

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**



**Lukas Lopes Pereira**

**MENSURAÇÃO DE IMPACTOS DAS CONCESSÕES  
AEROPORTUÁRIAS NA TAXA DE CRESCIMENTO DA  
DEMANDA PELO MODAL AEROVIÁRIO**

Trabalho de Graduação  
2021

**Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica**

**Lukas Lopes Pereira**

**MENSURAÇÃO DE IMPACTOS DAS CONCESSÕES  
AEROPORTUÁRIAS NA TAXA DE CRESCIMENTO DA  
DEMANDA PELO MODAL AEROVIÁRIO**

Orientador

Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

**ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA**

**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Divisão de Informação e Documentação**

Lopes Pereira, Lukas

Mensuração de impactos das concessões aeroportuárias na taxa de crescimento da demanda pelo modal aeroviário / Lukas Lopes Pereira.

São José dos Campos, 2021.

55f.

Trabalho de Graduação – Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica– Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2021. Orientador: Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira.

1. Concessão. 2. Aeroportos. 3. Diferenças. 4. Regressão. 5. Diferenças. I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Título.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

LOPES PEREIRA, Lukas. **Mensuração de impactos das concessões aeroportuárias na taxa de crescimento da demanda pelo modal aeroviário**. 2021. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Lukas Lopes Pereira

TÍTULO DO TRABALHO: Mensuração de impactos das concessões aeroportuárias na taxa de crescimento da demanda pelo modal aeroviário.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) / 2021

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



---

Lukas Lopes Pereira  
Rua Primeiro de Abril, 226  
60.861-105 – Fortaleza–CE

# MENSURAÇÃO DE IMPACTOS DAS CONCESSÕES AEROPORTUÁRIAS NA TAXA DE CRESCIMENTO DA DEMANDA PELO MODAL AEROVIÁRIO

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



---

Lukas Lopes Pereira

Autor



---

Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

Orientador



---

Prof. Dr. João Cláudio Bassan de Moraes  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 25 de Novembro de 2021.

A meu avós, que dedicaram suas vidas  
a família que hoje é meu porto seguro e  
alicerce fundamental.

# Agradecimentos

A minha família, a qual divido todos os louros dessa conquista, em especial aos meus pais Eliete e Clementino pelo amor incondicional e apoio perene, essenciais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional durante a faculdade e também às minhas irmãs Jamile e Sarah e minha prima Adrielle pelas conversas e risadas que me fazem sentir melhor nos piores momentos.

A todos os Professores que tive. Cada um, a sua maneira, participou da minha construção como engenheiro. Em especial, meus agradecimentos ao Professor Eliseu e Alex pelos conselhos e conversas construtivas, e muitas vezes difíceis, ao longo da faculdade. Ao Professor Alessandro, o orientador deste trabalho e o principal apoio durante a escrita. Também à Professora Giovanna, pelo auxílio em diversos momentos ao longo da graduação.

Aos meu amigos que deixaram a vida um pouco mais leve, em especial, mas não somente, gostaria de agradecer ao Caio, Pedro, Eduardo, Gabriel G., Gabriel H., Rahyan, Adam, Tainah, Gabriela e Carol pelas conversas e suporte contínuo ao longo da jornada, sem vocês tudo isso seria impossível e deixo registrada minha gratidão pelo carinho que recebi de cada um.

*"You may have to fight a battle more than once to win it."*

— MARGARET THATCHER

# Resumo

Este estudo visa utilizar a metodologia de *Propensity Score Matching* para avaliar os efeitos das privatizações que ocorreram nos aeroportos brasileiros ao longo das últimas décadas na demanda desses empreendimentos. Assim, foi utilizada uma base de dados pública fornecida pela ANAC com os 29 principais aeroportos do Brasil, de modo que cada um foi classificado binariamente como um aeroporto tratado ou não tratado, ou seja, que foi ou não privatizado em determinado espaço de tempo. Dessa forma, pôde-se observar com clareza o número de passageiros e de cargas pagas embarcados nesses aeroportos a fim de encontrar alguma correlação entre as escolhas dos aeroportos tratados. Como resultado, encontra-se uma inconclusividade nos efeitos da privatização na demanda de acordo com esse método. No futuro, é necessário que mais aeroportos sejam incluídos no estudo, incluindo aeroportos fora do País, levando em conta as diferentes realidades econômicas dos países dentro do modelo.

# Abstract

This study aims to use the *Propensity Score Matching* methodology to evaluate the effects of the privatizations that have occurred in Brazilian airports over the last decades on the demand for these enterprises. Thus, a public database provided by ANAC was used with the 29 main airports in Brazil, in such a way that each one was binary classified as a treated or non-treated airport, that is, one that was or was not privatized in a certain period of time. In this way, it was possible to clearly observe the number of passengers and paid cargo embarked at these airports in order to find some correlation between the choices of treated airports. As a result, one finds an inconclusiveness in the effects of privatization on demand according to this method. In the future, it is necessary that more airports are included in the study, including airports outside the country, taking into account the different economic realities of the countries within the model.

# Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1.1 – Gráfico de barras explicitando soma dos passageiros (x1000) que embarcaram nos principais aeroportos brasileiros em 2012. . . . .            | 22 |
| FIGURA 2.1 – Modelo conceitual de demanda no mercado aéreo. . . . .   | 25 |
| FIGURA 3.1 – Ilustração do método das diferenças-em-diferenças para 2 amostras. . . . .   | 28 |
| FIGURA 3.2 – Ilustração da tendência paralela entre a amostra tratada e não tratada. . . . .  | 30 |
| FIGURA 3.3 – Box plots dos indivíduos destacadas acima com relação ao grupo a qual pertencem . . . . .  | 32 |
| FIGURA 3.4 – Ilustração do PSM, onde o valor do PSM é denotado pela área individual de cada círculo representando um indivíduo. . . . .                   | 33 |
| FIGURA 3.5 – Ilustração da principal diferença nas hipóteses da Regressão Linear e Regressão Logística . . . . .  | 34 |
| FIGURA 4.1 – Imagem denotando a significativa divergência entre os dados analisados do Aeroporto de Guarulhos e todos os demais. . . . .                  | 37 |
| FIGURA 4.2 – Imagem denotando que não há uma lógica clara na escolha do tratamento com relação à taxa de crescimento nas demandas dos aeroportos. . . . . | 38 |
| FIGURA 4.3 – Imagem denotando a fronteira de decisão encontrada pelo modelo com os dados normalizados. . . . .  | 43 |
| FIGURA 5.1 – Passageiros pagos (x1000) em função do tempo para os pares de aeroportos CNF e MAO. . . . .  | 48 |
| FIGURA 5.2 – Carga paga (ton) em função do tempo para os pares de aeroportos CNF e MAO. . . . .   | 48 |
| FIGURA 5.3 – Passageiros pagos (x1000) em função do tempo para os pares de aeroportos VCP e CGH. . . . .  | 49 |

---

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 5.4 – Carga paga (ton) em função do tempo para os pares de aeroportos VCP e CGH. . . . .          | 49 |
| FIGURA 5.5 – Passageiros pagos (x1000) em função do tempo para os pares de aeroportos NAT e CGB. . . . . | 50 |
| FIGURA 5.6 – Carga paga (ton) em função do tempo para os pares de aeroportos NAT e CGB. . . . .          | 50 |

# Lista de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1.1 – Rodadas de concessões aeroportuárias por ano . . . . .   | 19 |
| TABELA 1.2 – Receitas comerciais em % do total de receitas de GRU, BSB e VCP em 2012 . . . . .                                  | 20 |
| TABELA 3.1 – Descrição DD para os grupos tratados e de controle pré e pós-tratamento . . . . .                                  | 30 |
| TABELA 3.2 – Tabela indicando viés de seleção no caso analisando aeroportos de grande movimentação do País em 2012 . . . . .    | 36 |
| TABELA 4.1 – Tabela indicando as observações e os contrafactuais a serem utilizados . . . . .                                   | 38 |
| TABELA 4.2 – Tabela indicando o valor de <i>Propensity Score</i> para cada aeroporto. . . . .                                   | 39 |
| TABELA 4.3 – Tabela indicando o valor de <i>Propensity Score</i> para cada aeroporto. . . . .                                   | 40 |
| TABELA 4.4 – Tabela exemplificando um modelo básico de matriz de confusão. . . . .  | 41 |
| TABELA 4.5 – Matriz de confusão. . . . .  | 42 |
| TABELA 5.1 – Tabela com a linha do tempo dos principais acontecimentos da concessão de VCP. . . . .                             | 44 |
| TABELA 5.2 – Tabela com a linha do tempo dos principais acontecimentos da concessão de CNF. . . . .                             | 45 |
| TABELA 5.3 – Tabela com a linha do tempo dos principais acontecimentos da concessão de NAT. . . . .                             | 45 |
| TABELA 5.4 – Tabela explicitando os anos que foram considerados na análise <i>Propensity Score</i> para cada aeroporto. . . . . | 46 |
| TABELA 5.5 – Tabela com os valores de indicadores de passageiros em 2012 para os 28 aeroportos na análise pré-matching. . . . . | 46 |

---

|  |    |
|--|----|
| TABELA 5.6 – Tabela com os valores de indicadores de carga paga (ton) em 2012 para os 28 aeroportos na análise pré-matching. . . . .                           | 47 |
| TABELA 5.7 – Tabela com os valores de indicadores de passageiros em 2012 para os 6 aeroportos na análise pós-matching. . . . .                                 | 47 |
| TABELA 5.8 – Tabela com os valores de indicadores de carga paga (ton) em 2012 para os 6 aeroportos na análise pós-matching. . . . .                            | 47 |
| TABELA 5.9 – Tabela indicando o valor do número de passageiros que embarcaram nos aeroportos analisados nos períodos definidos. . . . .                        | 47 |
| TABELA 5.10 – Tabela indicando o valor da carga paga (ton) nos aeroportos analisados nos períodos definidos. . . . .   | 51 |
| TABELA 5.11 – Resultados da média das variáveis para o caso em que y reflete o número de passageiros embarcados nos aeroportos tratados e de controle. . . . . | 51 |
| TABELA 5.12 – Resultados da média das variáveis para o caso em que y reflete a carga paga embarcada nos aeroportos tratados e de controle. . . . .             | 51 |

# Lista de Abreviaturas e Siglas

|          |   |
|----------|---|
| BAA      | <i>British Airports Authority</i>   |
| PSM      | <i>Propensity Score Matching</i>  |
| PPI      | Programa de Parcerias de Investimentos  |
| FNAC     | Fundo Nacional de Aviação Civil   |
| INFRAERO | Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária                              |
| ANAC     | Agência Nacional de Aviação Civil   |
| IATA     | <i>International Air Transport Association</i>                                  |
| GRU      | Aeroporto Internacional Governador André Franco Montoro (Guarulhos - SP)        |
| BSB      | Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek (Brasília - DF)         |
| VCP      | Aeroporto Internacional de Viracopos (Campinas - SP)                            |
| MTT      | Efeito Médio do Tratamento nos Tratados   |
| OLS      | <i>Ordinary Least Squares</i>   |
| GIG      | Aeroporto Internacional Antonio Carlos Jobim (Rio de Janeiro - RJ)              |
| CGH      | Aeroporto Internacional de Congonhas (São Paulo - SP)                           |
| CNF      | Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins - MG)                           |
| SDU      | Aeroporto Santos Dumont (Rio de Janeiro - RJ)                                   |
| CWB      | Aeroporto Internacional Afonso Pena (Curitiba - PR)                             |
| REC      | Aeroporto Internacional Gilberto Freyre (Recife - PE)                           |
| VIX      | Aeroporto Eurico de Aguiar Salles (Vitória - ES)                                |
| BEL      | Aeroporto Internacional Val de Cans (Belém - PA)                                |
| MAO      | Aeroporto Internacional Eduardo Gomes (Manaus - AM)                             |
| GYN      | Aeroporto Internacional Santa Genoveva (Goiânia - GO)                           |
| CGB      | Aeroporto Internacional Marechal Rondon (Cuiabá - MT)                           |
| NAT      | Aeroporto Internacional Governador Aluizio Alves (São Gonçalo do Amarante - RN) |
| SLZ      | Aeroporto Internacional Marechal Cunha Machado (São Luís - MA)                  |
| IGU      | Aeroporto Internacional de Foz do Iguaçu (Foz do Iguaçu - PR)                   |
| CGR      | Aeroporto Internacional de Campo Grande (Campo Grande - MS)                     |
| MCZ      | Aeroporto Internacional Zumbi os Palmares (Rio Largo - AL)                      |
| AJU      | Aeroporto Internacional Santa Maria (Aracaju - SE)                              |
| JPA      | Aeroporto Internacional Presidente Castro Pinto (João Pessoa - PB)              |

---

|     |  |
|-----|--|
| NVT | Aeroporto Internacional Ministro Victor Konder (Navegantes - SC)                 |
| LDB | Aeroporto Governador José Richa (Londrina - PR)                                  |
| PVH | Aeroporto Internacional Governador Jorge Teixeira de Oliveira (Porto Velho - RO) |
| THE | Aeroporto Senador Petrônio Portella (Teresina - PI)                              |
| UDI | Aeroporto Tenente Coronel Aviador César Bombonato (Uverlândia - MG)              |
| JOI | Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola (Joinville - SC)                              |
| RBR | Aeroporto Internacional Plácido de Castro (Rio Branco - AC)                      |
| BVB | Aeroporto Internacional Atlas Brasil Catanhede (Boa Vista - RR)                  |
| IHH | Índice Herfindahl-Hirschman  |
| DD  | Diferenças-em-Diferenças   |

# Lista de Símbolos

|                |   |
|----------------|---|
| $A$            | booleana que denota 1 para grupo de privatizados e 0 para grupo de estatais     |
| $E$            | valor esperado  |
| $Y$            | demanda em número de passageiros embarcados                                     |
| $a$            | booleana que denota 1 para grupo de tratados e 0 para grupo de controle         |
| $t$            | tempo   |
| $y$            | resultado do modelo apresentado   |
| $i$            | indivíduo   |
| $\alpha$       | variável relacionada ao grupo A   |
| $\gamma$       | variável relacionada ao tempo   |
| $\theta$       | efeito do tratamento  |
| $\hat{\theta}$ | estimador do efeito do tratamento   |
| $\epsilon$     | termo residual  |
| $\bar{y}$      | valor médio do resultado do modelo apresentado para um certo número de amostras |
| $n$            | número de amostra   |
| $I_n$          | matriz identidade de ordem n  |
| $\beta$        | regressor   |
| $\hat{\beta}$  | estimador do regressor  |

# Sumário

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUÇÃO . . . . .                                       | 18 |
| 1.1   | Relevância do Tema . . . . .                               | 18 |
| 1.2   | Objetivo . . . . .   | 21 |
| 1.3   | Metodologia . . . . .                                      | 21 |
| 1.4   | Estrutura do Trabalho . . . . .                            | 22 |
| 2     | REVISÃO DE LITERATURA . . . . .                            | 24 |
| 3     | FERRAMENTAL TEÓRICO . . . . .                              | 27 |
| 3.1   | Método das Diferenças-em-Diferenças . . . . .              | 27 |
| 3.1.1 | Definição . . . . .  | 28 |
| 3.1.2 | Principais Suposições . . . . .                            | 29 |
| 3.1.3 | Utilização do método DD . . . . .                          | 30 |
| 3.2   | Viés de Seleção . . . . .                                  | 31 |
| 3.3   | <i>Propensity Score Matching</i> (PSM) . . . . .           | 33 |
| 3.3.1 | Regressão Logística . . . . .                              | 34 |
| 4     | ESTUDO DAS CONCESSÕES . . . . .                            | 37 |
| 4.1   | <i>Propensity Scores</i> via Regressão Logística . . . . . | 37 |
| 4.2   | Matriz de Confusão . . . . .                               | 40 |
| 4.3   | Fronteira de Decisão . . . . .                             | 42 |
| 5     | RESULTADOS . . . . .                                       | 44 |
| 5.1   | Análise pré e pós <i>matching</i> . . . . .                | 44 |
| 5.2   | Aplicação no estimador OLS . . . . .                       | 45 |

---

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>5.3</b> | <b>Interpretação . . . . .</b>                    | <b>46</b> |
| <b>6</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>             | <b>52</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Conclusões . . . . .</b>                       | <b>52</b> |
| <b>6.2</b> | <b>Sugestões para Trabalhos Futuros . . . . .</b> | <b>52</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>                      | <b>54</b> |

# 1 Introdução

## 1.1 Relevância do Tema

Em 1987 ocorreu a primeira grande privatização de aeroportos no mundo: a concessão à iniciativa privada da *British Airports Authority* (BAA), pertencente ao Reino Unido. Em 1985 o governo britânico anunciou sua intenção de privatizar a estatal britânica, responsável por gerenciar 7 aeroportos a época. No ano seguinte anunciaram a extinção da empresa como estatal e transferiram todos seus ativos para uma nova empresa limitada homônima. Em Julho de 1987, portanto, 500 milhões de ações da empresa foram oferecidas à venda por meio da Bolsa de Valores de Londres, com uma capitalização de 1,225 bilhões de libras.

Após inúmeros casos de sucesso nos países pioneiros da abordagem liberal no mercado de transporte aéreo, a campanha feita da sociedade civil pela desregulamentação da aviação civil no Brasil surtiu efeito: a partir da primeira concessão teste, do Aeroporto de São Gonçalo do Amarante em leilão realizado na BMF&BOVESPA no dia 22 de Agosto de 2011, mais de 20 aeroportos brasileiros foram sistematicamente concedidos à tutela da iniciativa privada.

Em 2016 foi criado, no âmbito da Presidência da República, o Programa de Parcerias de Investimentos (PPI), que visa ampliar os investimentos em infraestrutura de acesso público do País, dando continuidade no plano de concessão aeroportuária e procurando implementar formas mais otimizadas de realizar o negócio. Pelo PPI ocorreram em 2017 as concessões dos aeroportos de Florianópolis (SC), Fortaleza - CE, Porto Alegre - RS e Salvador - BA. Ao longo dos anos que se sucederam houve uma mudança de estratégia, com a concessão sendo realizada em blocos, utilizando o princípio de alocação de subsídios cruzados a partir da quinta rodada de leilões. Em 2019, por exemplo, foram concedidos 3 blocos com 12 aeroportos no total, como pode ser consultado na tabela 1.1.

É inegável a relevância do tema proposto dado que os impactos das concessões aeroportuárias têm sido amplamente discutidos pela sociedade. É possível observar-se com constância um crescimento no nível de satisfação geral dos usuários do aeroportos brasileiros ao longo da última década (SALES; ARAÚJO, 2019), no entanto, é difícil atestar se

TABELA 1.1 – Rodadas de concessões aeroportuárias por ano

| Rodadas                 |                                    |                   |  |  |                                 |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------|--|--|---------------------------------|
| Primeira                | Segunda                            | Terceira          | Quarta   | Quinta                                 | Sexta                           |
| Aeroportos              |                                    |                   |  |  |                                 |
| São Gonçalo do Amarante | Guarulhos<br>Viracopos<br>Brasília | Confins<br>Galeão | Florianópolis<br>Fortaleza<br>Salvador<br>Porto Alegre | Nordeste*<br>Centro-Oeste*<br>Sudeste* | Norte I**<br>Central**<br>Sul** |
| Ano de concessão        |                                    |                   |  |  |                                 |
| 2011                    | 2012                               | 2014              | 2017   | 2019                                   | 2021                            |

**Aeroportos por blocos**

\* Bloco Nordeste: aeroportos de Recife/PE, Maceió/AL, João Pessoa/PB, Aracaju/SE, Campina Grande/PB e Juazeiro do Norte/CE;

Bloco Centro-Oeste: aeroportos de Cuiabá/MT, Sinop/MT, Rondonópolis/MT e Alta Floresta/MT;

Bloco Sudeste: aeroportos de Vitória/ES e Macaé/RJ.

\*\* Bloco Norte I: aeroportos de Manaus/AM, Porto Velho/RO, Rio Branco/AC, Boa Vista/RR, Cruzeiro do Sul/AC, Tabatinga/AM e Tefé/AM;

Bloco Central: aeroportos de Goiânia/GO, São Luís/MA, Teresina/PI e Palmas/RO, Petrolina/PE e Imperatriz/MA;

Bloco Sul: aeroportos de Curitiba/PR (Afonso Pena e Bacacheri), Foz do Iguaçu/PR, Navegantes/SC, Londrina/PR, Joinville/SC, Pelotas/RS, Uruguaiana/RS e Bagé/RS.

**Fonte:** elaboração própria através de dados retirados em página da ANAC.

Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/concessoes>.

esse nível de satisfação aumentou necessariamente por causa das concessões ou por causa dos investimentos feitos por obrigação contratual. Caso o segundo caso esteja correto, é natural o questionamento quanto a possibilidade desses mesmos investimentos feitos na esfera pública resultarem em similares níveis de satisfação.

Alguns autores, entretanto, argumentam que esses investimentos não seriam feitos de forma otimizada por empresas públicas e que há um subaproveitamento das receitas não relacionadas à atividade aeroportuária, ou seja, as receitas comerciais que, no caso do mercado aeroviário, se mostram essenciais dado sua maior lucratividade. (RESENDE, 2017)

Segundo o Art. 3º da Lei Nº 6.009, de 26 de Dezembro de 1973, as tarifas aeroportuárias são 6:

- Tarifa de embarque - incide sobre o passageiro e é relacionada a utilização de serviços como despacho de bagagens;
- Tarifa de pouso - incide sobre o proprietário ou explorador da aeronave e é relacionada a utilização de áreas como o pátio de aeronaves e pista de pouso;

- Tarifa de permanência - incide sobre o proprietário ou explorador da aeronave e é relacionada com estacionamentos de aeronaves com duração maior a 3 horas;
- Tarifa de armazenagem - incide sobre o consignatário ou transportador e é relacionada ao armazenamento e controle das mercadorias nos galpões de carga dos aeroportos;
- Tarifa de capatazia - incide sobre o consignatário ou transportador e é relacionada com a movimentação e manuseio das mercadorias;
- Tarifa de conexão - incide sobre o proprietário ou explorador da aeronave e é relacionada a alocação do passageiro em conexão.

Todas as receitas que não são geradas através dessas tarifas são consideradas receitas comerciais, ou seja, receitas com estacionamento de carros no aeroporto, publicidade, locação de espaços para empresas, entre outras. Lançando mão de estudos acerca desse tema, o Governo Brasileiro decidiu, portanto, começar em 2011 as operações de concessão de aeroportos de modo a otimizar as receitas dos aeroportos do país, cuja demanda cresceu cerca de 118% entre 2003 e 2010, ao passo que no mundo essa demanda cresceu apenas 40% no mesmo período.

TABELA 1.2 – Receitas comerciais em % do total de receitas de GRU, BSB e VCP em 2012

| Aeroporto | Receitas Comerciais / Receita Total |
|-----------|-------------------------------------|
| BSB       | 44%                                 |
| GRU       | 38%                                 |
| VCP       | 12%                                 |

**Fonte:** (RESENDE, 2017). Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31633/1/2017\\_CaioCordeirodeResende.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31633/1/2017_CaioCordeirodeResende.pdf)

A Tabela 1.1 visa explicitar a diferença entre as receitas comerciais dos aeroportos brasileiros em 2012, comparando-as com as receitas comerciais em países cujo mercado aeroportuário já é razoavelmente maduro e que já passaram pelo processo de desregulamentação.

Esses contratos de concessão são feitos utilizando diferentes estratégias a fim de maximizar o valor dos aeroportos concedidos, bem como observar a diferença entre a eficiência da INFRAERO e da empresa privada. Na prática, os valores de outorga mínimos definidos pelo Estado mostram-se conservadores, o que gera ágios expressivos observados nos leilões de concessão. A título de nota, os ágios observados em 2021 para o Bloco Norte I, Central e Sul são de 777,47%, 9.156,01% e 1.534,36% respectivamente. Esses valores de outorga, fixa e variável, são recebidos pelo Fundo Nacional de Aviação Civil (FNAC), de modo a serem reinvestidos exclusivamente no fomento do setor da aviação civil.

Vale notar alguns aspectos que também influenciam na decisão das concessões. O Baixo nível de satisfação dos usuários dos aeroportos e a demanda subexplorada dos aeroportos do país também desempenharam papel fundamental na escolha da estratégia de desestatização. Esse trabalho será construído tomando como base justamente essa demanda pelo modal aeroviário.

## 1.2 Objetivo

O objetivo principal deste trabalho de graduação é mensurar a influência das concessões aeroportuárias que ocorreram ao longo da última década no País na taxa de crescimento das demandas por voês nos aeroportos brasileiros e, como propósito secundário, mensurar como essa influência na demanda afeta a concentração de mercado nos aeroportos.

Para cumprir esse objetivo, serão analisados os principais aeroportos brasileiros, comparando por meio da metodologia aplicada, com os aeroportos considerados como grupo de controle, ou seja, os aeroportos que foram concedidos apenas em 2019 e 2021.

## 1.3 Metodologia

A metodologia escolhida para as análises será o da Diferenças-em-Diferenças, ideal para analisar a efetividade de políticas públicas que envolvem um tratamento a um certo grupo. No caso deste trabalho, o tratamento a ser analisado é a própria concessão dos aeroportos.

É necessário, no entanto, redobrada atenção ao utilizar este método. O viés de seleção pode se mostrar presente no caso analisado, ou seja, as amostras que foram tratadas podem ter sido escolhidas com base em critérios específicos, ao passo que se fossem escolhidas aleatoriamente esse viés não ocorreria. Os Aeroportos de Guarulhos (GRU), Brasília (BSB) e Viracopos (VCP), por exemplo, quando somados operavam em 2011 30% dos passageiros, 57% das cargas e 19% das aeronaves no Brasil.

Portanto, existem fortes indicativos de que a escolha dos aeroportos a serem concedidos não foi feita ao acaso e a análise sem tratamento dos dados será fortemente impactada por ruídos estatísticos causados por variáveis de confusão. Assim, lança-se mão de uma técnica estatística chamada *Propensity Score Matching* (PSM), a qual tem como principal objetivo estimar o efeito de um tratamento levando em conta vieses de seleção.

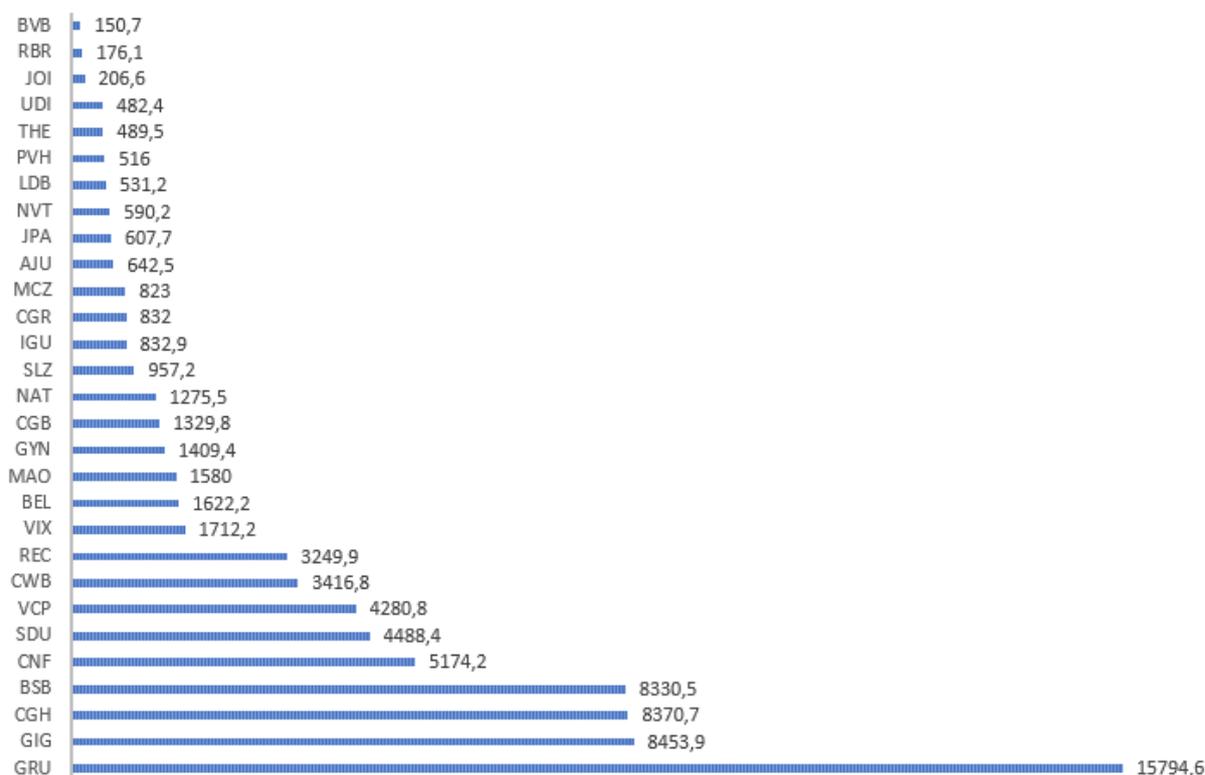


FIGURA 1.1 – Gráfico de barras explicitando soma dos passageiros (x1000) que embarcaram nos principais aeroportos brasileiros em 2012.

**Fonte:** elaborado pelo autor. Disponível em:

<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/dados-estatisticos>

## 1.4 Estrutura do Trabalho

No presente estudo, os capítulos estão subdivididos em Introdução, Revisão de Literatura, Ferramental Teórico, Estudos das Concessões, Resultados e Considerações Finais.

O capítulo 1 contém a introdução do trabalho, onde são expostos a relevância do tema dado o atual cenário favorável às concessões, o objetivo deste texto e a metodologia imposta pelo autor para atacar o problema.

O capítulo 2 considera alguns estudos importantes na literatura que abordam essa temática, de modo a ressaltar diferentes conclusões e métodos.

O capítulo 3 se encarregará de explicitar o ferramental teórico utilizado na confecção do trabalho, de modo que as suposições feitas sejam claras.

O Capítulo 4 ressalta os estudos feitos com a base de dados de estudo, de modo a apresentar ao leitor os métodos utilizados na análise do tema proposto.

O Capítulo 5 contém os resultados dos estudos e uma breve discussão sobre suas implicações.

O Capítulo 6 pretende concluir o trabalho com possíveis próximos passos para estudos

---

futuros, utilizando a mesma metodologia ou abordando a mesma temática.

É possível ainda encontrar nos anexos possíveis visualizações de interesse do leitor. Além disso, pode-se encontrar uma seção de referências, contendo as fontes das informações aqui relatadas.

## 2 Revisão de Literatura

Há estudos com a utilização de *Propensity Score Matching* em áreas de estudo onde há a possibilidade de um número de amostras em abundância, como na área da saúde. Há ainda estudos que possuem como finalidade mensurar os efeitos da privatização de aeroportos e da desregulamentação do mercado aéreo como um todo.

Nesta seção, serão apresentados estudos relacionados a privatização de aeroportos que embasam as decisões tomadas ao redor do mundo em favor da desregulamentação da indústria de transporte aéreo, cujo documento que marca o ponto de maior mudança legislativa no mercado nos EUA chama-se Airline Deregulation Act, de 1978.

O ato foi responsável por retirar a escolha de entrada de novas companhias aéreas do Estado Americano, representado nesse caso pelo Conselho de Aeronáutica Civil. O ato também deu liberdade para estruturar suas próprias rotas e para precificar as passagens. (BAILEY, 1985)

O estudo de Bailey se debruça sobre os ganhos de eficiência que aconteceram com o ato, entre eles se destacam os benefícios da liberação de práticas de preços diferenciadas. O processo de precificação de passagens aéreas de fato difere muito do processo de precificação de produtos usuais. O argumento principal gira em torno da ineficiência produzida pelo excesso de regulamentação em um mercado.

A Autora também destaca que a experiência dos EUA em agir rapidamente para desregulamentar o mercado aéreo demonstra-se bastante apropriada ao contexto, de modo que o incentivo pelo lucro melhora rapidamente os indicadores operacionais de um aeroporto.

No Brasil, há uma gama de estudos que visam mensurar o impacto das rodadas de concessão nos indicadores operacionais dos aeroportos do País. No artigo *Estimating the impact of airport privatization on airline demand: a regression-based event study*, procura-se investigar através de uma análise econométrica os efeitos da experiência recente de privatização que acontece no Brasil na demanda do mercado aéreo. (ROLIM *et al.*, 2016)

O principal ponto do texto envolve o argumento de que empresas estatais possuem menor eficiência no aspecto mercadológico, com ineficiência operacional em diversos indicadores sobre manejo de rotas, procura por companhias aéreas e infraestrutura em geral.

Vale destacar o modelo conceitual desenvolvido pelos autores, que explicita em detalhes as escolhas das variáveis bem como as condições de exogeneidade e endogeneidade em seu modelo probit.

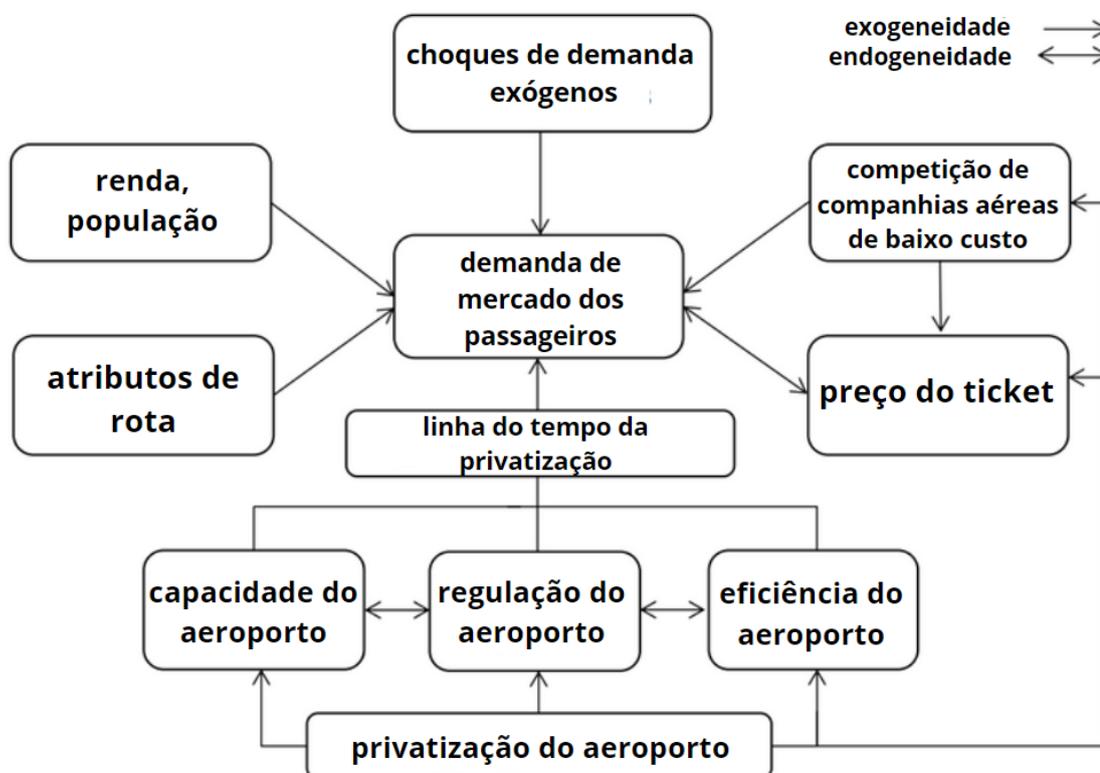


FIGURA 2.1 – Modelo conceitual de demanda no mercado aéreo.

**Fonte:** *Estimating the Impact of Airport Privatization on Airline Demand: A Regression-Based Event Study*. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2650343](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2650343)

Como resultado das estimações, o estudo conclui que a privatização está diretamente associada a um incremento na demanda do mercado e, em um nível de significância de 1%, pode-se afirmar que o modelo de concessões praticado no Brasil aumenta em 30% a demanda pós evento. Destaca ainda, que é possível inferir que este aumento está associado principalmente com os Aeroportos Internacionais de Guarulhos e Campinas.

Há na literatura encontrada um aumento de eficiência operacional dos aeroportos quando aproximados a um *Two-Sided Market* (ou definido sem restrições como *Multi-sided Market*), definido como um mercado onde uma ou mais plataformas disponibilizam interações entre usuários finais, cobrando de acordo com a demanda de cada lado do mercado. No mercado de *Videogames*, um exemplo comum de mercado de dois lados, os compradores de consoles querem jogos para jogar no equipamento e os desenvolvedores de jogos escolhem as plataformas as quais os jogos estarão disponíveis. Em suma, há ganho de eficiência no mercado com o correto aproveitamento dos efeitos de rede. (ROCHET; TIROLE, 2004)

Um estudo chamado *Two-Sided Platforms in Airport Privatization* (BETTINI; OLI-

VEIRA, 2016) examinar a relação existente entre a privatização no mercado aéreo e a formação de plataformas condizentes com um mercado de dois lados. As hipóteses envolvidas no artigo são:

- **Hipótese 1:** - Privatização muda os incentivos dos administradores da empresa e, como resultado, aumenta as capacidades dinâmicas de um aeroporto, o que o aproxima de um mercado de dois lados.
- **Hipótese 2:** - Quando se encontra em um aeroporto um mercado de dois lados bem desenvolvido o aeroporto torna-se capaz de explorar os efeitos de rede indiretos entre passageiros e companhias aéreas.
- **Hipótese 3:** - A natureza pública dos processos de privatização reduzem a quantidade de informações incompletas disponíveis aos participantes do mercado e cria expectativas de contratos de longo prazo com a nova empresa. Essas expectativas são responsáveis pelo crescimento dos efeitos de rede associados aos mercados de dois lados.

Nos resultados, é possível encontrar consistência entre todas as hipóteses acima apresentadas. Apesar de uma preocupação com o pouco intervalo de tempo na amostra, é também possível afirmar que há um crescimento da demanda pós evento de privatização, efetivamente correlacionadas aos efeitos de rede mencionados.

Com isso, pode-se afirmar que a mensuração dos impactos mercadológicos nos processos de privatização de aeroportos é de extrema relevância para decisões estratégicas importantes para empresas, governos e cidadãos. Há também a expectativa de mais estudos no sentido de relacionar o sucesso da abertura de mercado e da desregulamentação do mercado aéreo a outros mercados com diferentes características.

## 3 Ferramental Teórico

### 3.1 Método das Diferenças-em-Diferenças

O método das Diferenças-em-Diferenças (DD) foi primeiramente utilizado pelos economistas do trabalho, que procuravam implementar maneiras de mensurar efeitos de políticas públicas de diferentes estados nos Estados Unidos (FREDRIKSSON; OLIVEIRA, 2019). Ao longo dos anos, o método tem sido discutido e aprimorado pela comunidade científica como uma ferramenta econométrica de muito valor para estudos neste sentido e procura comparar as amostras dos aeroportos que foram tratados e que não foram tratados e, a partir da análise desses dados, chegar em uma conclusão dado um certo nível de confiança.

O DD se trata de um método quasi-experimental que se propõe a solucionar problemas que não possuem contrafactuais claros, ou seja, quando há apenas um resultado por amostra e está relacionado ao fato do indivíduo ter sido ou não tratado. Por exemplo, em uma simulação, pode-se pegar o mesmo indivíduo e simular utilizando modelos preditivos qual seria o resultado de um tratamento sintético. Para isto, bastaria rodar a simulação 2 vezes, 1 com o tratamento presente e outra sem e observar os resultados. A diferença entre as diferenças de resultados pré e pós tratamento são o resultado do impacto do tratamento no indivíduo.

Assim, dividindo-se os períodos em 2, sendo ele pré e pós-tratamento, é possível chegar ao efeito Médio do Tratamento nos Tratados (MTT):

$$MTT \equiv \mathbf{E}[Y^1(1) - Y^2(1)|A = 1] \quad (3.1)$$

Onde  $Y^a(t)$  é o resultado potencial de um tratamento  $a$  em um certo tempo  $t$ . No caso acima,  $a = 1$  significa que o caso de estudo é o do indivíduo tratado e  $a = 0$  o caso do indivíduo sem tratamento e  $t = 1$  retrata o período pós tratamento.  $A = 1$  retrata que o grupo que está sendo considerado é o dos indivíduos tratados.  $A = 0$  resultaria numa análise para os indivíduos não tratados, também chamados de grupo de controle. Essa equação pode ser interpretada da forma descrita abaixo:

”Se fosse possível observar o mesmo indivíduo tratado e não tratado, *ceteris paribus*,

formando assim um contrafactual natural, o efeito médio do tratamento nos indivíduos tratados é equivalente ao valor esperado da diferença entre o resultado apresentado pelo indivíduo quando tratado e o resultado apresentado quando não tratado”

Para o método DD se apresentar consistente, o ideal é que a população seja formada por indivíduos similares e independentes, e ainda, que a escolha do grupo que será tratado ( $A = 1$ ) e do grupo de controle ( $A = 0$ ) seja feita de maneira aleatória.

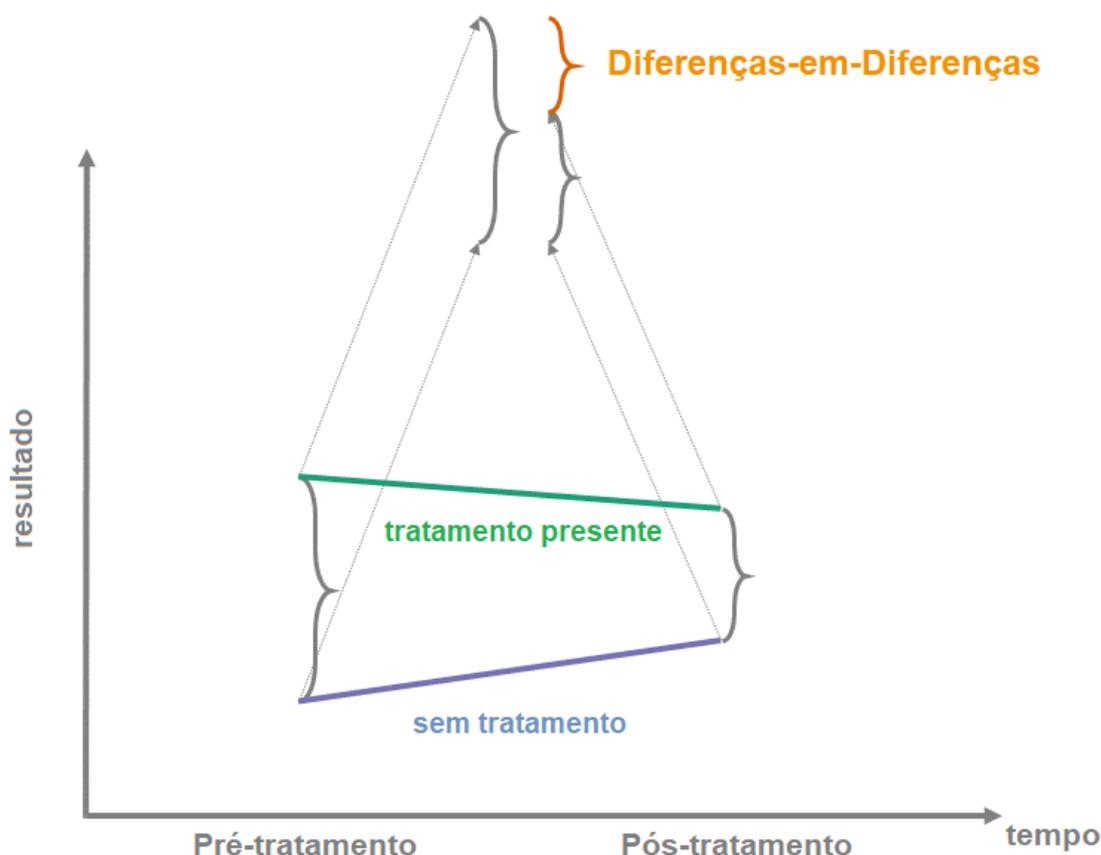


FIGURA 3.1 – Ilustração do método das diferenças-em-diferenças para 2 amostras.

**Fonte:** Adaptado pelo autor. Disponível em: <https://diff.healthpolicydatascience.org/>

### 3.1.1 Definição

A seguinte definição foi baseada em um modelo descrito em (ABADIE, 2005). Considerando que os resultados de uma intervenção, ou da falta dessa intervenção, sejam descritos apenas pelos efeitos desta, pode-se chegar a um modelo de realizações tal que:

$$y_{it} = \alpha_{A_i} + \gamma_t + \theta D_{it} + \epsilon_{it} \quad (3.2)$$

Onde  $y_{it}$  é a realização de interesse do indivíduo  $i$  no tempo  $t$ ,  $\alpha_{A_i}$  denota uma variável relacionada ao grupo  $A$  o qual a amostra  $i$  está inserida (tratamento ou controle),  $\gamma_t$

uma variável que reflete variações de naturezas econômicas em  $t$ ,  $theta$  é o efeito real do tratamento,  $D_{it}$  é uma variável booleana que denota 1 se a amostra  $i$  está sob efeito do tratamento no período  $t$  e  $\epsilon_{it}$  denota o termo residual, onde deixam-se eventuais choques nos resultados.

Definindo  $n$  como o número de total de amostras e  $n = n_{A=0} + n_{A=1}$ , considerando as suposições explicitadas em 3.2.2 e, sem perda de generalidade, observando o caso em que há apenas dois períodos de tempo,  $t = 1$  pré tratamento e  $t = 2$  pós tratamento, ou seja,  $D_{22} = 1$  e  $D_{11} = D_{21} = D_{12} = 0$ , é possível mostrar que o melhor estimador  $\hat{\theta}$  é tal que:

$$\hat{\theta} = (\bar{y}_{11} - \bar{y}_{12}) - (\bar{y}_{21} - \bar{y}_{22}) \quad (3.3)$$

Como destacado na figura 3.1, o método das Diferenças-em-Diferenças estima, portanto, o efeito de um tratamento analisando variáveis em 2 grupos distintos, tratamento e controle.

### 3.1.2 Principais Suposições

O **modelo OLS** é o método utilizado para estimar  $\hat{\theta}$ , de modo que as seguintes proposições, mas não somente elas, devem ser verdadeiras:

- **Exogeneidade estrita:**  $\mathbf{E}[\epsilon|i, t] = 0$
- **Variáveis independentes e identicamente distribuídas:**  $(y_{it}, (i, t))$  é independente e possui a mesma distribuição de  $(y_{jz}, (j, z))$  para todo  $i \neq j$  e  $t \neq z$
- **Erros esféricos:**  $\text{Var}[\mathbf{E}[\epsilon|i, t] = \sigma^2 I_n]$ , onde  $I_n$  é a matriz identidade de dimensão  $n$ .

Além das suposições do modelo OLS, deve-se tomar também como suposição as **Tendências Paralelas**. Neste caso, observa-se que, apesar de haver no modelo já a homogeneidade estrita, que de fato assume como 0 o valor esperado dos termos residuais, ainda há uma variável que depende do tempo  $\gamma_t$ . Novamente, para o caso em que há o período pré e pós-tratamento, segue a proposição das Tendências Paralelas:

$$\mathbf{E}[y_{i1}^0 - y_{i0}^0|i, A = 1] = \mathbf{E}[y_{i1}^0 - y_{i0}^0|i, A = 0] \quad (3.4)$$

Onde  $y_{it}^0$ , que denota o potencial resultado caso o indivíduo  $i$  fosse do grupo de controle, independente de qual grupo ele de fato seja. Em outras palavras, o valor esperado dos resultados das variáveis, caso não fosse implementado o tratamento, segue uma mesma tendência. Vale ainda, seguindo o modelo descrito pela equação 3.1, que  $\gamma_{t_2} - \gamma_{t_1}$  é o mesmo independente do grupo da amostra, para quaisquer  $t_1$  e  $t_2$ .

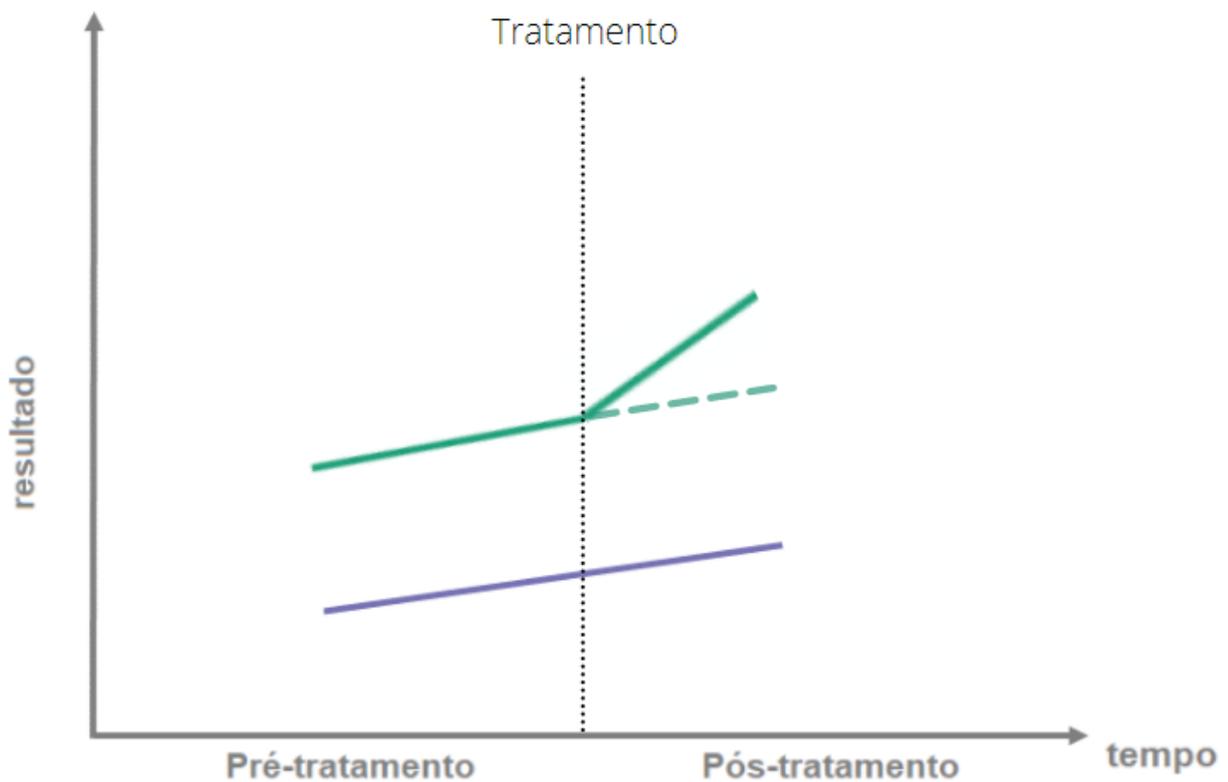


FIGURA 3.2 – Ilustração da tendência paralela entre a amostra tratada e não tratada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.1.3 Utilização do método DD

Supondo que hajam dois períodos, com  $T = 0$  indicando pré-tratamento e  $T = 1$  indicando pós-tratamento, é possível implementar o método das diferenças-em-diferenças considerando que a amostra pode fazer parte do grupo tratado ou do grupo de controle, de modo que  $y_{At}$  descreve o resultado da amostra pertencente ao grupo A no tempo t. Assim, pode-se construir a tabela abaixo:

TABELA 3.1 – Descrição DD para os grupos tratados e de controle pré e pós-tratamento

| $y_{At}$                        | $A = 0$  | $A = 1$  | Diferença                               |
|---------------------------------|----------|----------|---|
| $T = 0$                         | $y_{00}$ | $y_{10}$ | $y_{10} - y_{00}$                       |
| $T = 1$                         | $y_{01}$ | $y_{11}$ | $y_{11} - y_{01}$                       |
| <b>Diferenças-em-Diferenças</b> |          |          | $(y_{11} - y_{01}) - (y_{10} - y_{00})$ |

Deste modo, pode-se parametrizar o cálculo através de um modelo de regressão OLS para o resultado  $y$  tal que:

$$y = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 A + \beta_3 (T.A) + \epsilon \quad (3.5)$$

Assim, vale que o melhor estimador para a influência do tratamento no grupo de

indivíduos tratados é o demonstrado na tabela 3.1, ou seja:

$$\hat{\beta}_3 = (y_{11} - y_{01}) - (y_{10} - y_{00}) \quad (3.6)$$

## 3.2 Viés de Seleção

Para aplicação ótima do estimador DD é necessário que as amostras que receberem o tratamento sejam escolhidas de maneira aleatória, a fim de tornar as suposições mais próximas a realidade. No entanto, em vários casos reais a escolha das amostras que farão parte do grupo tratado não é feita ao acaso, ou ainda, é feita com base em critérios robustos e bem definidos.

O Viés de seleção é definido como um viés que pode surgir em estudos onde os participantes diferem não só pela presença ou não do tratamento e sim por outras variáveis. Neste caso, os resultados serão enviesados devido a confusão gerada por essas variáveis. Assim, o Viés de Seleção se faz presente em muitos casos de uso do DD, onde o tratamento não é a única variável capaz de distinguir os dois grupos. (NUNAN *et al.*, 2017)

De fato, em uma seção de perguntas e respostas da página da Casa Civil no portal jusbrasil(CASA-CIVIL, 2011), é relatado que os motivos que levaram o governo a propor concessões como modelo foi o choque de demanda que ocorreu nos aeroportos brasileiros entre 2003 e 2011, o que gerou uma necessidade de investimentos incapaz de ser atendida pelo poder público. Além disso, relata-se também que os aeroportos de Guarulhos, Brasília e Viracopos foram escolhidos para serem concedidos na 2ª rodada por causa das altas demandas de passageiros e de cargas presente nos aeroportos.

Para investigação da possibilidade de viés de seleção, foi construída uma tabela com os dados de passageiros pagos em 2012, o crescimento dos passageiros entre 2008 e 2011, carga paga em 2012 e crescimento de carga paga entre 2008 e 2011. As variáveis foram escolhidas pois representam possíveis variáveis explicativas da escolha dos aeroportos concedidos.

Na tabela 3.2, foram considerados grupo de tratamento os aeroportos envolvidos nas rodadas 1,2 e 3 de concessões. Os outros aeroportos presente na tabela são os aeroportos considerados grupos de controle. Além disso, vale notar que os aeroportos de Salvador, Fortaleza, Porto Alegre e Florianópolis não foram considerados na análise, decisão a qual é explicitada em maior detalhes no capítulo 3. Os dados escolhidos como possíveis variáveis de escolha foram selecionados pois, com a resposta da casa civil a época, denotou-se que as principais razões para escolha dos aeroportos a serem concedidos haviam sido movimentações de passageiros e de carga, bem como crescimentos extremos em pouco espaço de tempo nessas variáveis. Assim, as colunas denotam as seguintes variáveis:

- **IATA:** - abreviação IATA do aeroporto
- **A:** - grupo a qual pertence o aeroporto
- **pax\_12\_ton:** - passageiros pagos embarcados em 2012 em milhares
- **cr\_pax\_08-11:** - crescimento percentual de passageiros pagos embarcados entre 2008 e 2011
- **cargapaga\_12\_ton:** - carga paga embarcada em 2012 em toneladas
- **cr\_cargapaga\_08-11:** - crescimento percentual de carga paga embarcada entre 2008 e 2011

É digno de nota também que o Aeroporto de Natal a época se localizava em Parnamirim e já havia um contrato de concessão do aeroporto de São Gonçalo do Amarante, o que iria resultar no fechamento das operações civis do aeroporto de Parnamirim.

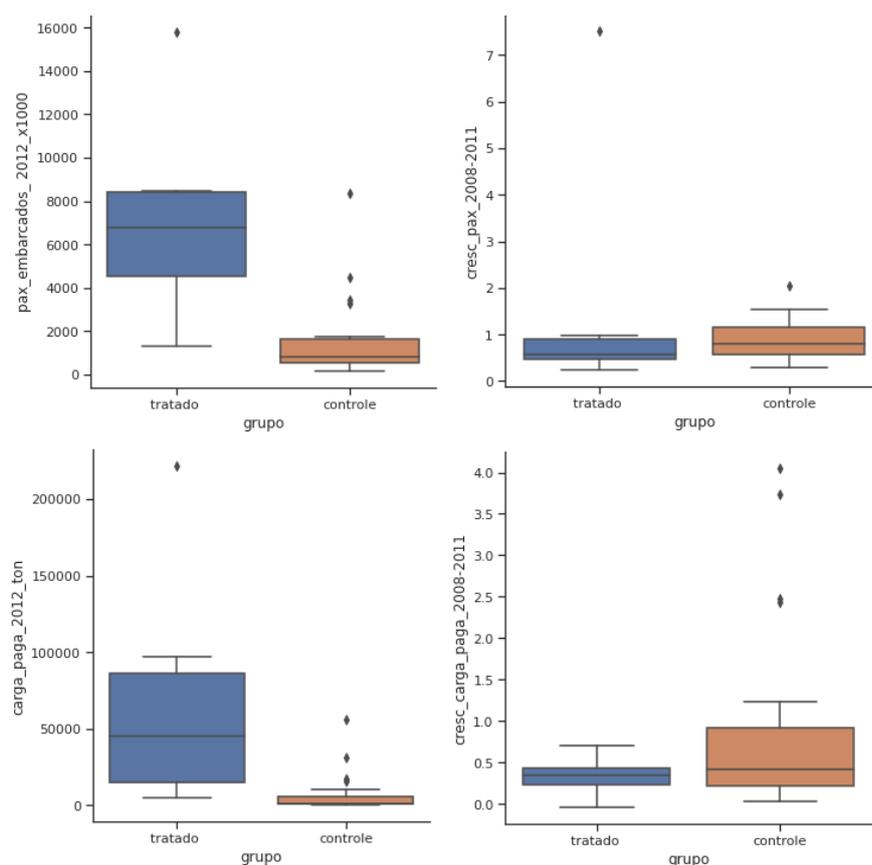


FIGURA 3.3 – Box plots dos indivíduos destacadas acima com relação ao grupo a qual pertencem

**Fonte:** Elaborado pelo autor. Dados retirados de:

<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/dados-estatisticos/dados-estatisticos>

Assim, utilizando a figura 3.3, percebe-se que há uma forte predisposição a aeroportos com demanda alta de passageiros e de cargas serem escolhidos para o tratamento mencio-

nado neste estudo e, portanto, fica evidenciado o viés de seleção do caso. Já o crescimento dos últimos anos, em percentual, pouco influenciou na escolha dos indivíduos pertencentes aos grupos tratado e de controle. Vale ressaltar que na tabela 3.2 estão presentes apenas os principais aeroportos do país, sendo que nenhum dos aeroportos com menor demanda foi concedido nas rodadas 1, 2 e 3.

Com a finalidade de mitigar o risco envolvido na análise destes dados, lança-se mão de métodos de *matching*, que propõem fazer um pareamento entre indivíduos do grupo tratado e do grupo de controle. A ferramenta utilizada é o *Propensity Score Matching* (PSM), relatado anteriormente neste trabalho.

### 3.3 *Propensity Score Matching* (PSM)

*Propensity Score Matching* se trata no pareamento entre diferentes observações utilizando um escore de propensão. Assim, a definição desse escore, ou *Propensity Score*, é a probabilidade condicional de escolha de um tratamento dado um vetor de variáveis observáveis, ou seja, a probabilidade de determinado indivíduo ser escolhido para tratamento dado uma série de variáveis descritivas, como as variáveis escolhidas na tabela 3.2. (ROSENBAUM PAUL R. AND RUBIN, 1983)

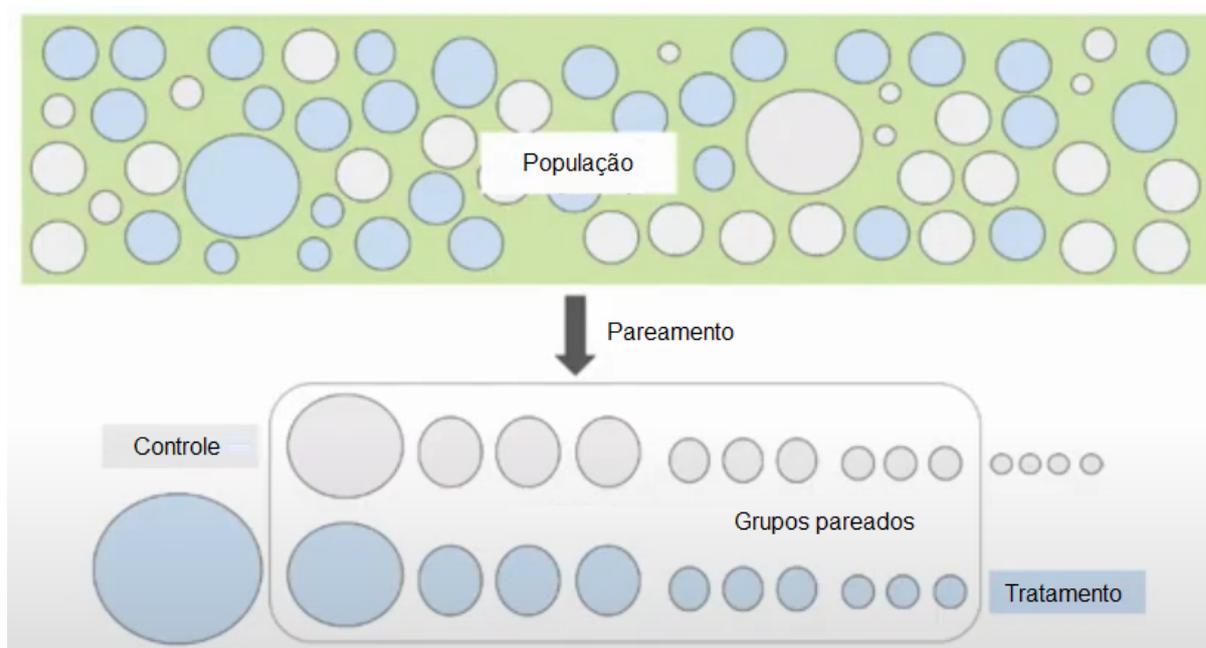


FIGURA 3.4 – Ilustração do PSM, onde o valor do PSM é denotado pela área individual de cada círculo representando um indivíduo.

**Fonte:** Michael Johns: *Propensity Score Matching: A Non-experimental Approach to Causal Inference* | PyData New York 2019.

*Propensity Score Matching* se trata, portanto, do pareamento de indivíduos para considerar o grupo de controle um contrafactual plausível para o grupo tratado. Em geral

e também neste trabalho, o algoritmo utilizado para fazer o pareamento será a escolha da menor diferença entre Propensity Score dado entre o indivíduo do grupo tratado e do grupo de controle.

O Pareamento é feito de tal forma que, escolhida uma margem de aceitabilidade, o escore do indivíduo do grupo de controle esteja próximo o suficiente do indivíduo do grupo tratado de modo a assumí-lo como contrafactual. Assim, no método da Diferenças-em-Diferenças, os resultados são refletidos apenas pelos aeroportos que produziram um pareamento, ou seja, que possuem *Propensity Scores* similares.

Esse pareamento será feito por uma Regressão Logística, que procurará balancear o valor das variáveis da tabela 3.2. Vale notar que, apesar de ser o método mais utilizado, existem estudos que estimam o *Propensity Score* utilizando *Random Forests*, Redes Neurais, *Boosting*, entre outros.

### 3.3.1 Regressão Logística

Em se tratando do modelo utilizado neste trabalho, a regressão logística é uma forma estatística bastante usual para a criação de *Propensity Scores* e em resumo, pode prever uma classificação multivariável para um resultado categorizado, no caso, se foi ou não um aeroporto escolhido para tratamento ( $A=1$ )

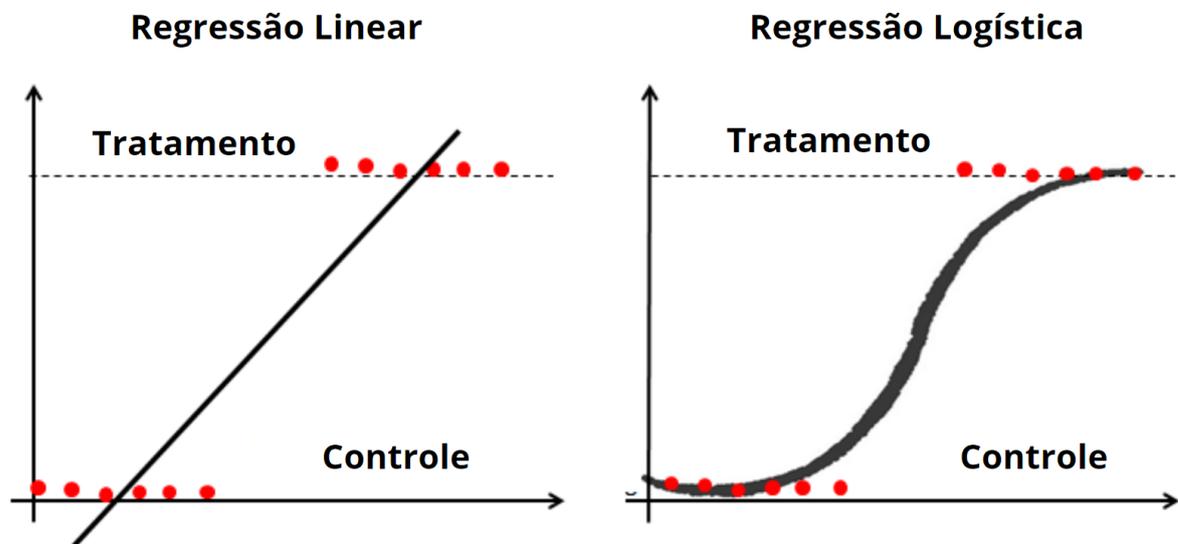


FIGURA 3.5 – Ilustração da principal diferença nas hipóteses da Regressão Linear e Regressão Logística

**Fonte:** Adaptado pelo autor. Disponível em:  
<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/12/beginners-take-how-logistic-regression-is-related-to-linear-regression/>.

A principal hipótese da regressão logística é apenas uma generalização da hipótese da

regressão linear, ou seja:

$$y(x) = \beta_1 + \beta_2 x \quad (3.7)$$

Assim, no caso da regressão logística, considera-se a aplicação de uma função sigmóide, tal que:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (3.8)$$

E a principal hipótese:

$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 + \beta_2 x)}} \quad (3.9)$$

Vale notar que para a boa utilização da regressão logística, existem maneiras de se calcular um valor mínimo de amostras, cuja técnica não convém ao intuito deste trabalho. No entanto, há uma restrição para um número mínimo de 100 amostras, o que não foi possível neste caso. (PARK, 2013)

TABELA 3.2 – Tabela indicando viés de seleção no caso analisando aeroportos de grande movimentação do País em 2012

| IATA               | A | pax_12_x1000 | cr_pax_08-11 | cargapaga_12_ton | cr_cargapaga_08-11 |
|--------------------|---|--------------|--------------|------------------|--------------------|
| GRU                | 1 | 15.794,6     | 48,5%        | 221.610,4        | 30,08%             |
| GIG                | 1 | 8.453,9      | 23,7%        | 52.349,7         | 20,58%             |
| CGH                | 0 | 8.370,7      | 27,8%        | 31.044,3         | 28,87%             |
| BSB                | 1 | 8.330,5      | 44,8%        | 37.582,9         | -4,03%             |
| CNF                | 1 | 5.174,2      | 99,2%        | 7.370,4          | 45,28%             |
| SDU                | 0 | 4.488,4      | 149,0%       | 2.729,1          | 247,11%            |
| VCP                | 1 | 4.280,8      | 751,9%       | 96.909,8         | 40,04%             |
| CWB                | 0 | 3.416,8      | 64,6%        | 9.880,8          | 122,70%            |
| REC                | 0 | 3.249,9      | 45,9%        | 17.477,8         | 30,85%             |
| VIX                | 0 | 1.712,2      | 60,7%        | 5.950,2          | 60,16%             |
| BEL                | 0 | 1.622,2      | 42,9%        | 15.622,5         | 72,36%             |
| MAO                | 0 | 1.580,0      | 45,1%        | 56.066,0         | 15,49%             |
| GYN                | 0 | 1.409,4      | 88,0%        | 4.666,4          | 85,99%             |
| CGB                | 0 | 1.329,8      | 86,9%        | 2.290,8          | 97,14%             |
| NAT                | 1 | 1.275,5      | 62,8%        | 4.646,6          | 70,35%             |
| SLZ                | 0 | 957,2        | 113,1%       | 3.188,1          | 2,54%              |
| IGU                | 0 | 832,9        | 117,6%       | 229,9            | 26,11%             |
| CGR                | 0 | 832,0        | 80,1%        | 1.635,7          | 373,04%            |
| MCZ                | 0 | 823,0        | 65,6%        | 948,7            | 242,92%            |
| AJU                | 0 | 642,5        | 66,8%        | 468,4            | 16,72%             |
| JPA                | 0 | 607,7        | 154,1%       | 952,1            | 28,75%             |
| NVT                | 0 | 590,2        | 205,8%       | 1.154,3          | 80,52%             |
| LDB                | 0 | 531,2        | 81,4%        | 883,6            | 6,05%              |
| PVH                | 0 | 516,0        | 135,5%       | 1.257,5          | 36,06%             |
| THE                | 0 | 489,5        | 132,7%       | 1.028,7          | 13,74%             |
| UDI                | 0 | 482,4        | 63,2%        | 533,9            | 42,10%             |
| JOI                | 0 | 206,6        | 104,5%       | 657,4            | 55,62%             |
| RBR                | 0 | 176,1        | 34,1%        | 242,7            | 6,48%              |
| BVB                | 0 | 150,7        | 54,7%        | 171,8            | 405,18%            |
| <b>Total Geral</b> |   | 97.365,7     | 61,4%        | 650.266,9        | 29,82%             |

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados retirados de:

<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/dados-estatisticos/dados-estatisticos>

## 4 Estudo das Concessões

### 4.1 *Propensity Scores* via Regressão Logística

Em um primeiro momento, foi analisado visualmente como se comportam os dados com relação as duas variáveis de escolha do tratamento consideradas no estudo, são elas o número de passageiros em 2012 e a carga que passou pelo aeroporto no mesmo ano, dado que na figura 2.3 é possível perceber com clareza que as variáveis que definem se um aeroporto foi ou não escolhido para tratamento são de fato os números de 2012.

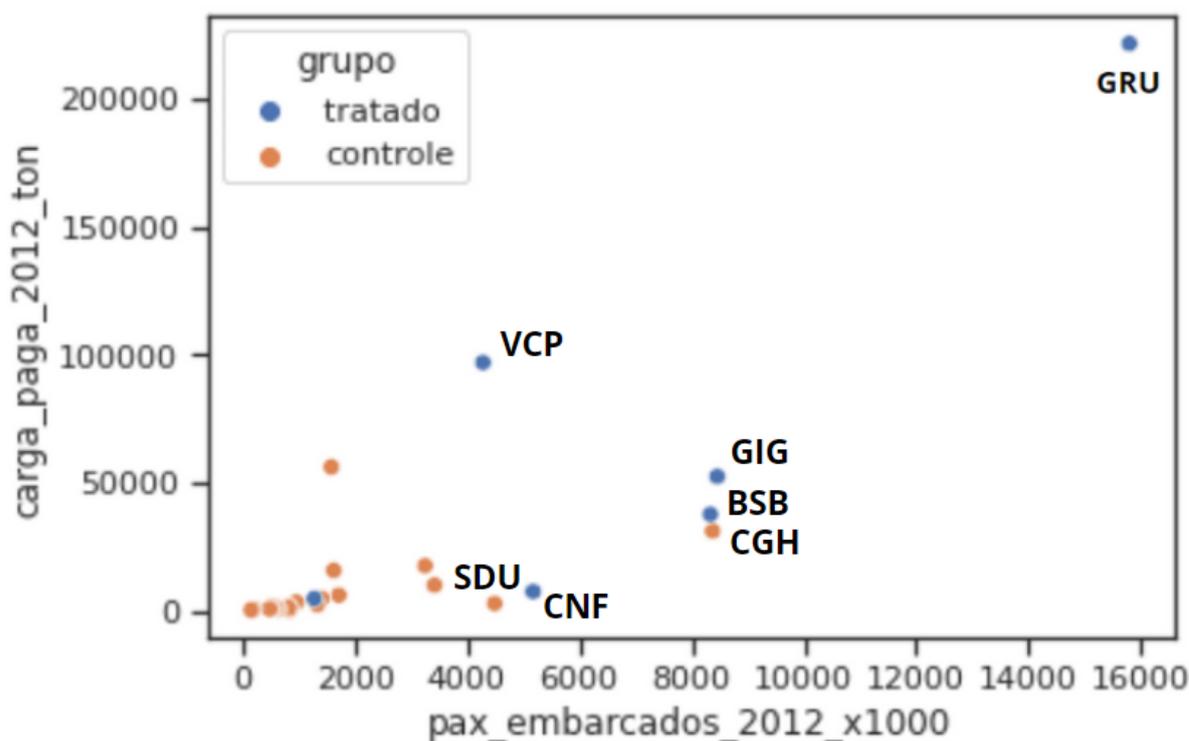


FIGURA 4.1 – Imagem denotando a significativa divergência entre os dados analisados do Aeroporto de Guarulhos e todos os demais.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Além disso, como se nota na figura 4.1, o aeroporto de Guarulhos possui números significativamente maiores que todos os outros, o que exige cautela no momento de análise dos dados. As principais alternativas para essa questão envolvem a desconsideração de

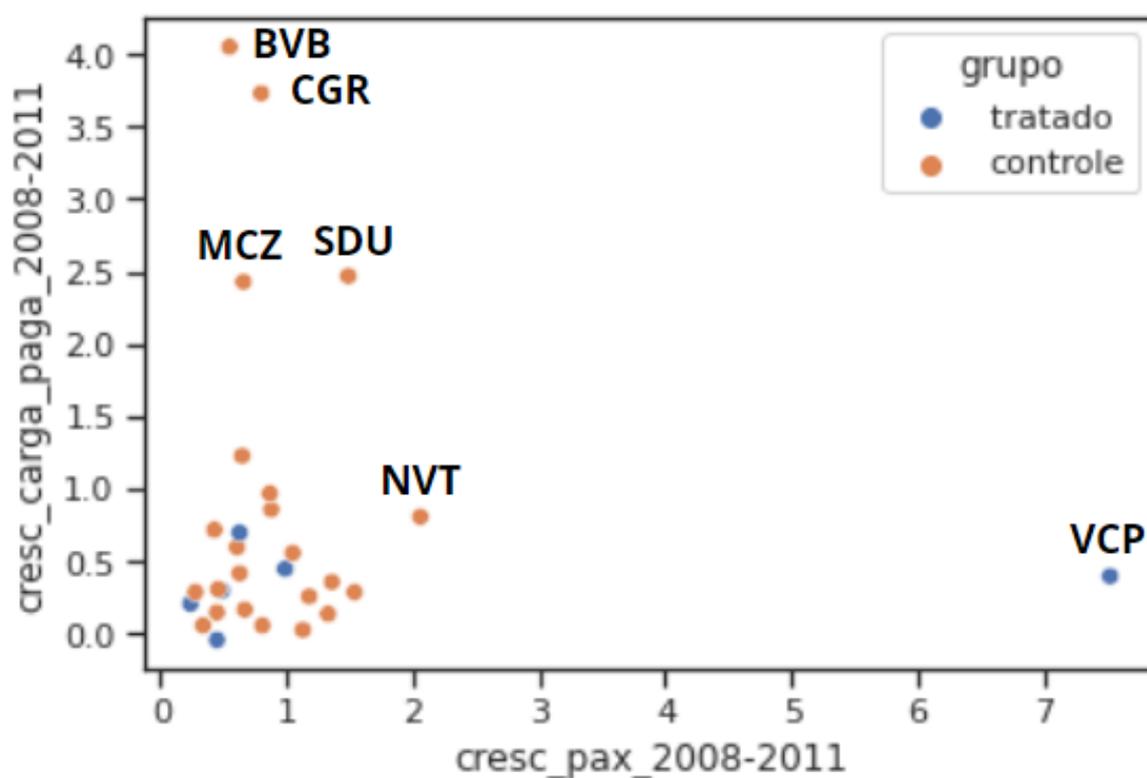


FIGURA 4.2 – Imagem denotando que não há uma lógica clara na escolha do tratamento com relação à taxa de crescimento nas demandas dos aeroportos.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

GRU do estudo. Intuitivamente, é improvável que exista um contrafactual razoável para o aeroporto.

Alguns métodos para pareamento são estudados na literatura. No caso deste trabalho, foi utilizado o *Nearest Neighbor*, de modo a escolher como contrafactual o aeroporto cujo *Propensity Score* esteja mais próximo do aeroporto analisado. Além desse, métodos como processos de caliper e pareamento otimizado também são possíveis.

Assim, foram escolhidos como contrafactuais os aeroportos que possuem uma diferença de *Propensity Score* menor que 0,025 e com contrafactual único, ou seja, observações diferentes não podem possuir o mesmo contrafactual. Dessa forma, encontra-se os aeroportos observados e os seus contrafactuais na tabela abaixo:

TABELA 4.1 – Tabela indicando as observações e os contrafactuais a serem utilizados .

| Tratado | Contrafactual |
|---------|---------------|
| CNF     | MAO           |
| VCP     | CGH           |
| NAT     | CGB           |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Com o objetivo de chegar em um modelo mais próximo a realidade, considera-se que GRU é um *Outlier*, ou seja, um ponto que diverge significativamente dos demais e que poderia enviesar a análise e é retirado do processo de procura por um *Propensity Score*. Ainda, na figura 4.2 pode-se observar claramente que a taxa de crescimento das variáveis entre 2008 e 2011 pouco ajudaria a explicar a escolha pelo tratamento, de modo que essas variáveis foram desconsideradas da análise. Em última análise, é necessária também a normalização dos dados entre -1 e 1, explicitada na tabela 4.2:

TABELA 4.2 – Tabela indicando o valor de *Propensity Score* para cada aeroporto.

| IATA | A | pax_embarcados_2012_normalizado | carga_paga_2012_normalizado |
|------|---|---------------------------------|-----------------------------|
| GIG  | 1 | 1,00000                         | 0,07875                     |
| CGH  | 0 | 0,97996                         | -0,36173                    |
| BSB  | 1 | 0,97028                         | -0,22655                    |
| CNF  | 1 | 0,21002                         | -0,85117                    |
| SDU  | 0 | 0,04483                         | -0,94713                    |
| VCP  | 1 | -0,00518                        | 1,00000                     |
| CWB  | 0 | -0,21329                        | -0,79927                    |
| REC  | 0 | -0,25349                        | -0,64221                    |
| VIX  | 0 | -0,62388                        | -0,88054                    |
| BEL  | 0 | -0,64556                        | -0,68057                    |
| MAO  | 0 | -0,65572                        | 0,15558                     |
| GYN  | 0 | -0,69682                        | -0,90708                    |
| CGB  | 0 | -0,71599                        | -0,95619                    |
| NAT  | 1 | -0,72907                        | -0,90749                    |
| SLZ  | 0 | -0,80574                        | -0,93764                    |
| IGU  | 0 | -0,83568                        | -0,99880                    |
| CGR  | 0 | -0,83590                        | -0,96974                    |
| MCZ  | 0 | -0,83806                        | -0,98394                    |
| AJU  | 0 | -0,88154                        | -0,99387                    |
| JPA  | 0 | -0,88992                        | -0,98387                    |
| NVT  | 0 | -0,89414                        | -0,97969                    |
| LDB  | 0 | -0,90835                        | -0,98528                    |
| PVH  | 0 | -0,91201                        | -0,97755                    |
| THE  | 0 | -0,91839                        | -0,98228                    |
| UDI  | 0 | -0,92010                        | -0,99251                    |
| JOI  | 0 | -0,98654                        | -0,98996                    |
| RBR  | 0 | -0,99388                        | -0,99853                    |
| BVB  | 0 | -1,00000                        | -1,00000                    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os contrafactuais dos aeroportos tratados serão os aeroportos cujos *Propensity Scores* estejam mais próximos dos resultados dos aeroportos analisados. Para visualização do método de decisão, é possível lançar mão de 2 visualizações principais, a matriz de confusão do modelo e a fronteira de decisão resultada da regressão.

TABELA 4.3 – Tabela indicando o valor de *Propensity Score* para cada aeroporto.

| IATA | A | <i>Propensity Score</i> |
|------|---|-------------------------|
| GIG  | 1 | 0,6570                  |
| CGH  | 0 | 0,5567                  |
| BSB  | 1 | 0,5840                  |
| CNF  | 1 | 0,2486                  |
| SDU  | 0 | 0,2003                  |
| VCP  | 1 | 0,5798                  |
| CWB  | 0 | 0,1753                  |
| REC  | 0 | 0,1896                  |
| VIX  | 0 | 0,1094                  |
| BEL  | 0 | 0,1255                  |
| MAO  | 0 | 0,2323                  |
| GYN  | 0 | 0,0992                  |
| CGB  | 0 | 0,0934                  |
| NAT  | 1 | 0,0959                  |
| SLZ  | 0 | 0,0863                  |
| IGU  | 0 | 0,0795                  |
| CGR  | 0 | 0,0811                  |
| MCZ  | 0 | 0,0803                  |
| AJU  | 0 | 0,0760                  |
| JPA  | 0 | 0,0760                  |
| NVT  | 0 | 0,0759                  |
| LDB  | 0 | 0,0744                  |
| PVH  | 0 | 0,0746                  |
| THE  | 0 | 0,0738                  |
| UDI  | 0 | 0,0730                  |
| JOI  | 0 | 0,0681                  |
| RBR  | 0 | 0,0671                  |
| BVB  | 0 | 0,0666                  |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Vale destacar novamente a definição de *Propensity Scores*, que se refere unicamente à probabilidade condicional de um aeroporto ser escolhido para o tratamento com base nos dados providos como input, sendo eles as demandas por passageiros e por cargas em 2012. Esses dados podem ser consultados na tabela 4.1.

## 4.2 Matriz de Confusão

Matriz de confusão é uma forma de visualização de resultados de um modelo preditor e é utilizada em larga escala em disciplinas como aprendizado de máquina. Ela consiste de uma matrix 2x2 cujas colunas explicitam a quantidade de observações cuja classificação real é 0 e 1. Já as linhas explicitam a quantidade de observações cuja classificação pelo

TABELA 4.4 – Tabela exemplificando um modelo básico de matriz de confusão.

|                   |          | Escolha Real |           | Total     |
|-------------------|----------|--------------|-----------|-----------|
|                   |          | Positivo     | Negativo  |           |
| Escolha do Modelo | Positivo | $PV$         | $PF$      | $PV + PF$ |
|                   | Negativo | $NF$         | $NV$      | $NF + NV$ |
| Total             |          | $PV + NF$    | $PF + NV$ |           |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

modelo preditor é 0 e 1. Assim, os resultados que ocupam a diagonal principal da matriz são os resultados corretos, ao passo que os outros resultaram em diferenças entre o modelo e a realidade.

No caso acima, a definição de cada uma das posições na matriz segue abaixo:

- **Positivo Verdadeiro (PV):** o modelo previu corretamente a qual classe pertence a observação, classificando-a como positiva.
- **Positivo Falso (PF):** o modelo previu incorretamente a qual classe pertence a observação, classificando-a como positiva sendo o valor de fato negativo.
- **Negativo Verdadeiro (NV):** o modelo previu corretamente a qual classe pertence a observação, classificando-a como negativa.
- **Negativo Falso (NF):** o modelo previu incorretamente a qual classe pertence a observação, classificando-a como negativa sendo o valor de fato positivo.

Em algumas áreas, pode-se destacar uma maior problemática na existência de falsos negativos, o que pode suprimir casos em que há risco excessivo na negatificação de uma observação positivada. Dado isso, calcula-se com o auxílio dessa matriz indicadores importantes para testar a capacidade preditiva do modelo.

- **Sensibilidade (Taxa de Positivos Verdadeiros):**

$$sensibilidade = \frac{PV}{PV + NF} \quad (4.1)$$

- **Precisão (Valor Preditivo dos Positivos):**

$$precisao = \frac{PV}{PV + PF} \quad (4.2)$$

- **Acurácia:**

$$acuracia = \frac{PV + NV}{PV + PF + NV + NF} \quad (4.3)$$

- **F1 Score:**

$$F1 = \frac{2 * PV}{2 * PV + PF + NF} \quad (4.4)$$

Além desses indicadores, é possível extrair uma gama de indicadores que retratam diferentes aspectos da análise. Em muitos casos há um *trade-off* claro entre a maximização de um indicador e o relaxamento de outro. Dependendo do caso em análise, é preferível ter-se números com maior precisão e não necessariamente com maior acurácia, por exemplo.

Para o caso em análise, a matriz de confusão e valores de indicadores estão destacados abaixo:

TABELA 4.5 – Matriz de confusão.

|                   |            | Escolha Real |          | Total |
|-------------------|------------|--------------|----------|-------|
|                   |            | Tratamento   | Controle |       |
| Escolha do Modelo | Tratamento | 3            | 1        | 23    |
|                   | Controle   | 2            | 22       | 5     |
| Total             |            | 24           | 4        |       |

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Sensibilidade (Taxa de Positivos Verdadeiros):** 91,7%
- **Precisão (Valor Preditivo dos Positivos):** 95,7%
- **Acurácia:** 89,3%
- **F1 Score:** 93,6%

### 4.3 Fronteira de Decisão

De posse dos dados de *Propensity Scores* de cada aeroporto, é possível também visualizar uma zona definida pelo modelo onde há uma classificação para cada observação em uma mesma zona. Ela, assim como os outros métodos aqui indicados, é bastante comum para visualização gráfica do que foi decidido pela regressão logística, bem como em modelos de árvores e redes neurais.

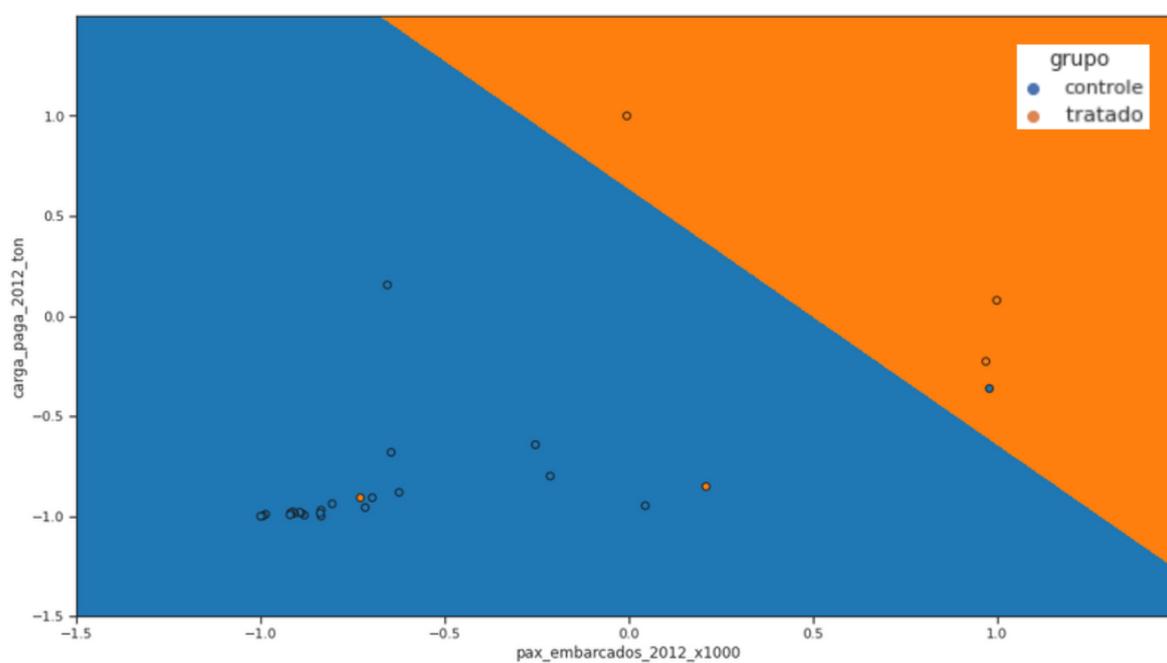


FIGURA 4.3 – Imagem denotando a fronteira de decisão encontrada pelo modelo com os dados normalizados.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

# 5 Resultados

## 5.1 Análise pré e pós *matching*

Como explicitado, o estudo terá como output a demanda do aeroporto pré e pós tratamento, de modo que a equação 2.6 pode ser utilizada para encontrar um estimador para o efeito do tratamento. Além disso, será analisado o comportamento médio das variáveis utilizadas pré-*matching*, ou seja, com os 28 aeroportos da base inicial, e pós-*matching*, com as 6 observações que de fato estarão em análise, CNF e MAO, VCP e CGH, NAT e CGB.

Com isso, pode-se utilizar a base retratada na tabela 3.2

A tabela 4.1 indica as principais fases do processo de concessão dos aeropostos tratados, auxiliando assim na escolha da data inicial da análise e da data final.

TABELA 5.1 – Tabela com a linha do tempo dos principais acontecimentos da concessão de VCP.

| VCP   |
|---|
| 06/2012 Assinatura do Contrato de Concessão                           |
| 07/2012 Data de Eficácia do Contrato                                  |
| 02/2013 Transferência das operações da Infraero para a Concessionária |
| 05/2014 Entrega de investimentos obrigatórios                         |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes/aeroportos-concedidos/campinas>

Lançando mão da suposição das tendências paralelas, é possível que o *matching* seja feito com anos diferentes. Para efeito deste estudo, T=0 é considerado o ano de término da transferência das operações da Infraero para a Concessionária, com exceção de NAT, que efetivamente começou a operar em 2014. Assim, T=0 e T=1 serão as demandas nas datas definidas na tabela 5.4. Já nas tabelas 5.5 a 5.8 pode-se observar um resumo estatístico das bases de dados de 2012 pré e pós *matching*.

Dessa forma, percebe-se que o processor de pareamento das observações diminui significativamente e variação entre os dados das observações tratadas e de controle. Isso

TABELA 5.2 – Tabela com a linha do tempo dos principais acontecimentos da concessão de CNF.

| CNF   |
|---|
| 04/2014 Assinatura do Contrato de Concessão                           |
| 05/2014 Data de Eficácia do Contrato                                  |
| 01/2015 Transferência das operações da Infraero para a Concessionária |
| 12/2015 Entrega de Investimentos Obrigatórios                         |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes/aeroportos-concedidos/Confin>

TABELA 5.3 – Tabela com a linha do tempo dos principais acontecimentos da concessão de NAT.

| NAT   |
|---|
| 11/2011 Assinatura do Contrato de Concessão         |
| 01/2012 Data de Eficácia do Contrato                |
| 05/2014 Abertura do Novo Aeroporto ao tráfego aéreo |

**Fonte:** Elaborado pelo autor. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes/aeroportos-concedidos/natal>

está de acordo com o objetivo inicial de diminuir discrepância entre as características das observações analisadas e analisar o efeito da privatização como um todo. Pode-se observar nas figuras 5.1 a 5.6 os números de passageiros e carga paga para os pares de aeroportos.

## 5.2 Aplicação no estimador OLS

Considerando que o estimador  $\hat{\beta}_3$  será o melhor estimador para a influência da privatização na demanda aeroportuária e pode ser calculado seguindo as principais suposições deste trabalho, em que  $y^{pax}$ , como pode ser consultado na equação 3.6, é a média da demanda por passageiros e  $y^{carga}$  a média da demanda por carga nos aeroportos em análise, por meio do auxílio das tabelas 5.9 e 5.10, encontra-se valores para  $\hat{\beta}_3^{pax}$  e  $\hat{\beta}_3^{carga}$  que explicitam os efeitos do tratamento em ambas as variáveis de análise.

Dessa forma, pode-se construir uma tabela (tabelas 5.11 e 5.12) para cada um dos estimadores similar à tabela 3.1, de modo que pode-se calcular o efeito causado pela privatização no tratamento.

Assim, encontra-se os valores de  $\hat{\beta}_3^{pax} = -784.558$  e  $\hat{\beta}_3^{carga} = -1.030$ .

TABELA 5.4 – Tabela explicitando os anos que foram considerados na análise *Propensity Score* para cada aeroporto.

| Pares       | T=0  | T=1  |
|-------------|------|------|
| CNF <-> MAO | 2015 | 2019 |
| VCP <-> CGH | 2013 | 2017 |
| NAT <-> CGB | 2015 | 2019 |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

TABELA 5.5 – Tabela com os valores de indicadores de passageiros em 2012 para os 28 aeroportos na análise pré-matching.

| Variável | Tratamento | Controle  |
|----------|------------|-----------|
| Contagem | 5          | 23        |
| Média    | 5.502.980  | 1.522.496 |
| Máximo   | 8.453.900  | 8.370.700 |
| Mínimo   | 1.275.500  | 150.700   |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### 5.3 Interpretação

No caso em que há apenas esses 6 aeroportos em análise, pode-se afirmar que o resultado interpretativo das variáveis é que, *ceteris paribus*, há uma leve correlação negativa entre a privatização e a demanda nos 5 anos que sucedem o evento de privatização. No entanto, essa correlação torna o estudo inconclusivo, devido as diversas variáveis que são inerentes ao mercado aéreo, como momento econômico do país, demanda devido a algum eventual choque de demanda, como o que aconteceu no País em virtude da Copa do Mundo de Futebol 2014, e até eventuais obras obrigatórias nos aeroportos, o que pode atrasar a maturidade operacional de um aeroporto recém concedido.

TABELA 5.6 – Tabela com os valores de indicadores de carga paga (ton) em 2012 para os 28 aeroportos na análise pré-matching.

| Variável | Tratamento | Controle |
|----------|------------|----------|
| Contagem | 5          | 23       |
| Média    | 39.771     | 6.917    |
| Máximo   | 96.909     | 56.066   |
| Mínimo   | 4.647      | 172      |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

TABELA 5.7 – Tabela com os valores de indicadores de passageiros em 2012 para os 6 aeroportos na análise pós-matching.

| Variável | Tratamento | Controle  |
|----------|------------|-----------|
| Contagem | 3          | 3         |
| Média    | 3.576.833  | 3.760.166 |
| Máximo   | 8.453.900  | 5.174.200 |
| Mínimo   | 1.329.800  | 1.275.500 |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

TABELA 5.8 – Tabela com os valores de indicadores de carga paga (ton) em 2012 para os 6 aeroportos na análise pós-matching.

| Variável | Tratamento | Controle |
|----------|------------|----------|
| Contagem | 3          | 3        |
| Média    | 36.309     | 29.800   |
| Máximo   | 96.910     | 56.066   |
| Mínimo   | 4.647      | 2.291    |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

TABELA 5.9 – Tabela indicando o valor do número de passageiros que embarcaram nos aeroportos analisados nos períodos definidos.

| Aeroporto | T=0       | T=1        |
|-----------|-----------|------------|
| CNF       | 5.440.240 | 5.349.438  |
| MAO       | 1.620.035 | 1.514.934  |
| VCP       | 4.633.498 | 4.411.308  |
| CGH       | 8.425.973 | 10.583.934 |
| NAT       | 1.269.281 | 1.148.225  |
| CGB       | 1.585.649 | 1.452.416  |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

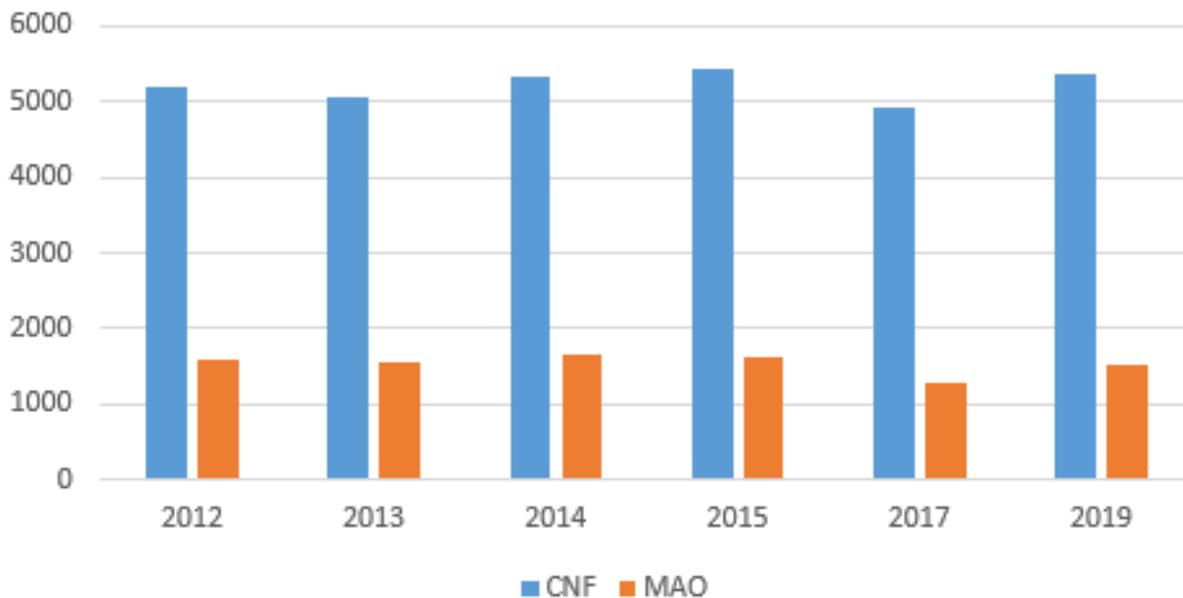


FIGURA 5.1 – Passageiros pagos (x1000) em função do tempo para os pares de aeroportos CNF e MAO.

Fonte: Elaborado pelo autor.

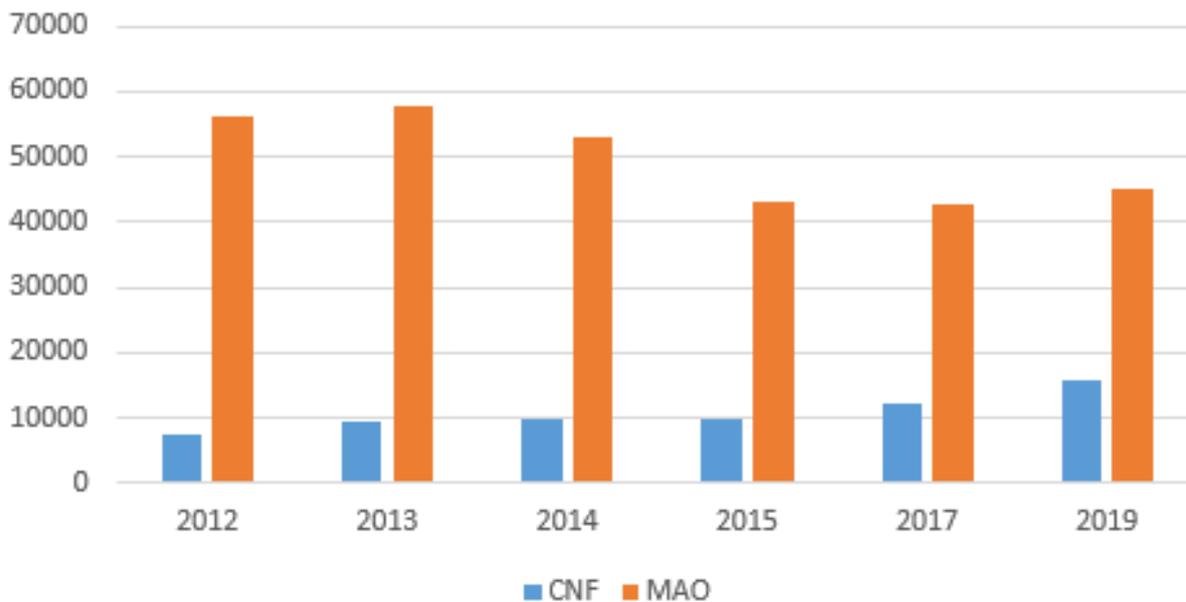


FIGURA 5.2 – Carga paga (ton) em função do tempo para os pares de aeroportos CNF e MAO.

Fonte: Elaborado pelo autor.

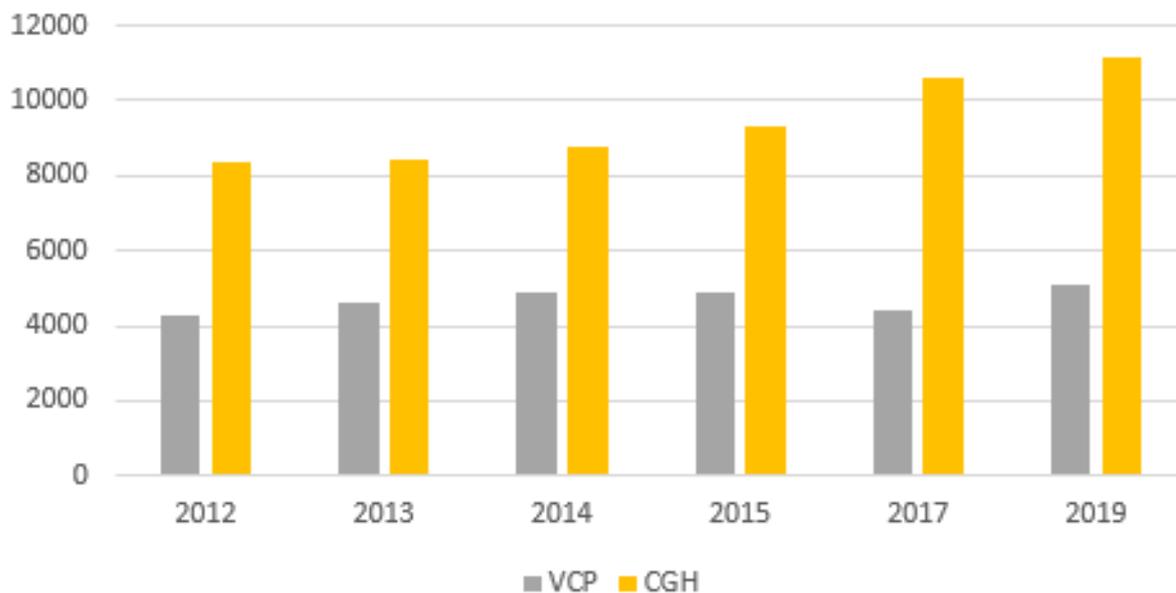


FIGURA 5.3 – Passageiros pagos (x1000) em função do tempo para os pares de aeroportos VCP e CGH.

Fonte: Elaborado pelo autor.

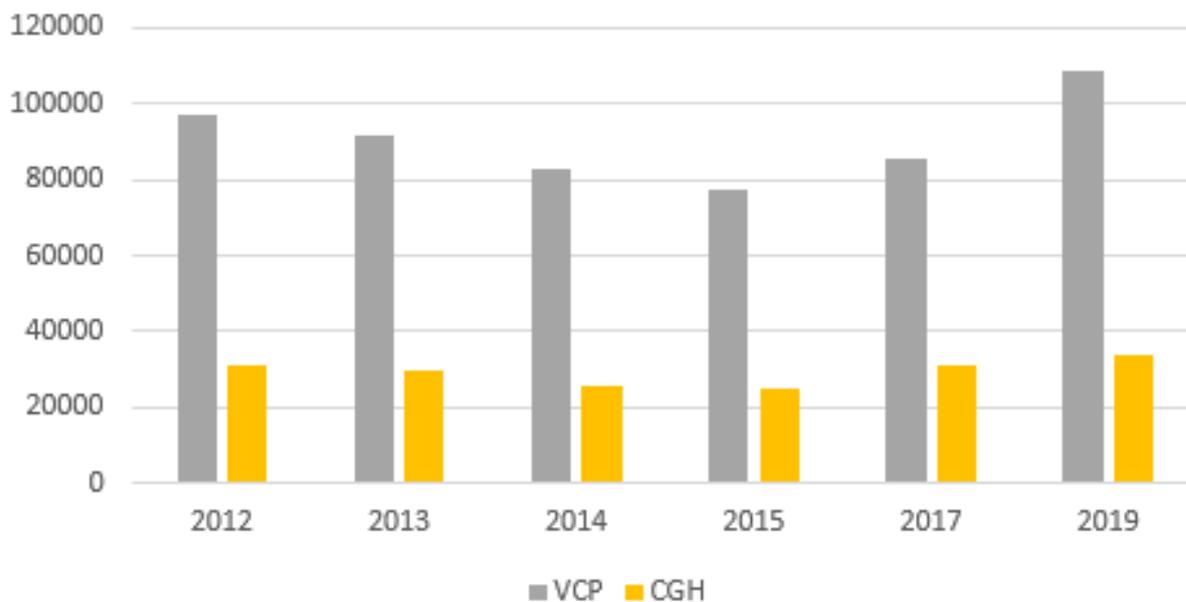


FIGURA 5.4 – Carga paga (ton) em função do tempo para os pares de aeroportos VCP e CGH.

Fonte: Elaborado pelo autor.

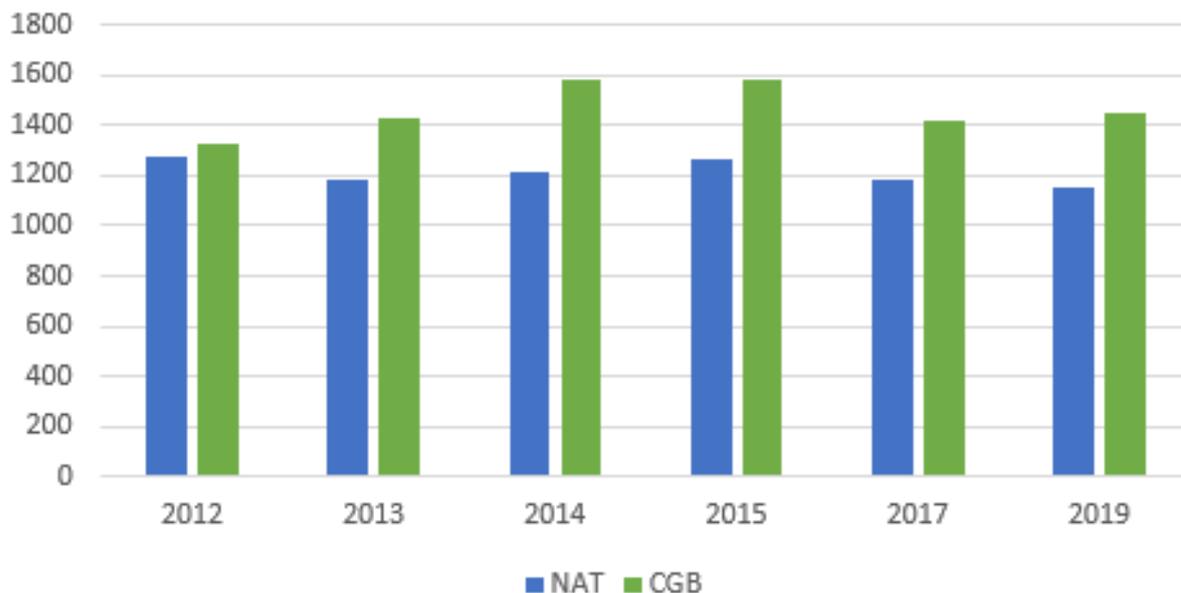


FIGURA 5.5 – Passageiros pagos (x1000) em função do tempo para os pares de aeroportos NAT e CGB.

Fonte: Elaborado pelo autor.

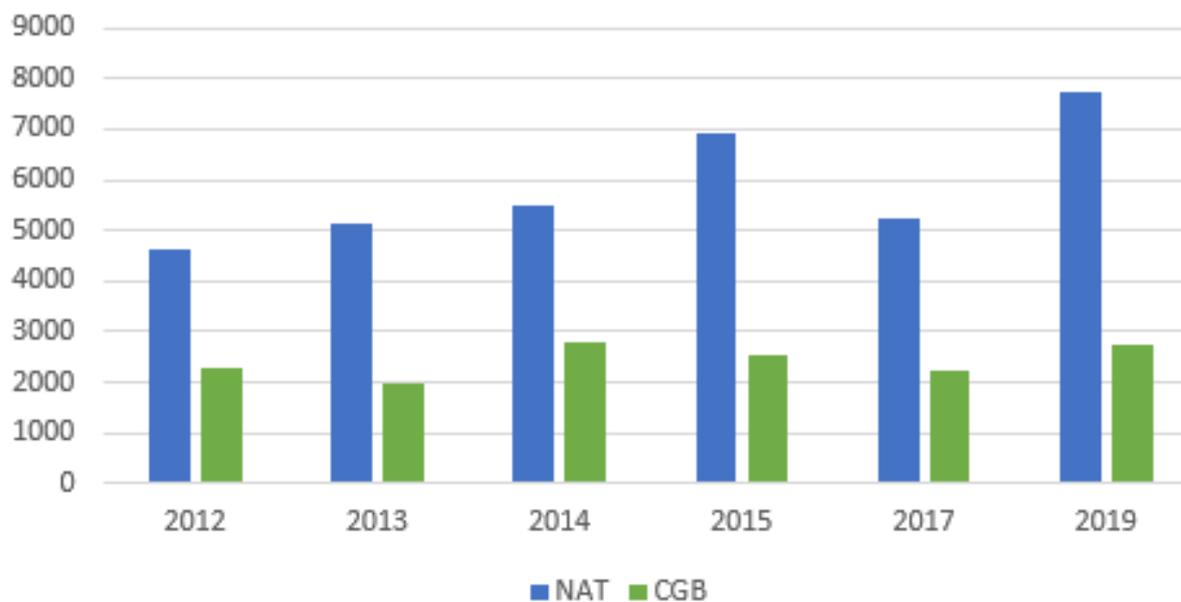


FIGURA 5.6 – Carga paga (ton) em função do tempo para os pares de aeroportos NAT e CGB.

Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 5.10 – Tabela indicando o valor da carga paga (ton) nos aeroportos analisados nos períodos definidos.

| Aeroporto | T=0    | T=1    |
|-----------|--------|--------|
| CNF       | 9.953  | 15.706 |
| MAO       | 43.293 | 45.171 |
| VCP       | 91.770 | 85.632 |
| CGH       | 29.855 | 31.326 |
| NAT       | 6.896  | 7.738  |
| CGB       | 2.521  | 2.719  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 5.11 – Resultados da média das variáveis para o caso em que y reflete o número de passageiros embarcados nos aeroportos tratados e de controle.

| $y_{At}$                        | $A = 0$              | $A = 1$              | Diferença  |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|--|
| $T = 0$                         | $y_{00} = 3.877.219$ | $y_{10} = 3.781.006$ | $y_{10} - y_{00} = -96.213$                        |
| $T = 1$                         | $y_{01} = 4.517.095$ | $y_{11} = 3.636.324$ | $y_{11} - y_{01} = -880.771$                       |
| <b>Diferenças-em-Diferenças</b> |                      |                      | $(y_{11} - y_{01}) - (y_{10} - y_{00}) = -784.558$ |

TABELA 5.12 – Resultados da média das variáveis para o caso em que y reflete a carga paga embarcada nos aeroportos tratados e de controle.

| $y_{At}$                        | $A = 0$           | $A = 1$           | Diferença  |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|--|
| $T = 0$                         | $y_{00} = 25.223$ | $y_{10} = 36.206$ | $y_{10} - y_{00} = 10.983$                       |
| $T = 1$                         | $y_{01} = 26.405$ | $y_{11} = 36.358$ | $y_{11} - y_{01} = 9.853$                        |
| <b>Diferenças-em-Diferenças</b> |                   |                   | $(y_{11} - y_{01}) - (y_{10} - y_{00}) = -1.030$ |

# 6 Considerações Finais

## 6.1 Conclusões

O presente trabalho considera que a utilização da metodologia apresentada se mostra capaz de endereçar situações similares de modo robusto. No entanto, há de se atentar a possibilidade de que, com uma base de dados razoavelmente pequena, há espaço para vieses estatísticos que em bases de robustez e qualidade maior não aconteceriam.

A Matriz de Confusão apresentada, no entanto, corrobora para que o modelo seja considerado satisfatório. Com a capacidade preditiva correta, há uma certa tendência de que os resultados apresentados se mostrem corretos e que os efeitos positivos de uma concessão generalizada de aeroportos sejam observados apenas no médio e longo prazos, de modo que com a observação de apenas 5 anos não foram possíveis observá-las. Além disso, aspectos qualitativos, como a satisfação geral dos usuários não foram apresentadas neste estudo, não foram levados em conta.

De fato, a inconclusividade dos efeitos da privatização através dessa metodologia pode também se dar à consideração de que as variáveis explicativas utilizadas no estudo não explicam a maior parte da variância observada nas demandas dos aeroportos. O autor projeta hipóteses que vão desde a importância da conjuntura econômica do estado no qual o aeroporto está situado, bem como a importância de picos de demanda não-uniformes, que podem atrapalhar o processo de chegada a uma conclusão objetiva na análise dos dados.

## 6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Em trabalhos futuros, deve-se procurar objetivamente analisar alguns aspectos qualitativos, como o nível de satisfação de cada classe de usuários dos aeroportos. Além disso, aspectos financeiros são de extrema relevância para um empreendimento que exige investimento em demasia. Assim, uma análise da performance financeira dos empreendimentos deve ser feita de maneira mais robusta, endereçando o comportamento das receitas das

empresas pré e pós tratamento, bem como dos lucros retornados aos acionistas.

Segue ainda que a busca por uma base de dados maior, com mais aeroportos e mais países envolvidos deve ser tratada como prioridade para quem quiser se debruçar sobre o assunto. Porém vale ressaltar que tal abordagem deve ser utilizada com cautela, pois diferentes intervalos de tempo em diferentes países podem causar um excesso de complexidade ao modelo de modo que o pesquisador que conduzirá esses estudos deve sentir-se confortável ao fazer inferências em um modelo como esse.

No mais, eventos que possam causar um choque de demanda devem ser levados em consideração em um estudo como esse, de modo a dar pesos a dados que são fruto de casualidades.

# Referências

- ABADIE, A. Semiparametric difference-in-differences estimators. **Review of Economic Studies**, v. 72, p. 1–19, 2005. Disponível em: <<https://economics.mit.edu/files/11869>>. Acesso em: 31 maio 2021.
- BAILEY, E. E. **AIRLINE DEREGULATION IN THE UNITED STATES: THE BENEFITS PROVIDED AND THE LESSONS LEARNED**. 1985. 119-144 p. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/42748165>>. Acesso em: 25 outubro 2021.
- BETTINI, H.; OLIVEIRA, A. V. M. Two-sided platforms in airport privatization. 2016. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2720512>>. Acesso em: 25 outubro 2021.
- CASA-CIVIL, M. da. **Perguntas e respostas sobre a concessão de aeroportos**. 2011. Disponível em: <<https://casa-civil.jusbrasil.com.br/noticias/2854329/perguntas-e-respostas-sobre-a-concessao-de-aeroportos>>. Acesso em: 31 maio 2021.
- FREDRIKSSON, A.; OLIVEIRA, G. M. d. **Impact evaluation using Difference-in-Differences**. 2019. 519-532 p. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/RAUSP-05-2019-0112/full-pdf?title=impact-evaluation-using-difference-in-differences>>. Acesso em: 31 maio 2021.
- NUNAN, D.; BANKHEAD, C.; ARONSON, J. **Selection bias**. 2017. Disponível em: <<http://www.catalogofbias.org/biases/selection-bias/>>. Acesso em: 31 maio 2021.
- PARK, H.-A. **An Introduction to Logistic Regression: From Basic Concepts to Interpretation with Particular Attention to Nursing Domain**. 2013. 154-164 p. Disponível em: <<https://synapse.koreamed.org/upload/synapsedata/pdfdata/0006jkan-jkan-43-154.pdf>>. Acesso em: 25 outubro 2021.
- RESENDE, C. Codeiro de. **Ensaio em Avaliação de Políticas Públicas**. 2017. 177 p. Tese (Doutorado em Economia) — Universidade de Brasília, 2017.
- ROCHET, J.-C.; TIROLE, J. Two-sided markets: An overview. 2004. Disponível em: <[https://web.mit.edu/14.271/www/rochet\\_tirole.pdf](https://web.mit.edu/14.271/www/rochet_tirole.pdf)>. Acesso em: 25 outubro 2021.
- ROLIM, P.; BETTINI, H.; OLIVEIRA, A. V. M. **Estimating the Impact of Airport Privatization on Airline Demand: A Regression-Based Event Study**. 2016. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2650343>>. Acesso em: 25 outubro 2021.

ROSENBAUM PAUL R.AND RUBIN, D. B. **The central role of the propensity score in observational studies for causal effects**. 1983. 41-55 p. Disponível em: <<https://academic.oup.com/biomet/article/70/1/41/240879>>. Acesso em: 31 maio 2021.

SALES, K. M. D. d. A.; ARAÚJO, L. H. d. S. Avaliação do impacto da concessão de aeroportos na satisfação dos usuários quanto à infraestrutura aeroportuária, às companhias aéreas, ao transporte público e à satisfação geral. **Revista dos Mestrados Profissionais**, 2019.

## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

|   |                                       |  |                            |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------|
| 1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO<br><br>TC   | 2. DATA<br><br>26 de novembro de 2021 | 3. REGISTRO N°<br><br>DCTA/ITA/TC-139-2021 | 4. N° DE PÁGINAS<br><br>56 |
| 5. TÍTULO E SUBTÍTULO:<br><br>Mensuração de impactos das concessões aeroportuárias na taxa de crescimento da demanda pelo modal aeroviário  |                                       |  |                            |
| 6. AUTOR(ES):<br><br><b>Lukas Lopes Pereira</b>   |                                       |  |                            |
| 7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(ÃOS) INTERNOS/DIVISÃO(ÕES):<br><br>Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA   |                                       |  |                            |
| 8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR:<br><br>Diferenças-em-Diferenças; Concessão; Escore; Viés; Seleção; Aeroporto;   |                                       |  |                            |
| 9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:<br><br>Privatização; Aeroportos; Transporte de passageiros; Capacidade aeroportuária; Infraestrutura (transporte); Transportes.   |                                       |  |                            |
| 10. APRESENTAÇÃO: <span style="float: right;">( X ) Nacional      ( ) Internacional</span><br><br>ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira. Defesa em 18/11/2021. Publicada em 2021.   |                                       |  |                            |
| 11. RESUMO:<br><br>Este estudo visa utilizar a metodologia de <i>Propensity Score Matching</i> para avaliar os efeitos das privatizações que ocorreram nos aeroportos brasileiros ao longo das últimas décadas na demanda desses empreendimentos. Assim, foi utilizada uma base de dados pública fornecida pela ANAC com os 29 principais aeroportos do Brasil, de modo que cada um foi classificado binariamente como um aeroporto tratado ou não tratado, ou seja, que foi ou não privatizado em determinado espaço de tempo. Dessa forma, pôde-se observar com clareza o número de passageiros e de cargas pagas embarcados nesses aeroportos a fim de encontrar alguma correlação entre as escolhas dos aeroportos tratados. Como resultado, encontra-se uma inconclusividade nos efeitos da privatização na demanda de acordo com esse método. No futuro, é necessário que mais aeroportos sejam incluídos no estudo, incluindo aeroportos fora do País, levando em conta as diferentes realidades econômicas dos países dentro do modelo. |                                       |  |                            |
| 12. GRAU DE SIGILO:<br><br><span style="display: flex; justify-content: space-around;"> <input checked="" type="checkbox"/> OSTENSIVO         <input type="checkbox"/> RESERVADO         <input type="checkbox"/> SECRETO       </span>   |                                       |  |                            |