

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Felipe Siqueira de Araujo

**UM MODELO DE ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE
GASTOS PÚBLICOS NA COMPRA DE PASSAGENS
AÉREAS UTILIZANDO O MÉTODO DEA**

Trabalho de Graduação
2021

Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

Felipe Siqueira de Araujo

**UM MODELO DE ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE
GASTOS PÚBLICOS NA COMPRA DE PASSAGENS
AÉREAS UTILIZANDO O MÉTODO DEA**

Orientador

Prof. 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

Araujo, Felipe Siqueira de
UM MODELO DE ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE GASTOS PÚBLICOS NA COMPRA DE PASSAGENS AÉREAS UTILIZANDO O MÉTODO DEA / Felipe Siqueira de Araujo.
São José dos Campos, 2021.
67f.

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

1. . 2. . 3. . I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARAUJO, Felipe Siqueira de. **UM MODELO DE ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE GASTOS PÚBLICOS NA COMPRA DE PASSAGENS AÉREAS UTILIZANDO O MÉTODO DEA**. 2021. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Felipe Siqueira de Araujo

TÍTULO DO TRABALHO: UM MODELO DE ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE GASTOS PÚBLICOS NA COMPRA DE PASSAGENS AÉREAS UTILIZANDO O MÉTODO DEA.

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.

Felipe Siqueira

Felipe Siqueira de Araujo
Rua Manoel Borba Gato, 900
12.242-270 – São José dos Campos–SP

UM MODELO DE ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE GASTOS PÚBLICOS NA COMPRA DE PASSAGENS AÉREAS UTILIZANDO O MÉTODO DEA

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação

Felipe Siqueira

Felipe Siqueira de Araujo

Autor

plud.

Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

Orientador

José

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

São José dos Campos, 19 de novembro de 2021.

Dedico esse trabalho a você, mãe, pelo amor incondicional; a você, pai, por ser minha maior referência; aos meus irmãos, Letícia e Rafael, por estarem sempre ao meu lado nos bons e maus momentos; a todos os amigos, que fizeram esses seis anos de faculdade inesquecíveis.

Agradecimentos

O primeiro agradecimento vai à minha família. Mãe, pai e meus irmãos, que me apoiaram nessa luta e estiveram sempre ao meu lado. Amo vocês!

Agradeço ao Professor Armando, pelas maravilhosas aulas de CES-11 ministradas, que me fizeram me encantar pelo maravilhoso mundo da programação.

Agradeço aos meus gatígenos que, mesmo sem entender nada do que estava acontecendo, estavam comigo nesses dias. Obrigado por fazerem meus dias mais felizes.

Agradeço a todos os amigos com quem compartilhei momentos no H8, bons e ruins. A todos que passaram pelo 315, 23D e tendinha, foram vocês que fizeram esses anos valerem a pena. Saibam que nunca me esquecerei de nenhum de vocês.

Por fim, gostaria de agradecer a mim mesmo, por não ter me entregado nos tantos momentos de tristeza e desespero que passei. Agora sei que tudo valeu a pena.

“Every path is the right path. Everything could have been anything else and it would have just as much meaning.”

— MR. NOBODY

Resumo

A preocupação com os gastos públicos do Brasil é de suma importância para garantir o uso eficiente dos mesmos gastos. No presente trabalho, é proposto um modelo para analisar a eficiência de gastos públicos. Para tal, utilizou-se uma base de dados de 2014, feita pela Empresa de Planejamento e Logística (EPL), realizada em 65 aeroportos brasileiros, com o intuito de entender os comportamentos do brasileiro no que diz respeito a todo o processo de viagem aérea, desde a compra da passagem até a estadia no destino final. A base é composta por 122.039 respostas e foi realizada nos 65 principais aeroportos brasileiros. A base foi tratada e foram selecionadas as variáveis de interesse. Três das variáveis utilizadas no modelo estavam contidas na base de dados da EPL, e duas outras foram adquiridas no site da ANAC, a partir do número, data e rota de voo. As amostras de gastos públicos, gastos de empresas privadas e gastos do público geral foram selecionados, totalizando-se 144 amostras. Essas amostras foram divididas em rotas e as eficiências dos gastos foram calculadas, afim de comparar-se, entre cada rota, qual tipo de gasto foi o mais eficiente. A partir da seleção das variáveis, utilizou-se do método DEA para o cálculo da eficiência dos gastos públicos. De acordo com os resultados do modelo, utilizando-se das variáveis descritas e das amostras escolhidas, os gastos públicos analisados foram considerados mais eficientes, ao comparados com os gastos de empresas privadas.

Palavras-chave: Gastos públicos, passagens aéreas, DEA, Análise Envoltória de Dados

Abstract

The concern with public expenditures in Brazil is of paramount importance to ensure the efficient use of those expenditures. In the present work, a model is proposed to analyze the efficiency of public expenditures. To this end, we used a 2014 database, made by the Brazilian company Empresa de Planejamento e Logística (EPL), held in 65 Brazilian airports, in order to understand the behavior of Brazilians with regard to the entire air travel process, since the purchase of the ticket until the stay at the final destination. The base comprises 122,039 responses and was carried out at the 65 main Brazilian airports. The base was treated and the variables of interest were selected. Three of the variables used in the model were contained in the EPL database, and two others were acquired on the ANAC website, based on the number, date and flight route. Samples of public spending, spending by private companies and spending by the general public were selected, totaling 144 samples. These samples were divided into routes and the expenditure efficiencies were calculated in order to compare, between each route, which type of expenditure was the most efficient. From the selection of variables, the DEA method was used to calculate the efficiency of public spending. According to the model results, using the described variables and the chosen samples, the analyzed public expenditures were considered more efficient, when compared to the expenditures of private companies.

Key words: Public expenses, airline tickets, DEA, Data Envelopment Analysis

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 – Distribuição de renda dos passageiros entrevistados.	21
FIGURA 2.2 – Distribuição de voos dos entrevistados pelo país.	22
FIGURA 2.3 – Distribuição da ocupação dos passageiros entrevistados.	23
FIGURA 2.4 – Distribuição de renda por ocupação dos passageiros entrevistados. . .	23
FIGURA 2.5 – Preço médio das passagens por companhia aérea - valores crescentes.	24
FIGURA 2.6 – Preço médio das passagens por companhia aérea - valores decrescentes.	25
FIGURA 2.7 – Preço médio das passagens por grupo comprador.	25
FIGURA 2.8 – Preço médio das passagens por grupo comprador, divididos faixa etária.	26
FIGURA 2.9 – Preço médio das passagens por faixa salarial.	26
FIGURA 2.10 – Preço médio das passagens por faixa salarial, divididos por idade. . .	27
FIGURA 2.11 – Preço médio pago por setor empregatício.	28
FIGURA 2.12 – Preço médio pago por setor empregatício, divididos por idade. . . .	28
FIGURA 2.13 – Preço médio das passagens por motivo da viagem.	29
FIGURA 3.1 – Curva de um processo de produção. Fonte: (MELLO <i>et al.</i> , 2005) . . .	32

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 – Principais perguntas realizadas no questionário	20
TABELA 2.2 – Média de antecedência de compra de passagens, em dias, por motivo de viagem	29
TABELA 4.1 – <i>Output</i> escolhido para o DEA	42
TABELA 4.2 – <i>Inputs</i> escolhidos para o DEA	43
TABELA 4.3 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos públicos, com seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	44
TABELA 4.4 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos privados, com seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	46
TABELA 4.5 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos público geral, com seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	47
TABELA 4.6 – DMUs da rota SDU-BSB, referentes aos gastos públicos, com seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	48
TABELA 4.7 – DMUs da rota SDU-BSB, referentes aos gastos privados, com seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	49
TABELA 4.8 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos público geral, com seus <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	50
TABELA 4.9 – Resultados do modelo para a rota GRU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas	52
TABELA 4.10 – Resultados do modelo para a rota GRU-BSB - Todos os gastos - Parte 1	53
TABELA 4.11 – Resultados do modelo para a rota GRU-BSB - Todos os gastos - Parte 2	54
TABELA 4.12 – Resultados do modelo para a rota SDU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas	55

TABELA 4.13 –Resultados do modelo para a rota SDU-BSB - Todos os gastos - Parte 1	57
TABELA 4.14 –Resultados do modelo para a rota SDU-BSB - Todos os gastos - Parte 2	58
TABELA A.1 –Perguntas realizadas no questionário, como se encontram no docu- mento explicativo da EPL	64

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BCC	Banker, Charnes, Cooper
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
EPL	Empresa de Planejamento e Logística

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização	15
1.2	Relevância do tema	15
1.3	Definição do problema	16
1.4	Objetivo do trabalho	17
1.5	Estrutura do trabalho	17
2	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	19
2.1	Base de Dados Envolvida na Pesquisa	19
2.1.1	Apresentação inicial do banco de dados	20
2.1.2	Apresentação do banco de dados - pagamentos	24
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO MÉTODO	30
3.1	Análise Envoltória de Dados - DEA (Data Envelopment Analysis)	30
3.1.1	Os conceito de eficácia, eficiência e de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs)	31
3.1.2	Método DEA - CCR	33
3.1.3	Método DEA - BCC	35
3.2	Trabalhos científicos anteriores utilizando o modelo DEA	37
3.2.1	Utilização do modelo DEA no cálculo da eficiência da indústria de linhas aéreas	38
3.2.2	Utilização do modelo DEA no cálculo da eficiência de gastos públicos com diárias e passagens aéreas em universidades federais brasileiras	38
3.2.3	Utilização do modelo DEA no cálculo da eficiência no investimento em infraestrutura escolar	38

4	APLICAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Caracterização das Unidades Tomadoras de Decisão	40
4.2	Caracterização dos insumos e produtos das DMUs	41
4.2.1	O <i>output</i>	42
4.2.2	Os <i>inputs</i>	42
4.3	Caracterização do modelo DEA escolhido	43
4.4	Caracterização das DMUs	44
4.4.1	DMUs gastos públicos - Rota GRU-BSB	44
4.4.2	DMUs gastos privados - Rota GRU-BSB	45
4.4.3	DMUs gastos do público geral - Rota GRU-BSB	47
4.4.4	DMUs gastos públicos - Rota SDU-BSB	47
4.4.5	DMUs gastos privados - Rota SDU-BSB	48
4.4.6	DMUs gastos do público geral - Rota SDU-BSB	49
4.5	Aplicação do modelo DEA	50
4.5.1	Resultados para a rota GRU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas	51
4.5.2	Resultados para a rota GRU-BSB - Todos os públicos	51
4.5.3	Resultados para a rota SDU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas	54
4.5.4	Resultados para a rota SDU-BSB - Todos os públicos	55
5	CONCLUSÕES	59
5.1	Próximos passos	59
	REFERÊNCIAS	61
	ANEXO A – DESCRITIVO DA BASE DE DADOS DO PROGRAMA <i>O Brasil que Voa</i>	64

1 Introdução

1.1 Contextualização

É notório que o Brasil enfrenta sérios problemas de gestão e cuidado com o bem público (SILVA *et al.*, 2010).

Durante um longo tempo, a obtenção de dados de gastos públicos era de difícil obtenção. Porém hoje, na era da informação, é possível obter tais dados pode ser feita a qualquer momento, a partir da Lei Complementar nº 131, de 2009, conhecida como Lei da Transparência.

Com a facilidade atual da obtenção de tais dados, é possível realizar análises pertinentes e estudos quanto ao emprego dos recursos do Governo, a fim de garantir a boa gestão dos governantes e servidores públicos (REZENDE *et al.*, 2005).

Nesse contexto, entende-se que é de interesse da população geral a realização de trabalhos que possam avaliar gastos do governo, tentando garantir maior retorno para o povo do país.

1.2 Relevância do tema

A relação entre crescimento econômico e os gastos públicos, estudado por (WAGNER, 1890), analisa empiricamente a relação entre o crescimento de 34 nações no período pós II Guerra Mundial e o emprego de recursos por seus respectivos governos. A Lei dos Dispendios Públicos Crescentes, proposta por ele, defende que o crescimento da renda *per capita* é baseada em um investimento crescente por parte do governo na oferta de bens públicos. A hipótese é baseada nos seguintes aspectos:

- Os bens públicos são, em geral, bens "superiores"(parques, hospitais, estradas, etc.). Com o aumento da oferta desses bens, haveria um aumento da renda *per capita* e, conseqüentemente, maior demanda pelos mesmos bens;
- Com o aumento demográfico de um país, é crescente a demanda de recursos com

saúde e previdência para com os idosos;

- É também uma consequência do aumento demográfico os gastos com a educação;
- São necessários programas sociais de redistribuição de renda, seguridade social e seguro desemprego em um país.

Vários estudos foram feitos com o intuito de testar a teoria de Wagner. Nos trabalhos de (HINRICHS, 1965), (MUSGRAVE, 1969) e (GANDHI; WILLIAMS, 1971) foram encontradas evidências em favor da Lei dos Dispendios Públicos Crescentes, enquanto (RAM, 1987) rejeita a hipótese de Wagner, a partir de uma análise *cross-section*.

Porém, independentemente da validade da Lei dos Dispendios Públicos Crescentes, é fato que o emprego eficiente de recursos públicos acelera o desenvolvimento do país, e envolve uma relação benefício/custo (JÚNIOR, 2009).

Segundo estudo de (RIBEIRO, 2008), ao comparar a eficiência de gastos públicos nos setores de administração, educação, saúde, equidade e desempenho econômico para um conjunto de 17 países da América Latina, houve grande relação com o crescimento do PIB *per capita* e tamanho da população.

Dessa forma, nota-se a importância do questionamento e avaliação da eficiência quanto aos gastos públicos. O problema central de qualquer organização, principalmente no que tange os gastos públicos, é a escassez e, por isso, é necessário o emprego mais eficiente dos recursos, a fim de conseguir os melhores resultados para o país.

1.3 Definição do problema

Dada a necessidade da garantia da eficiência de gastos públicos, sua medição, conquanto, é de grande complexidade, dada a quantidade de gastos e setores em que os recursos públicos são alocados. Olhar apenas o dinheiro empregado em cada setor não garante que seus gastos sejam eficientes. É necessário uma investigação mais aprofundada, analisando-se cada gasto envolvido em um setor.

Um setor que possui seus gastos bem definidos é o setor de viagens. Apenas no ano de 2019, o total de gastos públicos com viagens e diárias a serviço foi de mais de R\$ 1,29 bilhão, segundo o Portal da Transparência Federal, valor este que pode ser justificado pela vasta extensão territorial brasileira, quantidade de ministérios, secretarias e órgãos públicos federais (JUNIOR, 2018). No entanto, não é possível saber, apenas analisando-se um gasto isolado, ou um conjunto destes, se os recursos foram empregados da forma mais eficiente possível, ou se poderiam ter sido reduzidos, mantendo-se os mesmos resultados.

Diante disso, definiu-se os gastos com passagens aéreas como os gastos cujas eficiências serão analisadas. No entanto, dada a quantidade de gastos envolvidos, esses foram segmentados de acordo com as rotas envolvidas, em um mesmo ano, a fim de possuírem a mesma base de comparação.

1.4 Objetivo do trabalho

O preço das passagens aéreas é altamente volátil, possuindo diversos fatores responsáveis por isso (OLIVEIRA, 2015).

O principal objetivo do presente trabalho é realizar uma análise de eficiência em voos pagos com recursos públicos, comparando suas eficiências com gastos realizados por empresas privadas, a fim de entender as maiores diferenças entre os recursos públicos e privados empregados na compra das passagens analisadas.

Além disso, deseja-se analisar a viabilidade do modelo proposto, com a partir da base de dados apresentada e dos recursos contidos na mesma base, entendendo os fatores considerados efetivamente relevantes na eficiência das passagens aéreas. A partir de então, dada a validade do modelo, poderá ser estudada uma forma mais efetiva para o emprego dos recursos disponíveis no setor descrito.

Finalmente, deseja-se elucidar um método matemático utilizado para a análise de eficiência sendo empregado na análise de um setor específico de gastos públicos brasileiros, com o intuito de convidar o leitor a se questionar sobre o emprego dos recursos financeiros do país.

- Utilizar a ferramenta de Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular a eficiência de gastos públicos com passagens aéreas;
- Verificar a validade do modelo proposto, para que possa ser replicado em compras de passagens aéreas em diferentes condições, envolvendo, por exemplo, outras rotas e anos;
- Exemplificar um modelo da utilização do DEA na análise de gastos públicos em um dado setor do Governo.

1.5 Estrutura do trabalho

O primeiro capítulo é desenvolvido de modo a aprofundar as ideias e objetivos descritos no corrente capítulo. Para tal, é estruturado em três principais partes.

O capítulo 2 apresenta os principais conceitos para a compreensão do problema, a fim de deixar mais tangível o problema proposto.

No capítulo 3, são apresentados a história, fundamentos e conceitos matemáticos do método utilizado para atingir os objetivos do trabalho. São mostrados também, as limitações do mesmo método e algumas de suas aplicações em trabalhos anteriores de temas diversos.

Já no quarto capítulo, são apresentados os dados utilizados na análise computacional do problema, o processo utilizado no tratamento dos mesmos dados e a realização do método em si, utilizando-se dos conceitos apresentados no capítulo 2 e do método apresentado no capítulo 3.

Finalmente, o quinto capítulo conclui o trabalho a partir dos resultados obtidos, além de propor outros métodos para a novos estudos e sugerir temas para trabalhos futuros.

2 Conceitos Fundamentais

Nessa seção, será apresentado um panorama geral do banco de dados envolvidos no presente trabalho. Será explicitada a criação do banco de dados e suas finalidades, como também as empresas envolvidas em sua confecção, e onde o mesmo banco pode ser encontrado *online*.

Além de sua história, será realizada uma análise exploratória do banco de dados, a partir da apresentação das colunas envolvidas na pesquisa, e da geração de gráficos envolvendo os registros da base de dados.

2.1 Base de Dados Envolvida na Pesquisa

A Lei Federal nº. 11.182, de 27/09/2005, criou a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), com a função de conceder, autorizar e explorar a infraestrutura aeroportuária, no todo ou parte, atuando com independência, legalidade, impessoalidade e transparência.

A ANAC realiza, com certa frequência, pesquisas nos aeroportos brasileiros, a fim de entender a opinião dos consumidores sobre as instalações dos aeroportos, características pessoais dos passageiros, seus perfis de consumo, entre outras diversas características. Através das respostas dos questionários, é possível que os aeroportos e empresas aéreas se adequem aos principais perfis de seus consumidores. Essas pesquisas podem ser realizadas por meios próprios ou através de terceiros.

Durante todo o ano de 2014, em parceria com a Empresa de Planejamento e Logística (EPL), foi realizada a pesquisa *O Brasil que Voa*, com o intuito de conhecer a movimentação de pessoas que utilizam o transporte aéreo brasileiro, para as viagens nacionais e internacionais. A pesquisa foi realizada em 65 diferentes aeroportos do Brasil, contabilizando um total de 150 mil entrevistas. A pesquisa foi realizada em quatro etapas de 7 dias consecutivos cada, de acordo com os horários de funcionamento dos aeroportos, e com os horários previstos de voos.

Para a realização da pesquisa, os pesquisadores realizaram questionários a passageiros aleatórios, antes que chegassem à sala de embarque. Os questionários eram divididos de

acordo com a natureza do voo de cada passageiro, podendo ser referentes a voos nacionais ou internacionais. Para voos nacionais, eram realizadas 107 perguntas ao entrevistado, enquanto para voos internacionais, eram realizadas 72 perguntas.

Após o compilado de todas as respostas obtidas na pesquisa, foi disponibilizado um banco de dados em formato *.xls* no site XXXX. Tal banco de dados servirá como base para a pesquisa apresentada no presente trabalho. Pela distinção entre questionários para voos nacionais e internacionais, e devido ao número de pesquisas envolvendo voos nacionais ser cerca de 60 vezes maior, ao comparado com os voos internacionais, os voos realizados exclusivamente em território brasileiro serão alvos deste estudo.

2.1.1 Apresentação inicial do banco de dados

O banco de dados, fornecido pela EPL, foi respondido por mais de 120 mil passageiros. Os dados aqui trabalhados serão exclusivamente dos voos nacionais, já que somente esses voos serão utilizados para esse trabalho. Como o questionário em questão possui 107 perguntas respondidas, não julgou-se interessante que seja aqui apresentado por completo. Nessa subseção, portanto, serão elucidadas as principais perguntas utilizadas no questionário, e alguns gráficos, a realizar uma análise exploratória visual dos dados envolvidos.

O detalhamento da base de dados, com todos os itens do questionário, encontra-se no Anexo A deste documento.

As perguntas realizadas no questionário da EPL foram deveras diversificadas. Eram envolvidas perguntas sobre os meios de transporte utilizados para o trajeto até o aeroporto, o tempo que o passageiro permaneceria no destino final de sua viagem, seus gastos no aeroporto, e muitas outras. Grande parte delas não foi de interesse direto para a execução do presente trabalho. Assim, segue na tabela 2.1 as questões consideradas principais para o entendimento da base de dados e para a aplicação neste trabalho.

TABELA 2.1 – Principais perguntas realizadas no questionário

Id da Pergunta	Pergunta
1	UF - Local da entrevista
2	Aeroporto de pesquisa
3	Turno em que a pesquisa está sendo realizada:
6	Em qual aeroporto iniciou essa viagem?
9	Qual é o aeroporto de destino final dessa viagem?
13	Qual é o aeroporto de destino final deste trecho de viagem aérea?
16	Qual a Companhia Aérea deste trecho do seu voo?
17	Qual o número do voo deste trecho?

Tabela 2.1 continuação da página anterior

26	Quanto custou este trajeto?
36	Quantas escalas até o destino final?
37	Quantas conexões até o destino final?
39	Qual é o aeroporto de destino final deste trecho da viagem aérea?
54	Qual o principal motivo dessa viagem?
55	Com que antecedência adquiriu a passagem aérea? (Meses)
56	Dias
59	Quem pagou pela sua passagem aérea deste trecho da viagem?
99	Gênero:
100	Qual é a sua idade?
101	Qual é a sua principal condição profissional atual?
102	Qual é a sua renda FAMILIAR mensal (bruta)?

A partir das perguntas realizadas no questionário, é possível à ANAC realizar uma segmentação do público entrevistado em diversas categorias, podendo estes serem divididos por gênero, idade, ocupação profissional, renda, e demais categorias que sejam de interesse da Agência.

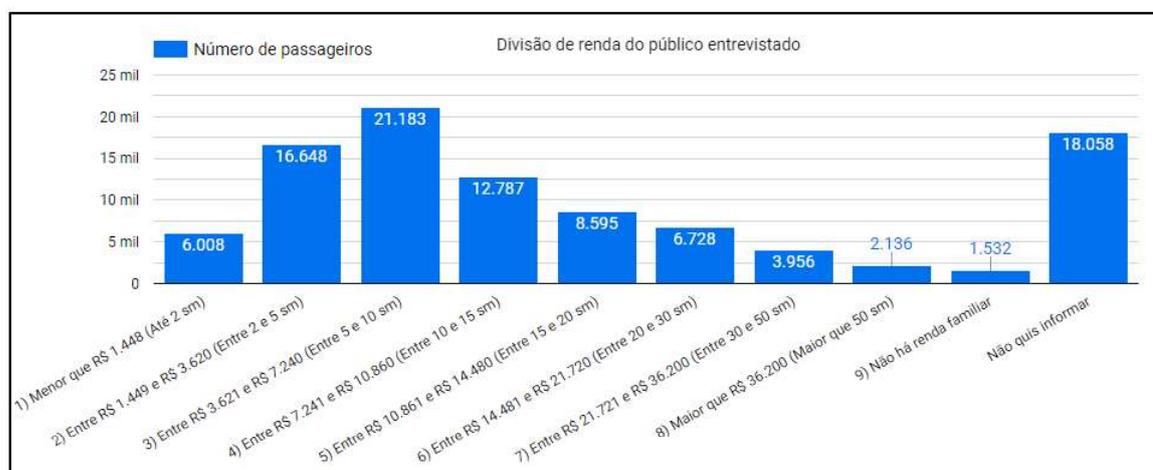


FIGURA 2.1 – Distribuição de renda dos passageiros entrevistados.

Segundo (SOARES, 2011), o transporte aéreo expandiu-se ao mercado das massas e já não é apenas um luxo para as classes mais abonadas. Na Figura 2.1, verifica-se tal afirmação, já que o público 2) e 3) são os predominantes entre os passageiros.

É possível, através da Figura 2.1, ter uma base a fim de determinar as lojas de conveniência a serem instaladas em um aeroporto, e os valores a serem cobrados nas mesmas lojas, a fim de aumentar o lucro do aeroporto. Além do lucro, a partir do estudo de (MOURA *et al.*, 2016), a presença de lojas de conveniência que atendam as necessidades

e vontades do passageiro é um fator relevante no fator satisfação do cliente, incitando o retorno do passageiro ao mesmo aeroporto. O mesmo gráfico apresentado acima pode ser replicado para cada aeroporto presente na pesquisa, se de interesse da gerência de cada aeroporto.



FIGURA 2.2 – Distribuição de voos dos entrevistados pelo país.

Para ilustração da base de dados, segue na Figura 2.2 a distribuição de voos no país, com base na origem do voo. As regiões Sul e Sudeste do país possuem a maior quantidade de voos realizados, o que reflete no tamanho dos aeroportos de suas capitais, e pode ser justificado pelo maior PIB dessas regiões.

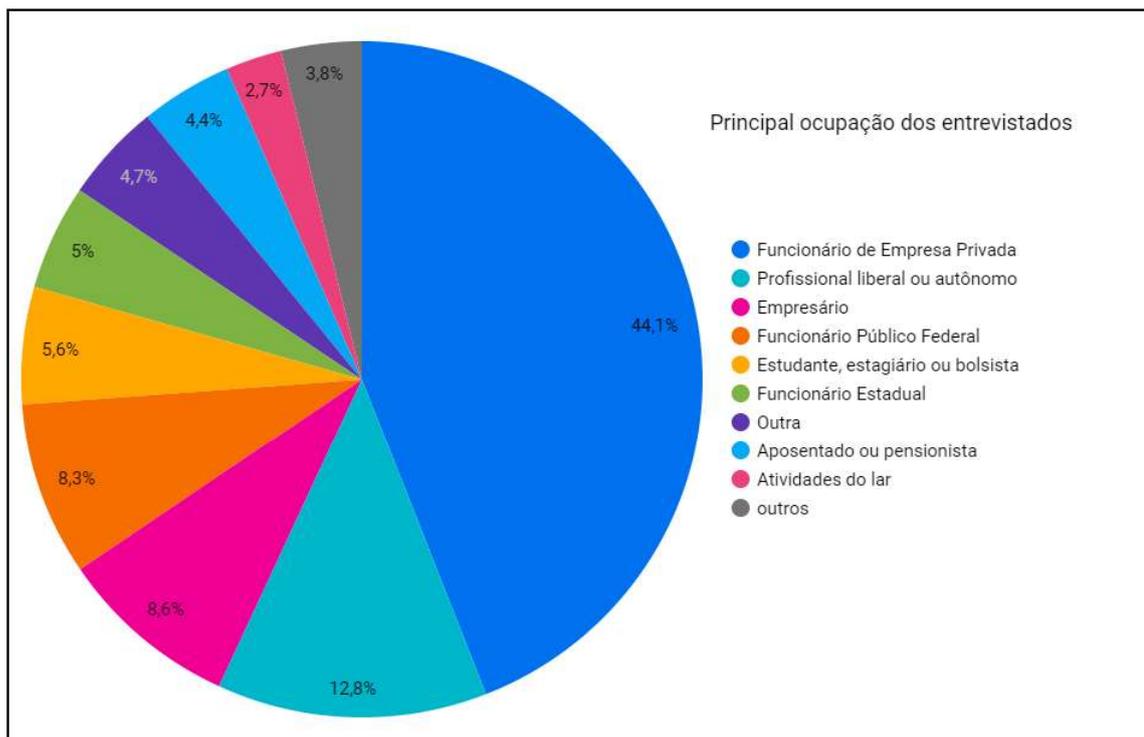


FIGURA 2.3 – Distribuição da ocupação dos passageiros entrevistados.

A partir da Figura 2.3, é possível perceber a distribuição da ocupação dos entrevistados na pesquisa da EPL. Tal observação é de interesse do presente trabalho, já que a aplicação do modelo DEA será realizada com base na ocupação dos passageiros, fato que será melhor explicado no capítulo 4. É notória a dominância de funcionários de empresas privadas entre os entrevistados, enquanto os funcionários públicos são aproximadamente 13,3% dos passageiros.

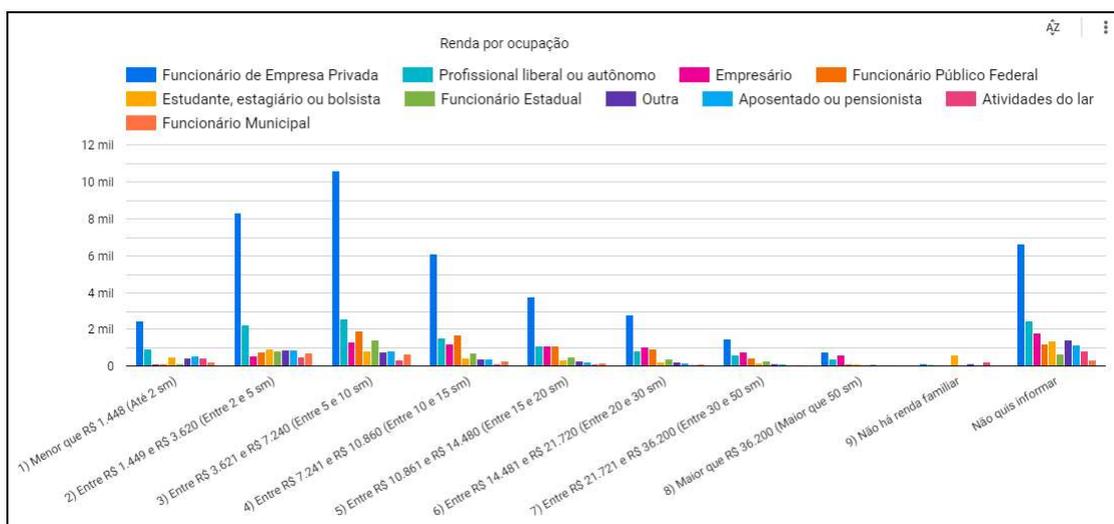


FIGURA 2.4 – Distribuição de renda por ocupação dos passageiros entrevistados.

Finalmente, a Figura 2.4 mostra a divisão de renda, de acordo com a ocupação do entre-

vistado. É notória a relação envolvendo as Figuras 2.1 e 2.3 com a Figura 2.4. Ressalta-se que nenhuma das ocupações descritas apresentam grande desvio padrão aparente, quando analisadas suas rendas.

2.1.2 Apresentação do banco de dados - pagamentos

Na presente subseção, serão apresentados gráficos referentes ao pagamento de passagens de passagens e seus preços médios, apresentando diferentes abordagens para a visualização dos médios. Espera-se, assim, apresentar um panorama geral sobre os dados de pagamento da base utilizada neste trabalho.

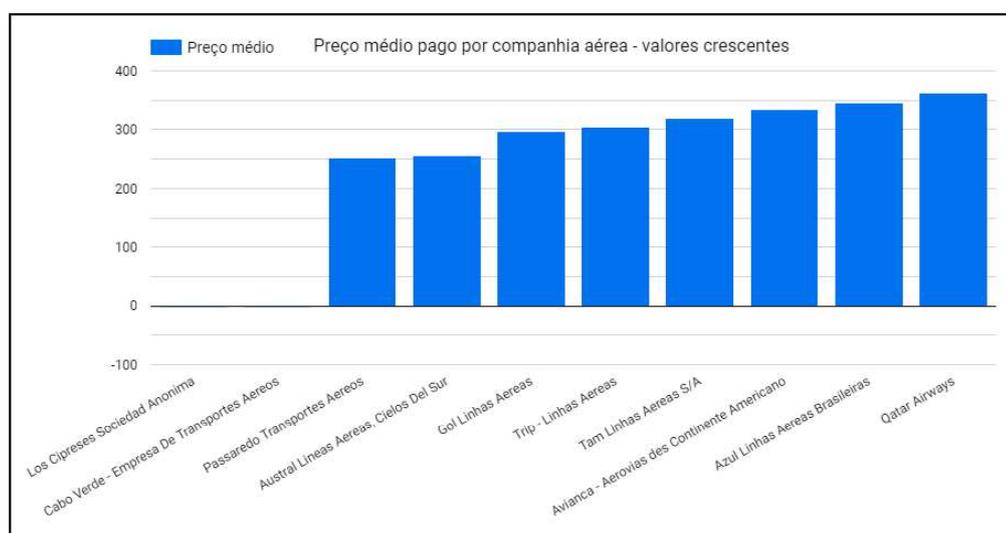


FIGURA 2.5 – Preço médio das passagens por companhia aérea - valores crescentes.

A Figura 2.5 mostra a divisão de preço das passagens por companhia aérea, apenas as menores médias de preço. É interessante ressaltar que a antiga companhia aérea argentina Austral Lineas Aereas possuía os menores preços médios, mesmo não realizando voos domésticos no Brasil. As empresas Los Cipreses Sociedad Anonima e Cabo Verde - Empresa de Transportes Aereos não apresentaram voos nas datas analisadas.

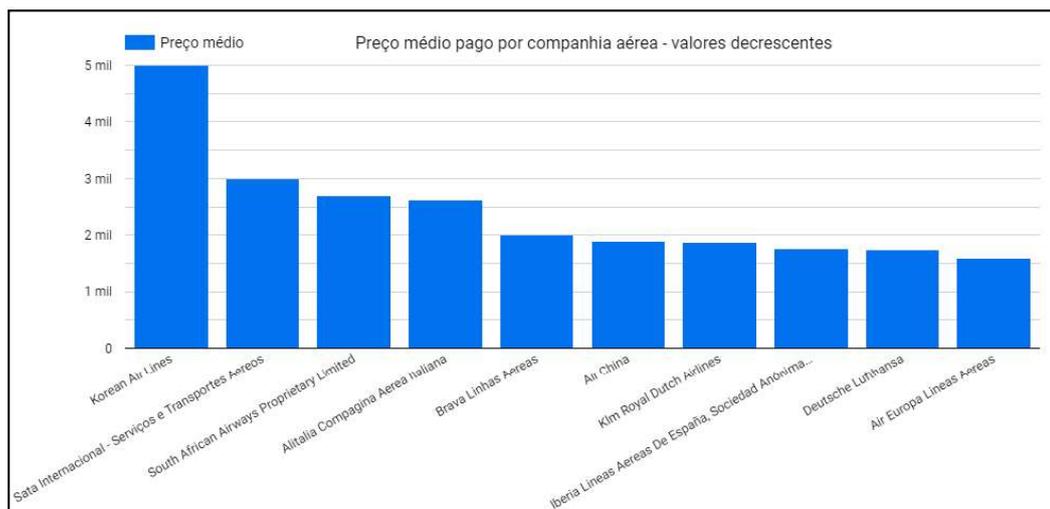


FIGURA 2.6 – Preço médio das passagens por companhia aérea - valores decrescentes.

A Figura 2.6 apresenta a mesma ideia mostrada na Figura 2.5, porém mostrando os maiores preços de passagens encontrados. As companhias aéreas mostradas são todas internacionais, como é esperado, já que realizam apenas voos internacionais no país.

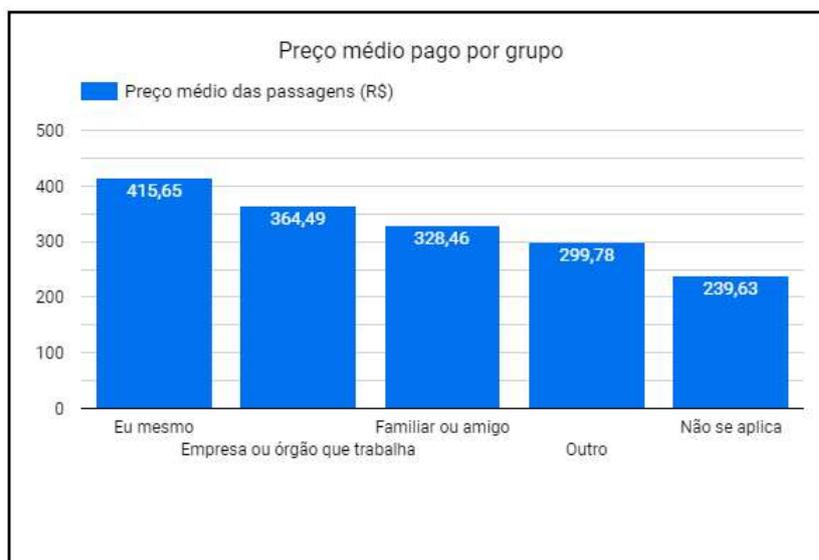


FIGURA 2.7 – Preço médio das passagens por grupo comprador.

Na Figura 2.7, é possível ver os preços de passagens por grupo pagador. Nota-se que as passagens compradas pelos próprios passageiros apresenta o maior valor médio. Tal fato é interessante, já que espera-se que, por estarem gastando o próprio dinheiro, os passageiros que compram as próprias passagens procurem por preços menores.

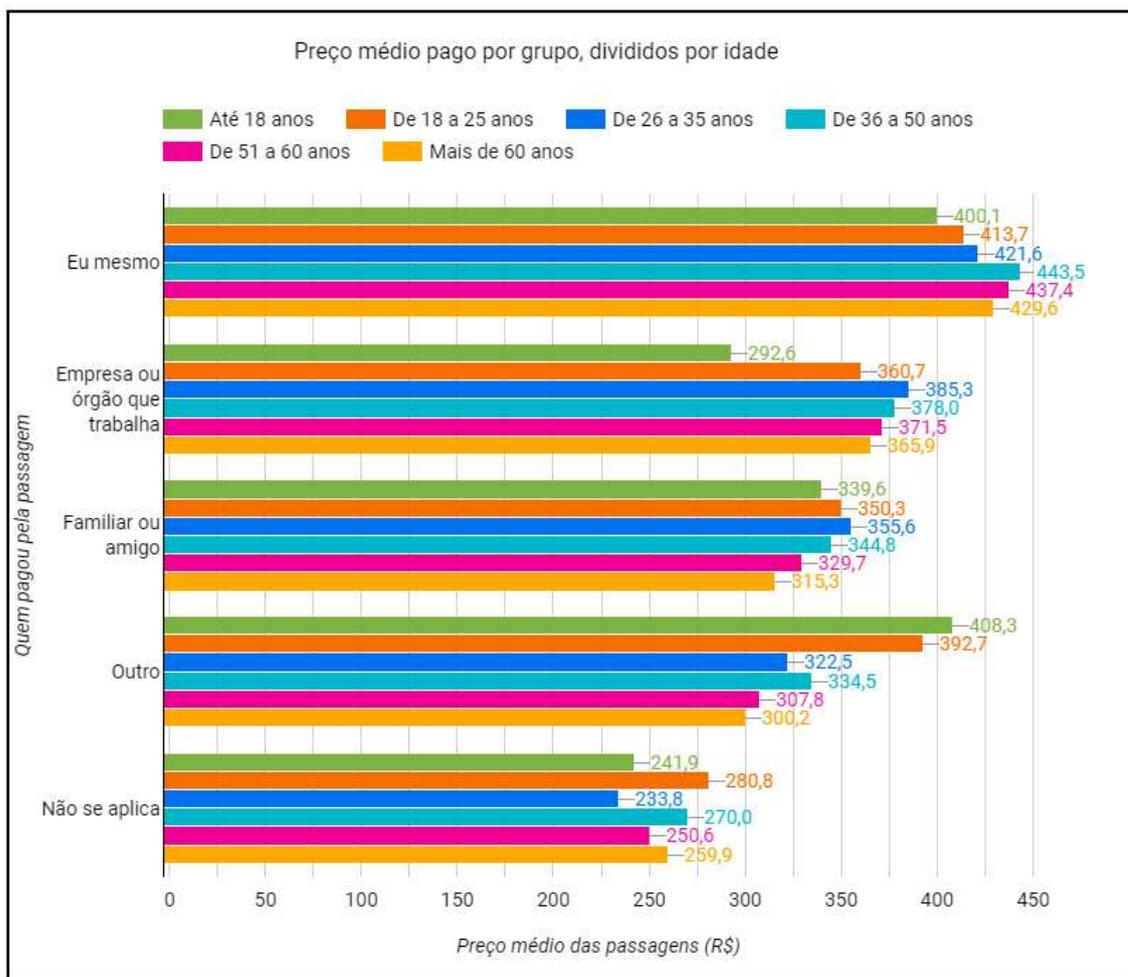


FIGURA 2.8 – Preço médio das passagens por grupo comprador, divididos faixa etária.

Assim como a Figura 2.7, na Figura 2.8, tem-se os preços de passagens por grupo pagador, com a divisão de idade dos passageiros.



FIGURA 2.9 – Preço médio das passagens por faixa salarial.

Quanto ao preço médio das passagens por faixa salarial dos passageiros, elucidado na Figura 2.9, a média de preços é bem semelhante em todas as faixas, com uma média ligeiramente maior entre os passageiros com salário menor que um salário mínimo, fato contraintuitivo, já espera-se que os passageiros mais abonados gastem mais dinheiro com passagens mais caras, para localidades mais distantes.

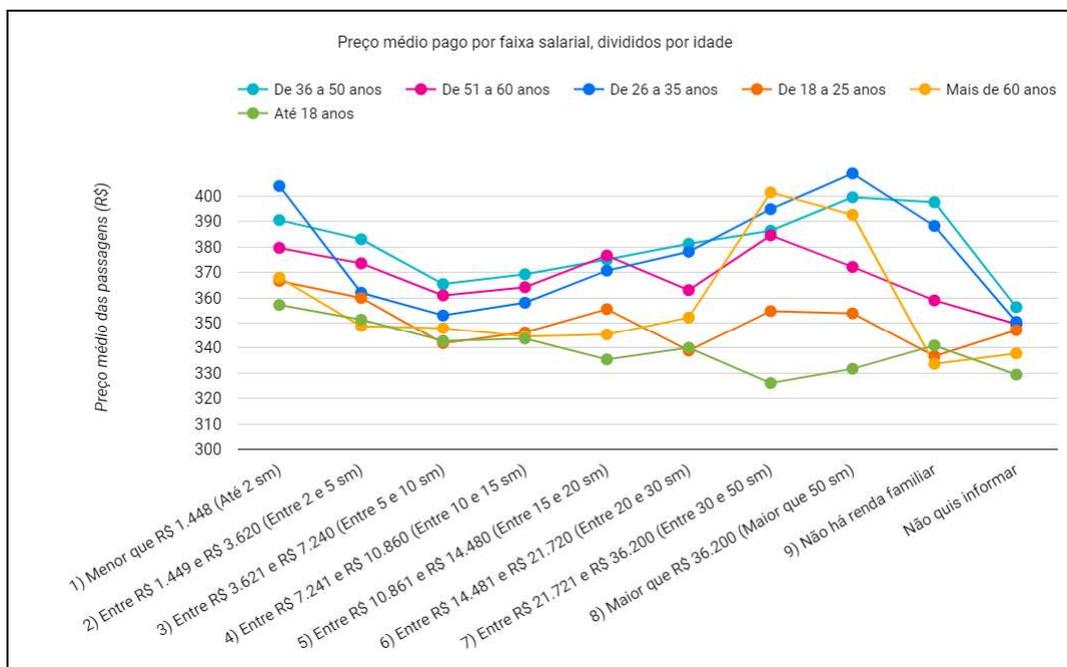


FIGURA 2.10 – Preço médio das passagens por faixa salarial, divididos por idade.

A Figura 2.10, encontram-se discretizados os preços médios de passagens de acordo com a faixa salarial, com os passageiros divididos em faixa etária.

Assim, espera-se que os preços de passagens e pagamentos estejam mais paupáveis para a visualização da base de dados.

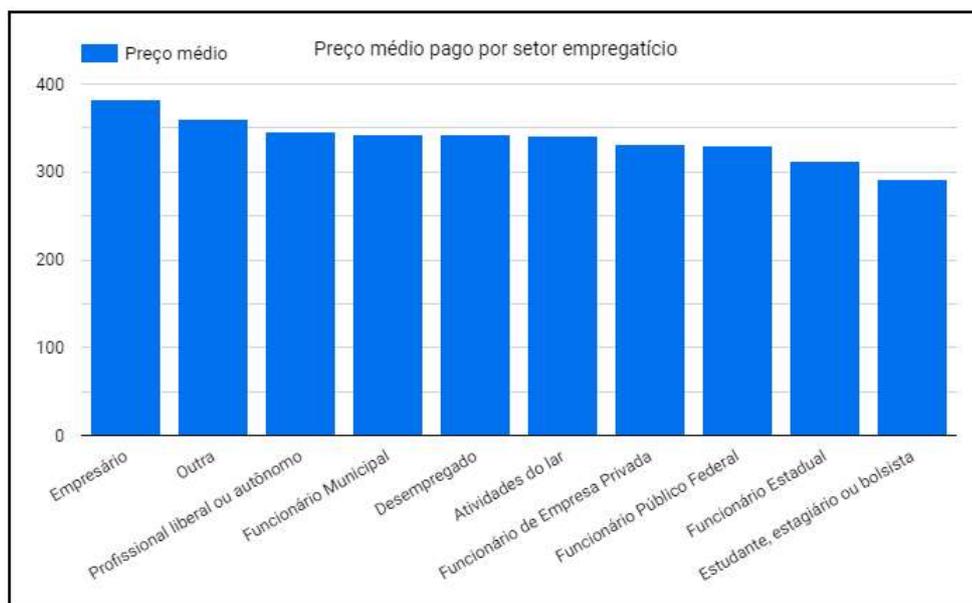


FIGURA 2.11 – Preço médio pago por setor empregatício.

Pela Figura 2.11, observa-se que os dados de preço médio pago por setor empregatício. Nota-se que os estudantes são os que pagam menor valor médio pelas passagens, enquanto os empresários compram as passagens por um valor médio maior.

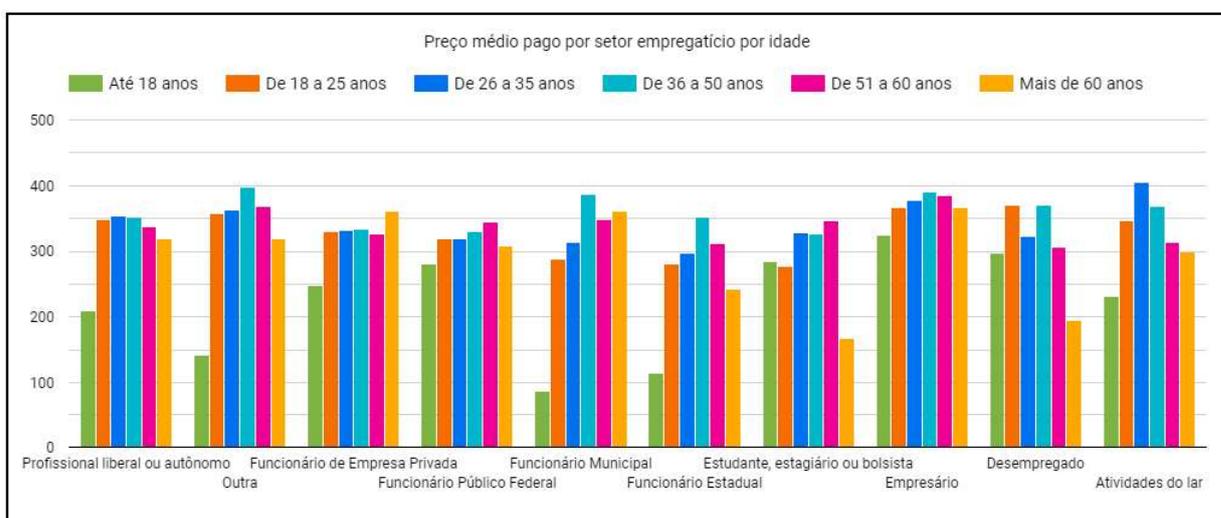


FIGURA 2.12 – Preço médio pago por setor empregatício, divididos por idade.

Adicionando-se a dimensão idade na Figura 2.11, a Figura 2.12 mostra a distribuição dos preços por setor empregatício por idade. É possível notar que há uma variação grande no preço de passagens pago por menores de 18 anos e maiores de 60 anos. Tal fato é justificado pelo número de pessoas entrevistadas com tal faixa de idade ser muito pequeno, tornando-os *outliers*.

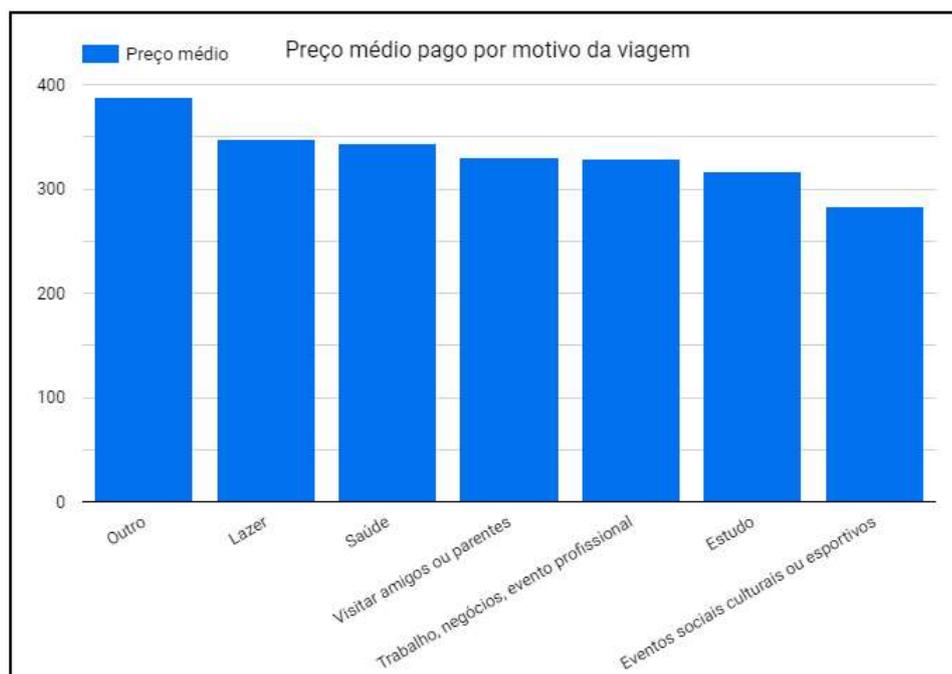


FIGURA 2.13 – Preço médio das passagens por motivo da viagem.

Finalmente, na Figura 2.13 é mostrado o gráfico do preço da passagem por motivo da viagem. Os preços mais elevados são referentes a outros motivos, seguido por voos a lazer. Voos a lazer podem ser mais caros, já que em geral envolvem voos mais longos.

Tal fato é curioso, já que espera-se que o preço pago em passagens a lazer seja o menor entre os listados. Porém, olhando-se os dados disponíveis na base, tem-se:

TABELA 2.2 – Média de antecedência de compra de passagens, em dias, por motivo de viagem

Motivo da viagem	Média de antecedência de compra da passagem (dias)
Outro	20,4
Lazer	22,20
Saúde	29,71
Visitar amigos ou parentes	28,10
Trabalho, negócios, evento profissional	38,49
Estudo	42,05
Eventos sociais, culturais ou esportivos	45,11

Pela Tabela 2.2, é possível perceber que, ao contrário do senso comum, que se imagina que as viagens a lazer são programadas com mais antecedência, as viagens a lazer foram as que apresentaram compra com menor antecedência, na média. Tal fato impacta na média de seus preços, fazendo com que sejam as passagens compradas com maior preço.

3 Fundamentação Teórica do Método

Neste capítulo, será apresentado o método escolhido para cálculo da eficiência do modelo, o método de Análise de Envoltória de Dados (DEA). Serão apresentados aqui a história do método, seus principais conceitos, conceitos estes teóricos e matemáticos utilizados na literatura, e os objetivos da aplicação do modelo.

3.1 Análise Envoltória de Dados - DEA (Data Envelopment Analysis)

A Análise Envoltória de Dados é um método não paramétrico que emprega a programação matemática para calcular a eficiência na comparação de unidades produtivas (CASADO, 2007). O método foi proposto inicialmente no ano de 1978, a partir de um trabalho publicado por Charnes, Cooper e Rhodes. O trabalho possui como ideia central avaliar os resultados de um programa de acompanhamento de estudantes carentes, instituído em escolas públicas americanas. Para isso, seriam comparados os desempenhos dos alunos das escolas participantes do programa americano, com escolas não participantes, a partir de insumos e produtos bem definidos. Tal trabalho deu origem a um método de construção de fronteiras de produção e indicadores da eficiência produtiva conhecida como Análise Envoltória de Dados, DEA.

O modelo DEA é principalmente utilizado para o cálculo relativo da eficiência de unidades produtivas e entre as mesmas unidades produtivas. A partir dos recursos e produtos de cada unidade, o modelo calcula um fator de eficiência para elas, sendo possível, a partir de um *benchmark* entre as demais, identificar os fatores responsáveis pela sua ineficiência, podendo utilizar-se disso para a montagem de estratégias a fim de maximizar a eficiência das unidades de produção analisadas.

Existem dois modelos clássicos do DEA: o modelo CCR (CHARNES *et al.*, 1978), que trabalha com retornos constantes de escala, e o modelo BCC (BANKER *et al.*, 1984), que considera situações de eficiência de produção com variações de escala variável e não assume proporcionalidade entre insumos e produtos.

3.1.1 Os conceito de eficácia, eficiência e de Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs)

Para entendimento do método DEA, é necessário inicialmente o conhecimento dos conceitos de eficácia e eficiência. Por vezes esses termos são confundidos e tidos como sinônimos, apesar de possuírem diferenças relevantes.

A eficácia é um conceito em que leva-se em consideração a maior produtividade obtida, independentemente da quantidade de recursos disponíveis para tal (CASADO, 2007).

Tomando como exemplo a comparação entre a eficácia de produção de trabalhos acadêmicos entre os professores de uma universidade, o professor mais eficaz será aquele que produziu mais trabalhos em um determinado período predeterminado, independentemente da qualidade desses trabalhos. O tempo despendido em cada um destes trabalhos e o tempo disponível por cada professor para a execução dos trabalhos também é desconsiderado no cálculo da eficácia de produção. Logo, um professor que é chefe de seção e ministra uma grande quantidade de aulas na semana provavelmente será menos eficaz comparado a um professor que dedica todo seu tempo para a produção de trabalhos acadêmicos.

A eficiência, em contrapartida, é um conceito relativo. Compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos (MELLO *et al.*, 2005). Ao analisar a eficiência entre unidades produtivas, é necessário levar-se em conta os recursos disponíveis para a produção do insumo.

Voltando ao exemplo da produção de artigos acadêmicos por professores universitários, ao analisar a eficiência de cada professor, leva-se em conta o fato de um professor ministrar aulas na semana, a quantidade de aulas e suas demais atribuições. Nesse caso, o principal recurso disponível é o tempo. Pode-se levar em conta, também, o currículo do professor, esperando-se que um professor com um currículo maior seja capaz de produzir novos trabalhos mais rapidamente.

Nota-se, pelo exemplo acima, que a eficiência é de fato um conceito relativo. Também é relativo o impacto da disponibilidade de recursos na produção do insumo desejado. Não é possível inferir de imediato o quão mais rápido um professor que já publicou vários artigos científicos em comparação a um professor novato. Em muitos casos, pode não ser possível inferir que esse fator seja relevante para a produção de novos artigos.

A partir da definição das DMUs desejadas, o método DEA constrói fronteiras de produção para as mesmas DMUs para avaliar a eficiência relativa dos planos de operação executadas por elas, estabelecendo para elas metas de eficiência, podendo-se manter fixo os insumos (*inputs*), caracterizando um modelo orientado a resultado, ou manter-se fixos os produtos (*outputs*), caracterizando um modelo orientado a insumos.

A partir do conceito de eficiência, é possível introduzir o conceito de Unidades Tomadoras de Decisão, as chamadas DMUs (*Decision Making Units*). As DMUs nos exemplos explicitados são cada professor, com as características a serem analisadas no processo, que no exemplo são o tempo disponível para cada trabalho e a quantidade de trabalhos anteriormente publicados. Segundo (??), as DMUs devem empregar processos semelhantes, utilizando-se de múltiplos insumos para a produção de múltiplos produtos.

A Figura 3.1 mostra a curva de eficiência de um processo. A fronteira de eficiência é definida por $f(x)$, em que qualquer DMU analisada possui máxima eficiência quando sua função de eficiência $f(x)$ se encontra sobre a curva definida. O eixo x do gráfico representa os *inputs* associados às DMUs, enquanto o eixo y representa seus *outputs*.

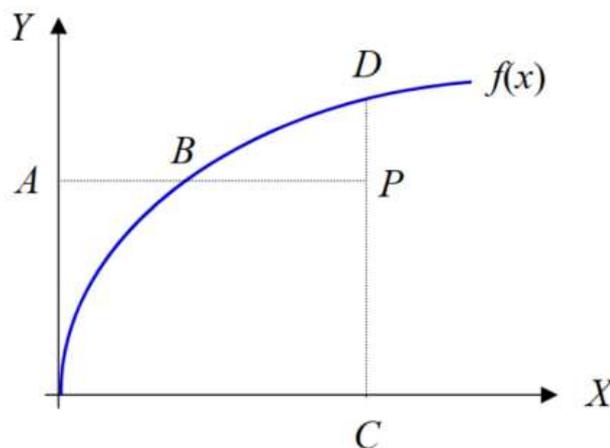


FIGURA 3.1 – Curva de um processo de produção.
Fonte: (MELLO *et al.*, 2005)

Nota-se na Figura 3.1 que a DMU P apresenta um processo não eficiente. Para tornar tal processo um processo eficiente, duas alterações excludentes são possíveis de serem realizadas no processo da DMU P. São eles:

- manter-se o nível de recursos, aumentando sua produção e chegando até o ponto D da Fronteira. Isso caracteriza um processo orientado a *inputs*; A eficiência, nesse caso, é definida pelo quociente AB/AP .
- reduzir-se os recursos, mantendo a produção atual e chegando até o ponto B da Fronteira. Isso caracteriza um processo orientado a *outputs*. A eficiência, nesse caso, é definida pelo quociente CP/CD .

3.1.2 Método DEA - CCR

O modelo CCR, inicialmente proposto por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 e levando suas iniciais no nome, é um modelo DEA em que trabalha com retornos constantes de escala. Tal modelo é orientado a *inputs*, e determina a eficiência pela otimização do quociente entre a soma ponderada dos *outputs* e a soma ponderada de *inputs*. Dessa forma, é um processo que considera a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. Esse modelo é igualmente conhecido como CRS - *Constant Returns to Scale* (MELLO *et al.*, 2005).

O modelo CCR não faz distinção entre as características das

3.1.2.1 Método DEA CCR orientado a *inputs*

Este método determina a eficiência pela otimização da divisão entre a soma ponderada de *outputs* e a soma ponderada de *inputs*. O modelo permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável da forma que lhe for mais conveniente, desde que esses pesos aplicados às outras DMUs não gerem uma razão superior a 1 (MELLO *et al.*, 2005).

$$\text{Maximizar } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (3.1)$$

Sujeito às condições:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

Considera-se, pela formulação matemática dada em 3.1, que h_0 é a eficiência da DMU_0 em análise; v_i e u_r são os pesos dos i *inputs* e j *outputs*, respectivamente; x_{ij} e y_{rj} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU k ; x_{i0} e y_{j0} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU_0 .

Para qualquer DMU analisada, sua eficiência máxima calculada é igual a 1. Qualquer que seja o conjunto de DMUs analisado, no mínimo uma DMU possuirá a eficiência igual a 1, já que a medida de eficiência é uma medida relativa.

O problema apresentado é um problema de programação fracionária, que deve ser resolvido para cada DMU apresentada e pode ser transformado em um problema de programação linear (PPL). Para tal, obriga-se que o denominador da função objetivo deva ser igual a uma constante, normalmente igual a 1 (MELLO *et al.*, 2005).

Para a resolução da formulação dada em (3.1), é possível realizar a linearização equi-

valente do problema, facilitando a tratção do problema para um elevado número n de DMUs.

$$\text{Maximizar } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (3.2)$$

Sujeito às condições:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1;$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m.$$

Essa transformada é chamada Modelo dos Multiplicadores, e ela permite que uma DMU seja considerada eficiente com vários conjuntos de pesos. Também é possível, através da aplicação da transformada, realizar a maximização da eficiência maximizando-se $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$ ou minimizando-se $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$ (PEÑA, 2008).

3.1.2.2 Método DEA CCR orientado a *outputs*

O método DEA CCR orientado a *outputs* tem como principal objetivo a obtenção do máximo nível de *outputs* mantendo-se fixos os *inputs* das unidades produtivas. Então, deseja-se maximizar o resultado, sem o aumento nos insumos utilizados.

A formulação matemática do cálculo da eficiência das unidades produtivas utilizando-se o modelo CCR orientado a *outputs* é descrita abaixo, com a transformada aplicada (Modelo dos Multiplicadores) (PEÑA, 2008)..

$$\text{Minimizar } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (3.3)$$

Sujeito às condições:

$$\sum_{i=1}^n u_i y_{i0} = 1;$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^n v_i x_{ij}; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, n.$$

Também é possível, através da aplicação da transformada, realizar a maximização da eficiência minimizando-se $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$ ou maximizando-se-se $\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}$ (PEÑA, 2008).

Apesar de apresentarem conceitos aparentemente contrários, os modelos orientado a *input* e orientado a *output* são equivalentes, pressupondo retornos constantes de escala (KASSAI, 2002).

3.1.3 Método DEA - BCC

Devido ao modelo DEA CCR ser um modelo com retornos constantes de escala, por vezes o processo não era representado na prática. Assim, houve a necessidade de um processo que suprisse a necessidade de considerar retornos variáveis de escala. A partir dessa necessidade, o modelo BCC foi proposto em 1984, levando consigo as iniciais dos sobrenomes dos autores (Rajiv Banker, Abraham Charnes, William Cooper) (BANKER *et al.*, 1984).

O modelo BCC incorpora os conceitos fundamentais do modelo CCR, porém por ser um modelo de retornos variáveis de escala, o modelo propõe apenas comparar unidades produtivas que operem em escala semelhante.

Tal como seu antecessor, o modelo BCC pode ser orientado a *inputs* ou orientado a *outputs*. Nas próximas subseções, serão descritas suas formulações matemáticas.

3.1.3.1 Método DEA BCC orientado a *inputs*

Analogamente como o DEA CCR, é possível utilizar-se do modelo dos Multiplicadores no método DEA BCC, a fim de linearizar os cálculos do problema. A formulação matemática do DEA BCC orientado a *inputs* e do modelo dos Multiplicadores seguem apresentados nas equações (3.4) e (3.5), respectivamente:

$$\text{Minimizar } h_0 \tag{3.4}$$

Sujeito às condições:

$$h_0 x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0, \quad \forall i$$

$$-y_{r0} + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0, \quad \forall r$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1;$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad \forall j$$

$$i = 1, \dots, m; \quad r = 1, \dots, s; \quad j = 1, \dots, n.$$

$$\text{Maximizar} \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_* \quad (3.5)$$

Sujeito às condições:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_* \leq 0, \quad \forall j$$

$$v_i, u_r \geq 0, \quad u_* \in \mathbb{R}$$

$$i = 1, \dots, m; \quad r = 1, \dots, s; \quad j = 1, \dots, n.$$

3.1.3.2 Método DEA BCC orientado a *outputs*

A formulação matemática do DEA BCC orientado a *outputs* e do modelo dos Multiplicadores seguem apresentados nas equações (3.6) e (3.7), respectivamente:

$$\text{Maximizar} \quad h_0 \quad (3.6)$$

Sujeito às condições:

$$x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0, \quad \forall i$$

$$-h_0 y_{r0} + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0, \quad \forall r$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1;$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad \forall j$$

$$i = 1, \dots, m; \quad r = 1, \dots, s; \quad j = 1, \dots, n.$$

$$\text{Minimizar} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + v_* \tag{3.7}$$

Sujeito às condições:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$$

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - v_* \leq 0, \quad \forall j$$

$$v_i, u_r \geq 0, \quad v_* \in \mathbb{R}$$

$$i = 1, \dots, m; \quad r = 1, \dots, s; \quad j = 1, \dots, n.$$

3.2 Trabalhos científicos anteriores utilizando o modelo DEA

O modelo DEA é vastamente utilizado em trabalhos científicos com diversos temas, justamente pela grande abrangência do modelo no cálculo de eficiência. Serão apresentados nesta seção três trabalhos científicos para mostrar a aplicação do modelo DEA, um no contexto de transporte aéreo, um no contexto de gastos públicos com viagens aéreas por universidades brasileiras e um no contexto da eficiência no investimento em infraestrutura escolar. Todos os trabalhos apresentados utilizam o modelo DEA CCR orientado a *inputs*.

3.2.1 Utilização do modelo DEA no cálculo da eficiência da indústria de linhas aéreas

O trabalho de (RAI, 2013) utiliza o modelo DEA para calcular a eficiência da indústria de linhas aéreas. Para tal, são utilizados dados anuais de 1985 a 1995 sobre as companhias aéreas americanas, utilizando os números de aeronaves, funcionários e a quantidade de combustível consumida como *inputs* de suas DMUs e a receita obtida por passageiro por milhas, o número de partidas de voos e a tonelada-milha bruta disponível por companhia como seus respectivos *outputs*.

A partir da análise do modelo criado por (RAI, 2013), é apresentado o resultado em que as empresas aéreas eficientes apresentam uma margem anual 23% maior quando comparadas às empresas aéreas menos eficientes.

3.2.2 Utilização do modelo DEA no cálculo da eficiência de gastos públicos com diárias e passagens aéreas em universidades federais brasileiras

O trabalho de (KAZMIRCZAK *et al.*, 2019) utiliza o modelo DEA para calcular a eficiência de gastos públicos com diárias e passagens aéreas em universidades federais brasileiras. Para tal, são utilizados dados das Universidades Federais Brasileiras dos anos de 2014 a 2017. Os dados foram retirados do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP, Portal da Transparência do Governo Federal e do *website* do *Ranking* Universitário Folha - RUF.

Em posse dos dados, utilizou-se como *inputs* os dados de gastos públicos com diárias e passagens, o número de docentes ativos e o número de servidores técnicos-administrativos em educação de cada universidade. Como *outputs*, foram utilizados os dados do RUF, que classificam as universidades brasileiras, o número de cursos ofertados e o número de concluintes anuais de cada universidade.

Ao utilizar-se do DEA para a análise do modelo proposto, (KAZMIRCZAK *et al.*, 2019) chegou à conclusão que 50% das universidades brasileiras apresentam a eficiência máxima, que foi considerado um resultado satisfatório.

3.2.3 Utilização do modelo DEA no cálculo da eficiência no investimento em infraestrutura escolar

O trabalho de (TEIXEIRA, 2020) utiliza o modelo DEA para calcular a eficiência no investimento em infraestrutura escolar. Utilizando-se dados do Censo Escolar de 2017 e

dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica - Saeb, as DMUs escolhidas foram as escolas municipais de São José dos Campos que complemplavam a etapa do Ensino Fundamental. Foram selecionadas 42 DMUs para a utilização do modelo proposto.

Utilizou-se como *inputs* 10 indicadores de infraestrutura, classificados de 1 a 5, propostos por (NOLETO *et al.*, 2019). Os indicadores são referentes a acesso a serviços, instalações do prédio, ambiente prazeroso, espaços pedagógicos, equipamentos para apoio administrativo, acessibilidade, equipamentos para apoio pedagógico, conservação, conforto e prevenção de danos. Como *outputs*, foram utilizados a quantidade de matrículas ativas e desempenho em avaliações gerais.

Ao utilizar-se do DEA para a análise do modelo proposto, (TEIXEIRA, 2020) chegou à conclusão que o investimento em infraestrutura é um fator relevante para a captação de alunos, enquanto o aumento nas médias da avaliação do Saeb está relacionado com maior investimento em equipamentos pedagógicos.

4 Aplicação, Resultados e Discussão

Para entender a eficiência dos gastos públicos com passagens aéreas, utilizou-se da Análise Envoltória de Dados como modelo matemático, sendo possível comparar diferentes Unidades Tomadoras de Decisão.

No presente capítulo, será apresentada a base de dados utilizada para a formulação do modelo, mostrando-se seus principais dados. Além disso, serão apresentados os filtros utilizados para a montagem do modelo DEA desse trabalho, e as tabelas com as DMUs desejadas bem descritas.

4.1 Caracterização das Unidades Tomadoras de Decisão

A partir da base de dados da EPL do ano de 2014, apresentada no capítulo 4 deste trabalho, selecionou-se os voos descritos na base como as DMUs.

A primeira filtragem realizada na base foi relativa à ocupação profissional dos entrevistados. Seleciona-se apenas os passageiros cuja ocupação era funcionários públicos, estes incluindo federais, estaduais e municipais, e os passageiros funcionários de empresas privadas, que são a base do presente estudo.

Após a seleção dos entrevistados com base na ocupação, é necessário selecionar apenas passageiros viajando a trabalho. Com isso, foi realizado um filtro para a pergunta "Quem pagou por essa passagem", em que a resposta deve ser "Empresa que trabalho". Assim, garantiu-se que todas as passagens analisadas foram viagens a serviço, como proposto pelo modelo.

Realizado o segundo filtro, foram obtidos cerca de 14 mil dados. Para uma melhor segmentação dos dados, foram escolhidos quatro aeroportos para terem seus voos analisados: Aeroporto Santos Dumont (SDU), situado no Rio de Janeiro - RJ, Aeroporto Internacional de Guarulhos (GRU), situado em São Paulo - SP, Aeroporto de Uberlândia (UDI), situado em Uberlândia - MG, e Aeroporto Internacional do Recife-Guararapes (REC), situado no Recife - PB. De tal modo, todas as possíveis DMUs foram segmentadas segundo a rota em que se encontravam. Então, a base de dados foi segmentada, obtendo-se, assim,

XXX rotas.

Divididas os voos segundo a ocupação do passageiro e sua rota, foi realizada a inspeção visual desses dados segmentados. Nota-se que XXX rotas apresentavam menos de XXX voos, sendo consideradas insuficientes para o estudo. Das três rotas restantes, foram elas:

- Origem: GRU - Destino: BSB
- Origem: CGH - Destino: UDI
- Origem: SDU - Destino: BSB

Porém, analisando-se as rotas uma a uma, a rota CGH-UDI apresentou um problema: o número de voos pagos com dinheiro público foi de 17, enquanto os voos pagos com dinheiro de empresas privadas foi de 75. Como essas quantidades foram bastante discrepantes, essa rota foi também considerada insuficiente para o modelo apresentado, e foi, portanto, descartada. Por conseguinte, as rotas GRU-BSB e SDU-BSB foram selecionadas para análise das eficiências das respectivas DMUs.

Finalmente, decididas as rotas a serem analisadas, foram retiradas as possíveis DMUs que apresentavam a falta de algum *input* ou *output* a ser usado no modelo. Os *inputs* ou *outputs* em questão serão apresentados nas próximas seções.

Realizados todos os filtros, foram obtidas todas as DMUs a serem usadas no cálculo de eficiência pelo DEA. A rota GRU-BSB apresentou 16 Unidades Tomadoras de Decisão para gastos públicos e 32 para gastos de empresas privadas, enquanto a rota SDU-BSB apresentou 27 DMUs para gastos públicos e 21 para gastos de empresas privadas.

Para um confronto com o modelo utilizando-se as DMUs acima, utilizou-se a mesma filtragem descrita acima para encontrar os passageiros que pagaram por suas próprias passagens, independentemente do motivo da viagem, o público geral. Realizada a filtragem, foram encontradas 98 DMUs para o trecho GRU-BSB e 112 para o trecho SDU-BSB. Assim, selecionou-se aleatoriamente 24 DMUs para cada rota, sendo 24 a metade do total de DMUs encontradas para cada trecho, no caso de gastos públicos e gastos com empresas privadas.

4.2 Caracterização dos insumos e produtos das DMUs

Nessa seção, as DMUs do modelo serão melhor apresentadas a partir de seus respectivos insumos e produtos. Esses serão expostos e a seleção de cada um deles será justificada, a partir do método DEA e de sua possível relevância para o produto das DMUs.

4.2.1 O *output*

Apesar de contraintuitivo apresentar o *output* antes da apresentação dos *inputs*, aqui o será feito, com a intenção de facilitar o entendimento da escolha dos *inputs*, e possibilitar a justificativa de tal escolha.

O *output* selecionado para a realização do método DEA no presente estudo foi o preço das passagens. Como descrito no capítulo 1, o principal objetivo do estudo é a análise da eficiência do emprego de recursos financeiros do governo na compra de passagens aéreas, sendo assim desejado que, dados os *inputs* do problema, o valor pago pelas passagens aéreas seja o mais otimizado possível.

Na base de dados da EPL, os valores das passagens são dadas em reais (R\$), valores estes do ano de 2014. Os valores não serão atualizados para valores atuais, dado que todos se encontram em um intervalo de tempo próximo, e não se tem interesse nos valores em si, mas sim na eficiência representada por tais valores.

Assim, mostrado na Tabela 4.1 a seguir, é possível elucidar o *output* selecionado.

TABELA 4.1 – *Output* escolhido para o DEA

<i>Outputs</i>	
1	Valor pago pela passagem aérea

4.2.2 Os *inputs*

Os *inputs* das DMUs são escolhidos a partir da base de dados da EPL, anteriormente apresentada neste trabalho. Na mesma base, foram definidos os fatores quantitativos que podem ter influência no preço das passagens aéreas. Os inputs a serem escolhidos foram tidos como base no trabalho de (OLIVEIRA *et al.*, 2006), e são descritos abaixo.

O primeiro input a ser considerado foi a duração do voo. É intuitivo que os voos com menor duração sejam mais caros, considerando que proporcionam maior velocidade para o passageiro chegar ao seu destino. Segundo o estudo de (OLIVEIRA *et al.*, 2006), o fator tempo de voo foi calculado como relevante no preço da passagem. No entanto, na base de dados da EPL, tal informação não estava disponível, o que é justificável, já que a pesquisa foi realizada antes do voo ocorrer. Logo, para adquirir tal informação, o banco de dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) foi consultado, por meio do site <https://sas.anac.gov.br/sas/bav/view/frmConsultaVRA>. O site disponibiliza dados de voos que ocorreram desde o ano de 2000 e, utilizando-se da data e número do voo, sua duração pode ser obtida. É válido ressaltar que, devido ao alto número de DMUs presentes no modelo, utilizou-se de automação, por meio da biblioteca *Selenium*, do *Python*, para

a obtenção dos dados desejados mais rapidamente.

O segundo *input* escolhido foi a data do voo em alta temporada. A partir de (LIMA; SILVEIRA, 2021), as companhias aéreas tendem a aumentar o preço das passagens em tempos de alta temporada (feriados e recesso de fim de ano). Logo, de acordo com a data de cada voo, foi obtida a variável binária que indica se a data se encontra em alta temporada, utilizada no modelo como *input*.

O próximo *input* utilizado foi o número de assentos disponibilizados na data do voo em questão. Novamente, a partir do estudo de (LIMA; SILVEIRA, 2021), o fator oferta e demanda pode possuir relevante influência no preço das passagens aéreas. Inicialmente, o número de assentos disponíveis na data de cada voo não se encontra disponível na base de dados utilizada nesse trabalho. Porém, fez-se uso da base de dados histórica da ANAC, já mencionada na presente seção. Assim como feito para a aquisição da duração dos voos de cada DMU, utilizou-se de automação, por meio da biblioteca *Selenium*, do *Python*, para a obtenção dos dados desejados mais rapidamente.

Finalmente, como último *input*, utilizou-se o número de dias de antecedência para a compra da passagem. Segundo a tese de (MELO, 2018), há relação entre o tempo de antecedência da compra de passagens e o preço delas. Devido a isso, e à disponibilidade de tal dado na base de dados da EPL, decidiu-se por utilizar a os dias de antecedência na compra da passagem como *input* do modelo DEA.

Verifica-se os *inputs* na Tabela 4.2 a seguir.

TABELA 4.2 – *Inputs* escolhidos para o DEA

<i>Inputs</i>	
1	Duração do voo
2	Data do voo em alta temporada (variável binária)
3	Número de assentos totais na data do voo
4	Dias de antecedência na compra da passagem

4.3 Caracterização do modelo DEA escolhido

A partir da seleção dos *inputs* e do *output* desejados, é necessário realizar a escolha entre os modelos DEA a serem utilizados (CCR ou BCC). Então, conforme o capítulo 3, é possível calcular a eficiência das DMUs e comparar essas eficiências, de acordo com os objetivos elucidados no capítulo 1.

Conforme mostrado no capítulo 3, o modelo CCR necessita que haja linearidade entre *inputs* e o *outputs*, enquanto para o modelo BCC, tal condição não é necessária. No caso do modelo proposto nesse trabalho, não há linearidade entre *inputs* e o *outputs*,

conforme mostrado em (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Assim, o modelo BCC foi tomado como mais adequado, sendo então utilizado para o cálculo de eficiência realizado no trabalho.

4.4 Caracterização das DMUs

Nessa seção, serão apresentados, em formato de tabela, as DMUs utilizadas, sendo estas divididas em subseções, de acordo com a rota e a origem do pagamento da passagem, para maior clareza na visualização dos dados. No total, 96 DMUs foram analisados, divididas de acordo com os critérios já elucidados.

4.4.1 DMUs gastos públicos - Rota GRU-BSB

Na Tabela 4.3, encontram-se descritas as DMUs escolhidas para a rota GRU-BSB com seus respectivos *inputs* e *outputs*, DMUs estas referentes aos gastos públicos.

TABELA 4.3 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos públicos, com seus *inputs* e *outputs*

DMU	<i>Inputs</i>				<i>Output</i>
	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço
1	117	10	0	3968	500,00
2	104	5	0	4464	800,00
3	101	30	0	4494	320,00
4	98	10	0	2979	410,00
5	97	15	0	3932	600,00
6	107	15	0	3047	239,00
7	104	20	0	3047	600,00
8	108	3	0	3924	600,00
9	106	7	0	4521	530,00
10	96	1	0	4521	1400,00
11	103	2	0	4521	600,00
12	98	2	0	4452	532,00
13	111	2	0	4452	800,00
14	111	3	0	4371	600,00
15	106	7	0	4536	400,00
16	104	1	0	4542	350,00

4.4.2 DMUs gastos privados - Rota GRU-BSB

Na Tabela 4.4, encontram-se descritas as DMUs escolhidas para a rota GRU-BSB com seus respectivos *inputs* e *outputs*, DMUs estas referentes aos gastos públicos.

TABELA 4.4 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos privados, com seus *inputs* e *outputs*

DMU	<i>Inputs</i>				<i>Output</i>
	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço
17	106	2	0	4494	700,00
18	107	7	0	4534	400,00
19	105	14	0	4534	380,00
20	106	7	0	4534	400,00
21	105	1	0	4494	700,00
22	107	7	0	4494	450,00
23	101	2	0	4494	600,00
24	105	3	0	4517	550,00
25	109	1	0	4517	603,00
26	104	1	0	3932	240,00
27	102	2	0	3932	750,00
28	104	7	0	4471	400,00
29	103	1	0	4521	600,00
30	125	5	0	4521	450,00
31	106	14	0	4521	900,00
32	99	1	0	4544	1300,00
33	106	5	0	4544	400,00
34	98	4	0	4544	300,00
35	101	5	0	4544	700,00
36	95	7	0	4518	1200,00
37	103	15	0	4452	450,00
38	109	59	0	4452	157,00
39	103	15	0	4371	300,00
40	93	60	0	4371	220,00
41	107	10	0	4536	650,00
42	116	2	0	4536	500,00
43	109	10	0	4536	467,00
44	101	15	0	2937	191,00
45	106	14	0	4536	480,00
46	99	10	0	4536	480,00
47	121	30	0	3920	600,00
48	80	7	0	4542	550,00

4.4.3 DMUs gastos do público geral - Rota GRU-BSB

Na Tabela 4.5, encontram-se descritas as DMUs escolhidas para a rota GRU-BSB com seus respectivos *inputs* e *outputs*, DMUs estas referentes aos gastos público geral.

TABELA 4.5 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos público geral, com seus *inputs* e *outputs*

DMU	<i>Inputs</i>				<i>Output</i>
	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço
1	73	7	0	4554	700,00
2	109	59	0	4452	157,00
3	106	2	0	4494	700,00
4	98	10	0	2979	410,00
5	100	1	0	4494	460,00
6	124	3	0	4371	600,00
7	106	14	0	4536	480,00
8	97	15	0	3932	600,00
9	101	30	0	4494	320,00
10	95	7	0	4518	1200,00
11	109	10	0	4536	467,00
12	104	1	0	4542	350,00
13	103	1	0	4521	600,00
14	103	15	0	4452	450,00
15	104	5	0	4464	800,00
16	103	2	0	4521	600,00
17	105	14	0	4534	380,00
18	101	2	0	4494	600,00
19	99	1	0	4544	1300,00
20	101	5	0	4544	700,00
21	125	5	0	4521	450,00
22	105	1	0	4517	700,00
23	93	60	0	4371	220,00
24	105	3	0	4517	550,00

4.4.4 DMUs gastos públicos - Rota SDU-BSB

Na Tabela 4.6, encontram-se descritas as DMUs escolhidas para a rota GRU-BSB com seus respectivos *inputs* e *outputs*, DMUs estas referentes aos gastos públicos.

TABELA 4.6 – DMUs da rota SDU-BSB, referentes aos gastos públicos, com seus *inputs* e *outputs*

DMU	<i>Inputs</i>				<i>Output</i>
	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço
1	125	7	0	2202	490,00
2	105	7	0	2202	350,00
3	102	15	0	2529	250,00
4	102	7	0	2529	650,00
5	103	30	0	2163	220,00
6	107	3	0	2196	560,00
7	103	2	0	2667	650,00
8	94	60	0	2667	182,00
9	101	20	0	2667	840,00
10	94	1	0	2667	900,00
11	107	21	0	2667	370,00
12	112	15	0	2471	590,00
13	110	5	0	2471	238,00
14	112	7	0	2847	600,00
15	112	60	0	2847	400,00
16	106	4	0	3566	600,00
17	109	7	0	3566	460,00
18	116	30	0	3410	200,00
19	108	3	0	6989	99,00
20	119	12	0	3422	180,00
21	111	50	0	3422	112,00
22	107	4	0	3422	250,00
23	110	3	0	3410	650,00
24	115	7	0	2892	590,00
25	112	30	0	2892	700,00
26	106	2	0	3947	800,00
27	125	1	0	3875	559,00

4.4.5 DMUs gastos privados - Rota SDU-BSB

Na Tabela 4.7, encontram-se descritas as DMUs escolhidas para a rota GRU-BSB com seus respectivos *inputs* e *outputs*, DMUs estas referentes aos gastos públicos.

TABELA 4.7 – DMUs da rota SDU-BSB, referentes aos gastos privados, com seus *inputs* e *outputs*

DMU	<i>Inputs</i>				<i>Output</i>
	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço
28	109	60	1	2502	380,00
29	103	14	1	2529	400,00
30	104	7	0	2541	800,00
31	117	20	0	2529	200,00
32	117	15	0	2529	600,00
33	102	4	0	2823	650,00
34	102	14	0	2523	1500,00
35	112	3	0	2523	950,00
36	112	2	0	2523	650,00
37	113	1	0	2823	200,00
38	102	93	0	3566	179,00
39	102	30	0	3566	400,00
40	115	7	0	3710	1200,00
41	115	3	0	3710	200,00
42	109	2	0	3434	165,00
43	112	7	0	3422	242,00
44	110	10	0	3410	200,00
45	112	14	0	2892	600,00
46	114	14	0	3875	167,00
47	133	7	0	3875	240,00
48	102	1	0	3887	159,00

4.4.6 DMUs gastos do público geral - Rota SDU-BSB

Na Tabela 4.8, encontram-se descritas as DMUs escolhidas para a rota GRU-BSB com seus respectivos *inputs* e *outputs*, DMUs estas referentes aos gastos do público geral.

TABELA 4.8 – DMUs da rota GRU-BSB, referentes aos gastos público geral, com seus inputs e outputs

DMU	<i>Inputs</i>				<i>Output</i>
	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço
1	112	7	0	2529	650,00
2	104	14	0	3947	599,00
3	102	4	0	2823	650,00
4	94	60	0	2667	182,00
5	115	7	0	2892	590,00
6	112	7	0	3422	242,00
7	102	93	0	3566	179,00
8	101	20	0	2667	840,00
9	115	3	0	3710	200,00
10	108	3	0	3410	99,00
11	110	3	0	3410	650,00
12	113	13	0	2823	200,00
13	119	12	0	3422	180,00
14	104	30	0	2202	193,00
15	102	15	0	2529	250,00
16	112	30	0	2892	700,00
17	110	5	0	2471	238,00
18	102	1	0	3887	159,00
19	94	2	0	2667	900,00
20	102	30	0	3566	400,00
21	112	15	0	2471	590,00
22	108	2	0	2202	980,00
23	112	7	0	2847	600,00
24	109	1	0	2523	995,00

4.5 Aplicação do modelo DEA

Nessa seção, serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação do modelo DEA nas bases acima descritas. A ferramenta utilizada foi o *Solver*, do *software* MS Excel. Abaixo, são apresentadas as tabelas das DMUs, divididas por suas rotas, com as respectivas eficiências calculadas.

4.5.1 Resultados para a rota GRU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas

Pela Tabela 4.9, é possível visualizar os resultados para a aplicação do modelo proposto no presente trabalho, na rota GRU-BSB.

É possível verificar que, na média, os gastos públicos (eficiência de 94,46%) foram tidos como mais eficientes, ao comparados aos gastos da iniciativa privada (eficiência de 88,61%). Os principais fatores contribuintes para a maior eficiência dos gastos públicos foram a duração do voo e o número de assentos oferecidos para a mesma rota, na mesma data.

Utilizando-se de um voo mais longo, o passageiro, de modo geral, adquire uma passagem com menor custo. Além disso, de acordo com o trabalho de (LIMA,), a velocidade média de voo foi considerada relevante no cálculo da eficiência de um voo, aumentando-se a eficiência com uma menor velocidade de voo.

Quanto ao número de assentos disponíveis na data da viagem, a maior oferta de assentos resultou na redução do preço das passagens, na análise realizada. Assim, para uma viagem com menor urgência, o servidor público pode optar pela troca da data de voo para uma data próxima, com maior oferta de passagens.

4.5.2 Resultados para a rota GRU-BSB - Todos os públicos

Pelas Tabelas 4.10 e 4.11, é possível comparar os resultados obtidos na Tabela 4.9, adicionando-se as DMUs referentes ao público geral.

Os gastos públicos, na rota analisada, obtiveram eficiência similar à eficiência obtida pelo público geral, enquanto os gastos de empresas privadas obteve menor eficiência. Observa-se que, comparando os resultados obtidos nas Tabelas 4.10 e 4.10 com os resultados obtidos na Tabela 4.9, as DMUs de gastos públicos e gastos de empresas privadas apresentaram similar eficiência, mesmo ao serem adicionadas novas DMUs, que interferem no cálculo da eficiência no modelo, o que fortalece as premissas feitas no mesmo modelo.

TABELA 4.9 – Resultados do modelo para a rota GRU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas

Tipo de gasto	DMU	Duração do voo	Dias de antecedencia	Alta temporada	Assentos	Preço	Eficiencia	Eficiência média
Publico	1	117	10	0	3968	500,00	82,98%	94,46%
Publico	2	104	5	0	4464	800,00	90,65%	
Publico	3	101	30	0	4494	320,00	86,61%	
Publico	4	98	10	0	2979	410,00	100,00%	
Publico	5	97	15	0	3932	600,00	94,60%	
Publico	6	107	15	0	3047	239,00	96,69%	
Publico	7	104	20	0	3047	600,00	100,00%	
Publico	8	108	3	0	3924	600,00	96,84%	
Publico	9	106	7	0	4521	530,00	86,90%	
Publico	10	96	1	0	4521	1400,00	100,00%	
Publico	11	103	2	0	4521	600,00	94,33%	
Publico	12	98	2	0	4452	532,00	97,75%	
Publico	13	111	2	0	4452	800,00	90,81%	
Publico	14	111	3	0	4371	600,00	90,15%	
Publico	15	106	7	0	4536	400,00	86,74%	
Publico	16	104	1	0	4542	350,00	100,00%	
Privado	17	106	2	0	4494	700,00	92,95%	88,61%
Privado	18	107	7	0	4534	400,00	86,32%	
Privado	19	105	14	0	4534	380,00	84,16%	
Privado	20	106	7	0	4534	400,00	86,76%	
Privado	21	105	1	0	4494	700,00	100,00%	
Privado	22	107	7	0	4494	450,00	86,61%	
Privado	23	101	2	0	4494	600,00	95,66%	
Privado	24	105	3	0	4517	550,00	91,93%	
Privado	25	109	1	0	4517	603,00	100,00%	
Privado	26	104	1	0	3932	240,00	100,00%	
Privado	27	102	2	0	3932	750,00	100,00%	
Privado	28	104	7	0	4471	400,00	88,12%	
Privado	29	103	1	0	4521	600,00	100,00%	
Privado	30	125	5	0	4521	450,00	80,99%	
Privado	31	106	14	0	4521	900,00	88,37%	
Privado	32	99	1	0	4544	1300,00	100,00%	
Privado	33	106	5	0	4544	400,00	88,85%	
Privado	34	98	4	0	4544	300,00	94,02%	
Privado	35	101	5	0	4544	700,00	91,38%	
Privado	36	95	7	0	4518	1200,00	98,28%	
Privado	37	103	15	0	4452	450,00	85,76%	
Privado	38	109	59	0	4452	157,00	82,55%	
Privado	39	103	15	0	4371	300,00	86,28%	
Privado	40	93	60	0	4371	220,00	92,30%	
Privado	41	107	10	0	4536	650,00	84,97%	
Privado	42	116	2	0	4536	500,00	87,66%	
Privado	43	109	10	0	4536	467,00	82,48%	
Privado	44	101	15	0	2937	191,00	100,00%	
Privado	45	106	14	0	4536	480,00	83,61%	
Privado	46	99	10	0	4536	480,00	87,48%	
Privado	47	121	30	0	3920	600,00	82,04%	
Privado	48	80	7	0	4542	550,00	100,00%	

TABELA 4.10 – Resultados do modelo para a rota GRU-BSB - Todos os gastos - Parte 1

Tipo de gasto	DMU	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço	Eficiência	Eficiência média
Público	1	117	10	0	3968	500,00	82,63%	92,44%
Público	2	104	5	0	4464	800,00	89,19%	
Público	3	101	30	0	4494	320,00	84,90%	
Público	4	98	10	0	2979	410,00	100,00%	
Público	5	97	15	0	3932	600,00	91,14%	
Público	6	107	15	0	3047	239,00	96,53%	
Público	7	104	20	0	3047	600,00	96,62%	
Público	8	108	3	0	3924	600,00	95,20%	
Público	9	106	7	0	4521	530,00	85,56%	
Público	10	96	1	0	4521	1400,00	100,00%	
Público	11	103	2	0	4521	600,00	93,74%	
Público	12	98	2	0	4452	532,00	97,10%	
Público	13	111	2	0	4452	800,00	90,07%	
Público	14	111	3	0	4371	600,00	89,56%	
Público	15	106	7	0	4536	400,00	85,44%	
Público	16	104	1	0	4542	350,00	100,00%	
Privado	17	106	2	0	4494	700,00	92,33%	88,70%
Privado	18	107	7	0	4534	400,00	85,08%	
Privado	19	105	14	0	4534	380,00	82,42%	
Privado	20	106	7	0	4534	400,00	85,46%	
Privado	21	105	1	0	4494	700,00	100,00%	
Privado	22	107	7	0	4494	450,00	85,40%	
Privado	23	101	2	0	4494	600,00	95,05%	
Privado	24	105	3	0	4517	550,00	90,78%	
Privado	25	109	1	0	4517	603,00	100,00%	
Privado	26	104	1	0	3932	240,00	100,00%	
Privado	27	102	2	0	3932	750,00	99,51%	
Privado	28	104	7	0	4471	400,00	86,76%	
Privado	29	103	1	0	4521	600,00	100,00%	
Privado	30	125	5	0	4521	450,00	80,82%	
Privado	31	106	14	0	4521	900,00	81,73%	
Privado	32	99	1	0	4544	1300,00	100,00%	
Privado	33	106	5	0	4544	400,00	87,67%	
Privado	34	98	4	0	4544	300,00	95,56%	
Privado	35	101	5	0	4544	700,00	89,73%	
Privado	36	95	7	0	4518	1200,00	90,02%	
Privado	37	103	15	0	4452	450,00	83,79%	
Privado	38	109	59	0	4452	157,00	100,00%	
Privado	39	103	15	0	4371	300,00	84,95%	
Privado	40	93	60	0	4371	220,00	100,00%	
Privado	41	107	10	0	4536	650,00	81,85%	
Privado	42	116	2	0	4536	500,00	87,27%	
Privado	43	109	10	0	4536	467,00	81,16%	
Privado	44	101	15	0	2937	191,00	100,00%	
Privado	45	106	14	0	4536	480,00	81,67%	
Privado	46	99	10	0	4536	480,00	85,23%	
Privado	47	121	30	0	3920	600,00	79,29%	
Privado	48	80	7	0	4542	550,00	96,83%	

TABELA 4.11 – Resultados do modelo para a rota GRU-BSB - Todos os gastos - Parte 2

Tipo de gasto	DMU	Duração do voo	Dias de antecedência	Alta temporada	Assentos	Preço	Eficiência	Eficiência média
Público geral	49	73	7	0	4554	700,00	100,00%	92,20%
Público geral	50	109	59	0	4452	157,00	100,00%	
Público geral	51	106	2	0	4494	700,00	92,33%	
Público geral	52	98	10	0	2979	410,00	100,00%	
Público geral	53	100	1	0	4494	460,00	100,00%	
Público geral	54	124	3	0	4371	600,00	86,12%	
Público geral	55	106	14	0	4536	480,00	81,67%	
Público geral	56	97	15	0	3932	600,00	91,14%	
Público geral	57	101	30	0	4494	320,00	84,90%	
Público geral	58	95	7	0	4518	1200,00	90,02%	
Público geral	59	109	10	0	4536	467,00	81,16%	
Público geral	60	104	1	0	4542	350,00	100,00%	
Público geral	61	103	1	0	4521	600,00	100,00%	
Público geral	62	103	15	0	4452	450,00	83,79%	
Público geral	63	104	5	0	4464	800,00	89,19%	
Público geral	64	103	2	0	4521	600,00	93,74%	
Público geral	65	105	14	0	4534	380,00	82,42%	
Público geral	66	101	2	0	4494	600,00	95,05%	
Público geral	67	99	1	0	4544	1300,00	100,00%	
Público geral	68	101	5	0	4544	700,00	89,73%	
Público geral	69	125	5	0	4521	450,00	80,82%	
Público geral	70	105	1	0	4517	700,00	100,00%	
Público geral	71	93	60	0	4371	220,00	100,00%	
Público geral	72	105	3	0	4517	550,00	90,78%	

4.5.3 Resultados para a rota SDU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas

Pela Tabela ??, é possível visualizar os resultados para a aplicação do modelo proposto no presente trabalho, na rota SDU-BSB.

É possível verificar que, na média os gastos públicos (eficiência de 91,59%) foram tidos como menos eficientes, ao comparados aos gastos da iniciativa privada (eficiência de 92,16%), ainda que as eficiências tenham sido próximas. O principal fator contribuinte para tal fator, na rota descrita, foi o tempo de antecedência para a compra da passagem.

Com o aumento na antecedência de compra da passagem, há uma tendência em barateamento dessas (NASCIMENTO, 2012). É válido ressaltar que, a depender da urgência da viagem, o planejamento da viagem pode ser comprometido.

TABELA 4.12 – Resultados do modelo para a rota SDU-BSB - Gastos públicos e de empresas privadas

Tipo de gasto	DMU	Duração do voo	Dias de antecedencia	Alta temporada	Assentos	Preço	Eficiência	Eficiência média
Público	1	117	10	0	3968	500,00	82,93%	93,66%
Público	2	104	5	0	4464	800,00	90,39%	
Público	3	101	30	0	4494	320,00	87,24%	
Público	4	98	10	0	2979	410,00	100,00%	
Público	5	97	15	0	3932	600,00	92,99%	
Público	6	107	15	0	3047	239,00	96,53%	
Público	7	104	20	0	3047	600,00	96,62%	
Público	8	108	3	0	3924	600,00	95,20%	
Público	9	106	7	0	4521	530,00	86,85%	
Público	10	96	1	0	4521	1400,00	100,00%	
Público	11	103	2	0	4521	600,00	94,33%	
Público	12	98	2	0	4452	532,00	97,75%	
Público	13	111	2	0	4452	800,00	90,56%	
Público	14	111	3	0	4371	600,00	90,02%	
Público	15	106	7	0	4536	400,00	86,74%	
Público	16	104	1	0	4542	350,00	100,00%	
Privado	17	106	2	0	4494	700,00	92,89%	90,03%
Privado	18	107	7	0	4534	400,00	86,32%	
Privado	19	105	14	0	4534	380,00	84,46%	
Privado	20	106	7	0	4534	400,00	86,76%	
Privado	21	105	1	0	4494	700,00	100,00%	
Privado	22	107	7	0	4494	450,00	86,60%	
Privado	23	101	2	0	4494	600,00	95,66%	
Privado	24	105	3	0	4517	550,00	91,86%	
Privado	25	109	1	0	4517	603,00	100,00%	
Privado	26	104	1	0	3932	240,00	100,00%	
Privado	27	102	2	0	3932	750,00	99,78%	
Privado	28	104	7	0	4471	400,00	88,12%	
Privado	29	103	1	0	4521	600,00	100,00%	
Privado	30	125	5	0	4521	450,00	80,94%	
Privado	31	106	14	0	4521	900,00	83,70%	
Privado	32	99	1	0	4544	1300,00	100,00%	
Privado	33	106	5	0	4544	400,00	88,84%	
Privado	34	98	4	0	4544	300,00	96,80%	
Privado	35	101	5	0	4544	700,00	91,23%	
Privado	36	95	7	0	4518	1200,00	92,06%	
Privado	37	103	15	0	4452	450,00	85,83%	
Privado	38	109	59	0	4452	157,00	100,00%	
Privado	39	103	15	0	4371	300,00	87,01%	
Privado	40	93	60	0	4371	220,00	100,00%	
Privado	41	107	10	0	4536	650,00	83,29%	
Privado	42	116	2	0	4536	500,00	87,57%	
Privado	43	109	10	0	4536	467,00	82,48%	
Privado	44	101	15	0	2937	191,00	100,00%	
Privado	45	106	14	0	4536	480,00	83,61%	
Privado	46	99	10	0	4536	480,00	87,51%	
Privado	47	121	30	0	3920	600,00	79,63%	
Privado	48	80	7	0	4542	550,00	100,00%	

4.5.4 Resultados para a rota SDU-BSB - Todos os públicos

Pelas Tabelas 4.13 e 4.14, é possível comparar os resultados obtidos na Tabela ??, adicionando-se as DMUs referentes ao público geral.

Novamente, observa-se grande semelhança entre as eficiências entre as DMUs de gastos públicos e as DMUs referentes ao público geral, sendo estas superiores à eficiência obtida pelas DMUs referentes aos gastos de empresas privadas. Assim como observado na Subseção 6.5.2 deste trabalho, as DMUs de gastos públicos e gastos de empresas privadas apresentaram similar eficiência ao comparar-se os os dois modelos propostos para a rota SDU-BSB. Tal fato fortalece as premissas feitas no mesmo modelo.

TABELA 4.13 – Resultados do modelo para a rota SDU-BSB - Todos os gastos - Parte 1

Tipo de gasto	DMU	Duração do voo	Dias de antecedencia	Alta temporada	Assentos	Preço	Eficiência	Eficiência média
Público	1	125	7	0	2202	490,00	99,51%	94,63%
Público	2	105	7	0	2202	350,00	100,00%	
Público	3	102	15	0	2529	250,00	98,78%	
Público	4	102	7	0	2529	650,00	96,84%	
Público	5	103	30	0	2163	220,00	100,00%	
Público	6	107	3	0	2196	560,00	100,00%	
Público	7	103	2	0	2667	650,00	95,17%	
Público	8	94	60	0	2667	182,00	100,00%	
Público	9	101	20	0	2667	840,00	95,29%	
Público	10	94	1	0	2667	900,00	100,00%	
Público	11	107	21	0	2667	370,00	91,59%	
Público	12	112	15	0	2471	590,00	91,59%	
Público	13	110	5	0	2471	238,00	100,00%	
Público	14	112	7	0	2847	600,00	87,39%	
Público	15	112	60	0	2847	400,00	86,97%	
Público	16	106	4	0	3566	600,00	89,21%	
Público	17	109	7	0	3566	460,00	87,21%	
Público	18	116	30	0	3410	200,00	83,89%	
Público	19	108	3	0	6989	99,00	100,00%	
Público	20	119	12	0	3422	180,00	84,77%	
Público	21	111	50	0	3422	112,00	94,10%	
Público	22	107	4	0	3422	250,00	91,77%	
Público	23	110	3	0	3410	650,00	85,89%	
Público	24	115	7	0	2892	590,00	85,47%	
Público	25	112	30	0	2892	700,00	86,55%	
Público	26	106	2	0	3947	800,00	88,80%	
Público	27	125	1	0	3875	559,00	100,00%	
Privado	28	109	60	1	2502	380,00	92,16%	91,12%
Privado	29	103	14	1	2529	400,00	95,74%	
Privado	30	104	7	0	2541	800,00	95,52%	
Privado	31	117	20	0	2529	200,00	93,12%	
Privado	32	117	15	0	2529	600,00	88,35%	
Privado	33	102	4	0	2823	650,00	93,13%	
Privado	34	102	14	0	2523	1500,00	96,40%	
Privado	35	112	3	0	2523	950,00	92,20%	
Privado	36	112	2	0	2523	650,00	93,70%	
Privado	37	113	1	0	2823	200,00	100,00%	
Privado	38	102	93	0	3566	179,00	92,43%	
Privado	39	102	30	0	3566	400,00	92,16%	
Privado	40	115	7	0	3710	1200,00	81,74%	
Privado	41	115	3	0	3710	200,00	86,88%	
Privado	42	109	2	0	3434	165,00	93,60%	
Privado	43	112	7	0	3422	242,00	87,64%	
Privado	44	110	10	0	3410	200,00	90,17%	
Privado	45	112	14	0	2892	600,00	86,55%	
Privado	46	114	14	0	3875	167,00	87,97%	
Privado	47	133	7	0	3875	240,00	74,15%	
Privado	48	102	1	0	3887	159,00	100,00%	

TABELA 4.14 – Resultados do modelo para a rota SDU-BSB - Todos os gastos - Parte 2

Tipo de gasto	DMU	Duração do voo	Dias de antecedencia	Alta temporada	Assentos	Preço	Eficiência	Eficiência média
Público geral	49	112	7	0	2529	650,00	91,36%	93,38%
Público geral	50	104	14	0	3947	599,00	90,38%	
Público geral	51	102	4	0	2823	650,00	93,13%	
Público geral	52	94	60	0	2667	182,00	100,00%	
Público geral	53	115	7	0	2892	590,00	85,47%	
Público geral	54	112	7	0	3422	242,00	87,64%	
Público geral	55	102	93	0	3566	179,00	92,43%	
Público geral	56	101	20	0	2667	840,00	95,29%	
Público geral	57	115	3	0	3710	200,00	86,88%	
Público geral	58	108	3	0	3410	99,00	100,00%	
Público geral	59	110	3	0	3410	650,00	85,89%	
Público geral	60	113	13	0	2823	200,00	91,48%	
Público geral	61	119	12	0	3422	180,00	84,77%	
Público geral	62	104	30	0	2202	193,00	100,00%	
Público geral	63	102	15	0	2529	250,00	98,78%	
Público geral	64	112	30	0	2892	700,00	86,55%	
Público geral	65	110	5	0	2471	238,00	100,00%	
Público geral	66	102	1	0	3887	159,00	100,00%	
Público geral	67	94	2	0	2667	900,00	100,00%	
Público geral	68	102	30	0	3566	400,00	92,16%	
Público geral	69	112	15	0	2471	590,00	91,59%	
Público geral	70	108	2	0	2202	980,00	100,00%	
Público geral	71	112	7	0	2847	600,00	87,39%	
Público geral	72	109	1	0	2523	995,00	100,00%	

5 Conclusões

Os objetivos centrais do presente trabalho são de exemplificar a utilização do método DEA na análise de gastos públicos em um dado setor do Governo, utilizar a ferramenta DEA para calcular a eficiência de gastos públicos com passagens aéreas, bem como verificar a validade do modelo proposto.

A partir da utilização do método proposto neste trabalho, foi possível realizar uma análise dos gastos públicos com passagens aéreas. Utilizando-se dos resultados apresentados no capítulo 4, mostra-se que, com os dados utilizados e no modelo proposto, os gastos com passagens aéreas por instituições públicas foi bem empregado, quando comparados com os gastos da iniciativa privada. Vale ressaltar que tal fato se comprova para o modelo aqui apresentado, com seus *inputs* e *outputs*, não sendo uma verdade absoluta.

A atenção aos fatores relevantes na compra das passagens aéreas, principalmente no que tange à duração do voo, tempo de antecedência na compra de passagens e assentos totais disponíveis na data fazem com que os recursos do governo sejam melhor aplicados.

É válido, porém, ressaltar que, para os dados observados, houve um certo padrão entre os insumos apresentados anteriormente e o preço das passagens aéreas. Tal fato, porém, não deve ser tomado como verdadeiro em todos os casos, já que a base de dados analisada possui poucas DMUs analisadas, assim como o resultado pode não ser o mesmo, quando analisadas as mesmas DMUs utilizando-se outros *inputs* ou *outputs*.

A partir desse trabalho, espera-se principalmente que o modelo proposto possa ser de relevância para futuras inspirações na análise de gastos públicos em diferentes setores, e utilizando-se de diferentes modelos.

5.1 Próximos passos

Dadas as considerações e resultados desse trabalho, sugere-se aprimoramentos para o mesmo trabalho, assim como outras frentes de estudo utilizando-se as ideias aqui propostas.

- Validação do modelo deste trabalho, utilizando-se de outras DMUs e outros *input*. É interessante realizar o confronto dos resultados aqui encontrados com um novo estudo, feito com outra base de dados, outras rotas e diferentes *inputs* e *outputs*, a fim de ser possível entender outros fatores para a maximização da eficiência na compra das passagens aéreas.
- Análise da eficiência de gastos públicos com saúde no combate ao Covid-19 Utilizando-se ideias desse trabalho, é interessante a extensão das mesmas ideias para análise da eficiência de investimentos do Governo Federal no combate direto ao coronavírus, podendo serem utilizados investimentos em respiradores, hospitais de campanha e até mesmo o investimento na compra de medicamentos ineficientes para o tratamento como *inputs* do modelo, para entender a eficiência de tais investimentos no gráfico de mortalidade pela doença no país.

A partir dessas frentes, é possível entender melhor como conduzir com maior eficiência a compra de passagens aéreas, tanto em gastos públicos, quanto nas compras pela população geral. Além disso, estende-se as ideias aqui propostas para outros gastos públicos do Governo Federal, podendo a população geral entender um pouco mais sobre a eficiência da aplicação dos recursos que contribuem a todo o momento.

Referências

- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, n. 9, p. 1078–1092, set./set. 1984. Disponível em: <<https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.30.9.1078>>. Acesso em: 19 out. 2021.
- CASADO, F. L. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. **Revista Sociais e Humanas**, v. 20, n. 1, p. 59–71, 2007.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, n. 6, p. 429–444, nov./nov. 1978. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377221778901388?via%3Dihub>>. Acesso em: 19 out. 2021.
- GANDHI, K.; WILLIAMS, M. C. Solvent effects on the viscosity of moderately concentrated polymer solutions. v. 35, n. 1, p. 211–234, 1971.
- HINRICHS, H. H. Determinants of government revenue shares among less-developed countries. **The Economic Journal**, JSTOR, v. 75, n. 299, p. 546–556, 1965.
- JÚNIOR, J. O. C. Os gastos públicos no brasil são produtivos? **Planejamento e políticas públicas**, n. 23, 2009.
- JUNIOR, S. A. Aquisição de passagens aéreas pela administração pública federal: análise crítica sobre a economicidade e a legalidade da contratação por credenciamento. 2018.
- KASSAI, S. Utilização da análise por envoltória de dados (dea) na análise de demonstrações contábeis. **São Paulo**, v. 350, 2002.
- KAZMIRCZAK, G. J.; FERREIRA, D. D. M.; RIBEIRO, A. M. Benchmark universitário:(in) eficiência dos gastos públicos com diárias e passagens das universidades federais brasileiras. **Revista FSA**, v. 16, n. 5, 2019.
- LIMA, I. R. C.; SILVEIRA, F. E. B. Análise comparativa da oferta e demanda de passagens aéreas no brasil, de 2000 a 2018. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, v. 1, n. 1, p. 35–63, 2021.
- LIMA, V. de S. Análise envoltória de dados no estudo das relações de custo x benefício em passagens aéreas de rotas selecionadas. **Organização do VIII SITRAER Comitê Científico**, p. 105.

- MELLO, J. C. C. B. S. de; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. Curso de análise de envoltória de dados: Pesquisa operacional e o desenvolvimento sustentável. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**. Gramado: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, 2005. p. 2521–2547.
- MELO, J. d. **Aplicação de modelos não lineares na precificação de passagens aéreas**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- MOURA, L. D. O.; SOUSA, C. V.; LARA, J. E. Experiências de compra e consumo em aeroportos nacionais e internacionais. 2016.
- MUSGRAVE, R. A. Cost-benefit analysis and the theory of public finance. **Journal of Economic Literature**, JSTOR, v. 7, n. 3, p. 797–806, 1969.
- NASCIMENTO, M. V. Efeito da antecedência de compra nas variações de preço das passagens aéreas: o caso da região metropolitana de são paulo. **Journal of Transport Literature**, SciELO Brasil, v. 6, p. 49–59, 2012.
- NOLETO, M. J.; GOMES, M. R. O.; ALCALAY, M. **Qualidade da infraestrutura das escolas públicas do ensino fundamental no Brasil**. 1st. ed. Brasília: Edições UNESCO, 2019.
- OLIVEIRA, D. S.; RONZANI, G. M.; BANDEIRA, M. C. da S.; LOPES, L. S.; OLIVEIRA, A. V. Estudo da precificação de companhias aéreas em rotas domésticas de longo percurso. **Engevista**, 2006.
- OLIVEIRA, T. Precificação estratégica no setor aéreo no brasil: o estudo de caso do processo de formação de preços de passagens aéreas em uma empresa de pequeno porte no brasil. **Nucleus**, v. 12, n. 2, 2015.
- PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (dea). **Revista de Administração Contemporânea**, SciELO Brasil, v. 12, p. 83–106, 2008.
- RAI, A. Measurement of efficiency in the airline industry using data envelopment analysis. **Investment Management and Financial Innovations**, n. 10, p. 38–45, mar./mar. 2013. Disponível em: <<http://orcid.org/0000-0001-7813-6117>>. Acesso em: 19 out. 2021.
- RAM, S. A model of innovation resistance. **ACR North American Advances**, 1987.
- REZENDE, A. J.; SLOMSKI, V.; CORRAR, L. J. A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos: uma investigação empírica entre as políticas públicas e o índice de desenvolvimento humano (idh) dos municípios do estado de são paulo. **Revista Universo Contábil**, Universidade Regional de Blumenau, v. 1, n. 1, p. 24–40, 2005.
- RIBEIRO, M. B. Desempenho e eficiência do gasto público: uma análise comparativa entre o brasil e um conjunto de países da américa latina. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2008.

SILVA, C. G. d.; MACHADO, S. J.; LOPES, D. T.; REBELO, A. M. Receitas e gastos governamentais: uma análise de causalidade para o caso brasileiro. **Economia Aplicada**, SciELO Brasil, v. 14, p. 265–275, 2010.

SOARES, C. S. B. **As experiências de consumo dos passageiros nos aeroportos: percepções e comportamentos**. Tese (Doutorado), 2011.

TEIXEIRA, G. L. de Carvalho e. **Análise sobre investimentos em infraestrutura escolar no ambiente escolar e suas oportunidades de melhoria de eficiência**. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Infraestrutura) — Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2020.

WAGNER, R. Choeur des pégrines de tannhäuser. A. Durand, 1890.

Anexo A - Descritivo da Base de Dados do Programa *O Brasil que Voa*

TABELA A.1 – Perguntas realizadas no questionário, como se encontram no documento explicativo da EPL

Id da Pergunta	Pergunta
1	UF - Local da entrevista
2	Aeroporto de pesquisa
3	Turno em que a pesquisa está sendo realizada:
4	Está INICIANDO este trecho da viagem neste aeroporto ou está vindo de outro aeroporto?
5	Em qual PAÍS você iniciou este trecho da viagem?
6	Em qual aeroporto iniciou essa viagem?
7	Você indicou que está iniciando este trecho da viagem em outro aeroporto, mas citou o mesmo aeroporto como início da sua viagem. Está iniciando a viagem...
8	Qual é o PAÍS de destino final deste trecho de viagem aérea?
9	Qual é o aeroporto de destino final dessa viagem?
10	Agradeça ao respondente e finalize o questionário.
11	O aeroporto de destino final deste trecho da viagem é no Brasil?
12	Qual é o PAÍS de destino final deste trecho de viagem aérea?
13	Qual é o aeroporto de destino final deste trecho de viagem aérea?
14	Agradeça ao respondente e finalize o questionário.
15	Este trecho da viagem é de?
16	Qual a Companhia Aérea deste trecho do seu voo?
17	Qual o número do voo deste trecho?
18	Em qual estado iniciou este trecho (0) da viagem?
19	Município:
20	Você disse que iniciou este trecho em 1, mas a pesquisa está sendo realizada em 0. O estado onde iniciou este trecho é 1?

Table A.1 continued from previous page

Id da Pergunta	Pergunta
21	Em 0, de que local você partiu para vir ao aeroporto?
22	Qual o principal meio de transporte utilizado no trajeto até o aeroporto?
23	Quanto tempo durou este trajeto? (Dias)
24	Horas
25	Minutos
26	Quanto custou este trajeto?
27	O Sr.(a) ou a pessoa que lhe trouxe ao aeroporto fez uso do estacionamento?
28	Quanto tempo o estacionamento foi/será utilizado? (Dias)
29	Horas
30	Minutos
31	Com que antecedência chegou ao aeroporto para o embarque (em relação ao horário previsto de partida)? (Horas)
32	Minutos
33	Como você fez o check-in?
34	Você despachou bagagem?
35	Você irá fazer conexão ou escala?
36	Quantas escalas até o destino final?
37	Quantas conexões até o destino final?
38	O aeroporto do seu destino final fica em qual estado?
39	Qual é o aeroporto de destino final deste trecho da viagem aérea?
40	O aeroporto selecionado como destino final do trecho de viagem não pode ser o mesmo aeroporto onde está sendo realizada a entrevista. Verifique com o entrevistado qual o destino FINAL deste trecho!
41	Qual é o estado de destino FINAL deste trecho da viagem?
42	Qual é o município de destino final deste trecho da viagem?
43	O município onde iniciou este trecho não pode ser o mesmo município de destino final. Você...
44	Atenção Pesquisador, o questionário voltará para a pergunta de município onde iniciou este trecho. Favor verificar a resposta para as perguntas que já haviam sido respondidas.
45	Qual o principal meio de transporte que você utilizará no trajeto do aeroporto até o destino final?
46	Quanto tempo demora este trajeto? (Dias)
47	Horas
48	Minutos

Table A.1 continued from previous page

Id da Pergunta	Pergunta
49	Quanto custa este trajeto?
50	A pessoa que irá lhe buscar utilizará o estacionamento do aeroporto?
51	Quanto tempo o estacionamento deverá ser utilizado? (Dias)
52	Horas
53	Minutos
54	Qual o principal motivo dessa viagem?
55	Com que antecedência adquiriu a passagem aérea? (Meses)
56	Dias
57	Esta passagem foi comprada ou trocada por milhagem/sistema de milhas?
58	Quanto custou a passagem aérea deste trecho da viagem (só um trecho, individual, incluindo taxa de embarque)?
59	Quem pagou pela sua passagem aérea deste trecho da viagem?
60	Quantas milhas você gastou nesse trecho?
61	Comprou algo durante o tempo que permaneceu neste aeroporto?
62	Quanto gastou?
63	Quais são os principais motivos para ter escolhido o aeroporto 0 como destino inicial?
64	Para fazer ESTE TRECHO de viagem, o aeroporto 0 é a melhor opção de embarque entre os aeroportos da região?
65	Qual é o melhor aeroporto para EMBARQUE? Fica em qual estado?
66	Aeroporto:
67	Você disse que o aeroporto de início da viagem não é a melhor opção de embarque dentre os aeroportos disponíveis no Brasil, mas posteriormente o citou como a melhor opção. Você considera que ele é a melhor opção?
68	Quais são os principais motivos para ter escolhido o aeroporto 0 como destino final?
69	Para fazer ESTE TRECHO de viagem, o aeroporto 0 é a melhor opção para desembarque da região?
70	Qual é o melhor aeroporto para DESEMBARQUE? Fica em qual estado?
71	Aeroporto:
72	Você disse que o aeroporto final da viagem não é a melhor opção de desembarque dentre os aeroportos disponíveis no Brasil, mas posteriormente o citou como a melhor opção. Você considera que ele é a melhor opção?

Table A.1 continued from previous page

Id da Pergunta	Pergunta
73	Você gostaria que este voo estivesse disponível em outro dia da semana?
74	Você gostaria que este voo estivesse disponível em outro horário?
75	Quantas vezes, nos últimos 12 meses, fez este trecho, utilizando avião (incluindo o trecho de hoje)?
76	Realizou este mesmo trecho, nos últimos 12 meses, com outro meio de transporte?
77	Quantas vezes?
78	Qual o outro meio de transporte utilizou em vez de avião (assinalar a alternativa mais usual do entrevistado)?
79	Por que escolheu este meio de transporte em vez de avião?
80	Quantos trechos de viagens fez de avião nos últimos 12 meses para qualquer destino? (Incluindo o trecho de hoje. Viagens de ida e volta contam dois trechos)
81	ATENÇÃO PESQUISADOR, NÃO ALTERE ESSA PÁGINA, APENAS PASSE PARA FRENTE.
82	Kish Grid 2
83	Kish calculation 1
84	Kish calculation 2
85	-
86	SE EXISTISSE HOJE ESSAS DUAS ALTERNATIVAS DE VIAGEM PARA ESSE TRECHO, QUAL VOCÊ ESCOLHERIA? Preço da passagem (taxa de embarque já incluída): Avião - 0 Trem de alta velocidade - 1 Tempo de viagem (+ check in): Avião - 2 Trem de alta velocidade - 3 4 5 6 Internet WiFi: Avião - Não disponível Trem de alta velocidade - Disponível .
87	SE EXISTISSE HOJE ESSAS DUAS ALTERNATIVAS DE VIAGEM PARA ESSE TRECHO, QUAL VOCÊ ESCOLHERIA? Preço da passagem (taxa de embarque já incluída): Avião - 0 Trem de alta velocidade - 1 Tempo de viagem (+ check in): Avião - 2 Trem de alta velocidade - 3 4 5 6 Internet WiFi: Avião - Não disponível Trem de alta velocidade - Disponível .
88	SE EXISTISSE HOJE ESSAS DUAS ALTERNATIVAS DE VIAGEM PARA ESSE TRECHO, QUAL VOCÊ ESCOLHERIA? Preço da passagem (taxa de embarque já incluída): Avião - 0 Trem de alta velocidade - 1 Tempo de viagem (+ check in): Avião - 2 Trem de alta velocidade - 3 4 5 6 Internet WiFi: Avião -

Table A.1 continued from previous page

Id da Pergunta	Pergunta
89	<p>Não disponível Trem de alta velocidade - Disponível .</p> <p>SE EXISTISSE HOJE ESSAS DUAS ALTERNATIVAS DE VIAGEM PARA ESSE TRECHO, QUAL VOCÊ ESCOLHERIA?</p> <p>Preço da passagem (taxa de embarque já incluída): Avião - 0 Trem de alta velocidade - 1 Tempo de viagem (+ check in): Avião - 2 Trem de alta velocidade - 3 4 5 6 Internet WiFi: Avião - Não disponível Trem de alta velocidade - Disponível .</p>
90	Quanto tempo permanecerá no seu destino? (Meses)
91	Dias
92	Horas
93	Quanto tempo permaneceu no seu destino? (Meses)
94	Dias
95	Horas
96	Em qual município você reside?
97	Em qual estado você reside?
98	Em qual município?
99	Gênero:
100	Qual é a sua idade?
101	Qual é a sua principal condição profissional atual?
102	Qual é a sua renda FAMILIAR mensal (bruta)?
103	Incluindo você, quantas pessoas dependem desta renda?
104	Como você avalia este aeroporto (0) após a sua concessão para a atual empresa administradora? (A nova empresa administra o aeroporto desde o início de 2013)
105	Posso tirar uma foto do seu cartão de embarque?
106	Tire uma foto centralizada do cartão de embarque.
107	A localização foi capturada? 0 Agradeça ao entrevistado e finalize a pesquisa.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

¹ CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	² DATA <p style="text-align: center;">02 de dezembro de 2021</p>	³ REGISTRO N° <p style="text-align: center;">DCTA/ITA/TC-150/2021</p>	⁴ N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">68</p>
⁵ TÍTULO E SUBTÍTULO: Um Modelo de Análise da Eficiência de Gastos Públicos na Compra de Passagens Aéreas Utilizando o Método DEA.			
⁶ AUTOR(ES): Felipe Siqueira de Araujo			
⁷ INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA			
⁸ PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Gastos públicos, passagens aéreas, DEA, Análise Envoltória de Dados			
⁹ PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Análise envoltória de dados; Custos operacionais; Transporte de passageiros; Mercado; Transporte aéreo; Transportes			
¹⁰ APRESENTAÇÃO: <input checked="" type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Alessandro Vinícius Marques de Oliveira. Publicado em 2021.			
¹¹ RESUMO: A preocupação com os gastos públicos do Brasil é de suma importância para garantir o uso eficiente dos mesmos gastos. No presente trabalho, é proposto um modelo para analisar a eficiência de gastos públicos. Para tal, utilizou-se uma base de dados de 2014, feita pela Empresa de Planejamento e Logística (EPL), realizada em 65 aeroportos brasileiros, com o intuito de entender os comportamentos do brasileiro no que diz respeito a todo o processo de viagem aérea, desde a compra da passagem até a estadia no destino final. A base é composta por 122.039 respostas e foi realizada nos 65 principais aeroportos brasileiros. A base foi tratada e foram selecionadas as variáveis de interesse. Três das variáveis utilizadas no modelo estavam contidas na base de dados da EPL, e duas outras foram adquiridas no site da ANAC, a partir do número, data e rota de voo. As amostras de gastos públicos, gastos de empresas privadas e gastos do público geral foram selecionados, totalizando-se 144 amostras. Essas amostras foram divididas em rotas e as eficiências dos gastos foram calculadas, afim de comparar-se, entre cada rota, qual tipo de gasto foi o mais eficiente. A partir da seleção das variáveis, utilizou-se do método DEA para o cálculo da eficiência dos gastos públicos. De acordo com os resultados do modelo, utilizando-se das variáveis descritas e das amostras escolhidas, os gastos públicos analisados foram considerados mais eficientes, ao comparados com os gastos de empresas privadas.			
¹² GRAU DE SIGILO: <p style="text-align: center;"> <input checked="" type="checkbox"/> OSTENSIVO <input type="checkbox"/> RESERVADO <input type="checkbox"/> SECRETO </p>			