



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

Simulação de fluxo de passageiros no Aeroporto Internacional de Recife

Daiana Perfoli

PPGTG - UFSC

Ricardo Vilarroel Dávalos

PPGTG - UFSC

Resumo: O objetivo da pesquisa é dimensionar a quantidade de processadores de check-in e suas respectivas filas do Aeroporto Internacional de Recife através do processo de simulação discreta utilizando o software Arena, contudo, atendendo as premissas e parâmetros estabelecidos em contrato de concessão. O estudo leva em consideração uma projeção de demanda estimada no contrato de concessão para embarque de 1891 passageiros domésticos na hora-pico, de modo a prover área e equipamentos adequados a processar no check-in. Uma comparação entre os resultados da quantidade de processadores projetados através do método de dimensionamento IATA obtido através do anteprojeto da concessão e os resultados obtidos através da simulação de eventos discretos foram realizados identificando alternativas operacionais, tecnológicas e de infraestrutura adotadas com base em estudos de outros aeroportos que permitiram uma redução na quantidade de processadores e recursos necessários para operá-los mantendo ainda sim o nível de serviço recomendado.

Palavras-chave: Simulação de Eventos Discretos, Modelagem, Fluxo de passageiros, Processo de check-in.

Simulation of passenger flow at Recife International Airport

Abstract: The objective of the research is to measure the number of check-in processors and their respective queues at Recife International Airport through the discrete simulation process using the Arena software, however, meeting the premises and parameters established in the concession contract. The study considers a forecast of demand estimated in the concession contract for boarding of 1891 domestic passengers at peak hours, in order to provide adequate area and equipment to process at check-in. A comparison between the results of the number of processors designed through the IATA design method obtained through the preliminary design of the concession and the results obtained through the simulation of discrete events were carried out, identifying operational, technological and infrastructure alternatives adopted based on studies of other airports. that allowed a reduction in the number of processors and resources needed to operate them while still maintaining the recommended level of service.

Keywords: Discrete Event Simulation, Modeling, Passenger Flow, Check-in Process.

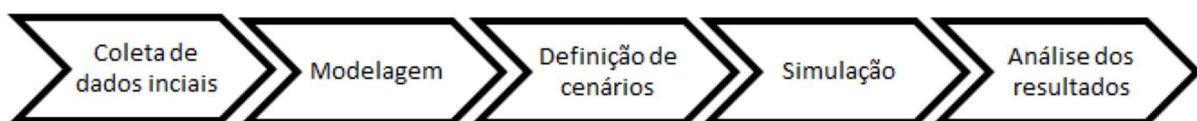
1. Introdução

Com o intuito de compreender os fundamentos do dimensionamento de processadores praticados no Brasil e no mundo que embasam tomadas de decisão de investimentos e qualidade do serviço prestado aos usuários, torna-se o objeto de pesquisa desse artigo utilizar uma ferramenta de simulação de eventos discretos que pudesse ser utilizada a título de comparação com os métodos hoje praticados, em especial no Aeroporto Internacional de Recife mas que resumem todas as concessões brasileiras para dimensionamento dos Terminais de Passageiros. O dimensionamento dos processadores de um aeroporto concessionado é orientado pelo manual de referência de desenvolvimento aeroportuário, conhecido como ADRM desenvolvido pela International Air Transport Association IATA, que se encontra em sua 12ª edição e em alguns casos orientado pelo Manual de dimensionamento da ANAC. No entanto a simulação não é um item obrigatório nem nos estudos de viabilidade que antecedem os leilões, nem durante a concessão, ficando a cargo da concessionária a decisão pela realização deste, ou não. Fica então a pergunta se estes não deveriam ser objeto contratual obrigatório. Com o objetivo de responder a esta pergunta, realizou-se então um modelo de processamento de check-in no Aeroporto de Recife, no qual o objetivo era determinar qual a estrutura mínima necessária para atender 1891 passageiros de embarque doméstico na hora-pico com o nível de qualidade de serviço fixado no Plano de Exploração Aeroportuária, Anexo 2 do Contrato de Concessão de 2019 e comparar com a estrutura mínima indicada em projeto baseado nos Manuais da IATA. Vale ressaltar aqui que a definição da quantidade de balcões de check-in em um terminal aeroportuário implica não só na quantidade de equipamentos como balcões de check-in, esteiras de despacho de bagagens e seus recursos operacionais mas na ampliação lateral da edificação que pode resultar em demolições importantes como a deste aeroporto em específico que teve a edificação de instalações afetada, sendo necessário o remanejamento desta com risco de interrupção no fornecimento do serviço aeroportuário.

2. Método

O procedimento para o desenvolvimento deste trabalho pode ser considerado um estudo de caso, definido como uma análise de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas (MIGUEL, 2007). A Figura 1 ilustra as etapas metodológicas utilizadas neste trabalho.

Figura 1-Etapas metodológicas



Fonte: Autores

Conforme esta figura, na etapa seguinte a coleta de dados, foi definido e analisado um modelo das atividades de aquisição e transporte na LH, este modelo foi desenvolvido utilizando a Notação Padrão para Modelagem de Processos de Negócio (Business Process Modeling Notation – BPMN). Após a modelagem, foram inseridos os dados de atendimento da SEDC/SC necessários para alimentar o modelo computacional implementado no software de simulação ARENA® objetivando a simulação do estudo de caso proposto. Seguidamente foram definidos os cenários dos processos de transporte da LH e estes foram implementados para avaliar a agilidade dos processos da LH considerados.

2.1 Contextualização

O processo de check-in conta com os processadores que se resumem em equipamentos e atendentes que fazem dois tipos de processo durante o check-in de cada passageiro: a emissão do bilhete de embarque e o despacho de bagagem. Seguem as seguintes opções de check-in do usuário tabeladas abaixo:

Tabela 1 - Processos de Check-in

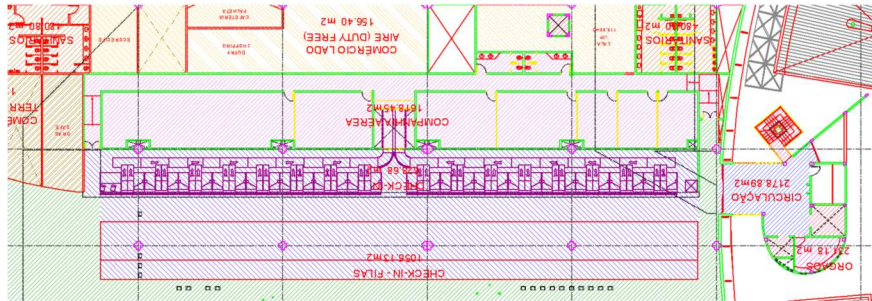
Tipo de processador	1 -Emissão de bilhete	2 - Despacho de Bagagem
1-App ou Site da Cia Aérea	X	
2-Totem	X	
3-Balcão de Check-in e Despacho de Bagagem	X	X
4-Balcão de Despacho de Bagagem		X
5-Balcão de Auto- Despacho de Bagagem		X

Fonte: Autores

Atualmente com a regulação que cobra pelo despacho de bagagem a tendência é que cada vez mais os passageiros optem pelo check-in online e sem despacho de bagagem. No entanto existem passageiros que mesmo realizando o check-in pela internet ainda precisarão da estrutura aeroportuária para despachar sua bagagem, podendo este optar, se disponível, pelo Balcão de Despacho de Bagagem com atendente ou o Auto Despacho de Bagagem em caso de aeroportos que já possuam esta infraestrutura, no caso em estudo, esta opção foi considerada no modelo como uma melhoria tecnológica. Buscou-se identificar quais eram as soluções operacionais, tecnológicas e de infraestruturas adotadas em projetos e modelos de simulação que viabilizassem a melhoria do fluxo de passageiros sem necessariamente uma ampliação da estrutura aeroportuária. Bandeira et al. (2014) estudaram os indicadores que afetam a percepção da qualidade de serviço nos Aeroportos de Guarulhos e Congonhas, em São Paulo- SP, e Juscelino Kubitschek, em Brasília-DF, onde as operações de embarque e desembarque são gargalos. No embarque tais autores identificaram que a operação de check-in pode ser melhorada alterando os procedimentos da companhia aérea, elevando o número de balcões ou modificando suas disposições físicas. Outras propostas de melhoria de serviços aeroportuários estão relacionadas ao autosserviço. Atualmente existem algumas tecnologias de autoatendimento em check-ins disponíveis para os aeroportos, como totens, aplicativos de celulares ou check-in online. Lee et al. (2014) chamam essas tecnologias de Self-Service Check-in (SSCI) e garantem que elas trazem mais eficiência para a operação de processamento dos passageiros. Outro aspecto relacionado à operação de check-in é chamado de sistema CUTE (Common Use Terminal Equipment) que, de acordo com Bandeira et al. (2014), permite o compartilhamento de balcões de diferentes companhias aéreas conforme a programação de voos. No entanto, para isto se tornar viável, os softwares operacionais das empresas aéreas devem ser compatíveis entre si (BANDEIRA et al., 2014). De forma geral, Ueda (2012) apresenta como alternativa de redução de filas nos aeroportos, a realocação dos horários dos voos a fim de gerar maior dispersão do movimento crítico. Para isso, o autor traz como proposta a precificação do congestionamento, ou seja, a elevação das tarifas aeroportuárias pagas pelas companhias aéreas nos momentos de maior procura. (Apud RIBEIRO,2015). Orientando-se pelo PEA anexo 2 do contrato de concessão, tomou-se como referência a capacidade a ser processada na hora-pico, definida como a trigésima hora rodada mais movimentada dentro de um ano civil, de 1891 passageiros domésticos no embarque e o parâmetro de tempo máximo de espera em fila estabelecido em 20 min para o processo de check-in doméstico e despacho de bagagem como diretriz para o dimensionamento através do modelo de simulação. O contrato de concessão dos Aeroportos do Bloco Nordeste, incluindo o Aeroporto de Recife foi firmado em setembro de

2019 e previa uma ampliação na capacidade a ser alcançada e implantada até dezembro de 2022, definida como Fase 1-B. No entanto, com o advento da pandemia do COVID em 2019, este prazo foi estendido e passaremos a tratar aqui apenas como cenário projetado e simulado – Fase 1-B. Ilustra-se a seguir o atual layout dos processadores de check-in e suas respectivas filas do Aeroporto Internacional de Recife, contabilizando os balcões de check-in e Totens em 32 e 14 respectivamente.

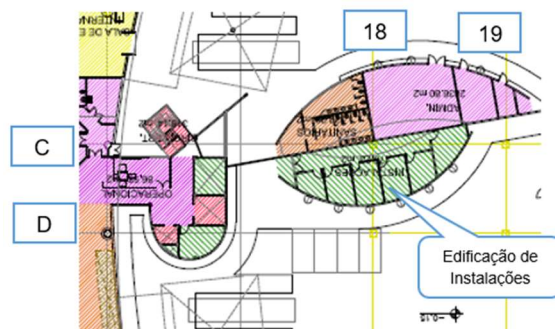
Figura 2 - Layout do check-in doméstico existente do 1º pavimento do Aeroporto de Recife.



Fonte: AENA (2020)

Além disso, abaixo identifica-se a área técnica que sofrerá intervenções devido a ampliação prevista segundo o método de dimensionamento tradicional de processadores.

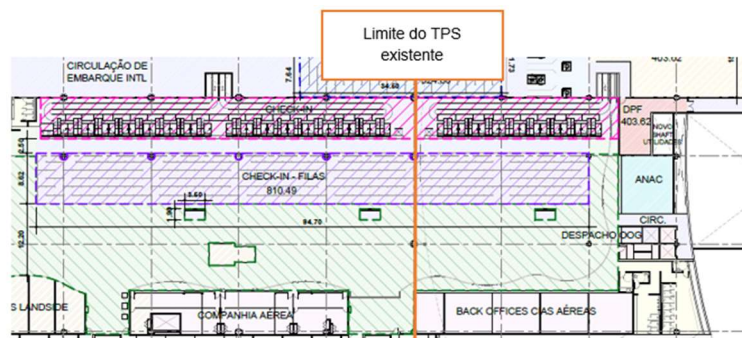
Figura 3 – Layout com a Edificação de Instalações entre eixos 18/19 x C/D nível térreo.



Fonte: AENA (2020)

A seguir é apresentado o layout proposto com a ampliação do TPS para atendimento a Fase 1-B com o acréscimo de 16 balcões de check-in bem como a indicação da linha que representa o limite da extensão do terminal de passageiros existente e os eixos que indicam a interferência da ampliação prevista com a edificação das instalações do aeroporto.

Figura 2 – Layout de ampliação do check-in doméstico do 1º pavimento proposto para atendimento a Fase 1B.



Fonte: AENA (2020)

2.2 Coleta de dados

A partir daí identificou-se quais eram os dados de entrada necessários para a simulação e com o auxílio de pesquisas realizadas em 2019 pela Secretaria de Aviação Civil, bem como estudos de viabilidade e projetos de dimensionamento de processadores de concessões anteriores, foi possível reunir as seguintes informações básicas de partida. Quanto a forma de realização do check-in, os dados foram coletados através do relatório trimestral de 2019 da SAC, com uma amostra de 20.835 entrevistas com passageiros domésticos durante o período de outubro, novembro e dezembro de 2019, as seguintes informações puderam ser elencadas na tabela abaixo, sendo que o percentual de passageiros com bagagem foi adotado pelos autores por indisponibilidade da informação:

Tabela 2 - Modo de Check-in - Cenário Base 2019

Processos de Check-in		Percentual %		
Emissão de Bilhete de Embarque	Despacho de Bagagem	2019	Arena	
App ou Site da Cia Aérea	c/ despacho	6%		11%
	s/ despacho	56%	50%	89%
	c/ despacho	2%		13%
Totem	s/ despacho	16%	14%	88%
	c/ despacho		24%	86%
Balcão	s/ despacho	28%	4%	14%

Fonte: Autores

Com base no comportamento dos passageiros apresentados em 2019, com a regulação de cobrança pelo despacho de bagagens vigente no país, bem como o incentivo das cias aéreas pela realização do check-in antecipado online permitindo a escolha de assentos, estimou-se um cenário para a Fase 1-B incluindo, além disso, a implantação de balcão de auto despacho de bagagem a seguinte matriz de decisão pelo modo de check-in:

Tabela 3 - Modo de Check-in - Cenário Fase 1-B

Processos de Check-in		Percentual %		
Emissão de Bilhete de Embarque	Despacho de Bagagem	Fase 1-B	Arena	
App ou Site da Cia Aérea	s/ despacho	50%		77%
	c/ serviço despacho	65%	5%	8%
	c/ auto despacho		10%	15%
Totem	s/ despacho		6%	60%
	c/ serviço despacho	10%	2%	20%
	c/ auto despacho		2%	20%
Balcão	s/ despacho	25%	2%	8%
	c/ despacho		23%	92%

Fonte: Autores

2.3 Modelagem e Simulação

Para o desenvolvimento do modelo adotou-se que a 30ª hora rodada mais movimentada dentro de um ano civil do Aeroporto de Recife foi em um domingo no período das 17:00 às 18:00h. Obviamente que este comportamento dos passageiros, assim como a hora-pico, aqui estimados podem ser obtidos através de estudos de demanda, indicadores

econômicos, entrevistas com passageiros e consulta às informações operacionais do aeroporto em questão que embasem estas conclusões, todavia para este artigo não se fez viável. A partir daí iniciou-se a escolha pelo software de simulação e identificação dos dados requeridos e fornecidos pelo modelo. O software Arena, escolhido, é considerado o software mais conhecido no Brasil e no mundo (Freitas, 2008). Uma característica marcante dessa solução é dispensar o uso de linhas de código de programação, pois a forma de modelagem de processos é através de fluxogramas. Isso agiliza bastante o trabalho de mapeamento dos processos, de consolidação dos dados e torna os estudos mais simples para as equipes de análise. Dessa forma, elas preveem o comportamento de um ambiente hipotético de operação, seja ele novo ou uma alteração de algo existente. 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. Abaixo segue a relação dos dados de entrada e saída do modelo.

Tabela 4 - Relação dos dados de entrada e saída do modelo de simulação

Processo	Dados Necessários de Entrada	Informações de Interesse
Check-in	Intervalo entre as chegadas dos passageiros	Número de balcões
	Tempo de atendimento dos passageiros para a emissão do bilhete	Número de atendentes
	Tempo de atendimento dos passageiros para o despacho de bagagem	Tempo médio de fila
	Número de atendentes por balcão	Tempo máximo de fila
	Dia da semana e horário previsto para a hora-pico de partida dos voos	Nº máximo de passageiros na fila

Fonte: Autores

O modelo de simulação proposto leva em consideração em primeiro lugar a necessidade de atendimento ao contrato de concessão que diz que 1891 passageiros de voos domésticos devem ser processados na hora-pico. Com base nessa premissa estabeleceu-se que estes passageiros seriam processados por 3 cias aéreas distintas, ou seja: Gol, Latam e Azul, na qual a fatia do mercado foi dividida em 40/40/20% respectivamente. Sendo assim a Gol e a Latam têm de processar no mínimo 757 passageiros na hora pico e a Azul 379 passageiros. Logo desenvolveu-se um modelo de simulação para cada cia aérea, os quais serão apresentados a seguir em formato de tabelas os dados de entrada e resultados obtidos bem como a ilustração de um dos fluxogramas aplicados.

Tabela 5 - Dados de entrada e informações fornecidas pelo modelo de simulação, Fase 1-B

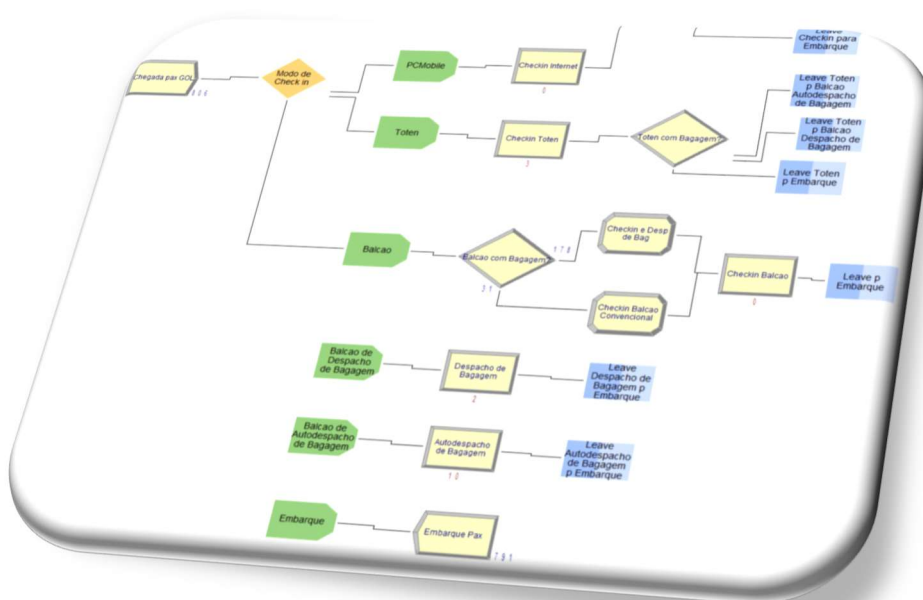
Processo de check-in da Gol (40% dos pax na hp)	Tempo médio de processo (seg)	Qtd de Processador	Qtd de Atendente	% de Utilização	Tempo de Fila (min)	Nº de pax na fila
Intervalo entre chegadas dos pax	5					
Online	0	0	0	0%	0	0
Totem	80	5	0	33%	0	0,03
Balcão de check-in	80					
Balcão de check-in e despacho de bagagem	155	1	1	26%	0	0,16
Balcão de despacho de bagagem	75	2	2	58%	0	0,16
Balcão de auto despacho de bagagem	120	3	0	97%	4,2	6,91

Processo de check-in Latam (40% dos pax na hp)	Tempo médio de processo (seg)	Qtd de Processador	Qtd de Atendente	% de Utilização	Tempo de Fila (min)	Nº de pax na fila
Intervalo entre chegadas dos pax	5					
Online	0	0	0	0%	0	0
Totem	70	4	0	37%	0	0,01
Balcão de check-in	80					
Balcão de check-in e despacho de bagagem	165	1	1	29%	0	0,16
Balcão de despacho de bagagem	85	2	2	65%	0,6	0,34
Balcão de auto despacho de bagagem	110	3	0	92%	1,8	2,9

Processo de check-in da AZUL (20% dos pax na hp)	Tempo médio de processo (seg)	Qtd de Processador	Qtd de Atendente	% de Utilização	Tempo de Fila (min)	Nº de pax na fila
Intervalo entre chegadas dos pax	9					
Online	0	0	0	0%	0	0
Totem	70	2	0	32%	0	0,02
Balcão de check-in	70					
Balcão de check-in e despacho de bagagem	140	1	1	9%	0	0,01
Balcão de despacho de bagagem	70	1	1	46%	0	0,12
Balcão de auto despacho de bagagem	100	2	0	78%	1,2	0,87

Fonte: Autores

Figura 4 - Fluxograma de passageiros do modelo de simulação do Arena para cia aérea Gol.



Fonte: Autores

O intervalo entre chegadas dos passageiros no check-in foi sendo ajustado até que o número mínimo de passageiros processados na hora-pico fosse alcançado, porém, recomenda-se realizar a coleta in loco deste tempo e determinar a expressão estatística com seus respectivos p-valores do teste de aderência que melhor a represente, podendo

utilizar a ferramenta do Arena, Input Analyzer. Há ainda a possibilidade de considerar o comportamento do passageiro quanto ao padrão de antecedência de chegada ao horário de partida do voo. Numa análise mais apurada dos dados Ribeiro, (2015) recomenda que não é interessante eliminar os outliers, pois a variabilidade pode ser inerente ao processo de atendimento e representativo ao longo das observações, uma vez que há casos em que duas pessoas, a partir da fila, se direcionaram conjuntamente a um único balcão de check-in entregando os dois bilhetes ao mesmo tempo. Nesta situação, o tempo de atendimento é o individual, ou seja, o tempo total dividido pelo número de indivíduos. Quanto ao número de atendentes no balcão, estes podem ser variáveis, no entanto nesta simulação será um número fixo para a hora-pico analisada. Nota-se a variação no tempo médio de processamento para cada cia aérea elucidando assim: o fator tecnológico, como um sistema computacional de check-in mais intuitivo, com menos processos, tanto no totem para os passageiros como no balcão para os atendentes; e o fator operacional, como treinamentos e efetividade dos atendentes que podem diferir de cia aérea para cia aérea. O tempo de processo de check-in para o atendimento online está zerado pois não utiliza recursos físicos aeroportuários, mas ainda sim serão modelados pois os passageiros que optaram por esse modo de check-in poderão vir a utilizar ou não os balcões para o processo de despacho da bagagem. A quantidade de processadores e seus respectivos atendentes para o atendimento aos passageiros que pretendem realizar apenas o procedimento de check-in com emissão do bilhete de embarque ou aqueles que pretendem fazer o check-in e também o despacho de bagagem estão sendo considerados como um recurso único mas com tempo médio de processo diferente, ou seja, o passageiro entrará na mesma fila e disputará o mesmo balcão/atendente, no entanto na hora de receber o atendimento, este dispenderá mais ou menos tempo, a depender se ele tem bagagem ou não para despachar. Com isto no modelo Arena foi necessário criar uma decisão que caracteriza o passageiro com bagagem ou sem bagagem e conseqüentemente um atributo variável que define qual será o tempo de atendimento de acordo com esta característica. Para condução dos experimentos foi realizada 1 réplica de 60 minutos, sem período de aquecimento e considerando 24h de funcionamento do aeroporto.

2.4 Análise de Resultados

A seguir é apresentado um quadro resumo de comparação entre os resultados da quantidade mínima de processadores e seus respectivos atendentes dimensionados através da simulação com o software Arena e projetado através do Manual ADRM para a Fase 1-B bem como quantidade de balcões e totens existente no ato da contratação da concessionária em 2019.

Tabela 6 - Comparação entre a quantidade mínima necessária de processadores e atendentes

PROCESSADORES / ATENDENTES	TOTAL EXISTENTE	TOTAL ADRM	TOTAL ARENA	DIFERENÇA ADRMxARENA	
	2019	FASE 1-B			
Totens	14	23	11	-12	-52%
Balcões de check-in e despacho de bagagem	32	24	9	-15	-63%
Balcões de auto despacho de bagagem		25	8	-17	-68%
Atendentes	32	24	9	-15	-63%

Fonte: Autores

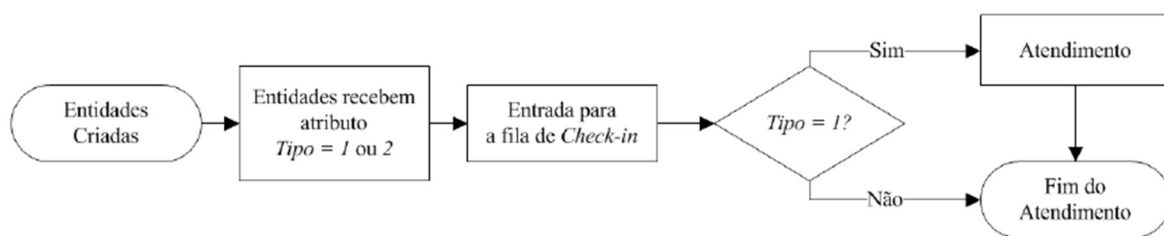
Foi adotado um balcão extra na tabela final de quantidades simuladas, por isso 9 e não 8, para destinação ao público de atendimento preferencial, no entanto não houve distinção aqui entre classes de voos, todos considerados classe econômica para este processo de check-in. Com isto é possível observar que para esta simulação, a quantidade atual de processadores já atenderia com folga a demanda estipulada em contrato para a Fase 1-B e que a simulação resultou numa diminuição da necessidade de processadores em relação a dimensionada pelo ADRM de até 68% no caso dos balcões de auto despacho de bagagem e 63% para os balcões de check-in standard e seus respectivos atendentes. A Gol foi a que apresentou o resultado mais alto em termos de ocupação do balcão de auto despacho de bagagem, mas ainda assim aceitável no quesito tempo máximo de espera na fila de 4,2 minutos diante do parâmetro de 20 min e apenas 7 pessoas na fila, a qualidade do serviço está ótima. Levando em consideração as premissas adotadas neste modelo e que foram baseadas em outros estudos de referência, é possível verificar que a implantação de balcões de auto despacho de bagagens acabam por reduzir o número de balcões standard e atendentes significativamente, consequentemente reduzindo as taxas de utilização de outros processadores. É possível observar que as pequenas diferenças nos tempos médios de atendimento entre Gol e Latam, as quais processam a mesma quantidade de passageiros na hora-pico não surtiram grandes efeitos nas quantidades de balcões e totens. Observa-se que a redução nos tempos de processamento empregados para a cia aérea azul resultaram em uma redução significativa no percentual de utilização. Com relação ao projetado pelo ADRM-IATA, nesta ocasião ainda utilizada as versões 10 e 11, é possível observar uma grande diferença nas quantidades de todos os processadores e atendentes com relação ao modelo de simulação AENA, sugerindo alguma falha no modelo que pode ser corrigida no futuro, sugere-se fazer uma modelagem para 30min de pico. Conforme mencionado anteriormente é sensível a questão comportamento do passageiro, a regulação que está em vigor e os dados de entrada como os tempos entre chegadas de passageiros e tempos de processamento. Todos estes pontos devem ser observados, coletados in loco, tratados estatisticamente e modelados realisticamente para conclusões mais próximas da realidade.

4. Revisão de Literatura

Ribeiro (2015) mencionou diversos trechos relevantes a este artigo citando diversos autores como: Onde houver gargalos, haverá congestionamento de passageiros, e considerando que haja problema deste tipo nos aeroportos, Ribeiro (2003) afirma que a alternativa mais segura e efetiva para solucioná-lo seria aumentar a capacidade do sistema, adequando-o à demanda. Porém, Ueda (2012) destaca que esta medida depende de elevados recursos financeiros e pode levar a embates de natureza política e ambiental, sendo que, em muitos casos, a ampliação física é insuficiente para cobrir as estimativas de crescimento da demanda. Neste cenário, ambos os autores mostram que alternativas para redução de filas nos aeroportos são necessárias e que as soluções operacionais podem minimizar os problemas de congestionamento. Suryani, Chou e Chen (2010) apontam em sua obra que a simulação é, em comparação com a teoria das filas, a melhor maneira de investigar fluxos ao longo da edificação aeroportuária, uma vez que o modelo matemático tradicional não é apropriado para um ambiente transitório. Outro delineamento é sobre o processamento de bagagens, o qual é levado em conta apenas no procedimento de desembarque. O motivo para tal escopo provém do fato de que o processamento de bagagens no embarque, além de elementar, pode ser associado diretamente ao processamento dos passageiros, simplificando a modelagem. Com isto, durante o check-in (que é o único momento do embarque onde a bagagem influencia no processamento de passageiros) o tempo de pesagem e etiquetagem das malas é computado no tempo total de atendimento. O último limitante determina que a análise seja efetuada somente para voos regulares. A razão desta

medida é oriunda da maior facilidade de coleta de dados e a sua posterior modelagem estatística. Voos não regulares apresentam comportamentos bastante diversificados, gerando situações atípicas no terminal (FEITOSA, 2000). Os parâmetros fundamentais do subsistema de check-in estão associados à distribuição de chegada e ao tempo de atendimento dos passageiros. Na simulação, a chegada dos passageiros foi associada à chegada de acompanhantes. Os acompanhantes (tais como amigos ou familiares dos passageiros) não foram atendidos no check-in, mas foram contabilizados na entrada da fila. Nesse sentido, Feitosa (2000) utilizou a diferenciação entre “acompanhante” e “passageiro” por meio de atributos, em que o termo “passageiro” está associado às pessoas que irão embarcar no voo, e o termo “acompanhante” está associado às pessoas que não irão para as aeronaves. Como todos são contabilizados na fila, mas nem todos são atendidos, utilizou-se o atributo “pax” e “acomp”. Na simulação, para cada pessoa que chegou ao balcão de check-in, o atributo foi analisado pelo modelo. Quando o atributo pax teve o valor verificado, o tempo de atendimento foi nulo. Com isto, as entidades que possuíam o acomp apenas utilizaram fisicamente do espaço da fila do check-in. A Figura 1 abaixo apresenta o fluxograma desse processo.

Fluxograma do processo



Fonte: RIBEIRO, 2015

Segundo Ribeiro (2015) em sua pesquisa, durante a análise dos dados foram encontradas três alternativas factíveis para redução do tempo de fila: a redução no número de passageiros atendidos no check-in (S1), o aumento do número de atendentes no balcão (S2), e a redução no tempo de atendimento do passageiro (S3). Para efetivar o primeiro cenário seria recomendável incentivar o passageiro a não utilizar o balcão de check-in, por meio da disponibilização de totens eletrônicos e incentivos aos check-ins antecipados (online), inclusive evitando o despacho de bagagens. A segunda alternativa seria elevar o número de funcionários nos momentos críticos. A terceira seria melhorar as práticas dos atendentes a fim de proporcionar um atendimento mais rápido ao cliente.

5. Conclusões

É necessário aprofundar os estudos aqui realizados para obtenção de um resultado atualizado e mais próximo da realidade pesquisando e coletando novos dados in loco dos passageiros, das cias aéreas e do operador aeroportuário como do modo de check-in dos passageiros, intervalo entre chegadas dos passageiros bem como os tempos de atendimento em cada tipo de processador do check-in, incluindo neste levantamento informações se tem ou não bagagem despachada e acompanhantes. Além disso, deve ser consultado a informação exata da trigésima hora rodada mais movimentada dentro de um ano civil, definir estatisticamente a curva de chegada do passageiro e atualizar a demanda de passageiros pós choque econômico COVID-19 para complementação do modelo e da simulação. É importante também que se apresente o dimensionamento, de fato, utilizando o Manual ADRM IATA e garantir que sejam utilizados exatamente os mesmos dados de entrada para comparação dos resultados. O intuito deste estudo é questionar sobre quão adequada está sendo a ferramenta de dimensionamento dos terminais de passageiros, carga, pátio e pista utilizada pelos gestores públicos e concessionárias para tomada de

decisão dos investimentos aeroportuários bem como mostrar que esta ferramenta de simulação pode ser uma alternativa para complementação dos estudos. Como já comentado, foi possível observar que a quantidade atual de processadores já atenderia com folga a demanda estipulada em contrato para a Fase 1-B e que a simulação resultou numa diminuição da necessidade de processadores em relação a dimensionada pelo ADRM de até 68% no caso dos balcões de auto despacho de bagagem e 63% para os balcões de check-in standard e seus respectivos atendentes. A Gol foi a que apresentou o resultado mais alto em termos de ocupação do balcão de auto despacho de bagagem, mas ainda assim aceitável no quesito tempo máximo de espera na fila de 4,2 minutos diante do parâmetro de 20 min e apenas 7 pessoas na fila, a qualidade do serviço está ótima. Contudo, com as informações utilizadas até aqui, pode-se concluir que há uma diferença significativa entre os resultados apresentados pelo método de dimensionamento de processadores de check-in utilizando o Manual ADRM da IATA e o modelo de Simulação através do Arena, todavia é importante destacar que os aeroportos brasileiros estão sendo concessionados e ampliados de acordo com os resultados do Manual da IATA, tão raro com o Manual da ANAC, entretanto as simulações não estão sendo exigidas nos estudos de viabilidade que antecedem os leilões nem são objetos contratuais obrigatórios após concedido o aeroporto, podendo resultar em investimentos de recursos desnecessários para resolver grandes impasses de engenharia como este caso do Aeroporto Internacional de Recife que encontra nesta simulação um resultado que evita a demolição e reconstrução de um novo prédio de instalações no caminho da ampliação, ou ainda possíveis impasses de natureza política e ambiental, a exemplo do Aeroporto de Salvador que previu ampliação da pista em área de preservação de dunas. Será que não poderíamos evitar desperdícios investindo um pouco mais na fase de projeto incluindo a simulação?

Referências

BANDEIRA, M.; RONZANI, G. M.; CIARLINI, M.; MOSER, R. F. Principais indicadores que afetam a percepção da qualidade de serviço em áreas críticas do embarque de passageiros aeroportuários. *Journal of Transport Literature*, v. 8, n. 4, 7 – 36, 2014.

COSTA, R. F. S. Abordagem sistêmica para avaliação econômica de cenários para modelos de simulação discreta em manufatura. 2010. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010.

FEITOSA, M. V. M. Um modelo de simulação para terminais de passageiros em aeroportos regionais brasileiros. 2000. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica na Área de Transporte Aéreo e Aeroportos, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 2000.

JOUSTRA, P. E.; VAN DIJK, N. M. Simulation of check-in at airports. *Proceeding of the 2001 Winter Simulation Conference* (Cat. No.01CH37304), 2, 1023–1028. doi:10.1109/WSC.2001.977409, 2001.

LEE, C.; NG, Y.; LV, Y.; TAEZOO, P. Empirical Analysis of a Self-service Check-in Implementation in Singapore Changi Airport. *International Journal of Engineering Business Management*, 6 (6), 33-44, 2014.

Manual de Simulação Computacional Aeroportuária Edição – 2019 Versão 1.1
https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/concessoes/documentos-de-apoio-ao-concessionario/manual_de_simulacao_gios_sra_anac_vf.pdf > Acesso em 25 set. 2022.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Production*, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

PEA – Anexo 2 do Contrato de Concessão do Bloco Nordeste - <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/concessoes/aeroportos-concedidos/bloco-nordeste/documentos-relacionados/contrato-assinado/anexo-2-plano-de-exploracao-aeroportuaria.pdf> > Acesso em: 25 set. 2022.

RELATRIO_TRIMESTRAL_-_4_Trim_2019_-_GERAL, SAC, Secretaria de Aviação Civil.
<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/relatrio-trimestral-4-trim-2019-geral-pdf> > Acesso em: 25 set. 2022.

RIBEIRO, F. R. Modelo de simulação para análise operacional de pátio de aeroportos. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Naval e Oceânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RIBEIRO, H. A. S. Modelo De Simulação Para Análise De Processos De Aeroporto De Médio Porte, 140 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2015.

SURYANI, E.; CHOU, S.-Y.; CHEN, C.-H. Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2324– 2339. doi:10.1016/j.eswa.2009.07.041, 2010.

UEDA, T. V. A.; Congestionamento em aeroportos: há alguma saída para o caos? *Journal of Transport Literature*, v. 6, n. 2, p. 253-264, 2012.