



www.relainep.ufpr.br



ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE BRAZILIAN SCENARIO FOR THE RESUMED OF AIR TRANSPORT AFTER COVID-19

ANÁLISE ECONOMÉTRICA DO CENÁRIO BRASILEIRO PARA RETOMADA DO TRANSPORTE AÉREO APÓS O COVID-19

Marcelo P. Sucena¹✉, Marcus V. Q. Cury¹

¹ Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

✉ marcelo.sucena@fgv.br

Recebido: 27 maio 2022 / Aceito: 21 junho 2022 / Publicado: 17 setembro 2022

ABSTRACT. This paper deals with applied, descriptive and explanatory research, expressed by a case study to analyze the scenario of national air transport. Studies indicate relative concern about the recovery of demand for air transport of passengers and cargo after COVID-19, in addition to the influences on numerous sectors of the economy. Therefore, this paper focuses on the application of three econometric methods for forecasting cargo and passenger demand that allow extrapolation to a post-COVID-19 pandemic scenario. 39 monthly records were used between 2019 and 2022 that allow the generation of historical series, the basis of the econometric analysis. The methods were compared in terms of mean percentage absolute error and forecast bias. For passenger movement, the most appropriate method is Simple Exponential Smoothing; while for loads, Holt's is indicated. The results show that passenger transport levels will not be able to reach the 2019 peak in 24 months; for cargo, there is a recovery in the annotated records, indicating that the future growth tends to increase, surpassing the levels of 2019.

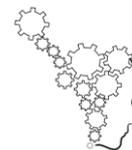
Keywords: Forecast, Demand, Air transport

RESUMO. Este artigo trata de pesquisa aplicada, descritiva e explicativa, expresso por um estudo de caso para análise do cenário do transporte aéreo nacional. Estudos indicam relativa preocupação com a recuperação da demanda do transporte aéreo de passageiros e cargas após o COVID-19, além das influências em inúmeros setores da economia. Para tanto, este artigo foca na aplicação de três métodos econométricos para previsão de demanda de carga e de passageiros que permitam extrapolar para cenário posterior à pandemia do COVID-19. Utilizaram-se 39 registros mensais entre 2019 até 2022 que permitem gerar série histórica, base da análise econométrica. Os métodos foram comparados quanto aos valores de erro absoluto médio percentual e de viés da previsão. Para o movimento de passageiros o método mais adequado é o de Suavização Exponencial Simples; enquanto para cargas, o indicado é o de Holt. Os resultados apontam que os níveis do transporte de passageiros não conseguirão alcançar o pico de 2019 em 24 meses; para cargas, há recuperação nos registros anotados, indicando que o futuro o crescimento tende a aumentar, ultrapassando os patamares de 2019.

Palavras-chave: Previsão, Demanda, Transporte aéreo



www.relainep.ufpr.br



1 INTRODUÇÃO

O transporte, atividade meio fundamental para qualquer sistema produtivo, tem sua operação fortemente influenciada pelas flutuações econômicas. Diante do cenário pandêmico que gerou impactos econômicos globais, provocou-se, em suas várias modalidades, a necessidade de ressignificar a sua importância para o desenvolvimento do Brasil, principalmente no sentido de fomentar a integração com outras nações pela necessidade de movimentação de pessoas ou de cargas.

Especificamente o modo aéreo, que se identifica pelas suas características intrínsecas de alta velocidade para movimentação de produtos urgentes e com alto valor agregado, com maiores eficiência e segurança em comparação com os demais, foi afetado pelo fechamento de fronteiras entre países para evitar a disseminação do vírus pela movimentação de pessoas.

Para ilustrar tal impacto é possível observar por intermédio da plataforma Scholar do Google que, somente em seis meses de 2022, foram publicados mais de 100 estudos em português que relacionam COVID-19 com demanda no transporte aéreo. Ao se ampliar este universo para estudos em inglês, com as mesmas restrições, identificam-se mais de 2000 abordagens.

Durante o período mais severo da pandemia, o transporte aéreo destacou-se, principalmente, nas operações para garantia dos suprimentos de produtos médicos e insumos para fabricação de vacinas. Mesmo após as flexibilizações das medidas não farmacológicas e diante da intensificação da vacinação, que gerou o aumento do tráfego de passageiros, este modo ainda não conseguiu se recuperar após os dois anos de pandemia pelo COVID-19, continuando com a sua demanda afetada, direta ou indiretamente, forçando-as a reverem seus planos e projetos em nível estratégico.

Nessa conotação estratégica que associa as inúmeras influências da pandemia provocada pelo COVID-19 com a demanda pela movimentação aérea de cargas e passageiros é possível destacarem-se os recentes estudos Barczak et al. (2022), Dos Santos et al. (2022), Kitsou et al. (2022), Liao et al. (2022) e Scheelhaase et al. (2022). Por eles é anotável a relação da demanda com quesitos ambientais, turísticos, operacionais e financeiros, principalmente no que tange à recuperação do setor. Os métodos usados para análise de demanda são diversos, incluindo-se aspectos sazonais e de tendência, mas convergência para análises de séries históricas.



www.relainep.ufpr.br



É nesse cenário que este artigo se enquadra, pela possibilidade de análise do transporte aéreo após o processo pandêmico, baseando-se em séries históricas com o uso de métodos econométricos que possam representar adequadamente o futuro. Sendo assim, podem-se tecer os seguintes questionamentos: para as características de nível, tendência e sazonalidade da previsão de demanda aérea, representada pelos dados específicos da série histórica abordada neste estudo de caso, é possível identificar métodos mais adequados? Pelo processamento dos dados específicos deste estudo de caso, pelos métodos selecionados, é possível gerar previsão da demanda do movimento de passageiros e cargas?

Objetiva-se então aplicar três métodos para representação de demanda no tempo, identificando as potencialidades de cada um para o caso estudado e, ao final, destacando aquele mais adequado, permitindo-se gerar análise futura mais adequada.

2 METODOLOGIA

Baseando-se nos preceitos definidos em Prodanov e Freitas (2013) que dividem a visão metodológica de trabalhos científicos em natureza, objetivos, procedimentos técnicos e abordagem do problema, pretende-se atingir os objetivos deste estudo seguindo-se os seguintes passos listados adiante:

1 – Quando à natureza da pesquisa: é tomada como pesquisa aplicada, pois está destinada à análise de um problema específico, gerando-se conhecimento direcionado para tal;

2 – No que tange aos objetivos: trata-se de pesquisa descritiva, pois foca na análise de dados, descrevendo os fatos, mas sem interferência direta neles. Pelo uso de três métodos econométricos procuram-se observar os fenômenos associados à retomada do transporte aéreo (carga e passageiros) durante o processo pandêmico, para tentar interpretar como pode ser a retomada ao fim do processo. Nesse contexto, a pesquisa pode ser tratada também como explicativa, pois aborda o aprofundamento da previsão da demanda do transporte aéreo, em uma relação causal que associa uma variável dependente (demanda) a outra independente (tempo).

3 – Para os procedimentos técnicos: trata-se de estudo de caso que utiliza dados registrados por instituição governamental oficial, por intermédio de universidade pública. Por isso, a aplicação dos métodos é de forma imediata para gerar conhecimentos, considerando as



circunstâncias originadas pela pandemia do COVID-19. Partindo do princípio que é uma pesquisa quantitativa, seguem-se os passos adiante:

3.1 – Identificação dos métodos: efetua-se revisão bibliográfica restrita, abordando estudos aplicados na área do transporte aéreo, bem como em outras áreas. Trata-se também de estudos de revisão exaustiva de métodos para previsão de demanda. Dentre os métodos identificados optou-se pelos métodos econométricos média móvel (MM), suavização exponencial simples (SES) e suavização exponencial de séries com tendência (Holt);

3.2 – Coleta de dados: os dados são obtidos da plataforma Hórus que registra o desempenho do transporte aéreo no Brasil nas opções “movimentação” – “dados completos” – “exportar CSV”;

3.3 – Tratamento dos dados: utiliza-se planilha eletrônica para manipulação e tratamento dos dados, permitindo-se analisar os três métodos econométricos, distinguindo-os pela sua eficácia para projeção da demanda futura, analisando o Componente Aleatório da demanda projetada. Além disso, aplica-se o método do Gradiente Reduzido Generalizado para melhoria dos valores das constantes de suavização;

3.4 – Análise das informações geradas: pelo uso de gráficos e dos valores gerados no Componente Sistemático da demanda projetada é possível identificar o método mais eficaz, tecendo observações sobre as potencialidades de cada um. Além disso, entendendo a resposta de cada método, é possível identificar as condições futuras da demanda dependendo do horizonte especificado.

3 CENÁRIO ATUAL DO TRANSPORTE AÉREO

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a pandemia pelo COVID-19, momento em que as fronteiras entre os países foram fechadas, limitando as viagens internacionais. Na sequência, quando cada país atuou em ações mitigatórias para conter a proliferação do coronavírus, em 06/02/2020 o governo brasileiro decretou estado de Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional por intermédio da Lei nº 13.979. Esse fato caracterizou a necessidade de restrição de entrada e saída do Brasil por rodovias, portos ou aeroportos, seguindo orientações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).



Apesar das restrições de movimentação de passageiros na maioria das nações do Planeta, a carga aérea manteve-se como apoio fundamental para o transporte de equipamentos médicos e de insumos para vacinas, por exemplo. Tomando-se dados da Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2022b e IATA, 2022e), quando se comparam com os níveis de carga transportada antes da pandemia, a tonelada-quilômetro de carga (CTK) com ajuste sazonal anota aumento de quase 12% em relação a fev./2019, conforme se visualiza na Figura 1 (em vermelho). No mesmo período (fev./2022), há queda brusca do valor real (Figura 1 – em azul) diante do Ano Novo Chinês que acontece em 1º de fevereiro. Há melhoria da CTK de forma continuada em fev./2022 em 2,9%, mesmo em comparação ao mesmo período no ano anterior, apesar do novo impacto da ômicron na China e do conflito na Ucrânia. Especificamente na América Latina também se observa forte tendência de alta, com as CTKs subindo 21,9% em relação a 2021, mas ainda 0,7% abaixo do mesmo mês de 2019.

No Brasil, o transporte de carga aérea também sofreu as consequências da pandemia, entretanto, sem a interrupção total do serviço. A Tabela 2 denota este movimento de jan./2019 até mar./2022.

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DA CARGA AÉREA MUNDIAL (ton./km)



Fonte: IATA (2022b)

FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DA CARGA AÉREA NO BRASIL (milhões kg/mês)

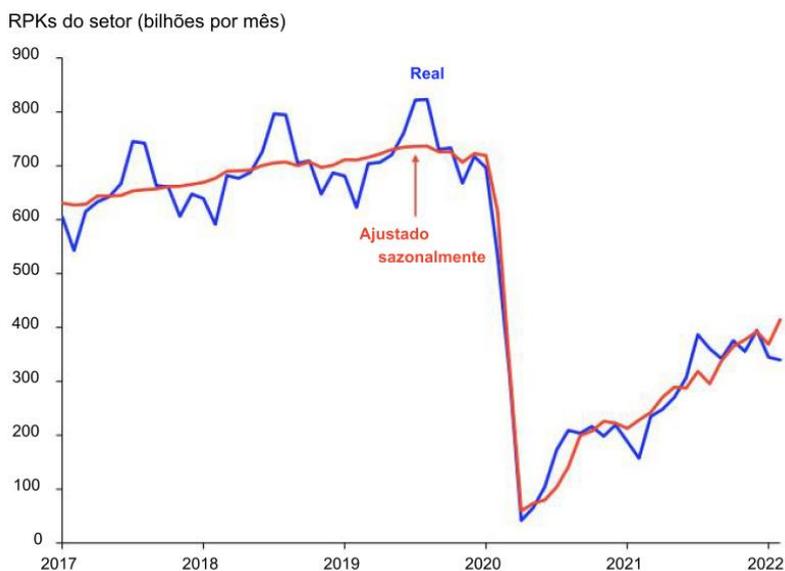


Fonte: UFSC (2022)

Percebe-se que antes de pandemia existia leve incremento do transporte de carga aérea. Após o início das medidas de enfrentamento contra o COVID-19, a partir de abril de 2020, há forte tendência de aumento, ultrapassando em outubro de 2021 o maior pico do período anterior com 138 milhões de kg. O vale registrado no início da pandemia (53 milhões de kg), caracteriza redução em torno de 62%. A partir daí, já em 2022, observa-se patamar superior a 2019, com aproximadamente 64%.

Para o transporte de passageiros o perfil do referido vale também, pois é facilmente notado na Figura 3. Dados da IATA (IATA, 2022a e IATA, 2022d) demonstram que a receita mundial por passageiros-quilômetros (RPKs) real (Figura 3 – linha em azul) cresceu mais de 115% em relação a fevereiro de 2021, mas ainda defasada em torno de 50% para fevereiro de 2019. Este crescimento contínuo é ratificado mesmo após ajuste sazonal (Figura 3 – linha em vermelho), quando se observa incremento de 12,4% com referência a janeiro de 2022, apesar de queda real de 6,1% devido ao aparecimento da variante ômicron. Vale destacar ainda que na América Latina o mesmo relatório aponta crescimento de mais de 100% em relação a 2021, acompanhando a mesma tendência mundial. (IATA, 2022a e IATA, 2022c)

FIGURA 3 – EVOLUÇÃO DA RECEITA MUNDIAL DE PASSAGEIROS (pax-km)



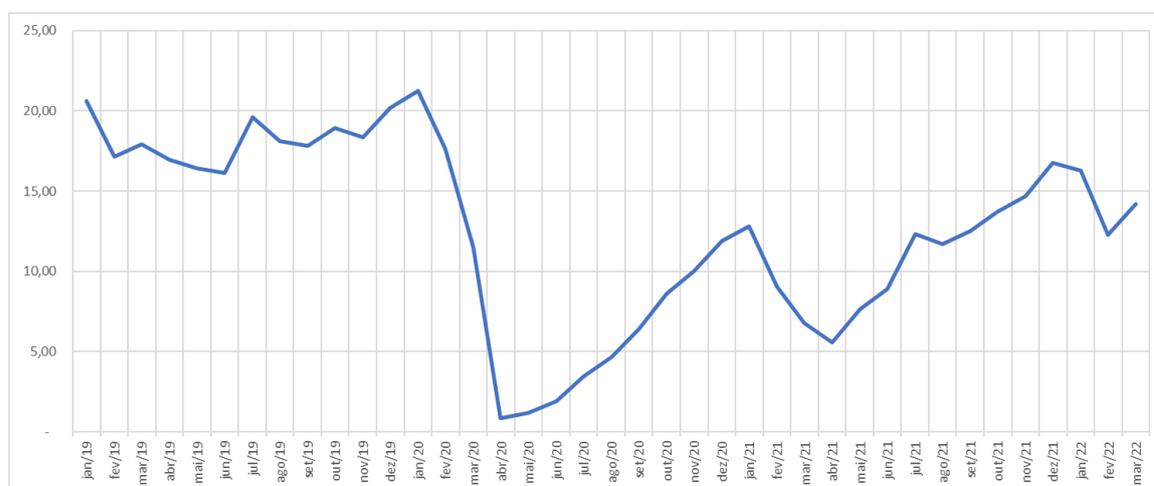
Fonte: IATA

(2022a)

Quanto ao evento na Ucrânia registra-se certo impacto limitado na demanda aérea de passageiros, com o tráfego na Europa aumentando mais de 30% e, com conexão com a Ásia, alavancando quase 10% em relação a jan/2022. Nesse cenário, um relatório específico (IATA, 2022c) sobre este conflito aborda que o fechamento do espaço aéreo ucraniano interrompeu os movimentos aéreos em cerca de 3,3% do total de passageiros aéreos na Europa e menos de 1% em nível global.

Para se ter ideia do impacto dessa retração da demanda pelo modo aéreo de passageiros no Brasil é possível analisar a Figura 4.

FIGURA 4 - EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS NO BRASIL
(milhões de un./mês)



Fonte: UFSC (2022)

Tomando-se 2019 como referência (Figura 4), quando ocorreram mais de 218 milhões de passageiros movimentados, anotou-se crescimento de 1,43% em relação ao ano anterior. Em 2020, primeiro ano da pandemia, transportaram-se quase 100 milhões de pessoas, registrando redução acentuada de 54%, com destaque para a maior redução de 867 mil pax em abril de 2020. Com as reduções das restrições aos movimentos de pessoas pelo aumento da vacinação mundial, em 2021 retomou-se o nível de crescimento da demanda pelo transporte aéreo de passageiros, com o registro de incremento de 33,41%, ainda distante ao nível anterior à pandemia. UFSC (2022)

4 MÉTODOS ECONÔMICOS PARA ANÁLISE DE DEMANDA

Em busca de aumentar a assertividade no planejamento diante dos riscos e incertezas associadas e naturais em um processo decisório, utilizam-se métodos que permitem aperfeiçoar, por exemplo, o orçamento de insumos, mão de obra e recursos financeiros.

Contudo entende-se “planejar” como um processo contínuo de, sistematicamente e com o maior conhecimento possível do futuro, tomar decisões que envolvem riscos, medindo-se o resultado dessas decisões em confronto com as expectativas delineadas. (DRUCKER, 1984)

É nesse sentido que se posicionam os métodos para previsão de demanda, fundamentais para se planejarem as capacidades de produção, que se vinculam com o dimensionamento das



www.relainep.ufpr.br



condições dos itens em estoque, das quantidades e qualidades das pessoas, do nível de serviço para atendimento ao cliente, entre outros.

Dentre as formas para previsão de demanda, Hassan e Qadi (2018) destacam três tipos: séries temporais (econométricos), causais e qualitativos (ou de julgamento). As séries temporais, foco desse estudo, tentam prever o futuro usando dados históricos, diferindo-se dos demais em termos da melhor acurácia nos registros futuros, mas dependente de base de dados da qual deriva a previsão.

Uma série temporal representa uma sequência de dados uniformemente espaçados no tempo, que podem apresentar tendências, isto é, que caracterizam crescimento ou redução de forma consistente; e sazonalidade, quando existem picos e vales que se repetem de forma cíclica.

Para Chopra e Meindl (2003), a previsão da demanda em séries temporais pode ser dividida em duas partes: a previsão do Componente Sistemático (CS) e a estimativa do Componente Aleatório (CA). A primeira parte é composta de nível, que é a demanda atual sem as sazonalidades, além da tendência e a própria sazonalidade; e a segunda refere-se à medida de erro entre a previsão e a demanda real.

Maiores detalhes sobre os métodos econométricos para previsão de demanda podem ser encontrados em Song et al. (2019) Ghalekhondabi et al. (2019) que apresentam detalhado estado da arte; Tanizakia et al. (2019) que avalia em um estudo de caso quatro métodos; e Araújo et al. (2018), Ferro (2019), Lazarin et al. (2019), Santos (2020) que detalham os principais métodos econométricos.

Há vasta aplicação de métodos quantitativos de previsão de demanda aplicados ao setor do transporte aéreo, com destaque os estudos de:

- Hassan e Qadi (2018) – abordam a análise de demanda de companhias aéreas da Arábia Saudita baseando-se em análise de séries temporais com tendência e sazonalidade;
- Olaniyi et al. (2018) – aplicaram os métodos econométricos “média móvel” e “suavização exponencial simples” para previsão de demanda de passageiros no transporte aéreo da Nigéria;



- Asrah et al. (2018) – o estudo refere-se a análise de demanda da empresa aérea Malásia Airlines com a AirAsia baseando-se em previsões de séries temporais;
- Wu et al. (2020) – o artigo analisa indicadores de desenvolvimento econômico-sociais na AirAsia Group Berhad objetivando observar fatores de impacto no tráfego de passageiros pelo uso de análise de regressão e previsão;
- Erygina et al. (2021) – os autores denotam o desenvolvimento de método para previsão de tráfego aéreo de passageiros em Krasnoyarsk, na Rússia, considerando-se dados sobre a capacidade de pagamento dos consumidores, o objetivo de suas viagens e a disponibilidade de serviços de transporte por nível de renda;
- Pereira (2021) – em sua dissertação de mestrado o autor utiliza modelos de previsão aplicados na indústria da aviação, especificamente em previsão de passageiros que permitem definir aspectos operacionais em sistemas aeroportuários. A aplicação é efetuada em dados do aeroporto de Lisboa/Portugal utilizando-se três métodos econométricos;
- Barczak et al. (2022) – o artigo trata da análise da diferença entre a demanda observada durante a pandemia e a que foi projetada antes deste evento. Para tanto, os autores utilizaram dados de aeroportos da União Europeia, que foram processados por dois modelos matemáticos.

Tomando-se os estudos registrados neste subitem, optou-se pelos métodos econométricos média móvel (MM), suavização exponencial simples (SES) e suavização exponencial de séries com tendência (Holt) para serem aplicados na análise da demanda do transporte aéreo brasileiro. Optou-se por estes métodos em detrimento de outros apresentados na revisão bibliográfica pela inexistência do elemento Sazonalidade no CS, pois que a demanda utilizada não apresenta tal comportamento.

O método MM é utilizado quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade. O seu CS é dado por (1).

$$L_t = \frac{(D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1})}{n} \quad (1)$$

Onde L_t é a estimativa de nível para o período t ; D_t é a demanda real em t ; e n é a quantidade de períodos da série histórica que é utilizada no cálculo da série histórica.



A previsão para os períodos futuros (F_{t+1}) é igual a L_t . Após a observação da demanda para o período $t+1$, revisa-se a estimativa usando (2), significando que em MM adiciona-se uma observação e retira-se a mais antiga. A previsão de demanda futura é expressa por $F_{t+n} = L_t$.

$$F_{t+2} = L_{t+1} = \frac{(D_{t+1} + D_t + \dots + D_{t-n+2})}{n} \quad (2)$$

O método SES também é usado quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade. Para se iniciar a previsão é utiliza-se a definição de um nível inicial (L_0) calculado pela média de todos os dados históricos, porque se supôs que a demanda não apresentasse tendência ou sazonalidade. A previsão para os períodos futuros e parciais são iguais à estimativa do nível ($F_{t+n} = L_t$). Para revisar a estimativa do nível (L_{t+1}) considerando uma nova observação de demanda D_{t+1} utiliza-se (3), sendo α uma constante de suavização ($0 < \alpha < 1$).

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t \quad (3)$$

No método Holt identifica-se a tendência no CS e, dessa forma, o nível inicial (L_0) e a tendência inicial (T_0) são definidos por regressão linear pelo método dos mínimos quadrados entre a demanda e o período. A previsão para períodos futuros é definida por $F_{t+n} = L_t + nT_t$, revisando-se as estimativas após cada observação de demanda para o período t usando (4) e (5).

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad (4)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad (5)$$

Onde α é a constante de suavização para o nível ($0 < \alpha < 1$) e β é a constante de suavização para a tendência ($0 < \beta < 1$). As constantes de suavização α e β são definidas pelo método de otimização não linear usando o Gradiente Reduzido Generalizado (GRG) por intermédio do Solver do Microsoft Excel. Para tanto, faz-se necessário minimizar o CA, que neste trabalho é avaliado pelo Erro Absoluto Médio Percentual (EAMP) dado por (6), onde E_t é o erro da previsão determinado pela diferença entre a previsão de demanda F no período t e a demanda real D no mesmo período; e n é a quantidade de períodos da série histórica.

$$EAMP_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n} \quad (6)$$

Chopra e Meindl (2003) informam que para complementar a análise e estimativa do CA pode-se utilizar o Viés da Previsão (VP) que é obtido por intermédio de (7) e deve ser zero.



$$VP_n = \sum_{t=1}^n E_t \quad (7)$$

5 ESTUDO DE CASO

5.1 SÉRIE HISTÓRICA

Os dados que sustentam a série histórica que é usada para a aplicação dos três métodos econométricos estudados neste artigo são obtidos por intermédio do sistema gerencial Hórus, do Laboratório de Transportes e Logística (LABTRANS), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A opção “Movimentação” é utilizada no Hórus para captura dos dados brutos na subopção “Dados Completos – Exportar CSV”. Os dados são gerados no seguinte layout: código ICAO do terminal aeroportuário; nome do aeródromo; município onde se localiza; ano e mês do registro; tipo de voo (doméstico ou internacional); quantidades de passageiros, aeronaves, carga aérea e mala postal; grupo de voo (regular ou não regular); e sentido (embarque ou desembarque).

Os dados que serão utilizados (Tabela 1) são referentes ao volume de passageiros e cargas transportados aglutinando-os em certo ano/mês, independente dos demais campos disponibilizados.

TABELA 1 – DADOS BASE PARA ANÁLISE DE DEMANDA DE PASSAGEIROS E CARGA

Mês/2019	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
A	20,64	17,14	17,91	16,94	16,43	16,14	19,63	18,11	17,81	18,94	18,35	20,18
B	114,42	120,78	131,00	127,30	127,11	116,79	120,33	121,94	118,97	133,06	136,11	132,16
Mês/2020	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
A	21,25	17,62	11,49	0,87	1,17	1,91	3,43	4,65	6,42	8,60	10,03	11,91
B	113,75	118,24	110,68	53,53	63,80	69,50	82,42	91,54	100,07	115,71	118,56	122,15
Mês/2021	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
A	12,79	9,04	6,80	5,59	7,64	8,88	12,31	11,72	12,53	13,75	14,70	16,75
B	101,70	104,62	121,42	113,14	125,48	127,69	126,21	127,53	130,18	138,42	140,57	140,29
Mês/2022	jan	fev	mar									
A	16,26	12,28	14,21									
B	114,13	126,80	136,98									

Legenda: A - pax (un x 106); B - carga (kg x 106)

Fonte: UFSC (2022)



5.2 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS

Os métodos econométricos aplicados no estudo de caso são média móvel (MM), suavização exponencial simples (SES) e suavização exponencial de séries com tendência (Holt). Também foram observados os melhores valores dos coeficientes de suavização α e β pelo uso do método de otimização não linear Gradiente Reduzido Generalizado, além de se calcularem os valores do Erro Absoluto Médio Percentual e do Viés da Previsão da demanda. Estes resultados estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – RESULTADOS OBTIDOS PARA PASSAGEIROS E CARGAS

Passageiros	α	β	EAMP	VP	L_0	T_0
MM	-	-	116	8.357.378	-	-
SES	0,97199122	-	49	-1.568.319	12.636.971	-
Holt	0,95474109	0	49	-5.191.382	16.288.518	-182.577
Cargas	α	β	EAMP	VP	L_0	T_0
MM	-	-	14	-9.677.669	-	-
SES	0,82435717	-	9	-22.635.066	116.284.540	-
Holt	0,83012072	0	9	-16.090.278	110.567.172	285.868

Fonte: própria (2022)

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ratificando os estudos de Hassan e Qadi (2018), Olaniyi et al. (2018), Asrah et al. (2018), Wu et al. (2020), Erygina et al. (2021), Pereira (2021), Barczak et al. (2022), Dos Santos et al. (2022), Kitsou et al. (2022), Liao et al. (2022) e Scheelhaase et al. (2022), é possível perceber impactos consideráveis tanto para o transporte aéreo de passageiros quanto em movimentações de cargas.

Pela Tabela 2 é possível notar que tanto para Passageiros quanto para Cargas o coeficiente de suavização calculado para a tendência é zero, indicativo que para minimizar o EAMP não é possível perceber certo comportamento.

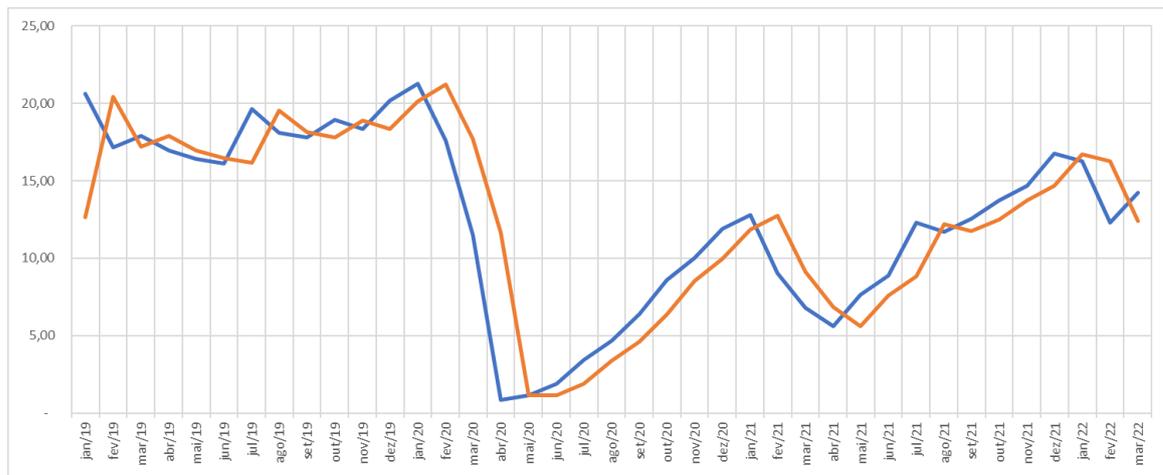
Dentre os métodos com menor EAMP, aqueles mais eficazes, destacam-se o SES e Holt com variação de 37% (passageiros) e 45% (cargas) para a MM. Entretanto, como há empate entre os dois métodos, é necessário analisar VP. Como o ideal para previsão eficaz de demanda é que $VP = 0$, destacam-se os menores valores para passageiros (-1.568.319) e cargas (-



16.090.278). Dessa forma, o melhor método para previsão para a série histórica de passageiros é SES e para carga é Holt.

Sendo assim, as Figuras 5 e 6 adiante expõem os resultados das previsões (linha em laranja) para passageiros e cargas transportados, respectivamente, além da demanda real (linha em azul).

FIGURA 5 – PREVISÃO DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS NO BRASIL – MÉTODO SES (milhões de un./mês)



Fonte: própria (2022)

O método SES para o transporte aéreo de passageiros, apontado pela análise do CA como mais adequado, retorna em sua previsão futura valores iguais, denotando que tal opção talvez não seja a mais adequada para visões de curtíssimo prazo.

FIGURA 6 – PREVISÃO DE CARGAS TRANSPORTADAS NO BRASIL – MÉTODO HOLT (milhões de kg/mês)





Fonte: própria (2022)

Para o transporte aéreo de carga que retornou o método Holt como mais eficaz pela análise do CA, é possível gerar projeções para períodos futuros como valores que são adequados em cada período, se caracterizando-o como o mais adequado para curtos e médio espaços temporais.

A Tabela 3 registra os resultados para quatro períodos futuros, tanto para passageiros como para cargas, pelos métodos mais eficazes pela análise do CA.

TABELA 3 – RESULTADOS OBTIDOS PARA PERÍODOS FUTUROS

Meses/2022	abril	maio	junho	julho
Passageiros				
SES	14.161.363	14.161.363	14.161.363	14.161.363
Cargas				
Holt	140.738.579	141.024.447	141.310.316	141.596.184

Fonte: própria (2022)

Ressaltadas anteriormente algumas peculiaridades dos métodos SES e Holt nas análises de passageiros e de cargas, ambos considerados adaptáveis, é possível considerar que a cada medida de demanda futura, que seja registrada pelo Hórus, recalculam-se nos períodos seguintes as demandas futuras.

Apesar disso, apenas como registro adicional, nota-se que, apesar do melhor resultado para o CA para o método SES no transporte de passageiros, ele não é adequado para análises de médio e longo prazos por fixar as previsões em um único valor (Tabela 3). Como ainda não há definição sobre o momento de finalização da pandemia, é possível perceber que o método SES, nesse caso, apresenta certa restrição no que tange à qualidade do resultado nesse cenário. Assim, mesmo o método Holt não sendo o mais adequado pela ótica do CA, expõem-se na Tabela 4 os resultados para quatro períodos futuros.

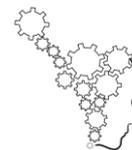
TABELA 4 – RESULTADOS OBTIDOS PARA PERÍODOS FUTUROS PELO MÉTODO HOLT

Meses/2022	abril	maio	junho	julho
Passageiros				
Holt	13.941.851	13.759.273.	13.576.696	13.394.119

Fonte: própria (2022)



www.relainep.ufpr.br



6 CONCLUSÕES

Por revisão bibliográfica foi possível perceber a preocupação com a retomada da demanda pelo transporte aéreo. Percebeu-se também a convergência do uso de métodos sustentados por séries históricas, alguns amparados em análises de resultados gerados por métodos econométricos.

Assim, objetivando entender as condições da citada demanda após o COVID-19 aplicaram-se três métodos em série histórica com 39 períodos mensais em quatro anos, sendo um anterior à pandemia e outros três anos (sendo 2022 com três meses) na sequência.

Por intermédio de análise do CA foi possível determinar o método mais adequado para representar os fenômenos para o transporte aéreo brasileiro de passageiros e de cargas, gerando-se, como exemplo, a previsão para os quatro meses seguintes, ainda não registrados no Hórus.

Destaca-se também que na revisão bibliográfica são observados outros vários métodos para previsão de demanda, muitos deles não têm fundamento econométrico, o que pode aperfeiçoar sobremaneira a qualidade dos resultados obtidos neste artigo.

Pelos valores obtidos nas análises por intermédio dos modelos econométricos, é possível observar que o transporte de carga aéreo conseguiu recuperar-se, mantendo-se em tendência de crescimento próximo das condições de 2019. No tocando ao transporte de passageiros, projetaram-se 24 meses usando o método de Holt, o segundo mais eficaz após o SES, que é mais adequado para previsões curtas. O resultado aponta que o volume de passageiros da ordem de 21 milhões, maior pico em 2019, não retornará neste período.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G.C., DA SILVA, J. P.Z., SOUZA, L.R., LOUREIRO, M.B.; FERONI, R. DE C. Previsão de Demanda e Análise Simplificada da Gestão de Estoque Aplicadas a Uma Empresa do Setor Alimentício. **Brazilian Journal of Production Engineering**, V.4, N.2, p. 48-64. 2018.
- ASRAH, N M; NOR, M E; RAHIM, S N A; LENG, W K Time Series Forecasting of the Number of Malaysia Airlines and Air Asia Passengers **Journal of Physics** doi:10.1088/1742-6596/995/1/012006, 2018.
- BARCZAK, A.; DEMBINSKA, I.; ROZMUS, D.; SZOPIK-DEPCZYNSKA, K. The Impact of COVID-19 Pandemic on Air Transport Passenger Markets - Implications for Selected



www.relainep.ufpr.br



EU Airports Based on Time Series Models Analysis. **Sustainability** V.14, N.4345. <https://doi.org/10.3390/su14074345>, 2022.

CHOPRA, SUNIL E MEINDL, PETER **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação** Editora Prentice Hall, São Paulo, 2003.

DOS SANTOS, ROSANA CAMPOS; SALOMÃO, MARIANA DE ATHAYDE; OLIVEIRA, AMANDA RODRIGUES DA SILVA; CASTAÑON, JOSÉ ALBERTO BARROSO Analysis Of The Impact Of The Coronavirus Pandemic On The Demand Of International Air Transport **Brazilian Journal of Development** V.7 N.4 p. 34094-34112 ISSN 2525-8761 2022.

DRUCKER, PETER FERDINAND **Introdução à Administração** Ed. Pioneira, 714p., ISBN 8522101035, São Paulo, 1984.

ERYGINA, L.V.; BELYAKOVA, E.V.; SELIVANOV, A.V.; RYZHAYA A.A. Methodological Bases for Forecasting Passenger Flow on Regional Airlines **Journal of Contemporary Issues in Business and Government** V.27, N.3, ISSN 1323-6903, doi: 10.47750/cibg.2021.27.03.253, 2021.

FERRO, W.A.; LIMA, J.D.; TRENTIN, M.G. Combinações de Métodos Quantitativos na Previsão de Demanda de Vendas de Eletrodomésticos. **GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, V.14, N.5, p. 67-88, 2019.

GHALEHKHONDABI, IMAN; ARDJMAND, EHSAN; YOUNG, WILLIAM A.; WECKMAN, GARY R. A review of demand forecasting models and methodological developments within tourism and passenger transportation industry **Journal of Tourism Futures** V.5 N.1 p. 75-93, ISSN 2055-5911, doi: 10.1108/JTF-10-2018-0061, 2019.

HASSAN, SAID ALI; QADI, ABDULAZIZTARIQ Forecasting Passenger Numbers in Saudi Arabian Airlines Flights **International Journal of Engineering Science Invention** (IJESI) ISSN: 2319 -6734. V.7 p. 01-14, 2018.

IATA - International Air Transport Association. **Air cargogrowth continues despite a challenging backdrop.** Disponível em <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-freight-monthly-analysis---february-2022/>> Acesso em fevereiro de 2022.

IATA - International Air Transport Association. **Air Passenger Market Analysis, Air travel recovery accelerated in February despite the conflict** Disponível em: <<https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-passenger-monthly-analysis---february-2022/>> Acesso em fevereiro de 2022.

IATA - International Air Transport Association. **The impact of the war in Ukraine on the aviation industry.** Disponível em <<https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/the-impact-of-the-conflict-between-russia-and-ukraine-on-aviation/>> Acesso em março de 2022.



www.relainep.ufpr.br



- IATA - International Air Transport Association. **Passenger Recovery Accelerates in February**. Disponível em < <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-04-06-02/>> Acesso em maio de 2022.
- IATA - International Air Transport Association. **Air Cargo Growth Continues in February, up 2.9%**. Disponível em < <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-04-06-01/>> Acesso em maio de 2022.
- KITSOU SP, KOUTSOUKIS NS, CHOUNTALAS P, RACHANIOTIS NP. International Passenger Traffic at the Hellenic Airports: Impact of the COVID-19 Pandemic and Mid-Term Forecasting. **Aerospace**. V.9 N.3 p.143 <https://doi.org/10.3390/aerospace9030143> 2022.
- LAZARIN, DANIEL FRANÇA; STURARO, VINÍCIUS AITA; DA SILVA, GABRIELLA BIDURIN; CASTILLO, LUCIO ABIMAEL MEDRANO Análise de Métodos de Previsão de Demanda de Séries Temporais: Estudo de Caso em uma Empresa Fabricante de Máquinas e Equipamentos Eletromecânicos **BJD - Braz. J. of Develop.**, V.5, N.12, p. 28479-28492, ISSN 2525-8761 doi: 34117/bjdv5n12-029, 2019.
- LIAO, WEIJUN; FAN, YING; WANG, CHUNAN How does COVID-19 affect the implementation of CORSIA?, **Journal of Air Transport Management**, V.99, N.102180, ISSN 0969-6997, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2022.102180> 2022.
- OLANIYI, ADENIRAN ADETAYO; ADEDOTUN, KANYIO OLUFUNTO; SAMUEL, OWOEYE ADELANKE Forecasting Methods for Domestic Air Passenger Demand in Nigeria **J. Appl. Res. Ind. Eng**. V.5 p. 146–155, 2018.
- PEREIRA, B. M. M. G. DE S. **Forecasting model development and application in the aviation industry** Dissertação de mestrado em Gestão de Serviços e da Tecnologia. ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10071/24949>>, Acesso em abril de 2022, 2021.
- PRODANOV, C. C. E FREITAS, E. C. DE **Metodologia do Trabalho Científico [Recurso Eletrônico]: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2. Ed. – Novo Hamburgo, RS, Brasil, 2013.
- SANTOS, PEDRO VIEIRA SOUZA Previsão da demanda como suporte à filosofia lean **Exacta**, V.18 N.1, p. 226-243. doi: 10.5585/ExactaEP.v18n1.8935, 2020.
- SCHEELHAASE, JANINA; ENNEN, DAVID; FRIESKE, BENJAMIN; LÜTJENS, KLAUS; MAERTENS, SVEN; WOZNY, FLORIAN How to support the economic recovery of aviation after COVID-19? **Transportation Research Procedia**, V.62 p. 767-773, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.095> 2022.
- SONG, HAIYAN; QIU, RICHARD T.R.; PARK, JINAH A review of research on tourism demand forecasting: Launching the Annals of Tourism Research Curated Collection on



www.relainep.ufpr.br



tourism demand forecasting **Annals of Tourism Research** V.75, p. 338-362 doi:
10.1016/j.annals.2018.12.001, 2019.

TANIZAKIA, TAKASHI; HOSHINO, TOMOHIRO; SHIMMURAB, TAKESHI;
TAKENAKAC, TAKESHI Demand forecasting in restaurants using machine learning
and statistical analysis **Procedia CIRP** V.79, p. 679-683 doi:
10.1016/j.procir.2019.02.042, 2019.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA **Hórus** Laboratório de
Transportes e Logística (LABTRANS) Disponível em < <https://horus.labtrans.ufsc.br/>>
Acesso em maio de 2022.

WU, CHEN-YUH; HEIETS, I; SHVINDINA, HANNA OLEKSANDRIVNA Business Model
Management of Low-Cost: in a Search for Impact-Factors of Performance (Case of
AirAsia Group Airlines. **Marketing and Management of Innovations** I.2, ISSN 2227-
6718, doi: 10.21272/mmi.2020.2-26, 2020.