

---

## **ANÁLISE DO IMPACTO DO *E-COMMERCE* NA EFICIÊNCIA DO TRANSPORTE DE CARGA AÉREA BRASILEIRA DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19**

Maria Cecília de Farias Domingos, Giovanna Miceli Ronzani Borille, Carolina Silva Ansélmo, Rogéria de Arantes Gomes

Aeronautics Institute of Technology

Viviane Adriano Falcão

Federal University of Pernambuco

---

\* Corresponding author e-mail address: [mceciliadomingos@hotmail.com](mailto:mceciliadomingos@hotmail.com)

---

**PAPER ID: SIT144**

### **ABSTRACT**

With the advance of the Covid-19 pandemic, the air transport sector has become essential in the movement of medicines and personal protective equipment. Also, due to the restrictions of social distance, the behavior of users when shopping has been changing, with the advancement of the online market through e-commerce, which favors air transport. The literature affirms the need for logistics and technology to handle the demand for cargo, and this paper aims to fill the gap on the topic for Brazilian airports. The objective of the study is to obtain the efficiency of the Brazilian airports that most handled cargo in 2019, before and during the Covid-19 pandemic, allowing to assess the importance and growth of the sector in the current context. The results indicate that among 18 airports, 11 showed efficiency of 100.00% in 2019, and that in 2020, even with the presence of the virus, 10 were still efficient. Among the inefficient ones, 2 increased their performance compared to 2019, corroborating the leverage of the freighter market.

**Keywords:** E-commerce, Brazilian airports, Covid-19, Freighter market.

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão da malha do transporte aéreo tem ajudado a aumentar o número de passageiros e carga transportada, o que estimula a eficiência do serviço aeronáutico (Wang & Song, 2020). Com relação à carga, pode-se citar que o transporte de mercadorias de alto valor agregado e comercial, em médias e grandes distâncias, é característica do modal aéreo. O modal permite que as empresas cargueiras tenham uma resposta mais rápida da necessidade de seus clientes (Larrode *et al.*, 2018).

Com o rápido desenvolvimento da internet e das tecnologias de informação, surgiu um novo modelo de negócios denominado *e-business* (Chow *et al.*, 2013), o qual possui o *e-commerce* como o ramo de transações comerciais de bens e serviços online. O transporte de cargas aéreas é favorecido com a expansão do *e-commerce*, uma vez que a facilidade de compras online tem tornado o mercado atrativo. A presença da logística no planejamento é essencial para conceder a eficiência no transporte que demanda tarefas dinâmicas e interdependentes. Um sistema de logística de carga é essencial e deve ser autônomo para permitir rápidas respostas a quaisquer mudanças ou condições imprevistas (Chow *et al.*, 2013), como atrasos, problemas técnicos na aeronave e no transbordo.

Concomitantemente com o desenvolvimento da internet, a pandemia da Covid-19 impulsionou o crescimento do *e-commerce*. No final do ano de 2019, surgiu a pandemia do novo coronavírus, afetando diretamente o setor aéreo (IATA, 2020) com queda significativa na demanda de voos domésticos, oferta de voos e taxa de ocupação de passageiros (ANAC, 2020). Em contraste, a pandemia mudou o perfil das operações de logística das empresas, as quais buscaram não interromper suas operações e mantiveram o transporte de encomendas. Com as restrições de distanciamento social e medidas para contenção do vírus, a população brasileira passou a utilizar mais as compras online, popularizando o serviço de *e-commerce*. Ademais, além do *e-commerce*, as consequências da pandemia exigiram o

transporte de medicamentos, equipamentos de proteção individual e imunizantes, direcionando a atenção ao transporte aéreo. O uso da tecnologia na compra e no processamento de mercadorias vem aumentando devido a presença do vírus (Bhatti *et al.*, 2020).

O presente trabalho possui o objetivo de avaliar o impacto da pandemia na eficiência do transporte de cargas aéreas nos aeroportos brasileiros. Para isso, é utilizado a Análise Envoltória de Dados (DEA) com dados de movimentação de cargas e passageiros e infraestrutura entre os anos de 2019 e 2020 para os principais aeroportos que movimentam carga no Brasil. O estudo pretende preencher a lacuna na literatura sobre análise de carga aérea em aeroportos brasileiros durante a pandemia da Covid-19. Espera-se contribuir para a academia e permitir que a análise da recuperação do setor cargueiro reforce a importância do modal aéreo e a necessidade contínua de promover o desenvolvimento da logística no transporte de cargas dos terminais brasileiros.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Logística de Cargas Aéreas

Com o avanço da globalização e liberalização econômica, a competição entre meios de transportes, inclusive aeroportos, aumentou progressivamente. Para as cargas brasileiras, a falta de conservação da rede rodoviária associada ao baixo incentivo do modal aquaviário e a escassez de malha ferroviária, permite que o modal aéreo seja uma saída viável no transporte de mercadorias. Segundo Larrodé *et al.* (2018), a logística envolve todas as operações das mercadorias, do ponto de origem até o consumo, envolvendo produção, abastecimento de insumos, produção, armazenamento, gestão, transporte e entrega. Em relação ao transporte, pode-se citar o modal aéreo, foco deste trabalho.

A cadeia de transporte de mercadorias aéreas envolve desde o momento que os produtos são despachados para a companhia aérea até a entrega ao consumidor (Larrode *et al.*, 2018). É válido pontuar que o crescimento da logística no transporte de carga depende de fatores econômicos, operacionais,

tecnológicos e socioambientais. Como exemplos, pode-se citar as tarifas de pouso e armazenagem e capatazia, infraestrutura relativo à presença de terminais de cargas, qualidade do serviço do operador e impactos ambientais através de ruídos e emissão de poluentes (Larrode *et al.*, 2018). O planejamento e a logística é essencial para a melhoria contínua do transporte, buscando a consolidação do mercado cargueiro aéreo e a minimização dos custos operacionais, através por exemplo, da disposição das mercadorias nos ULD's (*Unit Load Device*).

## 2.2 Impacto da Covid-19 e Aceleração do E-commerce

A Covid-19 se disseminou em pouco tempo e, em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou pandemia mundial devido ao novo coronavírus (WHO, 2020). Várias medidas de prevenção alteraram sem precedentes as operações de transporte, e a normalização das advertências e controle da doença sugere que as restrições devem persistir por muito tempo. Não obstante, as medidas de prevenção são direcionadas especialmente aos passageiros, em que a demanda de carga aérea tem sofrido menos com as imposições (Li, 2020). Pode-se afirmar que o contágio promoveu o surgimento de novos *marketplaces*, empresas de bens de consumo e montadoras, e proporcionou o transporte de equipamentos médicos e de proteção individual. Com a melhora da situação pandêmica, a demanda pela aquisição de bens comuns deverá permanecer em ascensão. Adicionalmente, o isolamento imposto pela Covid-19 alavancou o comércio online, através do *e-commerce* (Bhatti *et al.*, 2020). Essa modalidade permite redirecionar os consumidores das lojas físicas para as *onlines* (Shao *et al.*, 2016), se tornando uma ação recorrente quando se proíbe o deslocamento presencial como forma de conter o vírus.

O uso da tecnologia ao realizar compras aumentou, como forma dos varejistas conseguirem atender as demandas dos clientes em meio as restrições impostas (Bhatti *et al.*, 2020). De acordo com pesquisa online realizada por Bhatti *et al.* (2020), 52% de consumidores evitaram fazer compras físicas e em áreas lotadas quando o vírus surgiu. A

vantagem do *e-commerce* é a possibilidade de transações comerciais sem limitações geográficas (Chow *et al.*, 2013). O transporte aéreo é favorecido com essa modalidade de compras uma vez que garante rapidez e eficiência no transporte global dos produtos. Li (2020) afirma que em 2019, empresas que atuam com *e-commerce* na China direcionaram seus negócios a logística de transporte aéreo.

Estudos como Shao *et al.* (2016) avaliaram que o *e-commerce* contribui na redução do tempo de compra e congestionamento. Já as desvantagens decorreriam da inexistência de interação com o consumidor, que pode avaliar negativamente à falta de serviço, satisfação atrasada e dificuldade de devolução na loja virtual (Shao *et al.*, 2016). Contudo, o surgimento da Covid-19 acelerou a necessidade da compra online, e o uso da logística no transporte se tornou recorrente para atender a nova demanda global por produtos internacionais que antes eram substituídos por produtos no mercado físico.

Além das consequências da pandemia, pode-se citar como fator contribuidor a liberalização econômica. Segundo Wang & Song (2020), o estímulo da política Chinesa permitiu o aumento da demanda de carga aérea, uma vez que o comércio eletrônico entre fronteiras está em constante ascensão. O Governo chinês decidiu emitir políticas para melhorar a capacidade de frete aéreo da China e aumentar a competitividade das companhias aéreas no mercado de logística internacional, o que ajuda a eliminar fatores prejudiciais a eficiência da carga aérea (Li, 2020). Ainda, Li (2020) pontua que a carga aérea pode alcançar a demanda anterior a pandemia mais rapidamente do que a de passageiros. Ele afirma que no final de maio de 2020, na China, o tráfego aéreo de passageiros não havia atingido a metade do quantitativo no mesmo período em 2019, enquanto o de cargas já estava muito próximo ao movimentado.

## 2.3 Análise Envoltória de Dados (DEA)

O DEA é o método mais difundido na literatura para avaliar a eficiência relativa de aeroportos (Lin & Hong, 2006; Tsui *et al.*, 2014; Iyer & Jain, 2019; Ngo & Tsui, 2020; Guner *et al.*, 2021). Desenvolvido por Charnes *et al.* (1978), o DEA é um modelo não-

paramétrico, o qual calcula a eficiência relativa para um *Decision Making Unit* (DMU) considerando o peso de vários outros DMU's (Wanke & Barros, 2017; Iyer & Jain, 2019). A premissa do método é medir o desempenho relativo entre DMU's, gerando um único indicador de desempenho para cada DMU do grupo avaliado, a partir da relação ponderada entre produtos e insumos (Lin & Hong, 2006).

A análise do indicador decorre pela comparação entre DMU's que se encontram sob ou distante da fronteira de eficiência, o que as caracterizam como eficientes ou ineficientes, respectivamente (Lin & Hong, 2006; Iyer & Jain, 2019; Ngo & Tsui, 2020; Toledo *et al.*, 2021). Na presença de uma DMU ineficiente, avalia-se a forma de trazê-la para mais perto da fronteira. Para o estudo da eficiência relativa, há possíveis métodos de avaliação, entre eles, o DEA-CCR e DEA-BCC. O modelo CCR possui retorno de escala constante para ambos *inputs* e *outputs*, enquanto o modelo BCC utiliza uma medida mais realista, permitindo retornos variáveis de escala (Lin & Hong, 2006).

Lin & Hong (2006) avaliaram o desempenho operacional de vinte aeroportos internacionais a partir do DEA. Quatro modelos DEA foram aplicados, com o objetivo de averiguar a análise das variáveis por valor de eficiência, folga, sensibilidade e peso. Em relação ao peso das variáveis, os resultados indicaram que, para os *inputs*, o número de funcionários, pistas e vagas de estacionamento contribuíram mais para a performance operacional dos terminais. Já para os *outputs*, a movimentação de passageiros foi mais significativa. Guner *et al.* (2021) estudaram a eficiência ambiental de 23 aeroportos na Eurásia a partir do novo *Fuzzy Double-Frontier Network DEA*. Os *outputs* corresponderam a movimentação de passageiros e cargas e os níveis de emissões de poluentes das aeronaves, e os *inputs* se relacionaram com o uso da infraestrutura disponível, movimentação e consumo de combustível. A partir destes, foi possível construir um modelo para manter as emissões sob controle, maximizar a movimentação de passageiros e cargas e minimizar o consumo de combustível. Nesse contexto, pretende-se aplicar o DEA com os dados de movimentação

e infraestrutura para análise da eficiência do setor de cargas, uma vez que há uma lacuna na literatura de estudos sobre o tema. Os estudos supramencionados não utilizaram dados de área de terminal de cargas e de tonelada transportada, por exemplo, sendo o presente estudo direcionado a contribuir com a temática e apontar a importância do setor cargueiro no ramo aéreo.

### 3. MODELO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização da Demanda

A pandemia do novo coronavírus tem afetado diferentemente a movimentação de passageiros e carga aérea nos aeroportos brasileiros. A Figura 1 apresenta o percentual de crescimento entre a movimentação de cargas e passageiros dos aeroportos brasileiros nos meses de 2020 em comparação com os de 2019 (ANAC, 2021). É possível observar que a recuperação de cargas em relação ao mesmo período em 2019 é mais rápida do que a de passageiros. Em dezembro de 2020, restavam apenas 7,49% das cargas aéreas para alcançar o valor transportado no mesmo período do ano anterior, enquanto para os passageiros, o valor era de 40,92%. Essa situação corrobora com a necessidade do transporte aéreo de cargas durante o período de isolamento social no país, e evidencia a retomada do setor por fatores atrelados tanto à suprimentos médicos como os de uso pessoal com o avanço do *e-commerce*, *marketplaces*, montadoras e empresas de bens de consumo.

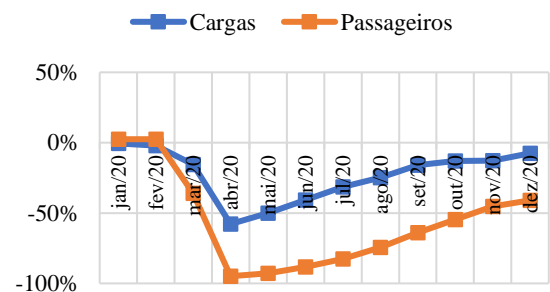


Figura 1 Percentual de crescimento anual de cargas e passageiros em 206 aeroportos, entre janeiro a dezembro/2020. Fonte: ANAC, 2021.

Da mesma forma, Li (2020) afirma que muitas companhias aéreas chinesas aumentaram a demanda de carga por converter

os assentos de passageiros nas aeronaves por transporte de produtos. Assim como a China, o Brasil precisava de muitos materiais médicos de proteção e vacinas advindos do exterior, o que promoveu uma retomada para as transportadoras. Ademais, pode-se citar que devido a logística e a concentração de voos, muitos aeroportos nacionais serviram como base para recebimento e posterior despacho dos materiais para diversos terminais no país.

### 3.2 Banco de Dados e Modelagem

Para análise do transporte de cargas no país, aplicou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) entre os anos de 2019 e 2020, buscando obter o *ranking* de eficiência no setor previamente e durante a ascensão da pandemia. Para isso, verificou-se os 20 aeroportos brasileiros que mais movimentaram cargas em 2019, de acordo com a base de dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2021). A utilização da ferramenta DEA, neste trabalho, considera a escolha das DMU's a serem avaliadas, a saber, os aeroportos da amostra descritos na Tabela 1. Em seguida, são selecionadas as variáveis de interesse, caracterizadas pelos *inputs* e *outputs* definidas pelos estudos prévios realizados (Lin & Hong, 2006; Guner *et al.*, 2021; Toledo *et al.*, 2021) e pela disponibilidade de dados. Nesse contexto, as variáveis de *input* foram a área do terminal de cargas (para avaliar a capacidade de recebimento e armazenamento das cargas analisadas), área do terminal de passageiros (para analisar o desempenho da infraestrutura durante a pandemia) e o comprimento de pista (devido à necessidade de os aviões cargueiros movimentarem-se em pistas longas e pavimentadas); e para *outputs*: a carga (representando a movimentação total de carga naquele aeroporto), bem como os passageiros (introduzindo a oscilação na movimentação de passageiros durante os anos).

Seguindo as premissas da DEA, foram relacionadas as variáveis de interesse, aplicando o modelo BCC orientado a *output*, uma vez que há interesse do setor aeroportuário na maximização dos produtos. Os dados foram processados no MaxDEA (2021), sendo um cenário para o ano de 2019 e o outro para o ano de 2020. As escolhas dos aeroportos brasileiros basearam-se na importância que possuem para o transporte de carga do país, tanto o volume movimentado, quanto a capacidade e localizações estratégicas para outras logísticas de transporte. Entretanto, é válido pontuar que devido a acessibilidade de dados, dentre os 20 aeroportos, 2 foram retirados do modelo, entre eles, Aeroporto de Vitória e Aeroporto Internacional de Brasília. Com relação a análise dos dados, pode-se citar que entre as variáveis de *inputs*, apenas a área total do terminal de passageiros do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro e do Aeroporto Internacional de Porto Alegre expandiu em 2020, alcançando, respectivamente, 409.959 m<sup>2</sup> (Aeroportos Brasil, 2021) e 72.000 m<sup>2</sup> (Fraport Brasil, 2021), sendo os demais aeroportos permanecendo com a mesma infraestrutura para ambos os anos. Já em relação as variáveis de *outputs*, como esperado, a movimentação de passageiros e cargas reduziu em 2020 em comparação com o ano de 2019, com exceção para a movimentação de cargas do Aeroporto Internacional de Viracopos e Manaus, o qual obtiveram, respectivamente, 24,07% e 3,10% e de crescimento no ramo de um ano para o outro. A Tabela 1 abaixo aponta o percentual de oscilação de passageiros e cargas para cada terminal em estudo. É possível notar, em geral, a recuperação mais rápida do transporte de cargas, sendo o Aeroporto Internacional de Viracopos com melhor retomada e o Aeroporto Internacional de Salvador, com a pior.

**Tabela 1: Percentual de movimentação de passageiros e cargas de 2019 para 2020.**

ICAO	Aeroporto	Pax	Carga
SBGR	Aeroporto Internacional de São Paulo	-52,86%	-26,61%
SBKP	Aeroporto Internacional de Viracopos/Campinas	-36,99%	24,07%
SBEG	Aeroporto Internacional de Manaus	-42,79%	3,10%
SBGL	Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro	-67,02%	-48,88%
SBSP	Aeroporto de São Paulo/Congonhas	-69,32%	-71,24%
SBRF	Aeroporto Internacional de Recife	-45,45%	-20,80%

ICAO	Aeroporto	Pax	Carga
SBFZ	Aeroporto Internacional de Fortaleza	-56,41%	-29,58%
SBCF	Aeroporto Internacional de Confins	-56,70%	-44,05%
SBSV	Aeroporto Internacional de Salvador	-50,13%	-51,09%
SBPA	Aeroporto Internacional de Porto Alegre	-58,14%	-40,96%
SBCT	Aeroporto Internacional de Curitiba	-61,13%	-39,48%
SBBE	Aeroporto Internacional de Belém	-43,32%	-19,18%
SBSG	Aeroporto de São Gonçalo do Amarante	-49,28%	-41,76%
SBGO	Aeroporto de Goiânia	-56,29%	-50,60%
SBCY	Aeroporto Internacional de Cuiabá	-50,27%	-42,29%
SBRJ	Aeroporto do Rio de Janeiro	-45,26%	-1,10%
SBFL	Aeroporto Internacional de Florianópolis	-52,35%	-44,24%
SBSL	Aeroporto Internacional de São Luís	-50,56%	-41,05%

### 3.3 Resultados e Discussões

Após a aplicação do modelo DEA-BCC orientado a output, realizou-se a análise da eficiência anual dos 18 aeroportos da amostra para os anos de 2019 e 2020, considerando o esperado para o período de crise pandêmica. Na Figura 2 são apresentados os resultados da amostra de eficiência dos terminais.

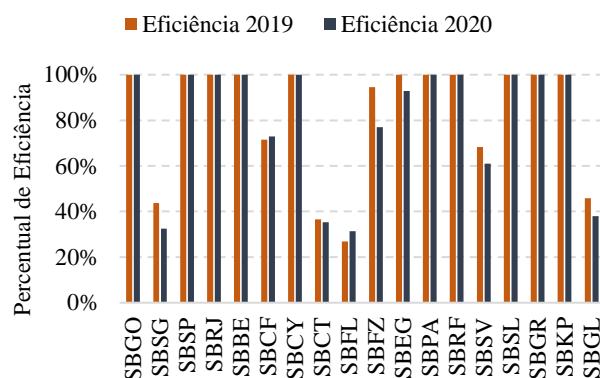


Figura 2: Eficiência anual dos aeroportos brasileiros.

Os resultados da Figura 2 mostram valores de desempenho gerais elevados para as variáveis consideradas, com média de eficiência de 82,64% e 80,05% para os anos de 2019 e 2020, respectivamente. Para o ano de 2019, observa-se que 11 aeroportos apresentaram eficiência de 100,00%, entre eles, SBGO, SBSP, SBRJ, SBBE, SBCY, SBEG, SBPA, SBRF, SBSL, SBGR e SBKP. Já os terminais SBSG, SBCF, SBCT, SBFL, SBFZ, SBSV e SBGL apresentaram desempenho abaixo da fronteira, sendo SBFL o mais deficiente, com 26,92%. No ano da crise pandêmica, 10 terminais ainda apresentaram

eficiência de 100,00%, com exceção de SBEG. É importante mencionar que o Aeroporto Internacional de Manaus é o principal distribuidor de cargas da região e possui função de destaque por se encontrar na região da Zona Franca, grande polo industrial. Nota-se que os mesmos 7 terminais do ano de 2019 permaneceram com baixa eficiência, porém SBCF e SBFL elevaram seus desempenhos em relação ao ano anterior, com um aumento de 1,92% e 16,44%, respectivamente.

Os aeroportos internacionais estão aptos ao aumento da eficiência devido a ascensão do *e-commerce*, o qual proporciona novos investidores e transportadores, e consequentemente, demanda por transporte aéreo. Li (2020) afirma que durante a pandemia, novas rotas de cargas aéreas foram criadas, e que o acelerado crescimento do *e-commerce* transnacional tem sido apontado como outro avanço para impulsionar o comércio exterior. Na amostra em estudo, observa-se que 2 aeroportos internacionais aumentaram o desempenho em 2020, mas que 5 perderam eficiência. Este trabalho relaciona-se com a eficiência produtiva e a falta de dados desagregados impossibilita relacionar com a movimentação apenas do *e-commerce*, por exemplo. Portanto, o resultado indica que uma DMU ineficiente pode possuir voos internacionais de carga, devido a influência positiva do *e-commerce*, mas que há outros fatores, como a infraestrutura e a capacidade de transporte das aeronaves, que podem afetar o desempenho. Da mesma forma, pode-se citar o fato da obtenção de dados de carga apenas para vacinas e equipamentos de saúde.

Pode-se afirmar que a ineficiência de alguns terminais pode estar relacionada a oscilação de demanda e da capacidade de infraestrutura, em relação aos terminais que se encontram na fronteira. A Tabela 2 mostra a eficiência medida pelo modelo para cada aeroporto, as folgas relativas de cada variável e sua classificação no *ranking*. De acordo com Toledo *et al.* (2021), a folga não pode ser uma meta fixa, mas uma indicação da variável de desempenho mais prejudicial, do ponto de vista

produtivo. Com base nas folgas relativas, o modelo sugere uma redução nas variáveis de insumos e um aumento no produto para cada DMU atingir a fronteira eficiente, em ambos os anos. Nota-se também que as folgas médias relativas nos *inputs* são mais recorrentes em comparação com as folgas médias relativas nos *outputs*, o que indica que as variáveis de pista, TPS e TECA possuem maior folga e assim, precisam de mais atenção.

**Tabela 2: Ranking dos Aeroportos e Folgas Relativas para cada variável.**

Ano	ICAO	Ranking	Eficiência		Redução de <i>Inputs</i>		Aumento de <i>Outputs</i>	
			2019	Pista	TPS	TECA	Pax	Carga
2019	SBGO	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBSP	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBRJ	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBBE	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBCY	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBEG	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBPA	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBRF	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBSL	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBGR	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBKP	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBFZ	2	94,56%	0,00%	-13,74%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBCF	3	71,55%	0,00%	-54,59%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBSV	4	68,33%	-4,73%	-23,39%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBGL	5	45,83%	-35,11%	-33,93%	0,00%	0,00%	30,19%
2019	SBSG	6	43,78%	0,00%	-25,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBCT	7	36,50%	-0,58%	-34,99%	0,00%	0,00%	0,00%
2019	SBFL	8	26,92%	-22,10%	-26,84%	0,00%	0,00%	31,95%
2020	SBGO	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBSP	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBRJ	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBBE	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBCY	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBPA	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBRF	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBSL	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBGR	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBKP	1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBEG	2	92,82%	0,00%	-16,80%	0,00%	105,53%	0,00%
2020	SBFZ	3	76,97%	0,00%	-41,50%	0,00%	0,00%	0,00%
2020	SBCF	4	72,92%	0,00%	-56,91%	-6,26%	0,00%	87,66%

2020	SBSV	5	61,04%	-36,47%	-35,08%	0,00%	0,00%	43,23%
2020	SBGL	6	37,99%	-37,38%	-52,98%	0,00%	0,00%	116,50%
2020	SBCT	7	35,30%	-20,88%	-34,82%	0,00%	0,00%	94,85%
2020	SBSG	8	32,50%	0,00%	-20,79%	0,00%	78,29%	0,00%
2020	SBFL	9	31,34%	-24,69%	-20,72%	0,00%	0,00%	423,35%

A análise da Tabela 2 permite identificar que os aeroportos SBGO, SBSP, SBRJ, SBBE, SBCY, SBPA, SBRF, SBSL, SBGR e SBKP permaneceram na melhor posição do *ranking* em ambos os anos, apenas alternando de posição devido a SBEG ter deixado de estar na fronteira em 2020. Observa-se que dentre estes, apenas 3 terminais são domésticos, corroborando com a contribuição do mercado internacional. No tocante as folgas, para o ano de 2019, SBFZ possui o maior escore de eficiência entre os ineficientes e o modelo específica que para atingir a fronteira, deve-se aumentar a movimentação de cargas, enquanto para o ano de 2020, o terminal SBEG passa a ocupar a posição, sendo necessário aumentar a movimentação de passageiros para alcançar 100,00%. Esse último fato explica o fato de SBEG ser um importante terminal de cargas no norte do país, sendo, portanto, ineficiente em relação ao transporte de passageiros. Em relação a SBFL, último do *ranking*, há a necessidade de aumentar em 423,35% a movimentação de cargas do terminal em 2020 para torná-lo eficiente.

Ademais, dentre os aeroportos com necessidade de redução de *inputs*, apenas o aeroporto SBEG não era concessionado durante o período de estudo. Infere-se o possível aumento de superestrutura nos primeiros anos de privatização para atender a demanda prevista, o que pode causar a ineficiência. Conforme Toledo *et al.* (2021), há necessidade da revisão de contratos de concessão dos aeroportos brasileiros para evitar superávit de capacidade de infraestrutura em previsões irreais de demanda. Identificar aeroportos ineficientes pode ajudar na tomada de decisões para melhorar a gestão aeroportuária, inserir aeroportos com capacidade subutilizada na rede aérea quando os hubs estão muito saturados (Toledo *et al.*, 2021) e frisar a importância da logística no comércio de cargas devido ao aumento promissor do *e-commerce*.

Nesse contexto, nota-se que apesar da crise pandêmica enfrentada no país, o mercado de carga aérea permaneceu com movimentações e eficiência de transporte elevadas. Conforme citado anteriormente, à medida que a crise do coronavírus se expande, a demanda por equipamentos médicos e de proteção individual aumenta em muitos lugares do mundo, o que justifica os cenários obtidos. Da mesma forma que Li (2020), ratifica-se a necessidade do desenvolvimento do setor cargueiro, principalmente devido as transportadoras terem se tornado essenciais na movimentação de medicamentos e equipamentos de proteção. Ainda, Li (2020) afirma que as empresas cargueiras podem obter vantagens estendendo seus serviços de frete aéreo puro a uma cadeia de suprimentos abrangente, alavancando o mercado online.

#### 4. CONCLUSÃO

Com o avanço da pandemia da Covid-19, o transporte aéreo de cargas tornou-se essencial no transporte de medicamentos e equipamentos de proteção individual. Com as restrições de distanciamento social, o comportamento dos usuários perante compras vem mudando, com o avanço do mercado online através do *e-commerce*, o que favorece o transporte aéreo. A revisão bibliográfica realizada aponta a necessidade da logística e da tecnologia para comportar a demanda de cargas, sendo este trabalho voltado para a preencher a lacuna na literatura sobre o tópico para aeroportos brasileiros. Pelo conhecimento dos autores, não há estudos na literatura que analisam a eficiência de aeroportos brasileiros em relação ao transporte de cargas antes e durante a pandemia da Covid-19. O DEA é um método difundido na literatura para medir a eficiência de terminais. Este trabalho aplica o DEA para avaliar a eficiência produtiva dos aeroportos que mais movimentam cargas no Brasil, com o intuito de verificar como o mercado de cargas contribuiu para o



desempenho dos terminais. Para este trabalho, os resultados do DEA indicam que 11 aeroportos apresentaram eficiência de 100,00%, e 7 ineficientes, sendo SBFL o mais deficiente, com 26,92%. Para o ano de 2020, entre esses 7, 2 terminais, a saber SBCF e SBFL, elevaram seus desempenhos em relação ao ano anterior, com um aumento de 1,92% e 16,44%, respectivamente.

No ano da crise pandêmica, 10 terminais ainda apresentaram eficiência de 100,00%, com exceção de SBEG. As folgas indicaram que para esse terminal, o qual é o maior na região norte e o terceiro no Brasil, é necessário aumentar a movimentação de passageiros para atingir a fronteira. Assim, o terminal em questão torna-se ineficiente em relação ao transporte de passageiros. Em geral, as folgas sugerem uma redução nas variáveis de insumos e um aumento no produto para cada aeroporto atingir a fronteira eficiente, em ambos os anos. Sabe-se que houve muitas restrições de distanciamento social para minimização do espalhamento do vírus, e por isso, a demanda de passageiros reduziu significativamente. Da mesma forma, o transporte de cargas também foi afetado, mas a recuperação da movimentação vem se dando de forma mais rápida, devido ao transporte de vacinas, medicamentos e equipamentos de proteção individual, uma vez que os insumos demandam trocas internacionais e alta velocidade de percurso. Ainda, o mercado de *e-commerce* está em constante ascensão, sendo impulsionado no período pandêmico, com a mudança comportamental de usuários que tendem a preferir o comércio online. Isso favorece o crescimento de plataformas, transportadoras e consequentemente a demanda pelo modal aéreo.

Conclui-se que o *ranking* de eficiência dos aeroportos durante a pandemia perante o transporte de cargas não alterou significativamente em comparação com os dados prévios a presença do vírus e as restrições impostas por ele. Para melhorias do setor, o trabalho sugere o aumento da capacidade nas aeronaves, o uso de tecnologias que permitem a eficiência da logística, com os drones e a *blockchain*, bem como a implementação de inteligência de mercado na integração de modais. Enfatiza-se de que os

resultados estão limitados a disponibilidade de dados e tamanho da amostra, e que estudos futuros poderiam inserir novas variáveis que representem a economia e o mercado, como o quantitativo de vendas por *e-commerce*.

## References

- ANAC (2020) Agência Nacional de Aviação Civil. Acesso em 28 Ago, 2021, disponível em <https://www.anac.gov.br/noticias/2020/demanda-domestica-por-voos-cai-32-9-em-marco-apos-pandemia-do-novo-coronavirus>.
- ANAC (2021) Agência Nacional de Aviação Civil. Ministério da Infraestrutura e Secretária Nacional de Aviação Civil. Acesso em 03 Set, 2021, disponível em <https://horus.labtrans.ufsc.br/gerencial/#Movimentacao/Comparativo>.
- Aeroportos Brasil (2021). Acesso em 01 Set, 2021, disponível em [https://www.aeroportosdobrasil.com.br/rio\\_de\\_janeiro\\_rj/antonio\\_carlos\\_jobim\\_rj/terminal\\_carga\\_aerea\\_aeroporto\\_do\\_rio\\_de\\_janeiro\\_antonio\\_carlos\\_jobim\\_rj.php](https://www.aeroportosdobrasil.com.br/rio_de_janeiro_rj/antonio_carlos_jobim_rj/terminal_carga_aerea_aeroporto_do_rio_de_janeiro_antonio_carlos_jobim_rj.php).
- Bhatti, A., Akram, H., Basit, H.M., Khan, A.U., Naqvi, S.M.R., & Bilal M. (2020) E-commerce trends during COVID-19 pandemic. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, v. 13, (pp.1449-1452).
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, (pp. 429-444). doi: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Chow, H.K.H., Siu, W., Chan, C.K., & Chan H.C.B (2013) An argumentation-oriented multi-agent system for automating the freight planning process. *Expert Systems with Applications*, v. 40, (pp. 3858-3871). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.042>
- Fraport Brasil (2021). Acesso em 01 Set, 2021, disponível em <https://portoalegre-airport.com.br/pt/cargas-aeroporto->

- internacional-porto-alegre-salgado-filho/novo-terminal-de-cargas.
- IATA (2020) International Air Transport Association. Acesso em 01 Set, 2021, disponível em <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/june-data-and-revised-air-travel-outlook/>.
- ICAO (2018) International Civil Organization. Acesso em 17 Ago, 2020, disponível em [https://www.icao.int/annual-report-2018/Documents/Annual.Report.2018\\_Air%20Transport%20Statistics.pdf](https://www.icao.int/annual-report-2018/Documents/Annual.Report.2018_Air%20Transport%20Statistics.pdf),
- Iyer, K.C., & Jain, S. (2019). Performance measurement of airports using data envelopment analysis: A review of methods and findings. *Journal of Air Transport Management*, v. 81. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2019.101707>
- Larroché, E., Muerza, V., & Villagrasa, V. (2018) Analysis model to quantify potential factors in the growth of air cargo logistics in airports. *Transportation Research Procedia*, v. 33, (pp. 339-346). doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.111>.
- Li, T. (2020) A SWOT analysis of China's air cargo sector in the context of COVID-19 pandemic. *Journal of Air Transport Management*, v. 88. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101875>
- Lin, L., & Hong, C. (2006). Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, (pp. 342-351).
- MaxDEA (2021) MaxDEA 8 Ultra (4-Core) 8.1.0. Beijing Realworld Software Company Ltd. Berkelaar, M., Eikland, K., Dirks, J., Notebaert, P. Acesso em 09 Out, 2021, disponível em <http://maxdea.com>.
- Ngo, T., & Tsui, K.W.H. (2020). A data-driven approach for estimating airport efficiency under endogeneity: An application to New Zealand airports. *Research in Transportation Business & Management*, v. 34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2019.100412>.
- SAC (2020) Secretaria de Aviação Civil. Website Hórus. Acesso em 17 Ago, 2021, disponível em <https://horus.labtrans.ufsc.br/gerencial/#Movimentacao/Ranking>.
- Shao, J., Yang, H., Xing, X., & Yang, L. (2016) E-commerce and traffic congestion: An economic and policy analysis. *Transportation Research Part B*, v. 83, (pp. 91-103). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2015.11.003>.
- Toledo, F.S., Falcão, V.A., Camioto, F.A., & Silva, P.A.L. (2021). Does Privatization Make Brazilian Airports More Efficient? *Transportes*, v 29. doi: <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v29i2.2304>.
- Tsui, W.H.K., Balli, H.O., Gilbey, A, & Gow, H. (2014). Operational efficiency of Asia-Pacific airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 40, (pp. 16–24). doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2014.05.003>.
- Wanke, P. & Barros, C.P. (2017). Efficiency thresholds and cost structure in Senegal airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 58, (pp. 100–112). doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.10.005>.
- Wang, Z., & Song, W. K. (2020) Sustainable airport development with performance evaluation forecasts: A case study of 12 Asian airports. *Journal of Air Transport Management*, v. 89. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101925>
- WHO (2020) World Health Organization. Acesso em 05 Set, 2021, disponível em <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.