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-para-viajar-de-aviao-17012018](https://noticias.r7.com/minas-gerais/balanco-geral-mg/videos/veja-os-direitos-das-pessoas-com-deficiencia-para-viajar-de-aviao-17012018). Acesso em: 1º dez. 2023.
- BRUNETTA, L.; ROMANIN-JACUR, G. Passenger and baggage flow in an airport terminal: a flexible simulation model. in “ISC 2004 Industrial Simulation Conference”, J. Marine and V. Koncar (ed.). *Sitraer 9* (2010) 642-654 - Tr. 71 653 EUROESIS-ETI, Ghent, Belgium, p. 361-365, 2004.
- CARVALHO, L. S. *Modelagem e simulação: poderosa ferramenta para a otimização de operações logísticas*. [S.l.], 2003. Disponível em: <https://sitedalogistica.web-node.com.br/news/modelagem%20e%20simula%C3%A7%C3%A3o%20-%20>

- poderosa%20ferramenta%20para%20a%20otimiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20opera%C3%A7%C3%B5es%20logísticas/. Acesso em: 1º dez. 2023.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. *Modelagem e simulação de eventos discretos*. 4. ed. São Paulo: Elsevier Ltda., 2015.
- FORMIGONI, A.; MAIELLARO, J. R.; BORRERO, C. L.; GARCIA, M. J.; SANTOS, M. N. dos. Aplicação da simulação computacional no processo de check-in do Aeroporto Internacional de Guarulhos. *South American Development Society Journal*, [S.l.], v. 1, n. 2, p.20-32, mar. 2017.
- JOUSTRA, P. E.; VAN DIJK, N. M. Simulation of check-in at airports. *Proceeding of the 2001 Winter Simulation Conference*, Arlington, v. 2, p. 1023-1028, 2001. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/977409>. Acesso em 1º dez. 2023.
- KACHITVICHYANUKUL, V.; DAVIS, W. J.; PEGDEN, C. D. Simulation and scheduling. *WSC '91: Proceedings of the 23rd conference on Winter simulation*, Phoenix, 1 dez. 1991. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.5555/304238>. Acesso em: 1º dez. 2023.
- LEAL, F.; ALMEIDA, D. A.; MONTEVECHI, J. A. B. Uma proposta de técnica de modelagem conceitual para a simulação através de elementos do IDEF. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, XL, João Pessoa. Anais [...], João Pessoa, 2008.
- MAIA, M. C.; BORILLE, G. M. R.; GALVÃO, M.; MOSER, R. F. Cenários alternativos para melhoria do nível de serviço no check-in de importantes aeroportos brasileiros. IX Sitraer Simposio de Transporte Aereo, Manaus, 27 a 29 out. 2010. p. 642-654, 2010. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cabecadepapel.com/sites/ixsitraer2010/documentos/anais/tr71.pdf>. Acesso em: 1º dez. 2023.
- MAYER, R. J. IDSE Version I: User's manual. *Research Institute for Computing and Information Systems*. University of Houston, 1988.
- MEDAU, J. C. *Análise de capacidade do lado aéreo de aeroportos baseada em simulação computacional: aplicação ao Aeroporto de São Paulo – Congonhas*. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-25082011-134443/publico/Dissertacao\\_Joao\\_Carlos\\_Medau.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-25082011-134443/publico/Dissertacao_Joao_Carlos_Medau.pdf). Acesso em: 1º dez. 2023.

- PEREIRA, G. A. D. Logística e Simulação: uma parceria de sucesso. *Revista do Exército Brasileiro*, Rio de Janeiro, v. 152, n. 1, p. 79-90, 2016. Disponível em: <https://ebrevistas.eb.mil.br/REB/article/view/3423/2789>. Acesso em: 1º dez. 2023.
- PRADO, D. S. *Teoria das filas e da simulação*. 4. ed. Nova Lima: INDG, 2009. 127 p. v. 2. (Série Pesquisa Operacional:2).
- PRADO, D. *Usando o Arena em simulação*. 2. ed. Nova Lima: INDG, 2004. v. 3. (Série Pesquisa Operacional).
- RIBEIRO, H. A. S. *Modelo de simulação para análise de processos de aeroporto de médio porte*. 2015. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3779/6571.pdf?sequence=1>. Acesso em: 1º dez. 2023.
- RIBEIRO, H. A. S.; PINTO, K. C. R.; PEIXOTO, N. E. S. Análise do processo de entrada e saída de veículos no Aeroporto Regional de Uberlândia: um modelo de simulação. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, Bauru, v. 12, n. 4, p. 320, 1 nov. 2017.
- ROLL-HANSEN, N. Why the distinction between basic (theoretical) and applied (practical) research is important in the politics of science. *Journal for General Philosophy of Science/Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* on-line, v. 48, n. 4, p. 535-551, dez. 2017. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/44697356>. Acesso em: 1º dez. 2023.
- SCHONS, C. H.; RADOS, G. V. A importância da gestão de filas na prestação de serviços: um estudo na BU/UFSC. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 7, n. 1, p. 116-135, 2009.
- SITRAER, IX., 2010, MANAUS. *Cenários alternativos para melhoria do nível de serviço no check-in de importantes aeroportos brasileiros [...]*. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/> <https://cabecadepapel.com/sites/ixsitraer2010/documentos/anais/tr71.pdf>. Acesso em: MEDAU, J. C. *Análise de capacidade do lado aéreo de aeroportos baseada em simulação computacional: aplicação ao Aeroporto de São Paulo – Congonhas*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- V KACHITVICHYANUKUL, WJ DAVIS, CD PEGDEN. Simulation and scheduling. *WSC '91: Proceedings of the 23rd conference on Winter simulation*. Phoenix, Arizona, EUA, 1 dez. 1991. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.5555/304238>. Acesso em: 1º dez. 2023.