

## CONSEQUÊNCIAS DA PANDEMIA DE COVID-19 PARA A AVIAÇÃO CIVIL NO BRASIL

## CONSEQUENCES OF THE COVID-19 PANDEMIC FOR CIVIL AVIATION IN BRAZIL

**Versão do autor aceita publicada online:** 31 maio 2021

**Publicado online:** 25 jun. 2021

**Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA):** Senna, V., & Souza, A. M. (2021). Consequências da pandemia de covid-19 para a aviação civil no Brasil. *Exacta*. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.19744>.

### **Viviane de Senna**

[vivianedsenna@hotmail.com](mailto:vivianedsenna@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2924-5813>

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Graduada em Administração pela UFN, Especialista em Gestão de Negócios pela UFN, Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa pela UFSM, Graduada pelo Programa Especial de Graduação de Formação de Professores Para A Educação Profissional pela UFSM, Mestra em Engenharia da Produção pela UFSM, doutoranda em Engenharia da Produção pela UFSM.

### **Adriano Mendonça Souza**

[amsouza.sm@gmail.com](mailto:amsouza.sm@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1562-2246>

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Graduado em matemática pela FIC - Faculdade Imaculada Conceição - Santa Maria- RS-Brazil), Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa pela UFSM, Mestre em Engenharia da Produção pela UFSM, doutor em Engenharia da Produção pela UFSC e neste período atuou como pesquisador na Texas A & M University (TX - USA), realizou post-doc no Instituto Superior da Ciência do Trabalho e da Empresa - ISCTE - Business School - Lisbon Institute - Portugal. Atualmente é Professor Titular do Departamento de Estatística (UFSM) atuando nos curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa (UFSM) e no Mestrado em Engenharia de Produção (UFSM) assim como nos demais cursos de graduação da instituição. A partir de 2007 passou a avaliador de curso e avaliador institucional do MEC, além de ser referri de várias revistas científicas. Faz parte do corpo editorial da Revista Ciência e Natura e membro do comitê editorial da Editora-UFSM.

### **Resumo**

As Companhias aéreas no Brasil têm grande desafio administrativo para se manterem de forma competitiva no mercado. No ano de 2020 a pandemia causada pelo vírus SARS-COV-2 impactou o setor e gerou uma crise econômica que se acentuou diante da medida sanitária de distanciamento social. O objetivo do estudo é realizar previsões para o ano de 2020 das séries de passageiros e carga paga e correio transportadas pela aviação civil brasileira utilizando a metodologia Box e Jenkins, efetuando-se comparações com os valores previstos e realizados para determinar o impacto no período de pandemia e o verificar o comportamento das séries. Os modelos ajustados para passageiros transportados foi um SARIMA(1,0,0)(2,1,0)<sub>12</sub> para a

carga paga e correio foi um e SARIMA(0,1,1)(0,1,1)<sub>12</sub>, as perdas estimadas para o ano de 2020 foram de, no mínimo, 27,82% e 21,30% respectivamente, para passageiros e carga paga e correio transportados, podendo chegar próximo dos 55%. Os resultados indicam grandes desafios para a manutenção das Companhias no mercado doméstico devido a grandes perdas de receita envolvidas.

**Palavra-Chave:** Aviação civil. ARIMA. Séries temporais. Pandemia. SARS-COV-2.

### Abstract

Airlines in Brazil have a great administrative challenge to remain competitive in the market. In the year 2020, a pandemic caused by the SARS-COV-2 virus impacted the sector and generated an economic crisis that was accentuated by the health measure of social distance. The objective of the study is to carry out for the year 2020 the series of passengers and paid cargo and mail transported by Brazilian civil aviation using the methodology and Jenkins, making comparisons with the results, and carried out to determine the impact on the pandemic period and o check the behavior of the series. The adjusted models for passengers transported to a SARIMA(1.0.0)(2.1.0)<sub>12</sub> for cargo paid and mail was one and SARIMA(0.1.1)(0.1.1)<sub>12</sub>, the estimated losses for the year 2020 were, at least, 27.82% and 21.30% respectively, for passengers and paid cargo and mail transported, which may reach close to 55%. The results resulted in great challenges for the maintenance of the Companies in the domestic market due to the large losses of revenue involved.

**Keywords:** Civil Aviation. ARIMA. Time series. Pandemic. SARS-COV-2.

### Introdução

As modificações de cenário econômico mundial impostas pela pandemia de SARS-COV-2 causaram a maior crise que o setor aéreo internacional já enfrentou (Rodrigues, 2020). Na aviação civil brasileira a expectativa de operação para o ano de 2020 foi bem díspar do realizado. A pandemia forçou o fechamento de aeroportos, redução do tráfego aéreo em aproximadamente 90% durante o mês de abril de 2020, pela chamada “malha aérea essencial”, com o intuito de controlar o vírus (ANAC, 2020). Em um país com as dimensões continentais, como o Brasil, o transporte aéreo tem a capacidade de agilizar deslocamentos e conectar regiões.

A importância de verificar o impacto que uma crise causa em determinado setor é compreender como esse acontecimento pode impactar a sociedade, na renda da população, na desigualdade econômica e desenvolvimento de um país ou região. No caso da aviação, a redução ou exclusão de uma linha aérea restringe o contato de determinada região com as demais. Esse tipo de transporte tem como característica marcante a rapidez, tanto para passageiros quanto cargas, por isso, a partir da indisponibilidade desse recurso a região afetada

tem ampliados os tempos de acesso e reduzida a capacidade de conexão. Por outro lado, a ocorrência de casos de Covid-19 pelo Brasil acompanha o fluxo aéreo, o que evidencia a disseminação do vírus por intermédio dos passageiros (Ribeiro, 2020).

Os estudos desenvolvidos sobre o impacto da pandemia focam em diversas áreas de conhecimento e desenvolvimento econômico. No entanto, nas pesquisas efetuadas não encontrou-se estudos com enfoque no impacto para a aviação doméstica brasileira, mas com relação a transmissão e disseminação do vírus nesse tipo de transporte. Por isso, o problema que se pretende investigar é qual foi o impacto da pandemia de Covid-19 para o transporte de passageiros e carga na aviação civil no Brasil? O objetivo do estudo é verificar o comportamento das séries de passageiros e carga paga e correio transportados pela aviação civil brasileira utilizando a metodologia de Box e Jenkins, estimar os valores esperados para o ano de 2020 sem o impacto da pandemia e efetuar a comparação com o realizado das séries para verificar o impacto da pandemia de Covid-19.

O estudo será composto pelo referencial teórico, em que será abordado o histórico da aviação civil no Brasil, os cenários econômicos da aviação civil no Brasil antes e depois da pandemia de Covid-19, pela metodologia com a descrição da metodologia Box-Jenkins, pelos resultados e discussões com a apresentação dos modelos mais adequados, pelas considerações finais e, por fim as referências utilizadas como embasamento teórico.

### **Aviação civil no Brasil**

A aviação civil tem como marco inicial as empresas de transporte aéreo estrangeiras Compagnie Générale Aéropostale e a Condor Syndikat, que passaram a atuar no Brasil na segunda metade da década de 1920 (Bielschowsky & Custódio, 2011). A Condor Syndikat, passou a ser Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul e foi absorvida pela Viação Aérea Rio Grandense - VARIG em 1975 (Ferreira, 2017). A Compagnie Générale Aéropostale fundiu-se com outras companhias, em 1933, para a criação da Air France (Bielschowsky & Custódio, 2011). No mesmo ano foi fundada a Viação Aérea de São Paulo - VASP que acabou falindo no ano de 2008, a Aerolloyd Iguassú, adquirida pela VASP em 1939 (Ribeiro, 2018).

A década de 1940 ficou marcada pela difusão tecnológica do setor aéreo, em 1941 o governo criou o Ministério da Aeronáutica, que se tornou a Força Aérea Brasileira – FAB (Fajer, 2009). Foi fundada em 1942 a Aerovias Brasil S.A., pertencia ao grupo centro-americano TACA e a um grupo de acionistas brasileiros (Ferreira, 2017). Em 1949, foi comprada pelo governo do Estado de São Paulo e privatizada em 1954 passando a integrar a

Real Transportes Aéreos. A Real adquiriu várias companhias fundando o Consórcio Real-Aerovias-Nacional (Castro & Larny, 1993).

Foram fundadas nas décadas de 1940 e 1950, vinte e duas Companhias aéreas (Ferreira, 2017). Os anos 1960 foram marcados por uma crise econômica para a aviação comercial brasileira, o que levou o governo federal a exercer maior controle e apoiar fusões que reduziram o número de empresas brasileiras para quatro grandes empresas comerciais: VARIG, VASP, Cruzeiro e Transbrasil (Fajer, 2009). Com a formação das quatro companhias formaram o primeiro oligopólio da aviação comercial brasileira (Ferreira, 2017).

O Decreto 72.898/73 ratificou a competição controlada e estabeleceu quatro companhias nacionais e 5 regionais, deixando as quatro grandes responsáveis pela operação, as regionais eram subsidiadas pela União. Em função do Decreto as Companhias operaram, por longo período, de 1973 e 1986, com restrições para a atuação do gerenciamento. Estas acusam o governo de interferirem demasiadamente no setor o que levou algumas a falência, como é o caso da Transbrasil (Ferreira, 2017).

A partir de 2007 a VARIG passou a ser uma pequena empresa que ostentava números que a consagraram como líder mundial, mas foi adquirida pela Gol Linha Aéreas Inteligentes S.A. que em 2001 passou a operar com nova proposta, reduziu custos e o valor das tarifas (Fajer, 2009). O que acompanhou a nova tendência de mercado e a política comercial nacional para transportes aéreos, em que, a partir de 1992 passou a monitorar as tarifas e regras do setor aumentando a concorrência e tentando manter o controle e desenvolvimento do transporte aéreo não regular. Nos anos 1990 as três empresas VARIG, VASP e Transbrasil enfrentaram dificuldades que se mostraram fatais no início do século XXI (Ferreira, 2017).

Com o início do Plano Real, em 1994, a adequação ao novo valor da moeda, o aumento das viagens ao exterior, e do poder aquisitivo da população ampliou a demanda nacional e auxílio no princípio do processo de desregulamentação. A desregulamentação foi provocada pelo colapso do modelo que levou a venda ou a falência das empresas do segmento, ficou marcada pelo fim das restrições territoriais; o fim da exclusividade para as empresas regionais de operarem voos Diretos ao Centro; e a criação e ampliação do conceito de banda tarifária, em que a tarifa ao consumidor poderia oscilar (IPEA, 2010). Esse processo propiciou práticas mais modernas na gestão das empresas aéreas e inovações organizacionais, tecnológicas e mercadológicas no setor (Ferreira, 2017). As empresas VARIG, VASP e Transbrasil desapareceram, mas empresas como TAM, GOL e Azul ocupam sua parcela no mercado que continua em desenvolvimento.

## **Cenário econômico da aviação civil no Brasil antes da pandemia de Covid-19**

Com o intuito de auxiliar na verificação do impacto da pandemia para o setor aéreo, uma breve explanação sobre a situação anterior será efetuada, sem a pretensão de esgotar o assunto, mas para auxiliar na compreensão do cenário.

O setor aéreo é composto por custos fixos altos, custos financeiros caracterizados por grandes prazos aliados a despesas com juros, que somados aos demais custos e despesas que são difíceis de serem reduzidos (Mattos & Renzetti, 2020). As operações possuem relação com economias de escala que gerou um novo modelo de negócio as companhias de baixo custo – *low cost carriers* ou LLC. As LLC atuam em rotas diretas, com aeronaves menores e mais cheias de passageiros, que ficam menos tempo em solo e utilizam aeroportos secundários, o que amplia a possibilidade de conexões e negociações de preços de voos (Dresner, Lin & Windle, 2001). Nesse formato de negócio as Companhias conseguem retornos superiores aos concorrentes que utilizam o modelo tradicional (Barbot, Costa & Sochirca, 2008). No Brasil, o modelo começou a ser utilizado pela GOL em 2001, seguida pela WebJet Linhas Aéreas em 2005 (Button & Ison, 2008).

A demanda é subdividida em passageiros a trabalho e a lazer, o que define a busca por passagens aéreas é a renda, ou seja, elas podem ser consideradas artigo de luxo (Brons, Pels, Nijkamp & Rietveld, 2002). As Companhias LLC tendem a ofertar passagens mais atrativas e interligar aeroportos menores, em função do tamanho das aeronaves. As receitas dos aeroportos provêm dos valores cobrados dos usuários, passageiros, Companhias aéreas e prestadores de serviços que usam a infraestrutura (Mattos & Renzetti, 2020).

As dificuldades enfrentadas pelas Companhias aéreas brasileiras vêm de longa data, desde a década de 1970 as margens são próximas de zero (Button & Ison, 2008). A TAM e a Azul apresentaram indícios de pré-falência e a GOL e a Latam acumulavam prejuízos de período compreendido entre 2002 e 2013 (Silva, Souza & Machado, 2016). A crise econômica que ocorreu no Brasil em 2014 gerou queda na demanda do transporte aéreo e frustrou o crescimento projetado por alguns aeroportos (Mattos & Renzetti, 2020).

Apesar da expansão internacional nos anos de 2017 e 2018, a Avianca entrou com pedido de recuperação judicial em 2018, indicando como causa o aumento do combustível, a variação cambial e a greve dos caminhoneiros. A falência foi decretada em 2020, pois estava sem operar desde o mês de maio do mesmo ano (Portal Brasil, 2020).

A Azul decidiu investir no mercado regional, utilizando aeronaves menores que atuam em voos curtos, assim podem operar em locais de pouca infraestrutura, como a maioria dos aeroportos do país, conforme modelo LLC. Opera em aproximadamente um terço do mercado



brasileiro (Azul, 2020). Em 2006 a GOL inaugurou um Centro de Manutenção de aeronaves que fez parte do plano de redução de custos (Gol, 2020). Em 2018 adotou horário diferenciado para o check-in, para otimizar o tempo de embarque dos passageiros.

A situação de dificuldades financeiras se repete nos aeroportos, pois dos onze aeroportos concedidos, somente quatro registraram lucro no exercício de 2018, o que não é diferente no caso dos aeroportos administrados pela Infraero (Mattos & Renzetti, 2020). A chegada da pandemia de Covid-19 não auxiliou muito na recuperação do setor aéreo, conforme abordagem do próximo tópico.

### **Cenário econômico da aviação civil no Brasil durante a pandemia de Covid-19**

A pandemia de Covid-19 iniciou em dezembro 2019 na cidade de Wuhan na China, chegou ao Brasil entre os meses de fevereiro e março de 2020. O Covid-19 faz parte de uma grande família de vírus como MERS-CoV e SARS-CoV, e de acordo com o Ministério da Saúde (2020) esses vírus afetam animais, mas raramente são transmitidos para humanos.

Como o comportamento do novo vírus é de alto contágio se transformou rapidamente em pandemia fazendo com que a Organização Mundial da Saúde – OMS emitisse alertas para tentar reduzir a disseminação (Rodrigues, 2020). Os alertas, a letalidade da doença e a disseminação do vírus geraram ações políticas de saúde pública que indicaram o isolamento social, tanto no Brasil, quanto na maioria dos países pelo mundo. A ANAC (2020) divulgou em 28/03/2020 a “malha aérea essencial” em que indicava a relação dos aeroportos que permaneceriam atendidos durante o mês de abril do mesmo ano. Foram mantidos os serviços aéreos das capitais estaduais.

Com o avanço da pandemia, fechamentos de fronteiras, redução do turismo e isolamento social a situação das Companhias aéreas ficou ainda mais complexa. A centralização aumentou os custos operacionais para algumas Companhias, mas a descentralização das operações para aeroportos regionais pode aumentar a probabilidade de contágio das redes (Rodrigues, 2020). O impacto ocorrerá nos custos fixos e na demanda em função da retração da renda mundial, o que é operacionalmente mais preocupante para as LLCs (Mattos & Renzetti, 2020). Esse modelo de negócio depende da eficiência operacional e menor tempo nos aeroportos combinado a atuação em localidades menores, em que a demanda tende a diminuir.

Os fabricantes de aeronaves registrarão quedas produtivas para os próximos cinco anos, a demanda de passageiros deve voltar ao patamar anterior a pandemia em meados de 2022 para voos domésticos, e em junho 2024 para voos internacionais (Dyniewicz, 2020; Calixto, 2020).

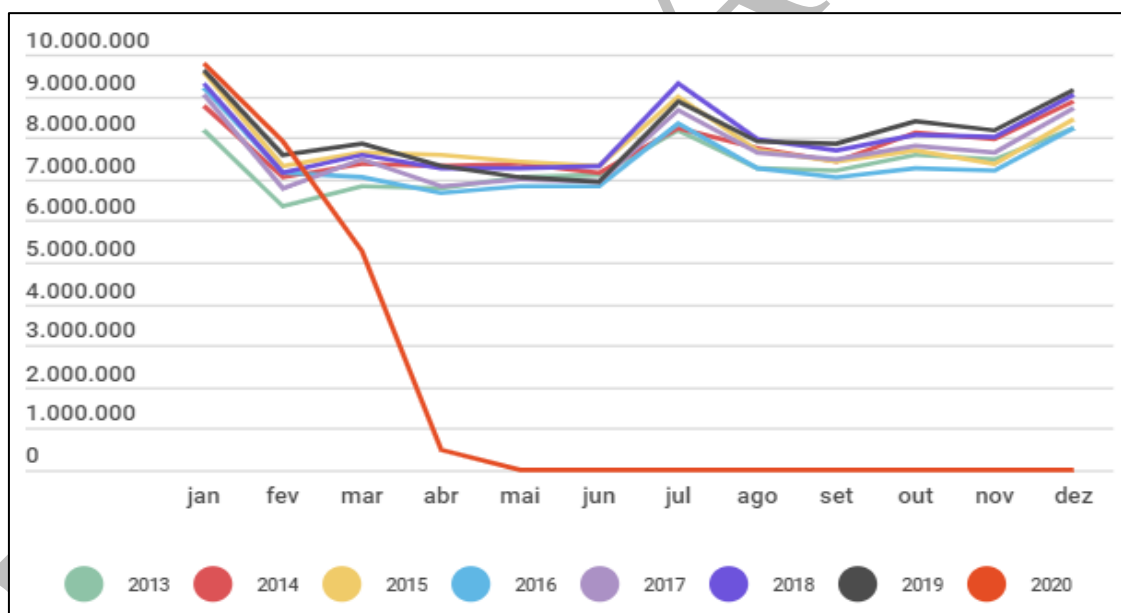
Não é possível prever quando a recuperação deve ocorrer, pois o preço do dólar e

combustível estão muito voláteis (Dyniewicz, 2020). Essas duas variáveis interferem nos custos operacionais das Companhias e variações constantes dificultam vislumbrar qualitativamente com precisão prazos de recuperação.

Com problemas de gestão e dificuldades financeiras anteriores a pandemia, as Companhias aéreas sofreram redução abrupta em abril de 2020, pois a redução dos voos chegou a 90% no Brasil (Rodrigues, 2020). O Grupo Latam Airlines pediu recuperação judicial nos Estados Unidos, segundo a operação brasileira essa situação foi decorrente da pandemia, mas não deve atingir linhas aéreas no Brasil. A American Airlines informou prejuízo líquido US\$ 1,1 bilhão somente no primeiro trimestre. A Delta Air Lines informou perda de receitas com passagem de 94% no segundo trimestre, prejuízo líquido ajustado de US\$ 2,8 bilhões (Guimarães, 2020).

De acordo com dados apresentados pela ABEAR (2020), na Figura 1 estão indicadas as estatísticas sobrepostas de passageiros transportados mensalmente do período compreendido entre 2013 e 2020.

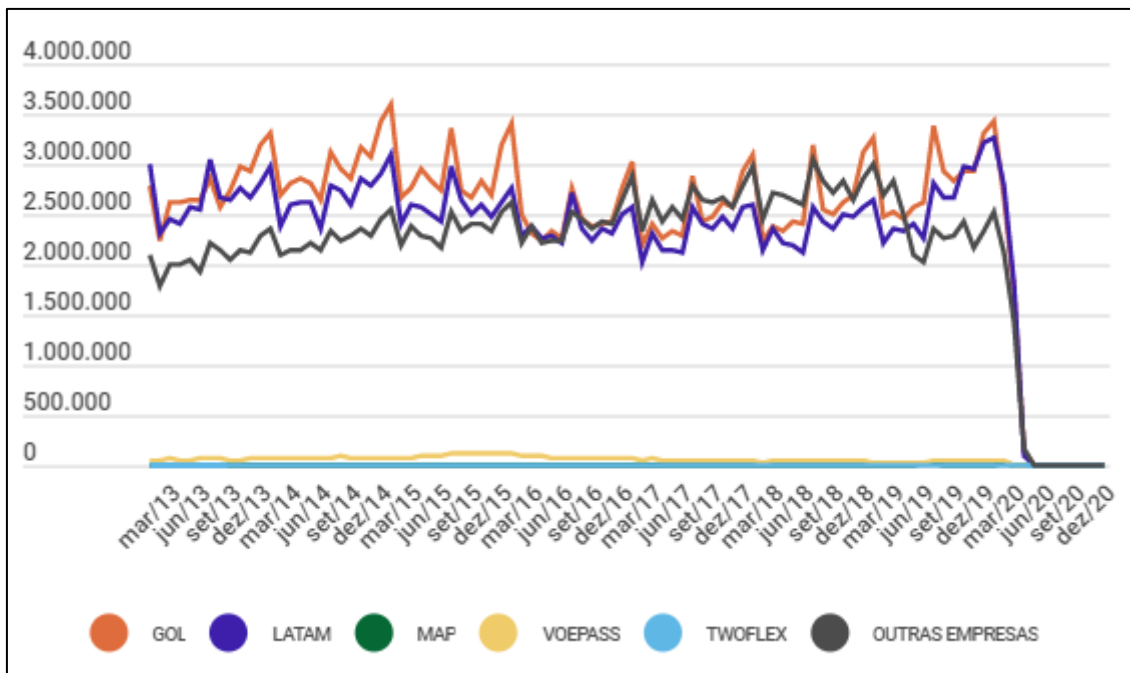
Figura1 – Passageiros transportados mensalmente de 2013 a 2020



Fonte: ABEAR (2020).

As variáveis apresentadas na Figura 1 são consolidadas de acordo com a ABEAR (2020), define-se como a medida em RPK – *Revenue Passenger - Kilometers* ou Passageiros - Quilômetros Pagos transportados. Pela Figura 1 é possível verificar a redução a partir de março de 2020 e a ausência de passageiros no restante do referido ano, pelo indicador. Na Figura 2, a estatística indicada na Figura 1 é demonstrada por Companhia aérea no mesmo período.

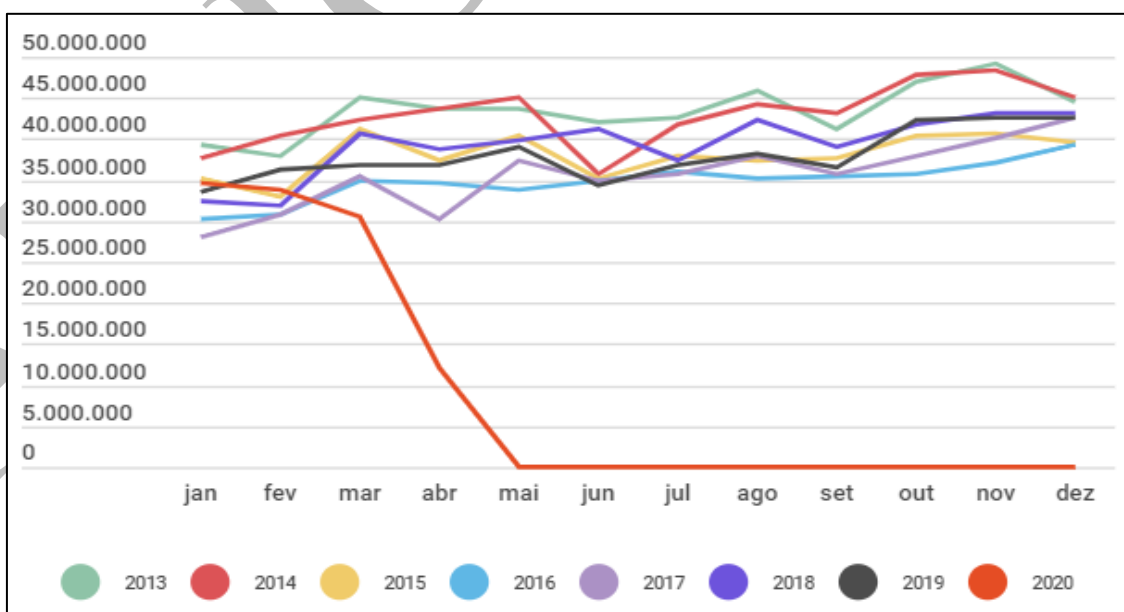
Figura 2 - Passageiros transportados por Companhia aérea de 2013 a 2020 em voos domésticos



Fonte: ABEAR (2020).

A Figura 2 indica, de maneira contínua a quantidade de passageiros – quilômetros pago transportado das Companhias aéreas em voos domésticos. Destaca-se visualmente a participação de mercado das Companhias GOL e Latam, destaca-se que o crescimento da GOL acompanha a evolução do mercado aéreo. No entanto, o ano de 2019 foi muito positivo para o Grupo Latam. A Figura 3 apresenta o total de quilos de carga paga e correio transportados de 2013 a 2020 no mercado doméstico nacional.

Figura 3 – Totais mensais de carga paga e correio transportados doméstico (em Kg) de 2013 a 2020



Fonte: ABEAR (2020).



A Figura 3 demonstra que carga paga e correio foram transportadas via aérea por um período maior do que o transporte de passageiros. Contudo, a partir de maio de 2020, os dados da ABEAR indicam a parada desse tipo de transporte.

A crise resultante da pandemia de Covid-19 é a pior já enfrentada pelo setor, superando os ataques de 11 de setembro em 2001, a epidemia de SARS - síndrome respiratória aguda grave – em 2003 e a crise financeira do *subprime* de 2008 e 2009 que foi acompanhada pela epidemia de H1N1 (Mattos & Renzetti, 2020). Com a retomada controlada das linhas aéreas no segundo semestre e o período de férias as Companhias começam a se recuperar da pior crise de liquidez já vista. Muito deverá ser feito até a retomada dos patamares que existiam em 2019, antes da pandemia.

## Metodologia

As séries temporais selecionadas para este estudo são provenientes das fontes secundárias, o Ipeadata e a ABEAR. Foram utilizadas três series temporais, o número de passageiros embarcados em voos aéreos domésticos de 1969 a 2019, obtendo-se 51 observações coletadas no site do Ipeadata ([www.ipeadata.com.br](http://www.ipeadata.com.br)). A série de passageiros, medido em RPK - *Revenue Passenger - Kilometers* e a série de totais mensais de carga paga e correio transportados em Kg, ambas com 88 observações mensais de janeiro de 2013 a abril de 2020, coletadas no site da Associação Brasileira das Empresas Aéreas – ABEAR (<https://www.ABEAR.com.br>).

As séries temporais são observações que ocorre periodicamente ao longo do tempo (Morettin, & Toloí, 2004) e, elas foram aplicadas a metodologia Box-Jenkins realizando a modelagem *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) com o auxílio do *software* R Studio.

A metodologia Box-Jenkins (1994) é utilizada para efetuar previsões em séries temporais que apresentem autocorrelações, por meio dos modelos ARIMA. A modelagem ARIMA é baseada em um ciclo iterativo que passa pelas fases de identificação do modelo; estimação dos parâmetros; diagnóstico e adequação do modelo. O modelo que apresentar as características de resíduo ruído branco e menores valores para as estatísticas de ajustes serão selecionados para se realizar previsões (Box, Jenkins & Reinsel, 1994). O ciclo possui duas ideias fundamentais, a parcimônia e a iteração entre as fases. Parcimônia é o uso do menor número possível de parâmetros no modelo matemático e a iteração é a repetição da ação pela quantidade de vezes que for necessária (Morettin, & Toloí, 2004).

A modelagem ARIMA pressupõe a estacionariedade das variáveis, o que indica um equilíbrio, com média e variância constantes ao longo do período. Nas séries não estacionárias aplica-se o processo de diferenciação, que exclui os processos de não linearidade ou altamente explosivos e garante a estabilidade ao longo dos períodos observados, tornando o modelo estimado representativo. A diferenciação consiste na diferenciação da observação atual e a anterior,  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ , o valor diferenciado é igual ao valor de  $y$  no período  $t - 1$ , representado por  $d$ , a parte  $I(d)$  do modelo ARIMA que representa a parte integrada do modelo (Morettin, 2008).

Para verificar a estacionariedade das séries são utilizados testes de raiz unitária como *Augmented Dickey-Fuller* – ADF (1981), teste KPSS (1992), criado por Denis Kwiatkowski, Peter C. B. Phillips, Peter Schmidt e Yongcheol Shin que foi denominado com as iniciais dos autores, e teste de Phillips & Perron – PP (1988). O teste de ADF (1981) é baseado na regressão  $\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$  (Enders, 2004). A hipótese nula do teste de ADF  $H_0: \gamma = 0$  indica a existência de raiz unitária, então se  $|\tau|_{\text{calculado}} > |\tau|_{\text{crítico}}$  de Dickey-Fuller,  $H_0$  deve ser rejeitado e a série é estacionária, se  $|\tau|_{\text{calculado}} < |\tau|_{\text{crítico}}$ , não rejeita  $H_0$  e a série não é estacionária.

No teste KPSS (1992) a hipótese nula é de estacionariedade da série em torno de uma tendência determinística, um passeio aleatório – *random walk*, e um erro estacionário expresso pela equação  $y_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t$ . Se  $\xi = 0$ ,  $y_t$  é estacionário em torno de  $r_0$ , mas se  $\xi \neq 0$ ,  $y_t$  é estacionária em torno de uma tendência linear. O teste de PP (1988) é um teste de raiz unitária, que não pressupõe comportamento de ruído branco no resíduo  $\varepsilon_t$ . O teste propõe uma correção das estatísticas  $t$  calculadas, pela equação  $t_{pp} = \frac{\phi^{1/2} t_b}{\omega} - \frac{(\omega^2 - \phi_0) T S_b}{2\omega\sigma}$ , considerando que os resíduos podem ser auto correlacionados.

Para identificar o melhor modelo, algumas etapas devem ser seguidas (Reichert & Souza, 2020), a análise da função de autocorrelação – FAC e da função de autocorrelação parcial – FACP, a identificação do modelo, e a avaliação dos resíduos gerados (Morettin & Toloí, 2004). A modelagem Box-Jenkins versa em ajustar modelos Autorregressivos – AR(p) de Médias Móveis – MA(q), que combinados formam os modelos ARMA(p,q). Nos casos de séries não estacionárias é aplicada a diferenciação, que as torna Integradas –  $I(d)$  que compõe os ARIMA(p,d,q) (Morettin, 2008). Ao considerar a sazonalidade da série o modelo passa a ser SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> (Ferreira, Barros, Mattos, Oliveira, & Duca, 2018).

O filtro AR(p), autorregressiva de ordem  $p$  é explicada por  $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$ , em que  $\phi$  indica os parâmetros reais e  $\varepsilon_t$  o ruído branco (Morettin, & Toloí, 2004).

Entende-se por ruído branco um conjunto de variáveis aleatórias distribuídas de forma idêntica com média igual a zero, e variância constante e não autocorrelacionadas.

O filtro MA(q), médias móveis de ordem q, é dada por  $y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$ . O  $\theta$  são as constantes reais e  $\varepsilon_t$  o ruído branco. A equação completa do modelo ARIMA(p,d,q) provêm da composição das partes AR(p) e MA(q), pela equação  $\Delta^d y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$  (Morettin, 2008).

Os modelos ARIMA possuem variações de acordo com as características de cada série, como o modelo SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> que decorre da equação  $\phi(L)\Phi(L)\Delta^d \Delta^D y_t = \theta(L)\Theta(L)\varepsilon_t$  (Ferreira, Barros, Mattos, Oliveira, & Duca, 2018). Nesse modelo a parte sazonal é indicada pela ordem P autorregressivo sazonal, Q médias móveis sazonal e D a ordem de diferença sazonal (Vicini & Souza, 2007).

Para a validação dos modelos ajustados, serão utilizados apenas parâmetros significativos ( $p < 0,05$ ), resíduos oriundos do modelo com características de ruído branco e critérios penalizadores Akaike (AIC – *Akaike Information Criteria*) (1974) e Bayes (BIC – *Bayesian Information Criteria*) (Bai & Perron, 2003) mínimos para um modelo aceitável. AIC e BIC seguem as equações  $AIC = \ln \sigma_e^2 + (2(p + q)) / n$  e  $BIC = \ln \sigma_e^2 + ((p + q) \ln(n)) / n$ ; em que p e q são os parâmetros conhecidos, n é o tamanho da amostra, ln é o logaritmo neperiano e  $\sigma_e^2$  a variância estimada dos erros.

Os valores de AIC e BIC são confrontados, quanto menor for o resultado do cálculo destes critérios mais adequado será o modelo para a projeção dos valores futuros. Os valores das previsões serão por meio do *Mean Absolute Percentage Error* – MAPE,  $MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |(y_t - \hat{y}_t) / y_t|}{n}$  indica o percentual do módulo de erros que não é contaminado pela série temporal, ou seja, indica o erro percentual da previsão (Ferreira, Barros, Mattos, Oliveira, & Duca, 2018).

A modelagem das variáveis será por meio do software Livre R, tomando como base os comandos de Hyndman & Athanasopoulos (2018). As previsões geradas pela modelagem ARIMA por meio do *software* R, são acompanhadas dos seus respectivos intervalos de confiança, a um nível de confiança de 80% e 95%.

Os valores estimados foram passados para planilha eletrônica para comparação com as observações realizadas e para a geração dos gráficos que estão dispostos no próximo capítulo.

## Resultados e Discussões

Pelo breve histórico desenvolvido é possível verificar que a atuação da aviação no Brasil passou por muitos desafios e mudanças em função da regulamentação e das interferências governamentais, que acarretaram dificuldades para a gestão. Essas dificuldades já estavam presentes no período que antecede o início da pandemia, o que torna a gestão ainda mais difícil e desafiadora para as Companhias atuantes no mercado aéreo doméstico.

O estudo foi dividido em duas partes, na primeira foi verificado o modelo mais adequado para a série anual de passageiros embarcados em voos aéreos domésticos. Nesta série são identificados os totais anuais incluindo a observação do ano de 2020, emitidos pelo Ipeadata. Desta série foram estimadas as quantidades de passageiros que se esperava serem embarcados em 2020 e 2021 seguindo o comportamento da série temporal. A previsão para 2020 foi comparada com a quantidade de passageiros embarcados em 2020.

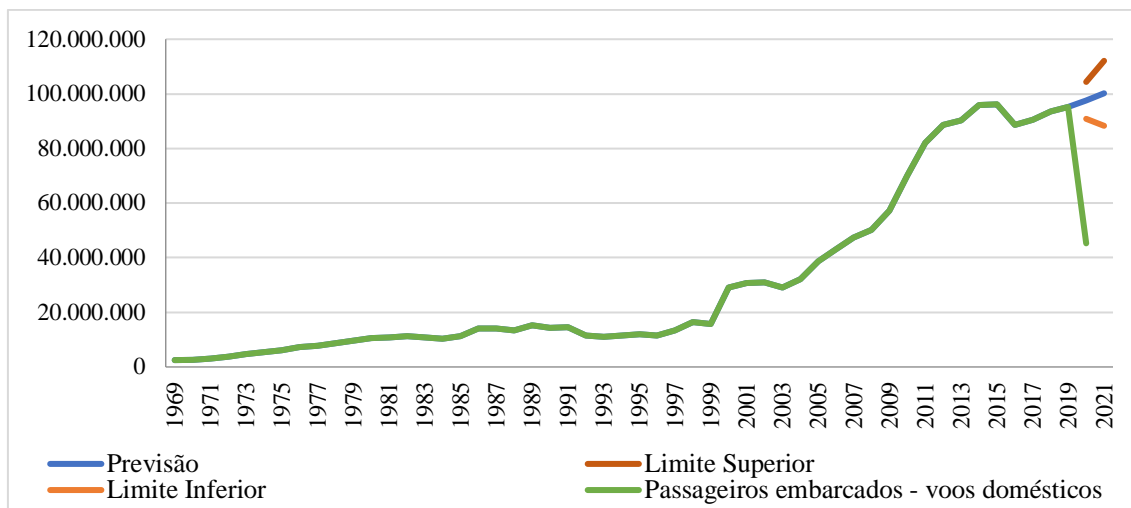
Nos resultados da primeira parte do estudo, a série de passageiros embarcados em voos aéreos domésticos anual apresentou estacionariedade em primeiras diferenças. O teste de raiz unitária de ADF indicou como estatística calculada ou  $|\tau|_{\text{calculado}}$ : - 4,0743 com p-valor < 0,05; o teste KPSS apresentou  $|\tau|_{\text{calculado}}$ : 0,8868 e p-valor < 0,05; e o teste de Phillips e Perron obteve  $|\tau|_{\text{calculado}}$ : -29,789 e p-valor < 0,05.

Dentre os modelos testados o ARIMA(1,2,1), com parâmetros AR(1): 0,3665 e MA(1):- 0,9183, apresentou menores valores para os critérios de seleção AIC: 1619,41 e BIC: 1625,08. O modelo ARIMA(0,2,2) indicou para os critérios os valores AIC: 1619,92 e BIC: 1625,59 e no modelo ARIMA(0,2,1) os critérios foram AIC: 1620,69 e BIC: 1624,48. A seleção dos modelos adequados é efetuada pela análise dos resíduos, ou seja, os que apresentam ruído branco, homogeneidade e estacionariedade sem dependência temporal (Melchior, Ricci, Andrade, & Zanini, 2019).

As previsões resultantes da equação  $\Delta\hat{y}_t = 0,3665.y_{t-1} - 0,9183.\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$  foram para 2020: 97.611.130 passageiros, e para 2021: 100.196.951 passageiros. O estudo dos resíduos apresenta ruído branco o que comprova a validade do modelo. O MAPE do modelo resultou em 1,26%, que representa o percentual do módulo de erros. A série original indicou 45.176.563 passageiros embarcados em 2020, 46,28% do valor previsto pelo modelo.

Na Figura 4 apresenta-se os valores originais da série até 2020, os valores previstos para 2020 e 2021 e o intervalo de confiança com 95% de confiança.

Figura 4 – Série anual de passageiros embarcados em voos domésticos de 1969 a 2020 e previsões para 2020 e 2021



Fonte: autores, adaptado de Ipeadata (2020).

Os valores do intervalo de confiança apresentado no gráfico da Figura 4 são para 2020 [90.853.535, 104.368.724], para o ano de 2021 [88.304.049, 112.089.854], ambos com 95% de confiança. Esse intervalo indica que o parâmetro que representa a quantidade de passageiros embarcados tem a confiança 95% de estar contido dentro do intervalo. A Figura 4, mostra a evolução da aviação civil doméstica no Brasil, com relação a quantidade de passageiros transportados por ano, bem como quantos teriam sido transportados se não tivesse ocorrido a pandemia. A redução de passageiros transportados gera diminuição de receita para as Companhias aéreas, o que poderá comprometer a saúde financeira e a manutenção da operação destas no mercado e em longo prazo pode afetar a evolução da malha aérea doméstica.

No entanto, com a série anual não é possível verificar o comportamento mensal de passageiros embarcados, por isso na segunda parte do estudo foram modeladas as séries mensais de passageiros e carga paga e correio transportados divulgadas pela ABEAR. Essas séries contêm um período total inferior às séries anteriores, mas maior quantidade de observações. Para o ano de 2020 foram publicados apenas os resultados do primeiro quadrimestre, que foram retirados das séries para a geração dos modelos e utilizados como comparação desse período.

A série de passageiros mensal foi modelada com 84 observações, de janeiro de 2013 a dezembro de 2019. Os valores informados pela ABEAR (2020) para o primeiro quadrimestre foram muito inferiores ao mesmo período em anos anteriores, para não interferir na seleção do modelo eles foram suprimidos. O quadrimestre em questão será utilizado para verificação da diferença entre o previsto e o realizado publicado em 2020, os outros quadrimestres não foram publicados pela fonte.

Os testes de raiz unitária indicaram a estacionariedade após uma diferenciação. O teste de ADF obteve como resultado a estatística  $|\tau|_{\text{calculado}}$ : -12,88 com p-valor  $< 0,05$ , ou seja, com significância inferior a 5%. No teste de KPSS o  $|\tau|_{\text{calculado}}$  foi de 0,0812 e o p-valor  $< 0,05$ ; e no teste de Phillips e Perron  $|\tau|_{\text{calculado}}$ : -94,192 com p-valor  $< 0,05$ . Dos modelos estudados o que apresentou menor valor para os critérios de seleção foi o SARIMA(1,0,0)(2,1,0)<sub>12</sub> com AIC: 1980,22 e BIC: 1989,33. Os modelos que obtiveram valores próximos dos critérios de seleção forma SARIMA(1,0,1)(2,1,0) com AIC:1981,15 e BIC: 1992,54 e o SARIMA(2,0,0)(2,1,0) com AIC: 1981,09 e BIC: 1992,47.

A equação gerada pelo modelo SARIMA(1,0,0)(2,1,0)<sub>12</sub> foi  $\Delta\hat{y}_t = -0,8163 \cdot y_{t-1} - 0,4195 \cdot \varepsilon_{t-12} - 0,2824 \cdot \varepsilon_{t-24} + 10.487,87 + \varepsilon_t$ , com MAPE de 0,05% de erro percentual. As previsões resultantes e o intervalo de confiança para 95% de confiança estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Previsões para a série de passageiros mensal para 2020

Período (ano 2020)	Previsão	Limite inferior confiança 95%	Limite superior confiança 95%
Janeiro	9.770.217	9.356.177	10.184.257
Fevereiro	7.633.932	7.099.467	8.168.397
Março	8.015.772	7.414.307	8.617.237
Abril	7.467.524	6.825.285	8.109.763
Mai	7.331.769	6.663.743	7.999.796
Junho	7.268.310	6.583.640	7.952.980
Julho	9.117.588	8.422.049	9.813.126
Agosto	8.092.730	7.390.043	8.795.417
Setembro	7.961.731	7.254.321	8.669.141
Outubro	8.397.342	7.686.803	9.107.882
Novembro	8.210.876	7.498.260	8.923.493
Dezembro	9.241.904	8.527.906	9.955.901
<b>Total</b>	<b>98.509.695</b>	<b>90.722.001</b>	<b>106.297.390</b>

Fonte: Autores.

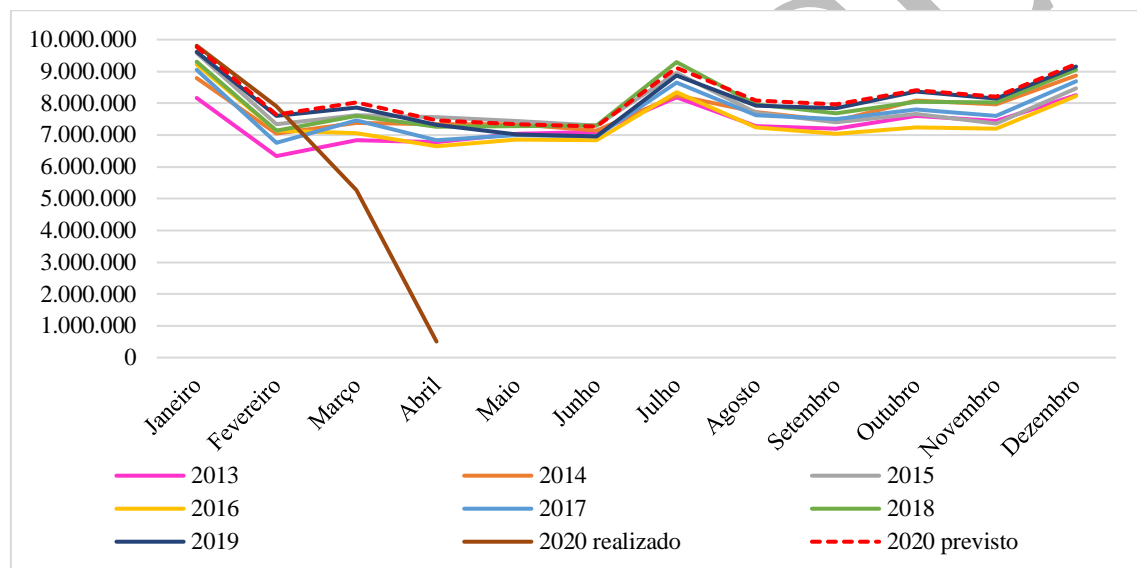
Na Tabela 1 foram realizadas previsões 12 períodos à frente utilizando o modelo SARIMA(1,0,0)(2,1,0)<sub>12</sub> e o intervalo de confiança para 95% de confiança. A soma das previsões para o ano de 2020 foi de 98.509.695 passageiros, 0,9122% superior a previsão da série anual de passageiros.

A série mensal de passageiros divulgada pela ABEAR varia em média em 0,15% entre 2013 e 2019 quando comparada a série anual indicada pelo IPEA. Os valores quadrimestrais médios nesse mesmo período são de 33,03% para o primeiro quadrimestre, 32,89% para o segundo e 34,08% para o terceiro. No primeiro quadrimestre de 2020 foram transportados 23.489.445 passageiros (ABEAR, 2020), esse quantitativo é 23,38% menor do que o esperado para o período, e 27,50% inferior ao ano de 2019.



Considerando o resultado anual para 2020, publicado pelo Ipeadata (2020), foram transportados 45.176.563 passageiros, ou seja, no segundo e terceiro quadrimestres foram transportados 21.687.118 passageiros. Esse valor indica uma redução de 46,7% com relação a quantidade de passageiros transportados no ano de 2019 e 54,14% menor do que o previsto para o ano de 2020 que foi 98.509.695 conforme somatório da Tabela 1. A diferença entre o limite inferior do intervalo de confiança e a quantidade de passageiros transportado foi de 45.545.438, 50,20%. No entanto, se não tivessem sido transportados passageiros nos dois últimos quadrimestres do ano a redução de passageiros transportados poderia ter chegado a 76,15%. Na Figura 5 mostra-se o comportamento mensal da série de passageiros de janeiro de 2013 até abril de 2020 e as previsões para 2020 considerando as 84 observações mensais.

Figura 5 – Série mensal de passageiros de 2013 a 2020 e previsões para 2020



Fonte: Autores, adaptado de ABEAR (2020)

A Figura 5 auxilia na compreensão do comportamento da série de passageiros transportados, pois ficam evidenciados os períodos de aumento de demanda nos meses de janeiro e julho, períodos em que, comumente, ocorrem férias escolares. Também é possível observar a queda do quantitativo de passageiros transportados no primeiro quadrimestre, os primeiros meses de pandemia indicaram queda do número de passageiros transportados.

Na série totais mensais de carga paga e correio transportados os valores referentes ao primeiro quadrimestre também foram retirados para desenvolver o modelo. A estacionariedade da série foi obtida após uma diferenciação, conforme testes. No teste de ADF o valor de  $|\tau|_{\text{calculado}}$  foi -11,789 e o p-valor < 0,05; no teste de KPSS o  $|\tau|_{\text{calculado}}$  indicou estatística 0,04947 e p-valor < 0,05; e o teste de Phillips e Perron o  $|\tau|_{\text{calculado}}$  foi de -87,279 com p-valor < 0,05. Todos os testes indicaram estacionariedade com significância de 5%.

Dos modelos estudados o que apresentou menores valores nos critérios de seleção AIC e BIC foi o SARIMA(0,1,1)(0,1,1)<sub>12</sub>, com AIC: 2288,95 e BIC: 2295,74. Os modelos que apresentaram os segundo e terceiro menores critérios de seleção foram o SARIMA(0,1,2)(0,1,1) com AIC:2288,79 e BIC:2297,84 e o SARIMA(1,1,1)(0,1,1) com AIC:2289,16 e BIC:2298,21. A equação gerada pelo modelo SARIMA(0,1,1)(0,1,1)<sub>12</sub> foi  $\Delta\hat{y}_t = -0,6290 \cdot \varepsilon_{t-1} - 0,8734 \cdot y_{t-12} + \varepsilon_t$ , o MAPE indicou -0,6% de erro, as previsões provenientes deste e o intervalo de confiança com 95% de confiança estão dispostas na Tabela 2.

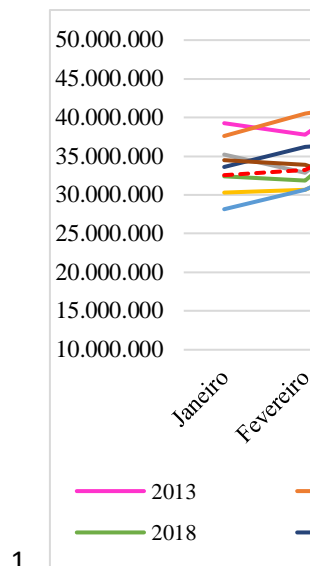
Tabela 2 – Previsões para a série totais mensais de carga paga e correio transportados para 2020

Período (ano 2020)	Previsão	Limite inferior confiança 95%	Limite superior confiança 95%
Janeiro	32.554.348	28.316.026	36.792.669
Fevereiro	33.218.070	28.700.056	37.736.084
Março	38.275.441	33.494.068	43.056.815
Abril	36.619.340	31.588.375	41.650.306
Mai	38.750.246	33.481.499	44.018.994
Junho	35.828.827	30.332.575	41.325.078
Julho	37.102.423	31.387.717	42.817.129
Agosto	38.937.116	33.012.005	44.862.228
Setembro	37.187.323	31.059.025	43.315.620
Outubro	40.653.697	34.328.737	46.978.657
Novembro	41.842.798	35.327.109	48.358.486
Dezembro	41.380.917	34.679.926	48.081.908
<b>Total</b>	<b>452.350.546</b>	<b>385.707.118</b>	<b>518.993.974</b>

Fonte: Autores.

Na Tabela 2 estão indicadas as previsões mensais para o ano de 2020 e os limites do intervalo de confiança com 95% de confiança. Para o ano de 2020 o somatório da previsão para o ano de 2020 foi de 452.350.546 quilos de carga paga e correios transportados. A Figura 6 foi elaborada para facilitar a compreensão do comportamento da série de carga paga e correio transportado, em quilos, entre janeiro de 2013 e abril de 2020 e a previsão efetuada pelo modelo para o ano de 2020.

Figura 6 – Série de carga paga e correio transportados mensal de 2013 a 2020 e previsões para 2020



1

Fonte: Autores, adaptado de ABEAR (2020).

A série de carga paga e correio transportados, Figura 6, possui perfil distinto da série de passageiros, pois apresenta variações de um ano para outro. Não há a repetição de padrão durante os períodos. Os valores previstos para o ano de 2020 não coincidem com os ocorridos no primeiro quadrimestre, contudo nos meses de janeiro e fevereiro estes são mais próximos.

A ABEAR (2020) divulgou como resultado do primeiro quadrimestre de 2020 o total de 110.936.153 quilos de carga paga e correio transportados. Esse valor é 22,79% inferior ao mesmo período do ano de 2019. A quantidade de carga paga e correio transportados por quadrimestre é em média 31,16% no primeiro quadrimestre, 33,31 no segundo e 35,53% no quarto, considerando o período de 2013 a 2019. Utilizando como valor de referência o resultado do primeiro quadrimestre de 2020, a estimativa de carga paga e correio transportados no ano é de 355.983.041 quilos, 21,97% inferior a 2019 e 21,30% abaixo do previsto pelo modelo. Comparando com o limite inferior do intervalo de confiança 385.707.118 a estimativa é 7,7% menor do que a carga estimada. O modelo previu 452.350.546 quilos, conforme Tabela 2, desse modo, sem o transporte de carga paga e correio transportados nos dois últimos quadrimestre do ano a redução chegou a 75,48% para o ano de 2020.

Pelos valores previstos com o auxílio dos modelos de previsão de Box Jenkins e os resultados do primeiro quadrimestre a redução de passageiros transportados na aviação doméstica brasileira ficou compreendida entre 27,82% e 54,14% e a redução de carga paga e correio transportados em quilos entre 21,30% e 75,48%. Essas reduções podem gerar consequências sérias para a saúde financeira e a manutenção das empresas aéreas no mercado nacional.

## Considerações Finais

A aviação civil no Brasil passou por várias transformações, algumas Companhias modificaram o modelo tradicional para o LLC com o intuito de aumentar as margens de lucro. Para que isso aconteça é necessário manter as aeronaves mais tempo em voo e menor tempo possível no solo. A situação econômica do setor estava prejudicada e em recuperação devido a crise de 2008 e com o período de pandemia e o isolamento social, será necessário tempo para a reverter o atual cenário.

Pelo estudo estima-se que a perda de passageiros transportados seja de, no mínimo, 27,82% e 21,30% para carga paga e correio transportado, a redução pode chegar a 55%. No entanto, esses resultados são válidos caso o segundo e o terceiro quadrimestres de 2020 tenham performado de forma semelhante ao primeiro. Sendo assim, a brusca redução das receitas geradas pela diminuição da atividade das Companhias pode comprometer a saúde financeira e a manutenção do funcionamento destas no mercado.

A contribuição acadêmica do estudo decorre das análises geradas e da aplicação da metodologia Box-Jenkins, pois pelos resultados obtidos e as comparações com os valores observados geram informações que servem de embasamento para a tomada de decisões assertivas de gestores atuantes na aviação e de outras áreas produtivas. O intuito é mostrar que aplicação de métodos mais robustos de previsão são capazes de estimar perdas que, por vezes, as Companhias não vislumbram quando aplicam métodos mais simplificados, como comparação com o período anterior.

A principal limitação enfrentada pelo estudo foi a falta de publicação dos resultados das Companhias durante o ano de 2020. Como sugestão para outros estudos é a verificação do impacto do uso de ferramentas online para a aviação civil, visto que com a dificuldade para efetuar deslocamentos muitas empresas e pessoas substituíram suas atividades presenciais para o ambiente virtual. Cabem estudos que avaliem o quanto essa nova maneira de solucionar problemas e dar continuidade às atividades, de forma remota, podem interferir no transporte aéreo.

## Referências

Agência Estado (2020). *Coronavírus: Setor aéreo sofrerá impactos ao menos até 2023*. Correio Brasiliense.

ANAC. *Agência Nacional da Aviação Civil*. Recuperado em 18 junho, 2020, de <https://www.anac.gov.br/>.

Associação Brasileira das Empresas Aéreas (2020). *Estatísticas da Aviação Brasileira*. São Paulo.

Azul Linhas Aéreas Brasileiras (2020). *Sobre a Azul*. Recuperado em 22 junho 2020, de <https://www.avianca.com/br/pt>.

Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *J. Appl. Econom.* 18, 1–22. <https://doi.org/10.1002/jae.659>

Barbot, C.; Costa, Á.; Sochirca, E. (2008) Airline's performance in the new market context: A comparative productivity and efficiency analysis. *Journal of Air Transport Management*, 14(5), 270-274.

Bielschowsky, P.; & Custódio, M.C. (2011). A Evolução do Setor de Transporte Aéreo Brasileiro. *Revista Eletrônica Novo Enfoque*, 13(13), 72 – 93.

Box, G.E.; Jenkins, G.M.; & Reinsel, G.C. (1994). *Time series analysis: Forecasting and control*. (3a ed.). New Jersey: Printice Hall.

Brons, M.; Pels, E.; Nijkamp, P.; Rietveld, P. (2002) Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis. *Journal of Air Transport Management*, 8(3), 165-175.

Bussab, W. de O., & Morettin, P. A. (2013). *Estatística Básica*. São Paulo: Saraiva.

Button, K.; Ison, S. (2008) The economics of low-cost airlines: Introduction. *Research in Transportation Economics*, 1(24), 1-4.

Calixto, F. (2020). *Setor aéreo vai sofrer até 2023 com crise, diz estudo*. Panrotas. 2020.

Castro, N.; & Larny, P. (1993). *Desregulamentação do Setor de Transporte: o Subsetor de Transporte Aéreo de Passageiros*. 319.

Dresner, M.; Lin, J. S. C.; Windle, R. (1996) The impact of low-cost carriers on airport and route competition. *Journal of Transport Economics and Policy*, 30(3), 309-328.

Dickey, D.A., & Fuller, W.A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica* 49, 1057. <https://doi.org/10.2307/1912517>

Dyniewicz, L. *Setor aéreo sofrerá ao menos até 2023*. O Estado de S.Paulo. 2020.

Enders, W. (2004). *Applied economics time series*. Nova York: John Wiley& Sons.

Fajer, M. (2009). *Sistema de Investigação dos Acidentes Aeronáuticos da Aviação Geral: uma análise comparativa*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Ferreira, J.C. (2017). *Um breve histórico da aviação comercial brasileira*. Artigo apresentado no XII Congresso Brasileiro de História Econômica & 13ª Conferência Internacional de História de Empresas. Niterói, RJ, Brasil.

Ferreira, P.C., Barros, A. C; Mattos, D. M; Oliveira, I. C. L.; Ferreira, P. G. C.; & Duca, V. E. L. A. (2018). *Análise de Séries Temporais em R: curso introdutório*. Rio de Janeiro: Elsevier FGV IBRE.

Guimarães, L. (2020) Avianca e Latam mostram o tamanho da crise no setor aéreo. CNN Brasil Business. Recuperado em 04 janeiro, 2021, de <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/07/15/avianca-latam-e-american-airlines-mostram-o-tamanho-da-crise-no-setor-aereo>.

GOL. *Nossa História*. Recuperado em 22 de junho, 2020, de <https://www.voegol.com.br/pt/informacoes/voos-gol?br=banner-carrossel&of=compromisso-gol-voos>.

Hyndman, R.J.; & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*, 2nd ed. Melbourne: Australia.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2020). *Panorama e Perspectivas para o transporte aéreo no Brasil e no Mundo*. [Texto para discussão, Nº 54].

Kwiatkowski, D., & Phillips, P.C.B., Schmidt, P., Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *J. Econom.* [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-y)

Mattos, E. S.; Renzetti, B. P. (2020) Mayday: primeiras considerações sobre o impacto falimentar e concorrencial da COVID-19 sobre o setor aéreo e aeroportuário. *Revista de Direito Público da Economia*, 18(71), 25-46.

Mendonça, H. (2020). *Em meio à pior crise de sua história, setor aéreo brasileiro vê esperança com férias de fim de ano*. *Jornal El País*. Recuperado em 04 janeiro, 2021, de <https://brasil.elpais.com/economia/2020-10-20/em-meio-a-pior-crise-de-sua-historia-setor-aereo-brasileiro-ve-esperanca-com-ferias-de-fim-de-ano.html>.

Melchior, C., Ricci, M. R., Andrade, F. B de., & Zanini, R. R. (2019). Metodologia box-jenkins aplicada ao setor habitacional: um estudo de caso. *Exacta*, 17(4), 283-298. <https://doi.org/10.5585/Exacta.v17n4.8525>.

Ministério da Saúde. *Sobre a doença: O que é Covid-19*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020. Recuperado em 18 dezembro, 2020, de <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid>.

Morettin, P. A.; & Toloí C. M. (2004). *Métodos quantitativos: séries temporais*. São Paulo.

Morettin, P. A. (2008). *Enconometria financeira: um curso de séries temporais financeiras*. São Paulo: Blucher.

Phillips, P.C.B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika* 75, 335–346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>

Portal Brasil (2020). Aviação Avianca Brasil. Recuperado em 26 de junho, 2020, de [https://www.portalbrasil.net/aviacao\\_avianca.htm](https://www.portalbrasil.net/aviacao_avianca.htm).



Reichert, B., & Souza, A. M. (2020). Impacto da volatilidade no preço do cimento Portland. *Exacta*, 18(3), 475-488. <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v18n3.10660>.

Ribeiro, L. (2018). *História da Aviação Civil e Origem do Setor de Transportes Aéreos no Brasil*. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, Brasil.

Rodrigues, L. A. (2020). Transporte Aéreo de Passageiros e o Avanço da Covid-19 no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde Hygeia*, 1, 193 - 201. <http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia0054407>

Silva, O.V.; & Santos, R.C. (2009). Trajetória Histórica Da Aviação Mundial. *Revista Científica Eletrônica de Turismo*, 1(11), 1-5.

Silva, J. M. S.; Souza, M. A.; Machado, D. G. (2016) Desempenho de Empresas Brasileiras de Aviação Civil: uma análise das relações entre indicadores financeiros e não financeiros. *Revista Espacios*, 37, 23.

Vicini, L., & Souza, A. M. (2007). Geração de subsídios para a tomada de decisão na cadeia produtiva da bovinocultura do Brasil. *Gestão de Produção, Operações e Sistemas*, 4, 49-64.

ARTIGO ACEITO