



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE, ECONOMIA E**  
**GESTÃO PÚBLICA**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

Raphael Maciel de Lima

**IMPACTO NA DEMANDA DE TRANSPORTE AÉREO DEVIDO A**  
**PANDEMIA DE COVID-19**

Brasília-DF

2021

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE, ECONOMIA E  
GESTÃO PÚBLICA

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Raphael Maciel de Lima

**IMPACTO NA DEMANDA DE TRANSPORTE AÉREO DEVIDO A  
PANDEMIA DE COVID-19**

Monografia, apresentada ao Curso de Ciências econômicas da Universidade de Brasília como requisito para obtenção do título de bacharel em Ciências econômicas.

Orientador: Dr. Daniel Cajueiro

Brasília-DF

2021

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – As empresas pioneiras dos anos de 1920 a 1930.

**Tabela 2** - Market-Share das empresas aéreas no mercado doméstico em 1999.

**Tabela 3** - Início do isolamento social em alguns estados brasileiros.

**Tabela 4** – Descrição das variáveis utilizadas.

**Tabela 5** – Descrição dos dados utilizados.

**Tabela 6** – Efeitos fixos variável dependente – Passageiros.

**Tabela 7** - Efeitos fixos variável dependente – RPK.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Tarifa média de vendas de assentos domésticos por empresas.

**Figura 2:** ASK e RPK – variação 12 meses.

## LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS

**BACEN** – Banco Central do Brasil

**CINA** - Comissão Internacional da Navegação Aérea

**GLO** - Gol

**ICAO ou OACI** – Organização Internacional Da Aviação Civil

**IATA** - International Air Transport Association

**VARIG / VRG** - Viação Aérea Rio-Grandense

**VASP / VSP**- Viação Aérea de São Paulo

**TAM** - Latam

**ONE** - Avianca Brasil

**MIN** - Mínimo

**MAX** - Máximo

## **Resumo**

Ao longo do ano de 2020 o mundo passa por uma crise sanitária, impactando todos os setores na economia, em especial do setor de transporte aéreo. Este trabalho apresenta um estudo do impacto do setor aéreo dada a crise sanitária. A pesquisa é baseada num estudo econométrico. Utilizando o modelo de painel de dados de efeitos fixos, busca encontrar se houve uma correlação entre a demanda do setor de transportes aéreos com a pandemia da covid-19.

**Palavras-chaves:** transporte aéreo, COVID-19, painel de dados, efeitos fixos

## **Abstract**

Throughout 2020 the world is going through a health crisis, impacting all sectors in the economy, especially in the air transport sector. This paper presents a study of the impact of the air sector given the health crisis. The research is based on an econometric study, using the fixed effects data panel model, seeking to find out if there was a correlation between the demand of the air transport sector and the Covid-19 pandemic.

**Keywords:** air transport, COVID-19, data panel, fixed effects

## Sumário

1. Introdução.....	7
2. Transporte Aéreo, Evolução Histórica. ....	8
2.1. Evolução do Transporte Aéreo no Brasil.....	8
2.2. O Transporte Aéreo no Século XXI.....	13
2.3. A Crise Sanitária e a COVID-19.....	16
3. Modelo Empírico.....	20
3.1. Dados em Painel.....	20
4. Variáveis e descrição dos dados. ....	22
5. Resultados.....	24
6. Conclusão.....	27
Referências Bibliográficas.....	28

## **1. Introdução**

O setor de transportes aéreos é um dos mais importantes setores na economia no Brasil e no mundo, criado no século passado, o avião se tornou o meio de locomoção mais rápido e seguro dada as inovações tecnológicas ao longo do século XX.

Aos longos dos anos foram observados anos de prosperidade no setor aéreo. Porém, no ano de 2020, o mundo passa por uma crise sanitária. Um novo vírus identificado inicialmente em dezembro de 2019 em Wuhan, uma cidade na China, se espalha rapidamente em vários países levando a vários casos de hospitalizações. Dada ao nível de periculosidade do vírus, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decreta uma pandemia mundial, cuja recomendação é que haja isolamento social, restrição de circulação de pessoas, uso de máscaras e outras medidas. Com o objetivo de controlar a contaminação, vários setores da economia paralisaram, afetando a economia em sua totalidade, onde um dos setores mais afetados foi o setor de transporte aéreo.

O presente trabalho busca avaliar o impacto na demanda de transporte aéreo dada ao cenário vivido em 2020, utilizando um modelo econométrico em painel de dados. Esse trabalho pode ser separado da seguinte forma: na Seção 1, apresenta-se a introdução; na Seção 2 é exposto o referencial teórico onde são contextualizadas a história e como se concretizou o setor aéreo no Brasil; a Seção 3, discorre sobre os métodos utilizados nesta pesquisa; na Seção 4, são analisados os resultados encontrados, que por fim são apresentados com as conclusões na Seção 5.

## **2. Transporte Aéreo, Evolução Histórica.**

Para analisar o impacto da Pandemia de COVID-19 na demanda de transporte aéreo, é preciso, primeiro, compreender a evolução histórica da aviação, em particular da aviação civil. Dessa forma, o presente capítulo foi dividido em 3 subsecções: a primeira subsecção trata da evolução do transporte aéreo no Brasil e questões como de que forma o transporte aéreo consolidou-se, os avanços e regulação que surgiram no decorrer do século XX. A segunda subsecção apresenta o mercado atual, partindo dos anos 2000 até 2020.

### **2.1. Evolução do Transporte Aéreo no Brasil.**

A trajetória da aviação se inicia nos tempos do brasileiro Santos Dumont, conhecido pelos brasileiros como o “pai da aviação”. Este, ficou conhecido por realizar o primeiro voo em Paris, com uma coletiva de avaliação, feito que marcou a invenção do “14 bis”. No entanto, na maior parte do mundo, o crédito pela criação do avião é dado aos irmãos Wright, em um voo realizado em 1903. Anos após o primeiro voo, em 1909, um evento marcante foi a travessia do canal da Mancha, canal que separa a França da ilha da Grã-Bretanha. Desde então as atividades ligadas ao transporte aéreo estavam focadas no avião e no piloto. Como não havia muitos aviões, não existia a necessidade de grandes estruturas aeroportuárias ou de controle de tráfego aéreo, portanto, a regulação era praticamente inexistente.

Os aviões já passaram a ser utilizados alguns anos depois, na 1.<sup>a</sup> Guerra Mundial. Utilizados para missões de defesa, ataque e reconhecimento, eles tinham capacidades limitadas, levavam apenas o piloto e pouca carga. Muitos não passavam de 110 km/h. No meio da Guerra, a Aircraft Transport and Travel, foi a primeira companhia do mundo a ser fundada, em 1916 no Reino Unido.

Em 1918, após o término da Primeira Guerra Mundial, o interesse pelo transporte aéreo de passageiros, cargas e correio passou a ser real dada a maior disponibilidade de aviões e pessoas capacitadas para pilotar. Entretanto, ainda permaneciam vários problemas sem soluções, em especial a soberania do



espaço aéreo do estado, cartas de navegação sem padronizações, dificuldade com comunicações dadas as diferenças linguísticas, entre outros problemas. Por conta disso, a Convenção de Paris em 1919, foi a primeira Convenção Internacional voltada para a regulação da aviação civil. Nessa ocasião, ficou instituído o marco regulatório de Direito Aéreo Internacional. O documento estabelecia:

1.º A Convenção consagra o princípio da soberania completa e exclusiva dos Estados sobre o seu espaço aéreo;

2.º A Convenção estabelece o princípio da nacionalidade das aeronaves. Qualquer aeronave tem de ter a nacionalidade de um dos Estados contratantes determinada através da inscrição no registo nacional de cada Estado, com exclusão de qualquer outra;

3.º A Convenção instituiu uma organização internacional incumbida de regular, através de normas comuns, a navegação aérea internacional. (BAGANHA, 1996, pg 921)

A partir de 1919 e durante a década de 1920, várias companhias aéreas passaram a operar na Europa e nos Estados Unidos. As companhias utilizavam aviões da 1ª Guerra Mundial, cujas capacidades eram limitadas. Alcançava em média 250 km/h, eram muito barulhentos e não possuíam pressurização.

Os primeiros registros sobre a aviação brasileira iniciam-se na segunda década do século passado. Em comemoração ao Centenário da Independência do Brasil, de 30 de março a 17 de junho de 1922, foi realizada a Primeira Travessia do Atlântico Sul. Na ocasião, o piloto Sacadura Cabral e o navegador Gago Coutinho partiram de Lisboa em Portugal no hidroavião Lusitânia e percorreram 8.383 km até chegarem no Rio de Janeiro. Desse modo, evidenciou-se a viabilidade das travessias transoceânicas e, com isso, das promissoras possibilidades econômicas.

A partir do ano de 1927, várias companhias aéreas começaram a operar no Brasil, dentre elas a Compagnie Générale Aéropostale, Condor Syndikat - uma subsidiária da alemã Lufthansa - e, por fim, a Viação Aérea Rio-Grandense S.A que posteriormente se tornou uma das empresas aéreas mais importante do Brasil até o início do século XXI. A Tabela 1 detalha as empresas aéreas pioneiras no Brasil:

**Tabela 1** – As empresas pioneiras dos anos de 1920 a 1930.

<b>Fundação / Encerramento</b>	<b>Empresa</b>	<b>Observações</b>
(1924 – 1927)	Condor Syndikat	Empresa aérea que operou os primeiros voos no Brasil.
(1927 – 2006)	VARIG - Viação Aérea Rio-Grandense	A maior empresa aérea do Brasil no Séc. XIX, faliu em 2006
(1927 – 1942)	Sindicato Condor	Passou a se denominar Cruzeiro do Sul em 1942.
(1929 – 1930)	NYRBA – New York-Rio-Buenos Aires	Antecessora da Panair, foi incorporada pela Pam Am.
(1930 – 1965)	Panair Brasil	Foi decretada falência no Regime Militar em 1965.
(1933 – 1939)	Aerolloyd Iguassu	Pertencente ao grupo Mate Leão, vendida a Vasp em 1939.
(1933 – 2005)	Vasp – Viação Aérea de São Paulo	Privatizada em 1990. Encerrou suas atividades em 2005 e decretou falência em 2008.
(1938 – 1961)	NAB – Navegação Aérea Brasileira	Adquirida pela Vasp em 1962.

**Fonte:** SMITH JR(2002) e adaptado pelo autor.

Até a Segunda Guerra Mundial, viajar de avião, além de ser dispendioso, era considerado desconfortável e perigoso. PILARSKI (2007) enfatiza que os aviões eram lentos, não podiam alcançar grandes altitudes por conta que as cabines não serem pressurizadas, além de que os movimentos de turbulência causavam grande desconforto aos passageiros.

Um ano antes do fim da 2ª Guerra Mundial, em 1944, ocorreu a convenção de Chicago. Ficou conhecida, na história da aviação, como uma das mais importantes convenções. Nela estabeleceu-se alguns princípios, como: ordenação do transporte aéreo entre os países; soberanias; utilização pacífica; segurança de voo; matrícula nacional de aeronave; e liberdades do ar (PAIVA, 2008). Outro acontecimento importante foi a criação da International Civil Aviation Organization (ICAO), uma agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU). No ano seguinte, em abril de 1945, é fundada uma instituição independente, a International Air Transport Association (IATA). Essas duas instituições foram responsáveis pelas principais decisões relacionadas ao transporte aéreo. “Em sua fundação, a IATA tinha 57 membros de 31 nações, a maioria na Europa e América do Norte” (IATA.org).

Com o fim da Guerra, FERNANDES (2015) avalia que o transporte aéreo tomou a forma que conhecemos hoje no mundo, em razão de grandes avanços tecnológicos promovidos durante esse período.

Uma grande infraestrutura de terra e de controle do espaço aéreo passou a fazer parte do acervo mundial. Não foi somente a evolução do avião. Houve realmente uma evolução extraordinária de capacidade de transporte, tanto de carga quanto de distância, propiciada pela inovação dos meios de propulsão (motores, turbinas), designs e de toda a tecnologia agregada ao avião. Mas o avanço do transporte aéreo também foi viabilizado pela evolução da logística de infraestrutura de terra, aeroportos e radares, das telecomunicações e da tendência de liberalização do comércio internacional. (FERNANDES, 2015, p.02)

No Brasil, o transporte aéreo também não ficou para trás com relação ao mundo. O marco inicial da regulação foi a criação do Departamento de Aeronáutica Civil em 1931, em 1941 foi renomeado como Departamento de Aviação Civil (DAC) e vinculado ao Ministério da Aeronáutica, sendo até 1999 o principal órgão do governo responsável pela regulação do setor de transporte aéreo civil. Além disso, ao longo desses anos, várias entidades complementares também foram criadas, como por exemplo o Sindicato Nacional Aeroviários (SNA) em 1941 e Escola de Aperfeiçoamento e Preparação Aeronáutica Civil (EAPAC).

No início dos anos 1960, a aviação comercial brasileira enfrentou uma forte crise com problemas como “concorrência excessiva, a necessidade de novos investimentos para a renovação da frota, visando à substituição das aeronaves do pós-guerra” (MALAGUTTI, 2001, p.05). Por conta da excessiva concorrência no mercado, o estado, representantes das empresas aéreas e representantes do DAC se reuniram nas Conferências Nacionais de Aviação Comercial (CONAC). Chegaram ao consenso da necessidade de se instaurar uma política de estímulo à fusão de empresas. As fusões das empresas resultaram na diminuição de empresas regionais e criaram o primeiro oligopólio do setor aéreo resultando em quatro grandes empresas aéreas (Varig, Vasp, Cruzeiro e Transbrasil).

A introdução dos jatos comerciais com grande autonomia de vôo resultou na eliminação das paradas para reabastecimento, provocando o declínio do número de cidades atendidas o que levou também a uma concentração em grandes cidades, “Assim é que, de um total de 335 cidades servidas por linhas aéreas em 1958, somente 92 continuavam a dispor do serviço em 1975” (MALAGUTTI, 2001, p.05).

MALAGUTTI (2001) descreve os planos para regionalização das cidades afetadas:

Atento ao problema, o então Ministério da Aeronáutica decidiu criar uma modalidade de empresa aérea, a empresa regional, para atender as cidades interioranas, dentro do conceito do novo sistema de Transporte Aéreo regional, que foi criado pelo Decreto n.º 76.590, de 11 de novembro de 1975. No entanto, de conformidade com a política em vigor, de competição controlada, apenas umas poucas empresas foram criadas, devendo, cada uma delas, operar dentro de uma determinada região. Assim, para operarem nas cinco regiões em que se dividiu o território nacional, foram criadas, em 1976, as empresas NORDESTE (Estados do NE, parte do MA, ES e grande parte de MG), RIO-SUL (Estados do Sul e RJ, parte do ES, faixa litorânea de São Paulo), TABA (Estados da Amazônia e partes oeste do PA e norte do MT), TAM (MS, partes do MT e SP) e VOTEC (Estados de Tocantins e Goiás, DF, partes do PA, MG e MT). (MALAGUTTI, 2001, p.06).

No final da década de 1990, após tentativas frustradas de regionalização do transporte aéreo, o mercado doméstico termina dividido em apenas 4 empresas: A Varig, que possuía a maior participação do mercado; a TAM, que

posteriormente se fundiu com a empresa aérea chilena LAN em 2012 se tornando a atual Latam; a Vasp e a Transbrasil. Essas duas últimas chegaram aos anos 1990 com receitas insustentáveis. Dessa forma, com a Vasp já privatizada em 1990 e a Transbrasil operando com uma baixa rentabilidade e altos custos de manutenção, ambas decretaram falência no início dos anos 2000. A tabela abaixo mostra o Market-Share<sup>1</sup>, ou seja, a porcentagem de participação do mercado brasileiro.

**Tabela 2-** Market-Share das empresas aéreas no mercado doméstico em 1999.

<b>Empresa Aérea</b>	<b>Passageiros transportados</b>	<b>% participação do mercado</b>
<b>TAM</b>	2.685.831	17,49%
<b>Transbrasil</b>	2.899.547	18,88%
<b>VARIG</b>	6.492.572	42,28%
<b>VASP</b>	3.279.807	21,36%
<b>Total</b>	15.357.757	100,00%

**Fonte:** Anuário do Transporte Aéreo, DAC 1999.

## **2.2. O Transporte Aéreo no Século XXI.**

O mercado atual começou a se estruturar no início dos anos de 1990, após um baixo crescimento econômico, as empresas aéreas tornam-se insustentáveis dada as excessivas barreiras econômicas, com o governo regulando as tarifas. Na tentativa de melhorar o setor, foi realizado um processo de liberalização em três rodadas: a primeira em 1992:

A primeira rodada de liberalização ocorreu em 1992, sendo orientada por duas medidas: (i) O abandono do monopólio legal das empresas estabelecidas nos mercados nacional e regional. Substituição das

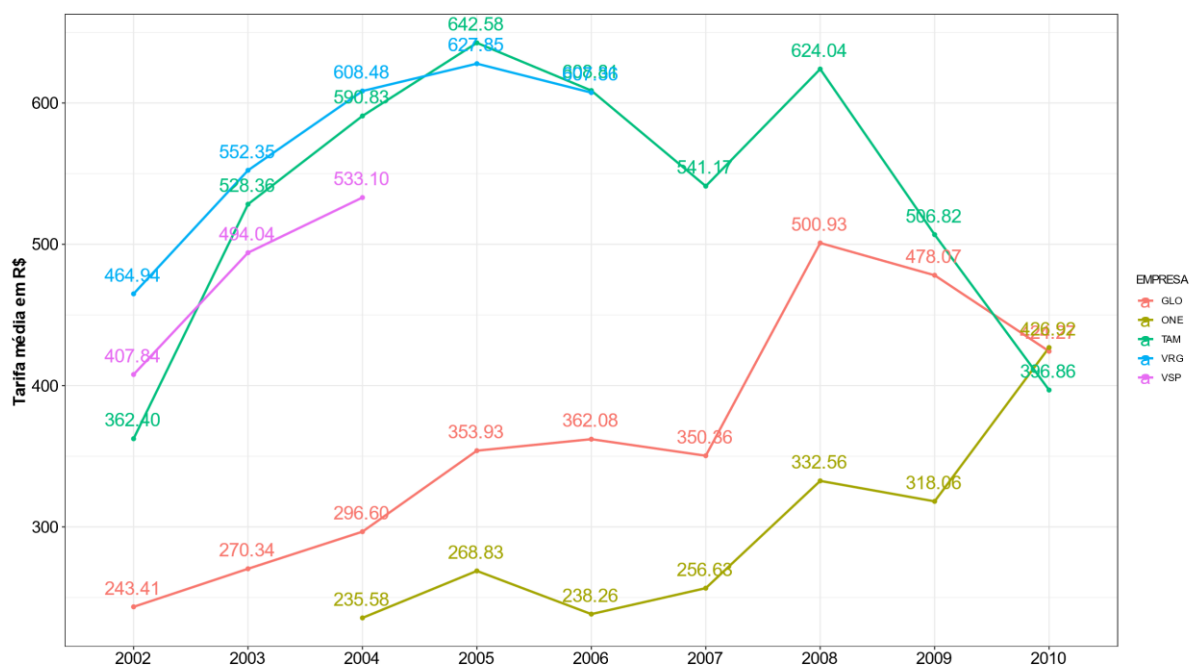
<sup>1</sup> Market-share: grau de participação do mercado em termos das vendas de um determinado produto.

barreiras legais à entrada por uma política de estímulo à entrada de novas empresas no “mercado doméstico”. (ii) Substituição da política de regulação de preços pela definição de “preços de referência”, com limite superior e inferior para a flutuação dos preços, e pelo incentivo a concorrência em preços (OLIVEIRA *et al*, 2006; FERREIRA e OLIVEIRA, 2007).

A segunda rodada ocorreu em 1997 e a última em 1998, trazendo como principal contribuição a abolição do monopólio legal de operação das “linhas especiais” das companhias regionais (BIELSCHOWSKY e CUSTÓDIO, 2011, p.87). Por último, a terceira rodada de liberalização veio a ocorrer em 2001, quando foram removidos todos os controles de preços.

Com a melhora gradual das condições macroeconômicas do país a partir de 2000, a liberalização do mercado entre 2001 e 2002 e a debilidade das empresas tradicionais permitiram, em 2001, a entrada da GOL no setor (BIELSCHOWSKY e CUSTÓDIO, 2011). A entrada da empresa foi marcada como a “primeira empresa regular com passagens de baixo preço no Brasil. Suas tarifas atuais chegaram, em média, a ser 40% mais baixas do que as das empresas tradicionais” (MALAGUTTI, 2001, p.7). O gráfico abaixo mostra o preço médio de passagens aéreas vendidas de janeiro de 2002 até dezembro de 2010.

**Figura 2:** Tarifa média de assentos domésticos vendidos por empresas.



**Fonte:** ANAC, autor próprio

Com a decisão de se criar uma agência reguladora para a aviação civil no Brasil, em 2006 foi colocada em operação a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), vinculada ao Ministério da Defesa. A ANAC assumiu toda a parte regulatória do DAC, exceto no que diz respeito ao espaço aéreo, que ficou sob a responsabilidade do DECEA (FERNANDES, 2015).

A partir da consolidação da Gol no Brasil, as falências da Transbrasil e da Vasp, e posteriormente, em 2006 a falência da Varig, o mercado se consolidou em 4 empresas, sendo que atualmente apenas 3 delas atuam no mercado. A TAM, se consolidou como a empresa com maior Market-share, variando 30 a 40% do mercado, logo em seguida, a Gol tendo uma participação em média de 30%, a Azul, criada em 2010 vem tomando seu lugar no mercado, principalmente em transportes regionais e por último a Avianca, que entrou com um pedido de recuperação judicial em dezembro de 2018 e decretada falência em julho de 2020.

### 2.3. A Crise Sanitária e a COVID-19.

Em dezembro de 2019 iniciou-se um surto que atingiu cerca de 50 pessoas na cidade de Wuhan, na China. A maioria dos pacientes tinha sido exposta ao mercado Huanan. Esse mercado comercializa frutos do mar, mas também animais silvestres, frequentemente vendidos vivos ou abatidos no local. Contudo, “constatou-se que vários pacientes desse surto inicial não tiveram relação epidemiológica com o mercado, abrindo a possibilidade de que a origem poderia ter sido em outro local” (Gruber, 2020). Por conta da facilidade de propagação do vírus, do desconhecimento científico e possibilidade de levar pessoas a óbito, a melhor opção dada as circunstâncias foi o distanciamento e isolamento social. A província de Wuhan fez uma quarentena restrita a partir do dia 23 de janeiro de 2020, porém o vírus já havia se espalhado em vários outros locais, inclusive em outros países. Então, no dia 11 de março de 2020:

A Organização Mundial da Saúde (OMS) elevou a classificação do novo coronavírus (SARS-CoV-2) para a pandemia. O anúncio foi feito nesta quarta-feira (11). Mais de 118 mil pessoas já foram infectadas em 114 países. No Brasil, já são 52 casos confirmados da doença. (gov.br, GOVERNO FEDERAL, 2020)

Em alguns dias depois, vários estados brasileiros começaram a relatar casos de covid dentro do território nacional. Para adotar uma medida para contenção do vírus, vários estados brasileiros iniciaram uma política de isolamento social, fechamento das atividades econômicas não essenciais, restrição de circulação de pessoas e em alguns estados foi decretado o lockdown, termo usado para descrever a paralisação total ou parcial do deslocamento de pessoas. A tabela abaixo, mostra o início das medidas de contenção em alguns Estados brasileiros:

**Tabela 3** - Início do isolamento social em alguns Estados brasileiros.

<b>Estado</b>	<b>Sigla</b>	<b>Decreto</b>	<b>Data da publicação</b>
<b>São Paulo</b>	SP	Decreto nº 64.881	22/03/2020



<b>Minas gerais</b>	MG	Apenas declarando estado de calamidade	23/03/2020
<b>Bahia</b>	BA	Decreto nº 19.529	16/03/2020
<b>Santa Catarina</b>	SC	Decreto nº 515	17/03/2020
<b>Rio de Janeiro</b>	RJ	Decreto nº 46.973	16/03/2020
<b>Rio Grande do Sul</b>	RS	Decreto nº 55.154	01/04/2020
<b>Distrito Federal</b>	DF	Decreto nº 40.520	14/03/2020
<b>Goiás</b>	GO	Decreto nº 9633	13/03/2020

---

**Fonte:** Diário oficial da União, Jornais locais.

Conseqüentemente as tentativas de conter o vírus impactava cada vez mais na economia. Dado que apenas os serviços essenciais estariam em pleno funcionamento, os demais, ficando parcialmente paralisados, a economia brasileira teve uma forte contração no final do primeiro trimestre que se aprofundou no segundo trimestre. Segundo dados do Banco Central (BACEN), no primeiro semestre a economia brasileira teve um recuo de 0,3% em relação ao mesmo trimestre do ano passado. Em seguida, no segundo semestre o recuo foi ainda maior, de 11,4%.

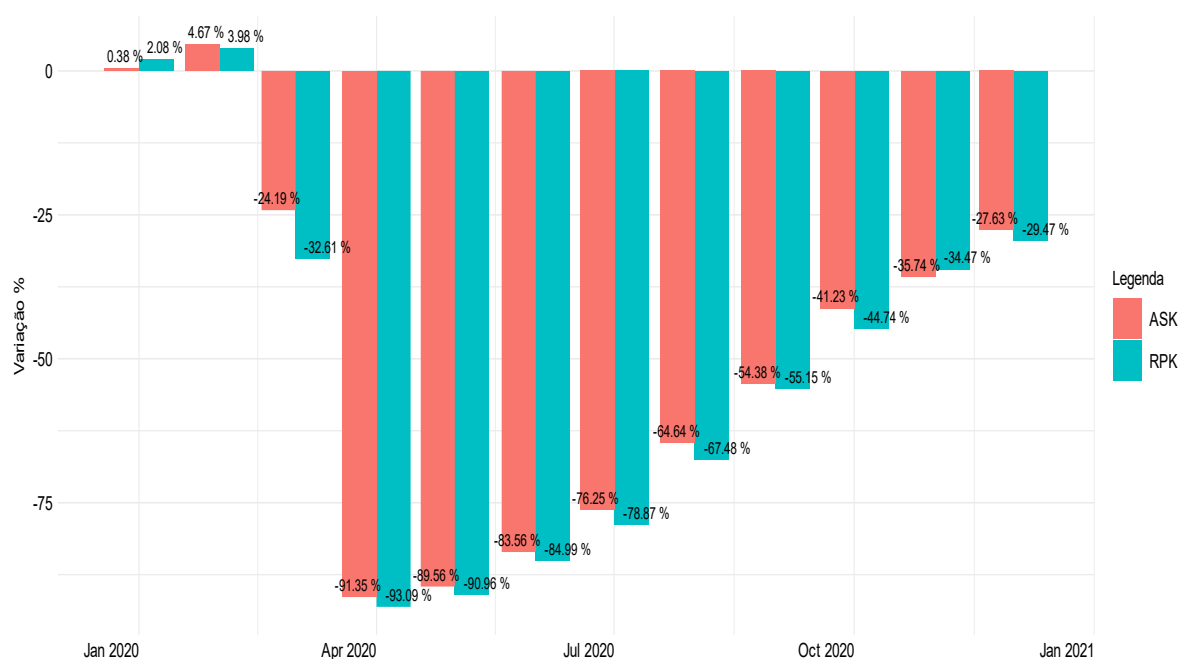
Com as medidas de isolamento social, praticamente todos os setores foram afetados. A secretaria especial de produtividade do Ministério da Economia (Sepec/ME) divulgou uma portaria no Diário Oficial da União com uma lista dos setores mais impactados pela pandemia:

Art. 1º Listar os setores da economia mais impactados pela pandemia após a decretação da calamidade pública decorrente do Covid-19:  
I - Atividades artísticas, criativas e de espetáculos (CNAEs 90 91 92 93);  
II - Transporte aéreo (CNAE 51);  
III - transporte ferroviário e metroferroviário de passageiros (CNAE 4912-4);

IV - Transporte interestadual e intermunicipal de passageiros (CNAE 4922 -1);  
V - Transporte público urbano (CNAE 4922-1) ;(Diário Oficial da União, Portaria nº20.809 de 14 de setembro de 2020)

Conforme o Ministério da Economia, o setor de transporte aéreo foi o segundo setor mais afetado. Segundo dados da ANAC, em janeiro de 2020, o fluxo de passageiros apresentou uma das melhores marcas da série histórica, com aproximadamente 9,2 milhões em voos domésticos. Já em março, houve uma retração de 32,6% da demanda em comparação a março de 2019. O pico da retração foi atingido em abril de 2020, com uma queda 93,1% em relação ao mesmo mês do ano anterior. A figura abaixo mostra a oferta das empresas ASK<sup>2</sup> e a demanda por transporte aéreo RPK<sup>3</sup>, medidas usadas pela ANAC.

**Figura 1: ASK e RPK – variação 12 meses.**



**Fonte:** ANAC, autor próprio.

<sup>2</sup> **ASK (Available seat kilometer):** Refere-se ao volume de Assentos Quilômetros Oferecidos, ou seja, a soma do produto entre o número de assentos oferecido e a distância das etapas;(ANAC).

<sup>3</sup> **RPK (Revenue passenger kilometer):** Refere-se ao volume de Passageiros Quilômetros Transportados, ou seja, a soma do produto entre o número de passageiros pagos e a distâncias das etapas (ANAC).

Ao longo dos meses de 2020 a economia foi se reajustando a nova realidade, apesar dos números de casos não terem diminuído, os governos de cada estado foram se reajustando para liberar o comércio de forma gradual.

### 3. Modelo Empírico

Para mensuramos o impacto da covid na demanda de transporte aéreo, utilizaremos modelos econométricos. Segundo Wooldridge (2018, p. 26) “A econometria é baseada no desenvolvimento de métodos estatístico para estimar relações econômicas [...]”. Dentre os vários modelos na econometria o modelo em destaque utilizado é o modelo de regressão de dados em painel.

A principal vantagem de usar dados em painel em relação a usar modelo puramente de cortes transversais e modelo puramente de serie de tempo é que quando os dados são agrupados referente a indivíduos, empresas e até países, por conta do efeito no tempo os dados costumam ter heterogeneidade e por isso não conseguem ser observáveis no tempo.

#### 3.1. Dados em Painel

Os dados em painel podem ser vistos como uma combinação de cortes transversais (cross-section) com dados em séries temporais. Os dados de cortes transversais são descritos como uma observação de múltiplos objetos e variáveis correspondentes em um ponto específico do tempo. Já os dados em série temporal só observam uma variável recorrentemente ao longo do tempo. Assim os dados do painel são um conceito bidimensional que tem como vantagem “dados mais informativos, mais variabilidade, menor colinearidade entre variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência” (Gujarati, 2011, pág. 356).

Tal modelo é dividido em duas abordagens, o efeito fixo e o efeito aleatório. A principal diferença entre esses dois modelos está no coeficiente. O modelo de efeitos fixos presume-se que o coeficiente  $\beta_1$ , apresenta a constante fixa a cada sujeito, dando maior individualidade a cada um deles, sendo que seu valor é invariante ao longo do tempo. Por outro lado, , os modelos de efeitos aleatórios determinam efeitos individuais de variáveis independentes não observadas como variáveis aleatórias ao longo do tempo. Dessa forma, presume-se que o  $\beta_{1i}$  seja uma variável aleatória com um valor médio  $\beta_1$ .

Gujarati (2019, pág. 359) descreve que o termo “efeitos fixos” se deve ao fato de que o intercepto de cada contribuinte, embora diferente dos interceptos dos outros contribuintes, não varia com o tempo, assim o modelo consome um número elevado de graus de liberdade. Outro pressuposto é que o termo de erro e os  $X_i$  estão correlacionados, essa correlação decorre de possíveis fatores inclusos no componente de erro que podem ser determinantes fundamentais para influenciar nas variáveis explanatórias. Assim o modelo de efeitos fixos pode ser descrito como:

$$Y_{it} = \beta_i + \beta_i X_{it} + \alpha_i + \mu_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$t = 1, 2, \dots, t$$

Gujarati (2019, pág. 356) descreve também que os dados em painel podem ser classificados como um painel balanceado ou painel desbalanceados. Os dados em painel balanceado e descrito como o número de observações no tempo é o mesmo para cada indivíduo. Assim o painel desbalanceado é justamente o oposto, quando os números de observações no tempo não é o mesmo para cada indivíduo.

#### 4. Variáveis e descrição dos dados.

As variáveis utilizadas para compreender o mercado aéreo foram retiradas no portal da ANAC, onde é possível retirar as medidas de RPK, quantidade de passageiros pagos mensal e o preço da tarifa média cobrada para voos domésticos dada quantidade de passageiros pagos. Para medimos o impacto na demanda, foi preferível analisar somente a demanda de transporte doméstico. De fato, por conta da pandemia, alguns países restringiram a entrada de brasileiros outros fecharam fronteiras. Dessa forma, ficou difícil de aplicar o modelo adicionando a demanda de transporte internacional.

As variáveis macroeconômicas como PIB mensal e cambio foram retiradas do SGS - Sistemas Gerenciador de Series Temporais do Bacen e por fim, a quantidade de casos confirmados nos respectivos estados são Paulo e amazonas. A Tabela 4 descreve as variáveis utilizadas e a Tabela 3 descreve a quantidade de linhas, o máximo, mínimo e média dos dados utilizados:

**Tabela 4 – Descrição das variáveis utilizadas.**

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
<b>RPK</b>	Refere-se ao volume de Assentos Quilômetros Oferecidos, ou seja, a soma do produto entre o número de assentos oferecido e a distância das etapas.	ANAC
<b>Pass</b>	Quantidade de passageiros pagos.	ANAC
<b>Tar</b>	Tarifa média do período.	ANAC
<b>Camb</b>	Taxa de câmbio - Dólar americano (venda) – Média em período mensal.	BACEN
<b>PIB_Mes</b>	PIB Mensal – Valores correntes em R\$.	BACEN
<b>Qrtn</b>	Variável <i>dummy</i> para indicar o início dos casos e das medidas de restrição para combate a COVID-19.	
<b>Casos</b>	Quantidade mensal de casos confirmados de COVID-19.	Prefeitura de São Paulo

**Fonte:** autor próprio.

Por conta da crise sanitária e da queda expressiva da demanda, as empresas precisaram readequar disponibilidade de voos. Por essa razão, foi necessário reajustar a malha aérea. Segundo dados da ANAC, no mês de abril 2019, a malha aérea possuía cerca de 1.600 trechos. No mesmo período de 2020, no pico da queda da demanda, a malha aérea passou para cerca de 329 trechos domésticos. Muitos trechos que possuíam voos diretos, passaram a ser com escalas para as empresas permanecerem com o Load factor<sup>4</sup> alto.

Com o objetivo de deixar os dados mais homogêneos, a análise levou em conta apenas os 5 trechos com maior número de passageiros do aeroporto de Guarulhos, considerado o maior aeroporto e o mais movimentado do Brasil, e por fim, os 5 maiores trechos de Manaus, dado que o estado do Amazonas foi um dos mais afetados por conta da COVID-19 em números de casos e de mortes, sendo filtradas os anos de 2010 até novembro de 2021, ou seja, cada trecho deveria conter 130 observações no tempo,

Para ser um painel balanceado o painel deveria conter 1.300 observações. A Tabela 5 mostra que no painel contém apenas 1.111 observações, sendo assim um exemplo de painel de dados desbalanceado.

**Tabela 5 – Descrição dos dados utilizados.**

	<b>RPK</b>	<b>Pass</b>	<b>Tar</b>	<b>camb</b>	<b>PIB_men</b>	<b>covid</b>	<b>casos</b>
<b>Contagem</b>	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111
<b>Min</b>	0,00	0,00	314,45	1,55	285.739,00	0,00	0,00
<b>Max</b>	2.067227e+08	139.187,00	685,41	5,771200	664.466,50	1,00	269.347
<b>Média</b>	2.157028e+07	17.380,61	505,09	2,95	491.077,06	-	8.558,85

**Fonte:** autor próprio.

<sup>4</sup> **Load Factor:** A porcentagem da capacidade disponível que é realmente vendida e usada por passageiros de receita e/ou frete, em um único voo sobre um único setor de voo.

## 5. Resultados

Utilizamos a linguagem de programação Python. Ela foi desenvolvida sob uma licença de código aberto. A ferramenta se destaca principalmente em estudos em análise e tratamento de dados. A demanda pelo transporte aéreo pode ser dívida em RPK e a quantidade passageiros pagos, assim utilizamos essas duas variáveis como variáveis dependentes.

Com o objetivo de controlar as variáveis inseridas no modelo, inicialmente foi realizado o primeiro teste com variáveis macroeconômicas, sem incluir as variáveis relacionadas à covid, já no segundo teste, incluímos a variável *casos* para observarmos se o aumento de casos tem uma correlação com o RPK e a quantidade de passageiros. No terceiro teste, retiramos a variável *casos* e incluímos a variável *dummy covid*, representando o cenário pandêmico, por fim, o último teste incluí todas as variáveis do modelo. As Tabelas 6 e 7 mostram os resultados obtidos:

**Tabela 6 – Efeitos fixos variavel dependente – Passageiros.**

	<i>1º teste</i>	<i>2º teste</i>	<i>3º teste</i>	<i>4º teste</i>
<b>Tar</b>	22.413 (0.0386)**	15.133 (0.1644)	12.659 (0.3152)	12.470 (0.3013)
<b>PIB_men</b>	0.0370 (0.0023)***	0.0404 (0.0023)**	0.0377 (0.0021)**	0.0380 (0.0018)**
<b>camb</b>	-4118.2 (0.0041)***	-3359.9 (0.0082)***	-2427.4 (0.0761)*	-2440.0 (0.0822)*
<b>casos</b>		-0.0317 (0.0100)***		-0.0028 (0.8121)
<b>covid</b>			-8432.2 (0.0229)**	-8029.2 (0.0817)*
<b>R<sup>2</sup></b>	0.4270	0.4283	0.4294	0.4294
<b>R<sup>2</sup> (Between)</b>	0.6444	0.6432	0.6430	0.6430
<b>R<sup>2</sup> (Within)</b>	0.0237	0.0295	0.0329	0.0330
<b>R<sup>2</sup> (Overall)</b>	0.4270	0.4283	0.4294	0.4294



Fonte: autor próprio

Anotações: \*\*\* significativa a 1%, \*\* significativa a 5%, \* significativa a 10%

Utilizando a quantidade de passageiros como variável dependente, no primeiro teste, o modelo mostra uma correlação positiva das tarifas aéreas e do PIB, com o nível de significância menor 5%, este fato pode estar relacionado ao crescimento econômico, quanto maior a produtividade do país, maior é a quantidade de passageiros que viajam a negócios, férias e entre outros motivos. Já o dólar quanto maior a desvalorização da moeda, maior é a preferência do consumidor por voos internacionais, além disso, o preço do querosene de aviação (QAV) segue o preço internacional, assim a variação do dólar afeta diretamente os preços das tarifas aéreas.

No segundo teste, vemos que ao adicionar a variável do número de casos de covid, vemos uma correlação negativa, com o nível de significância a 1%, ou seja, dado um aumento nos números de casos, há uma diminuição na quantidade de passageiros. Quanto ao terceiro teste, temos uma correlação negativa com a variável *dummy* indicando o cenário pandêmico. Por fim o quarto e último teste, as variáveis de covid não apresentou significância, sendo assim, não captando adequadamente os efeitos.

**Tabela 7 - Efeitos fixos variavel dependente – RPK.**

	<b>1º teste</b>	<b>2º teste</b>	<b>3º teste</b>	<b>4º teste</b>
<b>Tar</b>	4.344e+04 (0.0044)***	3.722e+04 (0.0117)**	3.808e+04 (0.0259)**	3.668e+04 (0.0224)**
<b>PIB_men</b>	30.398 (0.0152)**	33.302 (0.0133)**	30.795 (0.0149)**	32.814 (0.0135)**
<b>camb</b>	-5.257e+06 (0.0171)**	-4.609e+06 (0.0293)**	-4.329e+06 (0.0641)*	-4.423e+06 (0.0647)*
<b>casos</b>		-27.076 (0.0283)**		-21.225 (0.3395)
<b>covid</b>			-4.631e+06 (0.1760)	-1.629e+06 (0.7687)
<b>R<sup>2</sup></b>	0.4038	0.4045	0.4043	0.4045

<b><i>R<sup>2</sup> (Between)</i></b>	0.6316	0.6312	0.6313	0.6311
<b><i>R<sup>2</sup> (Within)</i></b>	0.0130	0.0156	0.0149	0.0157
<b><i>R<sup>2</sup> (Overall)</i></b>	0.4038	0.4045	0.4043	0.4045

---

**Fonte:** autor próprio

**Anotações:** \*\*\* significante a 1%, \*\* significante a 5%, \* significante a 10%

Considerando RPK como variável dependente, o primeiro teste, vemos que as variáveis macroeconômicas estão correlacionadas com a demanda. No segundo teste, o modelo mostra que o número de casos é correlacionado negativamente ao nível de significância de  $p < 0,05$ . Já no terceiro e quarto testes, não podemos afirmar que há uma correlação entre as variáveis relacionadas a covid.

## **6. Conclusão**

Este trabalho procurou estudar um pouco mais sobre a demanda do transporte aéreo e a correlação com a Covid-19, na Seção 5 podemos concluir que os resultados foram satisfatórios, apesar das limitações dos dados, o painel de efeitos fixos conseguiu encontrar uma correlação entre a demanda do transporte aéreo e a Covid-19, assim, a hipótese de que os aumentos no número de casos impactam o setor aéreo é válida.

Em janeiro de 2021, a população começa a ser vacinada para as medidas de restrição sejam suspensas e a queda no número de internações assim, todos os setores da economia possam se recuperar dessa crise, em especial, o setor aéreo.

## Referências Bibliográficas

CAMBESES JUNIOR Manoel. **A Primeira travessia do Atlântico Sul**, Brasília: ICAER, 2008

FERNANDES, Elton. **Transporte Aéreo no Brasil**. Grupo GEN, 2015

J. SMITH JR, Myron. **The Airline Encyclopedia 1909-2000**. Scarecrow Press, 2002

Malagutti, A. O. **Evolução da Aviação Civil no Brasil**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001.

Gujarati, D. **Econometria**. Editora Saraiva, 2019.

Wooldridge, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna – Tradução da 6ª edição norte-americana**. Cengage Learning Brasil, 2018.

DAS, N.C.; W., R.J. **Econometria e Séries Temporais com Aplicações à Dados da Economia Brasileira**. Grupo GEN, 2014.

## Links:

Coronavírus em Wuhan: como 1º epicentro da pandemia foi de ruas desertas a raves em piscinas lotadas - <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-53833393>. Acesso em 28/11/2020

OMS classifica coronavírus como pandemia — português (Brasil) ([www.gov.br](http://www.gov.br)),

<https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/03/oms-classifica-coronavirus-como-pandemia>. Acesso em [15/12/2020](https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/03/oms-classifica-coronavirus-como-pandemia)

The Founding of IATA, <https://www.iata.org/en/about/history/>. Acesso em 16/12/2020

linearmodels 4.24, <https://pypi.org/project/linearmodels/>. Acesso em 03/02/2021

A Guide to Panel Data Regression: Theoretics and Implementation with Python, <https://towardsdatascience.com/a-guide-to-panel-data-regression-theoretics-and-implementation-with-python-4c84c5055cf8>. Acesso em 05/02/2021