

**A correlação entre a evolução do transporte  
aéreo e o desenvolvimento económico  
regional  
O caso do arquipélago dos Açores**

**João Gil Rosa Vide Diniz Miranda**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Aeronáutica**  
(Mestrado Integrado)

Orientador: Prof. Doutor Jorge Miguel dos Reis Silva  
Coorientador: Prof. Doutora Eliane Gomes de Brito

**junho de 2024**



## **Declaração de Integridade**

Eu, João Gil Rosa Vide Diniz Miranda, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 41937 do Mestrado Integrado em Engenharia Aeronáutica da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

*João Gil Rosa Vide Diniz Miranda*

Universidade da Beira Interior, Covilhã 06 / 06 / 2024



# Agradecimentos

A tarefa de transcrever, com exatidão, um sentimento é, muito provavelmente, impossível. Contudo, ainda que com a certeza de que as palavras que se seguem serão curtas, passo a tentar.

Primeiramente, deixo o meu obrigado ao Professor Doutor Jorge Miguel dos Reis Silva. Quando, em 2018, escolhi seguir engenharia, longe estava de imaginar o gosto e admiração que viria a ganhar pela área da gestão e planeamento. Esse volte-face deveu-se inteiramente ao professor, tanto ao seu ensino, como às suas qualidades pessoais. Lembro-me de olhar para o tema desta dissertação e duvidar se seria capaz de o desenvolver. Foi o Professor Jorge Silva que me trouxe a calma e o incentivo de que, sem eu o saber, necessitava. Sem a sua orientação, esta dissertação não existiria. Agradeço-lhe pelo espírito de trabalho, pela dedicação, pela ininterrupta boa disposição, pelo NIT (incluindo, claro, as bolachas) e pela motivação. No fundo, agradeço-lhe pela oportunidade. Muito obrigado por acreditar em mim.

O meu agradecimento à Professora Doutora Eliane Gomes de Brito, que foi incansável durante toda a realização deste trabalho. A sua proficiência acerca dos conceitos de análise bibliométrica e centralidade foi essencial para o meu entendimento do que de mim era pretendido. Fico muito grato por ter tido a oportunidade de a conhecer. Sem dúvida que não esquecerei a sua disponibilidade e simpatia incessantes.

Devo, também, uma nota inevitável à Doutora Sílvia Santos e ao Doutor João Costa Ribeiro, da ANAC, pela amabilidade e prestabilidade quanto à disponibilização de dados relativos ao tráfego aéreo de passageiros nos aeroportos e aeródromos portugueses, sem os quais os objetivos desta dissertação perderiam o propósito.

Obrigado a todos os meus amigos que, posto o risco de me esquecer de algum, não irei enumerar. Aos que trago desde há muito, por permanecerem. Aos que fiz durante este período, por terem aparecido. Onde quer que estivesse, fizeram sempre com que me sentisse em casa.

Acima de tudo, agradeço aos meus pais. À minha mãe por, sem que eu perceba bem como, nunca me ter deixado cair. A minha conselheira, a minha confidente, o meu porto de abrigo. Ao meu pai por ser a minha referência. Quem me dera que pudesses ver este momento. Sei que ias gostar. Meus queridos pais, poderia escrever eternamente sobre

vocês. São e sempre foram a minha razão para tudo. Amo-vos desde sempre e para sempre. Vivo e viverei por vossa causa, por vocês e para vocês.

# Resumo

Os transportes constituem, indubitavelmente, um dos mais importantes contributos para o desenvolvimento regional, económico e social, sendo um componente essencial para qualquer economia moderna. Deste modo, uma das principais motivações para a elaboração de uma dissertação versada no transporte aéreo prende-se com procurar compreender, em concreto, quais os indicadores de desenvolvimento económico regional que mais diretamente estão ligados com a existência de serviço aéreo na respetiva região.

Este trabalho começa por se focar na análise de redes de tráfego aéreo e nas métricas mais comuns para a sua examinação. Para que se compreenda a evolução do transporte aéreo na região dos Açores, é calculada a *Eigenvector Centrality* dos aeroportos do arquipélago, de 2012 a 2022, com recurso ao *Gephi*, relativamente às redes de tráfego aéreo de passageiros, a nível nacional e internacional. Relativamente à rede nacional, conclui-se que o aeroporto João Paulo II, na ilha de São Miguel, é aquele que assume a centralidade máxima num maior número de anos no período estudado. A centralidade dos restantes aeroportos açorianos mostra-se inconstante, ainda que com valores intermédios. Já no que diz respeito à rede internacional, é o aeroporto de Santa Maria aquele com centralidade mais elevada de entre os aeroportos dos Açores. No entanto, desta vez todos eles ocupam posições mais reduzidas na hierarquia de centralidade.

O segundo grande objetivo da dissertação diz respeito à procura de correlações entre o transporte aéreo e o desenvolvimento regional. Dessa forma, são primeiramente selecionados indicadores socioeconómicos da região, para depois serem aplicadas regressões do tipo *Ordinary Least Squares*, com um estudo debruçado sobre os parâmetros  $R^2$ , erro padrão e *p-value*. Encontram-se correlações principais e mais fortes nas regressões entre: transporte aéreo de passageiros e número de dormidas em unidades hoteleiras, o que evidencia o forte contributo do setor da aviação para o turismo regional; transporte aéreo de carga e os indicadores PIB *per capita*, rendimento médio mensal líquido da população empregada por conta de outrem e VAB das empresas açorianas; PIB *per capita* e os parâmetros VAB das empresas, taxa de empregabilidade e rendimento médio mensal líquido. A formulação de uma só equação revela a perda de significância estatística das estimativas, o que pode resultar de problemas como a presença de variáveis endógenas, a multicolinearidade, ou o sobredimensionamento do modelo de regressão.

## **Palavras-chave**

Açores; Aeroporto; Centralidade; Desenvolvimento Económico Regional; Transporte Aéreo.

# Abstract

It is undoubtful that transport plays a pivotal role in regional, economic, and social development, and is a fundamental aspect of any modern economy. Consequently, the primary objective of writing a dissertation on air transport is to ascertain, in tangible terms, which regional economic development indicators are most closely associated with the presence of air services in the respective region.

This work commences by analyzing air traffic networks and the most prevalent metrics for examining them. To gain insight into the evolution of air transport in the Azores, the Eigenvector Centrality of the archipelago's airports from 2012 to 2022 is calculated using Gephi, in relation to the national and international passenger air traffic networks. With regard to the national network, it can be concluded that João Paulo II airport, on the island of São Miguel, is the airport with the highest centrality in the greatest number of years in the period studied. The centrality of the other Azorean airports is inconsistent, although it does fluctuate to some extent. About the international network, Santa Maria airport has the highest centrality of any airport in the Azores. However, this time they all occupy lower positions in the centrality hierarchy.

The second main goal of the dissertation is to identify correlations between air transport and regional development. Initially, socio-economic indicators for the region were selected, and then Ordinary Least Squares regressions were applied, with a focus on the  $R^2$ , standard error and p-value parameters. The most significant correlations were identified in the regressions between: air passenger transport and the number of overnight stays in hotels, indicating the pivotal role of the aviation sector in regional tourism; air cargo transport and the indicators GDP *per capita*, average monthly net income of the employed population and GVA of Azorean companies; GDP *per capita* and the parameters GVA of companies, employability rate and average monthly net income. The formulation of a single equation reveals that the estimates are no longer statistically significant, which can result from several problems, including the presence of endogenous variables, multicollinearity, or the over-dimensioning of the regression model.

# **Keywords**

Air Transport; Airport; Azores; Centrality; Regional Economic Development.

# Índice

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	O problema	2
1.3	Objeto e objetivos	3
1.3.1	Objeto	3
1.3.2	Objetivos	3
1.4	Estrutura	3
1.5	Metodologia	4
1.5.1	Análise bibliométrica	4
1.5.2	Estado da arte	5
1.5.3	Caso de estudo	5
1.5.4	Análise de resultados	6
1.5.5	Conclusão	6
2	Análise Bibliométrica	9
2.1	Introdução	9
2.2	Definição	9
2.3	Palavras-chave	11
2.4	<i>Scopus</i>	12
2.5	Outros documentos	17
2.6	Dados estatísticos	17
2.7	<i>Software VOSviewer</i>	18
2.8	Conclusão	27
3	Estado da Arte	29
3.1	Introdução	29
3.2	Conceitos teóricos	30
3.2.1	Aeródromo	30
3.2.2	Aeroporto	30
3.2.3	<i>Hub</i>	31
3.2.4	Rede	32
3.2.5	<i>Social network analysis</i>	32
3.2.6	Densidade	33
3.2.7	<i>Average path length</i>	34
3.2.8	Coefficiente de <i>clustering</i>	35
3.2.9	Centralidade	35

3.2.10 <i>Degree centrality</i>	36
3.2.11 <i>Betweenness centrality</i>	36
3.2.12 <i>Closeness centrality</i>	37
3.2.13 <i>Eigenvector centrality</i>	38
3.2.14 Índice de Gini	39
3.3 Impactos do transporte aéreo	40
3.4 Métodos e modelos matemáticos	41
3.4.1 Regressões	41
3.4.2 <i>Ordinary least squares</i>	41
3.4.3 <i>Instrumental variables</i>	42
3.4.4 <i>Two-stage least squares</i>	43
3.4.5 Função de produção de Cobb-Douglas	44
3.4.6 <i>Generalized method of moments</i>	45
3.4.7 Questionários e inquéritos	45
3.5 Síntese das referências bibliográficas	46
3.6 Conclusão	69
4 Caso de Estudo	73
4.1 Introdução	73
4.2 Obtenção de dados	74
4.3 A Região Autónoma dos Açores	75
4.4 Aeroportos açorianos	80
4.4.1 Aeroporto de Ponta Delgada	80
4.4.2 Aeroporto de Santa Maria	82
4.4.3 Aeroporto da Terceira	83
4.4.4 Aeródromo da Graciosa	85
4.4.5 Aeródromo de São Jorge	86
4.4.6 Aeroporto do Pico	87
4.4.7 Aeroporto da Horta	89
4.4.8 Aeroporto das Flores	90
4.4.9 Aeródromo do Corvo	91
4.5 Seleção de indicadores socioeconómicos	92
4.5.1 Transporte aéreo de passageiros	93
4.5.2 Transporte aéreo de carga	94
4.5.3 PIB <i>per capita</i>	94
4.5.4 Taxa de empregabilidade	95
4.5.5 Rendimento médio mensal líquido	96
4.5.6 VAB das empresas	97

4.5.7 Taxa de cobertura das importações pelas exportações	98
4.5.8 Dormidas em unidades hoteleiras	99
4.6 Métricas e métodos adotados	100
4.7 Conclusão	101
5 Análise de Resultados	103
5.1 Introdução	103
5.2 <i>Softwares</i> utilizados	104
5.2.1 <i>Microsoft Excel</i>	104
5.2.2 <i>Gephi</i>	104
5.2.3 <i>Visual Studio Code</i>	105
5.3 Análise de rede	105
5.3.1 Rede nacional de tráfego aéreo	105
5.3.2 Rede internacional de tráfego aéreo	112
5.4 Aplicação do método de regressão OLS	118
5.4.1 Variáveis regionais em função do transporte aéreo	119
5.4.2 PIB <i>per capita</i> em função das restantes variáveis regionais	128
5.4.3 Formulação de uma regressão final com todas as variáveis	130
5.5 Conclusão	133
6 Conclusão	139
6.1 Síntese da dissertação	139
6.2 Considerações finais	141
6.3 Propostas para investigações futuras	143
Bibliografia	145
Anexos	165
A.1 Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros ao longo dos anos	165
A.2 Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros ao longo dos anos	171
A.3 Artigos e resumos submetidos	177
A.3.1 <i>Airport centrality analysis: the Azores archipelago case</i> – resumo de artigo submetido ao congresso ICEUBI 2024	177
A.3.2 <i>Exploring the correlation between air transport and socio-economic development in the Azores archipelago</i> – resumo de artigo submetido ao congresso ICEUBI 2024	179
A.3.3 <i>Airport centrality analysis: the Azores archipelago case</i> – resumo de artigo submetido à revista JAIRM	181

A.3.4 *Exploring the correlation between air transport and socio-economic development in the Azores archipelago* – resumo de artigo submetido à revista RPER 182

# Lista de Figuras

Figura 2.1 – Árvore de palavras-chave Fonte: Autor.....	11
Figura 2.2 – <i>VOSviewer</i> : opções para criação de mapas Fonte: [38] (captura de ecrã) 20	
Figura 2.3 – Primeiro passo para criação de um mapa Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	21
Figura 2.4 – Segundo passo para criação de um mapa – primeira opção Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	22
Figura 2.5 – Segundo passo para criação de um mapa – segunda opção Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	23
Figura 2.6 – Mapa da relação entre autores – visualização de rede Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	24
Figura 2.7 – Mapa da relação entre autores – visualização temporal Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	24
Figura 2.8 – Mapa da relação entre autores – visualização de densidade Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	25
Figura 2.9 – Mapa da relação entre palavras-chave – visualização de rede Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	26
Figura 2.10 – Mapa da relação entre palavras-chave – visualização temporal Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	26
Figura 2.11 – Mapa da relação entre palavras-chave – visualização de densidade Fonte: <i>VOSviewer</i> / Elaboração: Autor (captura de ecrã).....	27
Figura 2.12 – Filtros aplicados na pesquisa bibliográfica Fonte: [31] / Adaptação: Autor .....	28
Figura 4.1 – Mapa da Região Autónoma dos Açores Fonte: [139] .....	76
Figura 5.1 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2022 Fonte: Autor .....	112
Figura 5.2 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2022 Fonte: Autor.....	118
Figura A.1 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2012 Fonte: Autor .....	165
Figura A.2 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2013 Fonte: Autor .....	165
Figura A.3 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2014 Fonte: Autor .....	166

Figura A.4 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2015 Fonte: Autor .....	166
Figura A.5 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2016 Fonte: Autor .....	167
Figura A.6 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2017 Fonte: Autor.....	167
Figura A.7 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2018 Fonte: Autor .....	168
Figura A.8 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2019 Fonte: Autor .....	168
Figura A.9 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2020 Fonte: Autor.....	169
Figura A.10 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2021 Fonte: Autor .....	169
Figura A.11 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2012 Fonte: Autor .....	171
Figura A.12 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2013 Fonte: Autor .....	171
Figura A.13 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2014 Fonte: Autor.....	172
Figura A.14 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2015 Fonte: Autor .....	172
Figura A.15 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2016 Fonte: Autor .....	173
Figura A.16 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2017 Fonte: Autor .....	173
Figura A.17 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2018 Fonte: Autor.....	174
Figura A.18 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2019 Fonte: Autor .....	174
Figura A.19 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2020 Fonte: Autor .....	175
Figura A.20 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2021 Fonte: Autor.....	175

# Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Combinações de palavras-chave Fonte: Autor.....	12
Tabela 4.1 – Código ICAO dos aeroportos dos Açores Fonte: [137] / Elaboração: Autor .....	74
Tabela 5.1 – Rede nacional de tráfego aéreo: densidade Fonte: Autor .....	106
Tabela 5.2 – Rede nacional de tráfego aéreo: <i>Eigenvector Centrality</i> Fonte: Autor...	108
Tabela 5.3 – Rede internacional de tráfego aéreo: densidade Fonte: Autor .....	113
Tabela 5.4 – Rede internacional de tráfego aéreo: <i>Eigenvector Centrality</i> Fonte: Autor .....	115
Tabela 5.5 – Categorização das variáveis estudadas Fonte: Autor.....	119
Tabela 5.6 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: coeficientes $\alpha$ e $\beta$ Fonte: Autor .....	121
Tabela 5.7 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: $R^2$ Fonte: Autor.....	123
Tabela 5.8 – PIB <i>per capita</i> em função das variáveis aeroportuárias, excluindo o ano de 2020: $R^2$ Fonte: Autor.....	123
Tabela 5.9 – Empregabilidade do ano seguinte em função das variáveis aeroportuárias: $R^2$ Fonte: Autor .....	125
Tabela 5.10 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: erro padrão Fonte: Autor .....	126
Tabela 5.11 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: <i>p-value</i> Fonte: Autor .....	127
Tabela 5.12 – PIB <i>per capita</i> em função das restantes variáveis regionais: coeficientes $\alpha$ e $\beta$ Fonte: Autor.....	128
Tabela 5.13 – PIB <i>per capita</i> em função das restantes variáveis regionais: $R^2$ Fonte: Autor .....	128
Tabela 5.14 – PIB <i>per capita</i> em função das restantes variáveis regionais: erro padrão Fonte: Autor.....	129
Tabela 5.15 – PIB <i>per capita</i> em função das restantes variáveis regionais: <i>p-value</i> Fonte: Autor .....	130
Tabela 5.16 – Regressão final com todas as variáveis: $R^2$ e erro padrão Fonte: Autor.	131
Tabela 5.17 – Regressão final com todas as variáveis: coeficiente, erro padrão e <i>p-value</i> de cada variável Fonte: Autor .....	131
Tabela 5.18 – Regressão final sem variáveis aeroportuárias: $R^2$ e erro padrão Fonte: Autor .....	132

Tabela 5.19 – Regressão final sem variáveis aeroportuárias: coeficiente, erro padrão e *p-value* de cada variável Fonte: Autor..... 133

## Lista de Gráficos

Gráfico 2.1 – Pesquisa inicial na <i>Scopus</i> : número de publicações por ano, para todas as combinações de palavras-chave Fonte: <i>Scopus</i> / Elaboração: Autor .....	14
Gráfico 2.2 – Pesquisa inicial na <i>Scopus</i> : número de publicações por ano, para as combinações de palavras-chave 1, 2, 3, 4 e 6 Fonte: <i>Scopus</i> / Elaboração: Autor .....	15
Gráfico 2.3 – Conjunto final de documentos provenientes da <i>Scopus</i> : número de publicações por ano Fonte: <i>Scopus</i> / Elaboração: Autor .....	16
Gráfico 2.4 – Conjunto final de documentos: número de publicações por ano Fonte: Autor .....	17
Gráfico 2.5 – Conjunto final de documentos: autores com mais contribuições Fonte: Autor .....	18
Gráfico 4.1 – Aeroporto de Ponta Delgada: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	81
Gráfico 4.2 – Aeroporto de Santa Maria: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	83
Gráfico 4.3 – Aeroporto da Terceira: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	84
Gráfico 4.4 – Aeródromo da Graciosa: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	86
Gráfico 4.5 – Aeródromo de São Jorge: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	87
Gráfico 4.6 – Aeroporto do Pico: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	88
Gráfico 4.7 – Aeroporto da Horta: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	90
Gráfico 4.8 – Aeroporto das Flores: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	91
Gráfico 4.9 – Aeródromo do Corvo: evolução do tráfego aéreo de passageiros Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	92
Gráfico 4.10 – Evolução do transporte aéreo de passageiros nos Açores Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor .....	93
Gráfico 4.11 – Evolução do transporte aéreo de carga nos Açores Fonte: SREA / Elaboração: Autor .....	94
Gráfico 4.12 – Evolução do PIB <i>per capita</i> nos Açores Fonte: INE / Elaboração: Autor .....	95

Gráfico 4.13 – Evolução da taxa de empregabilidade nos Açores Fonte: SREA / Elaboração: Autor .....	96
Gráfico 4.14 – Evolução do rendimento médio mensal líquido da população empregada por conta de outrem nos Açores Fonte: INE / Elaboração: Autor.....	97
Gráfico 4.15 – Evolução do VAB das empresas nos Açores Fonte: INE / Elaboração: Autor .....	98
Gráfico 4.16 – Evolução da taxa de cobertura das importações pelas exportações nos Açores Fonte: INE / Elaboração: Autor .....	99
Gráfico 4.17 – Evolução das dormidas em unidades hoteleiras nos Açores Fonte: SREA / Elaboração: Autor .....	100
Gráfico 5.1 – Rede nacional de tráfego aéreo: evolução da <i>Eigenvector Centrality</i> total dos aeroportos dos Açores Fonte: Autor .....	111
Gráfico 5.2 – Rede internacional de tráfego aéreo: evolução da <i>Eigenvector Centrality</i> total dos aeroportos dos Açores Fonte: Autor.....	117

# Lista de Acrónimos

2SLS	<i>Two-Stage Least Squares</i>
ANA	Aeroportos e Navegação Aérea
ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil
APBD	<i>Regional Government Budget</i>
APL	<i>Average Path Length</i>
ATN	<i>Air Transport Network</i>
BC	<i>Betweenness Centrality</i>
BRI	<i>Belt and Road Initiative</i>
CAR	Quantidade de carga transportada
CATWOE	<i>Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environmental</i>
CC	<i>Closeness Centrality</i>
CCL	Coeficiente de <i>Clustering</i>
COB	Taxa de cobertura das importações pelas exportações
COV	Covariância
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
DC	<i>Degree Centrality</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DID	<i>Difference-in-Differences</i>
DOR	Número de dormidas em unidades hoteleiras
EC	<i>Eigenvector Centrality</i>
EMP	Taxa de empregabilidade
FAP	Força Aérea Portuguesa
FDI	<i>Foreign Direct Investment</i>
FIR	<i>Flight Information Region</i>
GMM	<i>Generalized Method of Moments</i>
IAPMEI	Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
IV	<i>Instrumental Variables</i>
MFP	<i>Multifactor Productivity</i>
NAV	Navegação Aérea de Portugal

OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
PAX	Número de passageiros transportados
PIB	Produto Interno Bruto
PNB	Produto Nacional Bruto
$R^2$	Coefficiente de Determinação
RBC	<i>Resource-Based City</i>
REN	Rendimento médio mensal líquido da população empregada por conta de outrem
SNA	<i>Social Network Analysis</i>
SREA	Serviço Regional de Estatística dos Açores
SSR	<i>Sum of Squares of Regression</i>
SST	<i>Total Sum of Squares</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TAP	Transportes Aéreos Portugueses
UBI	Universidade da Beira Interior
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VOSviewer	<i>Visualization of Similarities Viewer</i>
ZEE	Zona Económica Exclusiva

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Motivação

Os transportes constituem, indubitavelmente, um dos mais importantes contributos para o desenvolvimento regional, económico e social, sendo um componente essencial para qualquer economia moderna. Uma rede de transportes, quando adequada, pode ter um papel preponderante em diversos componentes socioeconómicos, como, por exemplo, na redução das disparidades entre meios urbanos e rurais e, conseqüentemente, de desigualdades sociais. Para além disso, a existência de transportes pode promover o encurtamento da distância temporal e espacial entre cidades, o aumento da capacidade de importação e exportação e, assim, das oportunidades de comércio nacional e internacional, mais investimento na região, turismo em todas as suas vertentes, a criação de empregos em diversos setores e, por conseguinte, a amplificação da competitividade económica da região em causa [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13].

Assim sendo, a relação entre a existência de transportes e o desenvolvimento económico da região na qual estes estão disponíveis é um tópico que tem vindo a estabelecer-se cada vez mais como foco de interesse, análise e discussão ao longo dos últimos anos, tendo a conexão direta entre estes dois conceitos sido já distintamente reconhecida. A maior acessibilidade fomentada pelo transporte aéreo faz com que este constitua um meio de deslocação mais rápido, cómodo e, não raras vezes, viável economicamente para a movimentação de bens, serviços e pessoas. Como tal, o serviço aéreo traz às empresas mais capacidade de acesso a diferentes mercados, matérias e profissionais, o que, por sua vez, estimula a competitividade e a capacidade de produção e inovação das mesmas. Neste sentido, a maior facilidade de movimentação de bens e serviços está, claramente, interligada com um crescimento do poder económico e a produtividade regional [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15].

Deste modo, uma das principais motivações para a elaboração de uma dissertação versada no transporte aéreo prende-se com procurar compreender, em concreto, quais os indicadores de desenvolvimento económico regional que mais diretamente estão ligados com a existência de serviço aéreo na respetiva região. Na possibilidade de entendimento desta questão, que não será, de todo, óbvia como à partida poderá parecer,

encontra-se uma forte razão por parte do autor para a ambição da persecução dos objetivos delineados.

## **1.2 O problema**

No que toca ao caso de estudo escolhido, a ânsia por concretizar este estudo cresce ainda mais. O facto de os Açores serem um arquipélago e uma região ultraperiférica leva a que, em muitas situações, existam poucas ou nenhuma alternativas ao transporte de pessoas e bens que não o transporte aéreo, estando esta região, portanto, economicamente dependentes dos transportes, em geral, e da atividade aeronáutica, em particular [3], [16], [17], [18].

Um dos fatores que move a presente dissertação é a procura da compreensão da real dimensão da afirmação anterior. Na maioria dos territórios insulares, exportações, investimentos externos e turismo são responsáveis por uma percentagem considerável do poder económico [19]. A economia da região dos Açores não é diferente, visto que uma parte significativa do rendimento económico do arquipélago advém da exportação de produtos agrícolas, agroindustriais e de laticínios [20]. Outra fonte poderosa de receita para os Açores é o turismo. Contribui para tal a beleza única da paisagem, mas também a relativamente recente chegada de companhias aéreas *low-cost* à região, que trazem benefícios para o rápido desenvolvimento do transporte aéreo e para o impacto do mesmo, ao tornarem o ato de viajar mais acessível do ponto de vista financeiro [3], [10], [21]. Proporcionando, ainda, a criação de emprego, o turismo tem, assim, uma influência notável para o desenvolvimento económico regional [9], [22], [23].

Assim, sobressaem vários despertadores de interesse relativamente ao presente trabalho, dada a importância do serviço aéreo na região mencionada, visto que o transporte aéreo é o meio usual para a chegada aos Açores e que “os transportes na Região Autónoma dos Açores têm um impacto transversal em toda a economia regional, sendo fundamentais para o vigor económico e comercial da Região” [24].

Adicionalmente ao supracitado, existe o objetivo de interpretar o desenvolvimento da centralidade dos aeroportos e aeródromos a estudar no âmbito de uma determinada rede aeroportuária, processo que permitirá analisar a evolução da importância dos mesmos ao longo dos últimos anos [25], [26].

Neste contexto, propõe-se um trabalho metódico que possa levar a estudos futuros acerca do tema em causa e à otimização das potencialidades da região abordada em conformidade com a capacidade do setor aeroportuário de que dispõe.

## **1.3 Objeto e objetivos**

### **1.3.1 Objeto**

O objeto da dissertação é o estudo da relação entre a atividade do serviço aéreo e o desenvolvimento económico da região onde aeroporto ou aeródromo em estudo se encontra. Procura-se, como tal, entender a evolução económica de uma dada região, bem como a progressão da relevância e centralidade do respetivo aeroporto ou aeródromo, para que depois sejam relacionados estes dois pontos com recurso a indicadores socioeconómicos adequados.

### **1.3.2 Objetivos**

Os objetivos principais que o autor se propõe a alcançar são os seguintes:

- Analisar a evolução da centralidade e relevância dos aeroportos e aeródromos da Região Autónoma dos Açores;
- Procurar entender quais os indicadores económicos mais adequados para o estudo, no contexto da dissertação, do desenvolvimento económico regional;
- Compreender as correlações entre a evolução do transporte aéreo e o desenvolvimento económico regional.

## **1.4 Estrutura**

Passe-se, nesta secção, à descrição do modo como está estruturada a dissertação. Esta divide-se em seis capítulos:

1. Introdução
2. Análise Bibliométrica
3. Estado da Arte
4. Caso de Estudo
5. Análise de Resultados
6. Conclusão.

O primeiro capítulo, Introdução, tem a finalidade de apresentar o problema alvo de estudo e as principais motivações que movem a sua análise. São enumerados quer o objeto, quer os objetivos principais que o autor se propõe a alcançar, bem como a estrutura da dissertação e a metodologia seguida para o cumprimento das metas delineadas.

No segundo capítulo é levada a cabo uma Análise Bibliométrica. Após a explanação do conceito deste método de pesquisa, o mesmo é aplicado, pelo que se definem as palavras-

chave que melhor se relacionam com o tema estudado. Seguem-se a abordagem à base de dados *Scopus* e a outras fontes de informação e obtenção de documentos, alguns dados estatísticos relativos à base bibliográfica reunida e, por fim, uma análise com recurso à ferramenta de *software VOSviewer*.

O terceiro capítulo refere-se ao Estado da Arte. Nesta fase, discorre-se acerca dos tópicos que formam a contextualização teórica mais adequada à compreensão da dissertação. Neste sentido, ocorre a explicação de conceitos teóricos relacionados com o serviço aeronáutico, medidas de centralidade e métodos para formular a correlação pretendida entre o transporte aéreo e variáveis socioeconómicas regionais. No final, para que haja um melhor entendimento do descrito nesta secção, resumem-se os procedimentos adotados pelos autores e as respetivas ilações de cada um.

O quarto capítulo diz respeito ao Caso de Estudo. Começa-se por descrever a recolha de dados e, de seguida, é dada uma contextualização, quanto a vários aspetos, da região, em geral, e de cada uma das ilhas do arquipélago, em particular. Esta descrição é essencial para que, para concluir este capítulo, se possa anunciar e justificar a escolha dos indicadores socioeconómicos e dos métodos a ser utilizados.

No quinto capítulo, Análise de Resultados, determinam-se os resultados pretendidos advindos da aplicação dos métodos anteriormente explicados e selecionados. Estes são interpretados e retiram-se as conclusões devidas, tendo sempre em conta os objetivos propostos.

Para finalizar, no sexto e último capítulo é exposta a Conclusão da dissertação. É escrita a síntese do trabalho efetuado, com o realce das inferências mais relevantes, não esquecendo a manifestação de algumas considerações finais e algumas propostas para futuras investigações no âmbito deste mesmo tema e no seguimento da presente dissertação.

## **1.5 Metodologia**

Cada um dos capítulos enumerados acima requer uma atenção e uma metodologia de trabalho própria e apropriada. Assim, torna-se necessário expor as etapas a seguir em cada capítulo ao longo deste trabalho.

### **1.5.1 Análise bibliométrica**

O primeiro capítulo ao qual se aplica um processo metodológico específico é aquele que trata da Análise Bibliométrica. Esta é um método de pesquisa que permite identificar e

reunir um conjunto de documentos que seja adequado ao trabalho a efetuar, uma vez que ajuda a estreitar a pesquisa, tornando a procura por materiais de apoio mais eficaz, direta e, assim, rápida.

Para concretizar esta fase, definem-se palavras-chave relacionadas com o tema e com alguns artigos introdutórios que tenham sido lidos inicialmente. Com essa informação delineada, principia-se a pesquisa por publicações em concreto na base de dados *Scopus*. Neste passo, adicionam-se filtros consoante aquilo que seja mais lógico de acordo com o tipo de pesquisa e, assim, é construída uma base sólida que servirá, quase exclusivamente, de fonte de informação para a elaboração da dissertação. Eventualmente, pode ser acrescentada mais alguma documentação, proveniente de outras fontes, que se foque em tópicos específicos que não estejam devidamente explícitos nos artigos selecionados até então.

Para finalizar, a utilização do *software VOSviewer* permite examinar relações de sinergia entre os documentos que constituem referências bibliográficas, bem como entre os seus autores.

### 1.5.2 Estado da arte

No Estado da Arte clarificam-se detalhadamente os conceitos teóricos mais basilares e preponderantes de entre os tópicos referidos nos documentos consultados, realçando-se os pontos mais essenciais ao entendimento de todo o trabalho. São expostos conceitos e definições interligados com o transporte aéreo e os aeroportos, mas, também, métricas de análise de rede, diferentes medidas de centralidade e os métodos estatísticos e matemáticos mais utilizados para correlação entre variáveis aeroportuárias e aspetos socioeconómicos, sendo que a sua explicação leva a que as posteriores opções tomadas pelo autor sejam devidamente ponderadas e justificadas.

Concluindo este capítulo, resume-se o trabalho de cada um dos autores, com vista a sublinhar as características e as conclusões principais dos seus respetivos estudos.

### 1.5.3 Caso de estudo

O capítulo seguinte dá a conhecer o Caso de Estudo, ou seja, a situação real quanto à qual serão aplicados na prática os conceitos e métodos descritos previamente. O primeiro passo prende-se com a explicação daquilo em que consiste a obtenção e o tratamento de dados relacionados com o transporte aéreo e a região em estudo. Este é um patamar de suma importância, visto que os valores que retratam a evolução do número de movimentos nos aeroportos regionais e o desenvolvimento da região são os fatores que

permitem que a análise de centralidade e correlação propostas sejam efetuadas com sucesso.

Para além disso, é descrita uma contextualização de cada uma das ilhas e respetivos aeroportos e atividades principais, uma vez que, apesar de pertencerem ao mesmo arquipélago, não podem ser descartadas as diferenças entre si. É importante que estas sejam compreendidas para que possam ser selecionados os indicadores económicos mais adequados para que se avalie corretamente o impacto da atividade aeroportuária no desenvolvimento regional. Como tal, este capítulo termina com a escolha e respetiva justificação dos métodos adotados.

#### 1.5.4 Análise de resultados

Neste capítulo, as métricas de rede, a medida de centralidade e o modelo de correlação escolhidos são aplicados ao conjunto de dados recolhidos. Assim, os métodos matemáticos permitem, recorrendo a ferramentas de *software*, compreender a evolução, ao longo dos anos, da centralidade dos aeroportos e aeródromos da Região Autónoma dos Açores e a forma como alterações nos números do transporte aéreo no arquipélago se relacionam com mudanças nos parâmetros socioeconómicos da região, podendo, até, ajudar a prever o seu comportamento.

À medida que os vários resultados vão sendo obtidos, este capítulo engloba, também, a análise dos mesmos e o tirar de conclusões relevantes no âmbito do presente estudo. Vão sendo ainda apresentados gráficos e tabelas que auxiliem o entendimento das referidas inferências.

#### 1.5.5 Conclusão

Por fim, a Conclusão da dissertação permite ao autor refletir acerca do trabalho efetuado e fazer um resumo das ligações encontradas entre o transporte aéreo e o desenvolvimento regional. Neste sentido, enaltecem-se tanto os pontos positivos, como os negativos, isto é, são abordados os pontos alcançados, mas também as dificuldades encontradas ao longo da elaboração do estudo. Este último aspeto dá aso a que sejam ainda propostas futuras linhas de investigação que complementem a presente dissertação.

Importa ressaltar que todos os capítulos descritos terão em si breves subcapítulos subordinados a introduções e conclusões, para que a leitura deste documento se torne mais fluída e lógica. Posto isto, sem mais assunto nesta secção, estão reunidas condições

para que se avance para o estudo bibliométrico e, por conseguinte, para a concretização do estudo proposto.



## Capítulo 2

### Análise Bibliométrica

#### 2.1 Introdução

A relação entre o transporte aéreo e os seus efeitos no desenvolvimento económico e social de uma determinada região configura um tema bastante vasto. O facto desta premissa ser algo vaga, faz com que este assunto seja passível de gerar múltiplas ramificações no que diz respeito a interpretações e, portanto, diferentes estudos merecedores de reflexão. Como tal, é de grande dimensão o número de publicações académicas acerca deste tema, aplicadas aos mais diversos contextos económicos, sociais e geográficos.

Assim, torna-se necessária a utilização de uma forma de fundamentar cientificamente a seleção de documentos que venham a compor a base bibliográfica desta dissertação. Surge, deste modo, a decisão de empregar o método de análise bibliométrica, que permite definir um conjunto de referências bibliográficas que seja simultaneamente abrangente, abordando todos os tópicos relevantes, mas também direto e objetivo.

Para chegar a tal finalidade, a análise bibliométrica faz com que o total de publicações relacionadas com o tema em estudo seja estreitado, através de filtragens específicas que sejam logicamente aplicadas de acordo com o tipo de artigos que se pretende encontrar. Para além disso, a aplicação deste método também possibilita a compreensão de relações que possam existir quer entre os documentos, quer entre os seus autores, aspeto que será tratado com recurso a *software* próprio.

#### 2.2 Definição

Bibliometria é o nome dado à “área de estudo dedicada à recolha, análise e avaliação de aspetos quantitativos relativos à produção e disseminação da informação publicada em livros, artigos”, entre outros [27]. De entre os nomes mais sonantes no âmbito deste assunto, é possível destacar Alan Pritchard por ter sido o pioneiro na utilização do termo “bibliometria” no seu artigo “*Statistical Bibliography or Bibliometrics?*”, publicado em 1969 [28].

O uso do método de análise bibliométrica prende-se, assim, com a seleção de artigos adequados, bem como com a possibilidade de avaliar quantitativa e qualitativamente as publicações e os seus autores. Para tal, são escolhidos indicadores acerca da produção

científica, como a data de publicação ou o número de trabalhos publicados [28], [29]. O entendimento de tais características relativas às referências bibliográficas consultadas é essencial para melhor compreender e examinar as conclusões e reflexões finais descritas em cada uma.

Uma análise bibliométrica pode desempenhar várias funções, tais como, por exemplo, a identificação de tendências numa dada área, a avaliação da relevância de publicações, a distinção das palavras-chave mais preponderantes, ou o reconhecimento dos autores, das instituições e dos meios de publicação mais produtivos. Com este método, a identificação e análise de publicações torna-se mais fundamentada e robusta, por permitir uma seleção de documentos e autores que mais sinergia têm com o tema estudado.

A técnica de análise bibliométrica compreende vários conceitos teóricos, de entre os quais se podem destacar a Lei de Bradford, a Lei de Lotka, ou as Leis de Zipf. De acordo com a lei de Bradford, o número de periódicos científicos de um determinado campo pode ser dividido em três grupos, cada um com aproximadamente o mesmo número de artigos. O primeiro grupo, mais central, contém apenas os periódicos principais, o segundo terá um número de periódicos mais alargado e o terceiro ainda mais, porém todos com cerca de um terço dos artigos. Esta relação exponencial foi expressa como  $1:n:n^2$  [30], [31]. A Lei de Lotka descreve a frequência de publicação de autores de uma área científica em específico. Mais concretamente, para um número de publicações  $P$ , uma quantidade  $A$  de autores com  $P$  publicações em seu nome e uma constante  $k$ , a Lei de Lotka afirma que  $A \propto P^{-k}$ . A referida constante varia consoante a disciplina em causa. A utilização deste conceito auxilia a estimar o grau de relevância de autores ou a explicar a produtividade de um campo científico [31], [32]. Já a Lei de Zipf analisa a frequência de ocorrência de palavras numa publicação, referindo que, regra geral, a palavra mais comum surge o dobro das vezes da segunda, o triplo das vezes da terceira e assim por diante. Assim, se os termos forem organizados por ordem decrescente de número de presenças num documento, a frequência do termo na posição  $n$  dessa lista será inversamente proporcional a  $n$ . É uma lei que já demonstrou ter uma aplicação ampla e em várias áreas de conhecimento, como física e ciências sociais [31], [33].

Abordando a sequência de ações desenvolvidas nesta fase, começam por ser definidas palavras-chave que possam conduzir à descoberta de documentos cuja informação permita o cumprimento dos objetivos do presente trabalho. Recorrendo a algumas combinações dessas mesmas palavras-chave, são efetuadas pesquisas na base de dados *Scopus*, sujeitas à aplicação de sucessivos filtros, com o intuito de estreitar o número de

publicações devolvido. Posteriormente, procede-se à procura de documentos adicionais que preencham algumas lacunas específicas. Com todas as referências documentais reunidas, dá-se a fase de apresentação de dados estatísticos relativos aos artigos e respetivos autores. Por fim, algumas relações entre estes são analisadas através do programa computacional *VOSviewer*.

### 2.3 Palavras-chave

Tendo em conta o tema e os objetivos definidos no capítulo introdutório, a primeira etapa da análise bibliométrica consiste na definição de palavras-chave que abordem todos os aspetos essenciais a estudar. Para um melhor entendimento das palavras-chave selecionadas, apresentam-se abaixo, na Figura 2.1, as mesmas num formato de árvore.

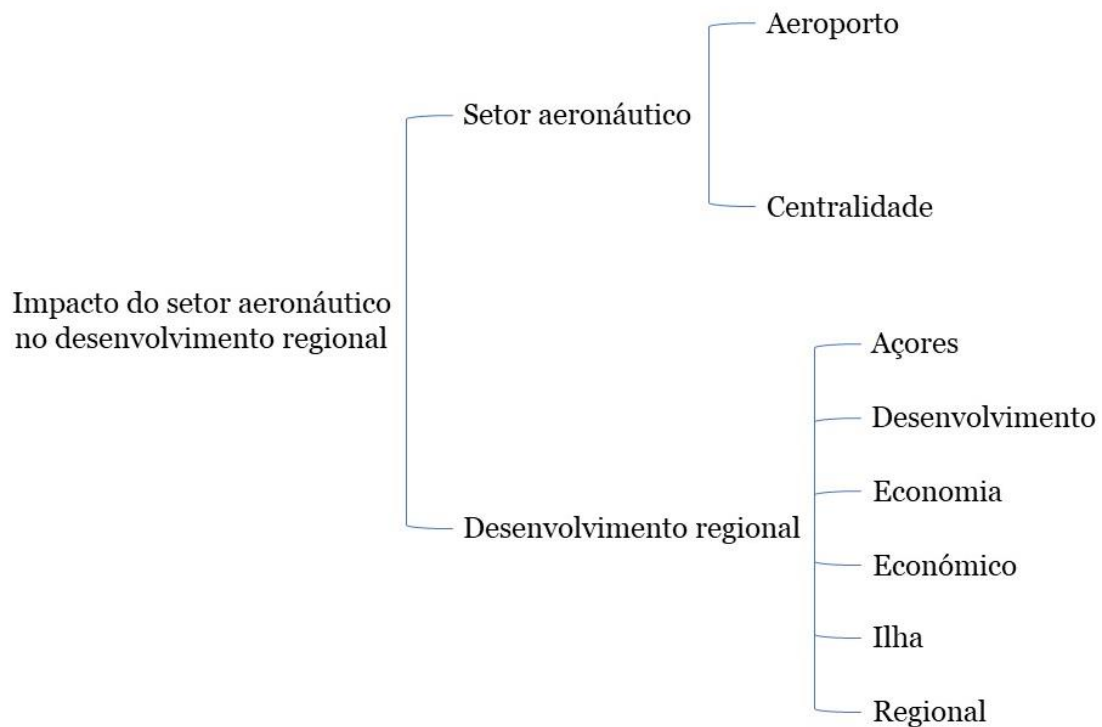


Figura 2.1 – Árvore de palavras-chave  
Fonte: Autor

De acordo com esta disposição, é possível dividir a escolha das palavras-chave em duas linhas de raciocínio: percorrendo a árvore na vertical, pretende-se que haja diversidade e que os pontos principais sejam referidos, ao passo que a leitura horizontal do esquema, da esquerda para a direita, deve espelhar um progressivo aumento em especificidade. Neste sentido, o tema principal começa por ser separado em duas áreas de estudo – Setor aeronáutico e Desenvolvimento regional. A primeira visa a abordagem de conceitos relacionados com a atividade do transporte aéreo e, no sentido do presente trabalho, a principal métrica de análise de rede a ser estudada, pelo que se divide nas palavras-chave

Aeroporto e Centralidade. Já a segunda procura debruçar-se sobre características geográficas, regionais, económicas e sociais, para que exista o contacto com diversos contextos e, dessa forma, o caso de estudo seja devidamente tido em consideração. Assim, as palavras-chave no âmbito do Desenvolvimento regional são Açores, Desenvolvimento, Economia, Económico, Ilha e Regional.

As palavras-chave são depois agrupadas em diferentes combinações, a partir das quais é feita a pesquisa por documentos na base de dados *Scopus*, processo que se explica de seguida.

## 2.4 *Scopus*

A primeira pesquisa por documentação é feita na *Scopus*, uma base de dados de resumos e citações da *Elsevier* lançada em 2004 que se caracteriza por ter um grande espectro de publicações e uma gama ampla de métricas de pesquisa. Esta plataforma está idealizada para que a pesquisa possa ser fácil, intuitiva, multidisciplinar e efetuada com recurso a filtros que a tornem objetiva. A *Scopus* fornece, ainda, variados dados estatísticos relativos às pesquisas, o que facilita a descoberta das publicações mais apropriadas e relevantes [34], [35].

Como já referido, a primeira etapa da pesquisa na *Scopus* é a divisão das palavras-chave selecionadas em vários grupos. Assim, formulam-se as combinações listadas abaixo e numeradas para que seja mais prático fazer-lhes referência ao longo deste capítulo.

Tabela 2.1 – Combinações de palavras-chave  
Fonte: Autor

Combinação 1	Açores + Economia
Combinação 2	Açores + Aeroporto
Combinação 3	Açores + Aeroporto + Economia
Combinação 4	Aeroporto + Centralidade
Combinação 5	Aeroporto + Desenvolvimento + Económico
Combinação 6	Aeroporto + Desenvolvimento + Económico + Ilha
Combinação 7	Aeroporto + Desenvolvimento + Económico + Regional
Combinação 8	Aeroporto + Desenvolvimento + Regional
Combinação 9	Centralidade + Desenvolvimento + Económico

Assim, as nove combinações apresentadas são inseridas separadamente na barra de pesquisa do site da *Scopus*. Importa salientar que no decorrer das pesquisas as palavras-chave foram utilizadas na sua tradução em inglês (ou seja, por ordem alfabética

“*Airport*”, “*Azores*”, “*Centrality*”, “*Development*”, “*Economic*”, “*Economy*”, “*Island*” e “*Regional*”).

As junções de palavras-chave que constam na Tabela 2.1 carecem de uma explicação, isto porque algumas delas são redundantes entre si. Por exemplo, todas as publicações que resultam da pesquisa pelas combinações 6 e 7 são também devolvidas aquando da utilização das combinações 5 e 8 e o mesmo se verifica para a combinação 3 em relação às combinações 1 e 2. No entanto, a inclusão destas combinações de palavras-chave, que à primeira vista aparenta ser inútil, tem um motivo: a abundância de estudos publicados acerca do assunto abordado neste trabalho pode levar a que, no decorrer dos passos que se descrevem de seguida, alguns documentos importantes possam ser erradamente avaliados ou ignorados e, dessa forma, injustamente menosprezados. Assim, a título de exemplo, a formulação da combinação 6 adiciona a palavra-chave “*Island*” à combinação 5, o que garante que as referências que abordem um contexto insular em específico serão alvo de escrutínio por duas vezes – com este procedimento reduz-se a probabilidade de se descartar documentos com informação pertinente.

Passando a uma descrição detalhada, começa por se efetuar uma pesquisa geral, com a opção “*All fields*” selecionada na aba “*Search within*”. As nove pesquisas iniciais nestes moldes devolvem um total de 101127 resultados. Por isso, altera-se o parâmetro “*All fields*” para “*Article title, Abstract, Keywords*”, o que faz com que sejam excluídos os documentos que não contenham os termos inseridos no seu título, resumo ou palavras-chave. Esta ação reduz de forma muito significativa o número de artigos para 4822.

De seguida, adiciona-se o primeiro filtro a cada uma das nove pesquisas – a restrição temporal, isto é, quanto à data de publicação. Decidiu-se que esta filtragem deveria ser aplicada a cada pesquisa individualmente, e não ao total de documentos obtidos até então, para que as restrições fossem o mais adequadas possível. Para perceber na totalidade este passo, apresenta-se o Gráfico 2.1 que espelha o número de publicações por ano devolvido nas várias pesquisas efetuadas.

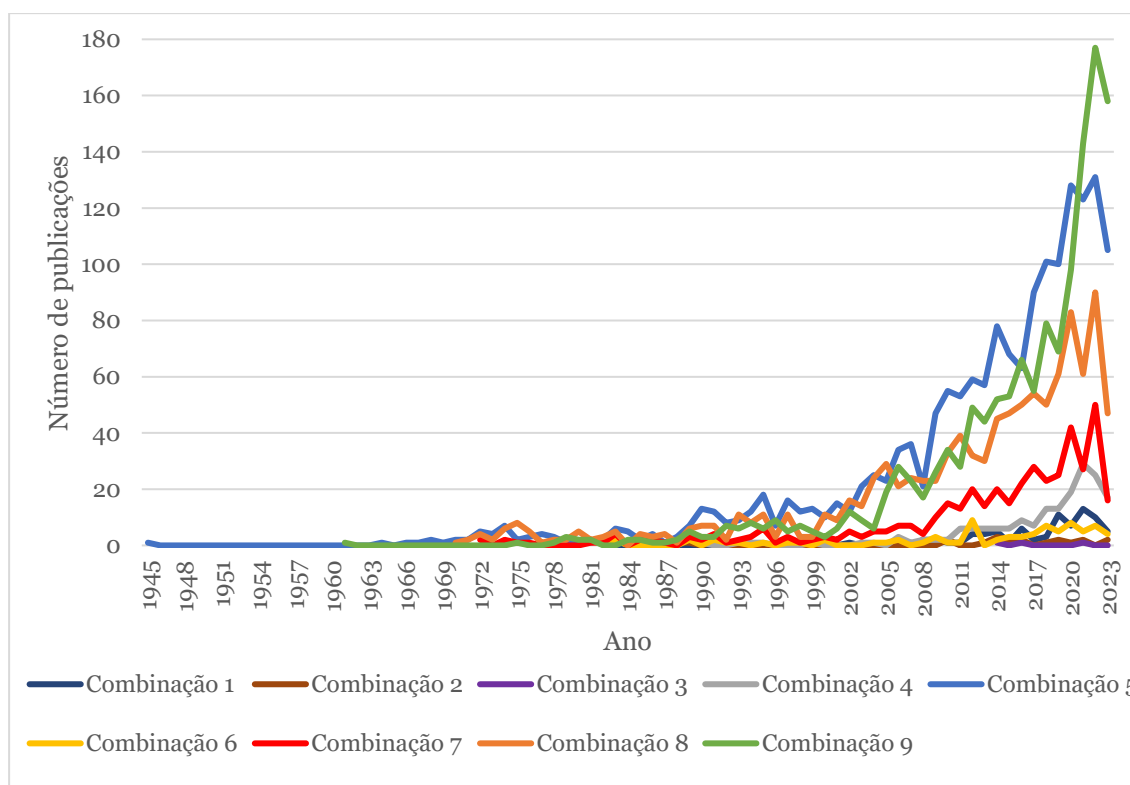


Gráfico 2.1 – Pesquisa inicial na *Scopus*: número de publicações por ano, para todas as combinações de palavras-chave  
 Fonte: *Scopus* / Elaboração: Autor

É impossível inferir, a partir do Gráfico 2.1, que o estudo do tema escolhido tem vindo a ganhar cada vez mais ênfase ao longo dos anos. Fazendo uso do esquema descrito na Tabela 2.1 para analisar o Gráfico 2.1, é possível principiar, a título de exemplo, pela observação da Combinação 9. Esta devolve resultados em quantidades significativas a partir do ano 2010, definindo-se, por esse motivo, o intervalo temporal de publicações a considerar para esta combinação de 2010 a 2023. O mesmo tipo de raciocínio é tido face aos resultados das restantes pesquisas e, dessa forma, as combinações 5, 7 e 8 são limitadas desde os anos 2006, 2012 e 2010, respetivamente, até 2023.

As linhas referentes às combinações 1, 2, 3, 4 e 6 não são totalmente perceptíveis devido a representarem valores mais reduzidos, pelo que as mesmas voltam a ser traçadas no Gráfico 2.2 com uma escala mais adequada à sua dimensão.

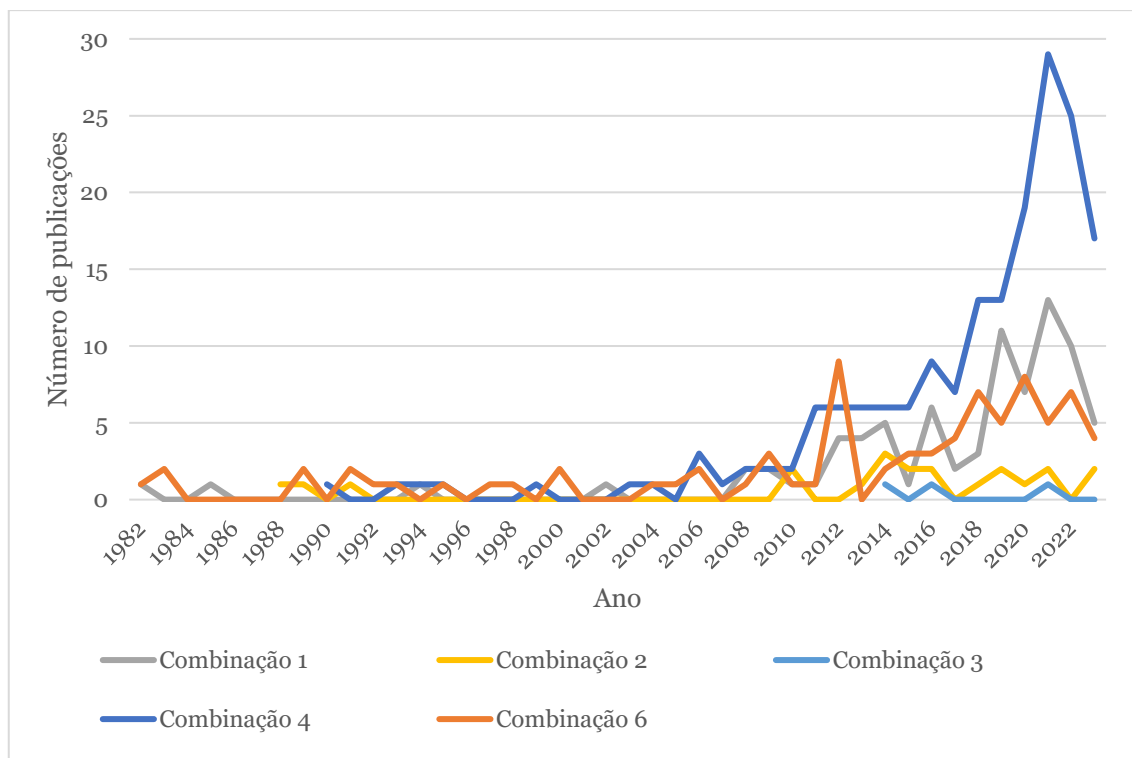


Gráfico 2.2 – Pesquisa inicial na *Scopus*: número de publicações por ano, para as combinações de palavras-chave 1, 2, 3, 4 e 6  
 Fonte: *Scopus* / Elaboração: Autor

Seguindo a mesma linha de raciocínio relativa à análise do Gráfico 2.1, de acordo com o que é mostrado no Gráfico 2.2, as combinações 1, 4 e 6 foram sujeitas a uma restrição de ano de publicação entre 2012, 2011 e 2012, respetivamente, e 2023. Já às combinações 2 e 3, por se traduzirem num número de documentos não particularmente elevado, não foram aplicados quaisquer filtros temporais.

O filtro que se segue é a restrição por áreas de conhecimento nas quais as referências bibliográficas se enquadram. As áreas selecionadas, nesta etapa, são “*Agricultural and Biological Sciences*” (maioritariamente devido ao potencial de exportação de produtos locais do arquipélago dos Açores, característica que será destacada no decorrer desta dissertação), “*Economics, Econometrics and Finance*”, “*Engineering*”, “*Environmental Sciences*”, “*Mathematics*” e “*Social Sciences*”, aplicadas às diversas combinações de palavras-chave consoante se considere lógico.

O último filtro adicionado às pesquisas na *Scopus* é a restrição de idioma dos documentos. Nesse sentido, as publicações são limitadas àquelas redigidas em língua portuguesa ou inglesa.

Apesar das filtragens, a quantidade de documentos restantes neste ponto é ainda bastante expressiva, o que conduz a que se proceda à leitura dos resumos e, portanto, à seleção individual dos artigos. Depois deste processo que ajuda significativamente na redução do número de publicações, verifica-se a existência de artigos que surgem repetidos no resultado da pesquisa por distintas combinações de entre as referidas na Tabela 2.1, o que leva a que a etapa seguinte não seja mais do que a remoção dos mesmos. Para finalizar, ocorre uma segunda leitura dos resumos dos documentos, para que se eliminem mais alguns que não se considere terem suficiente sinergia com o tema em estudo. É relevante mencionar que nem todas as publicações selecionadas se encontram disponíveis online gratuitamente, sobretudo as que se incluem na categoria da *Scopus* “*Book Chapters*”, pelo que os artigos deste tipo são, também, descartados.

Após a aplicação de todos os métodos de seleção supracitados, é possível obter a partir da base de dados *Scopus* 67 documentos considerados relevantes e possuidores de informação oportuna. Relativamente a estes, pode recorrer-se à representação gráfica da sua distribuição por ano de publicação.

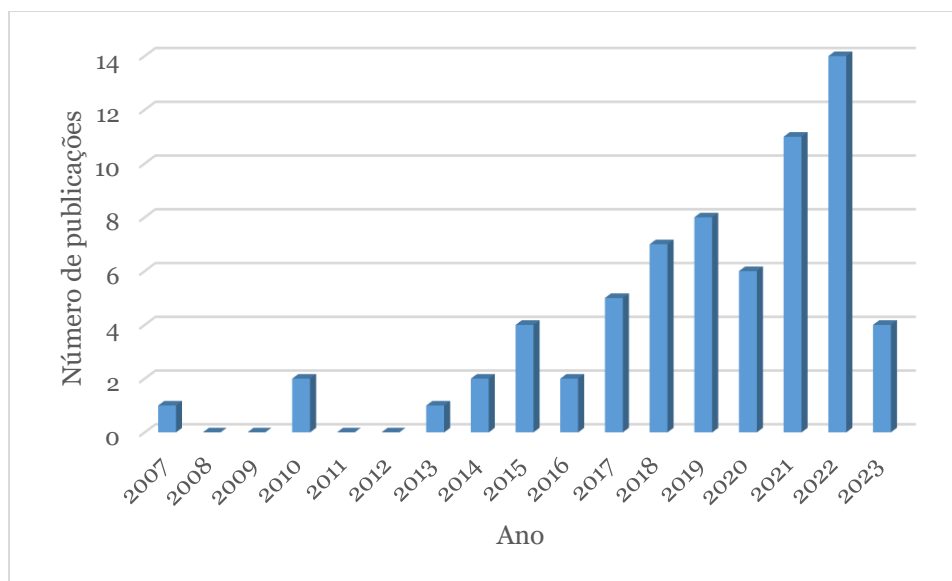


Gráfico 2.3 – Conjunto final de documentos provenientes da *Scopus*: número de publicações por ano  
Fonte: *Scopus* / Elaboração: Autor

O Gráfico 2.3 reafirma o já descrito anteriormente ao comprovar a existência, em geral, de uma tendência de crescimento no número anual de publicações relacionadas com o presente estudo à medida que nos aproximamos do ano atual.

## 2.5 Outros documentos

A pesquisa na *Scopus*, ainda que abrangente, apresenta algumas falhas quanto a tipos particulares de informação, nomeadamente no que toca a estudos debruçados sobre alguns esclarecimentos de conceitos teóricos e, por outro lado, acerca da região dos Açores e o contexto do arquipélago em si. Como tal, é feita uma pesquisa por documentos sobre tópicos em concreto através de um motor de busca online, sem ser necessário recorrer a outras bases de dados em específico.

Este passo permite encontrar mais 17 publicações, que são adicionadas ao conjunto das encontradas na *Scopus*, formando um total de 84 artigos que servem de fonte de informação principal para a elaboração desta dissertação.

## 2.6 Dados estatísticos

Com todas as publicações consideradas necessárias e adequadas reunidas, podem ser retratados alguns parâmetros estatísticos. Tal como já feito para a documentação proveniente da *Scopus*, há a capacidade de traçar o gráfico do número de publicações por ano quanto ao conjunto total de artigos.

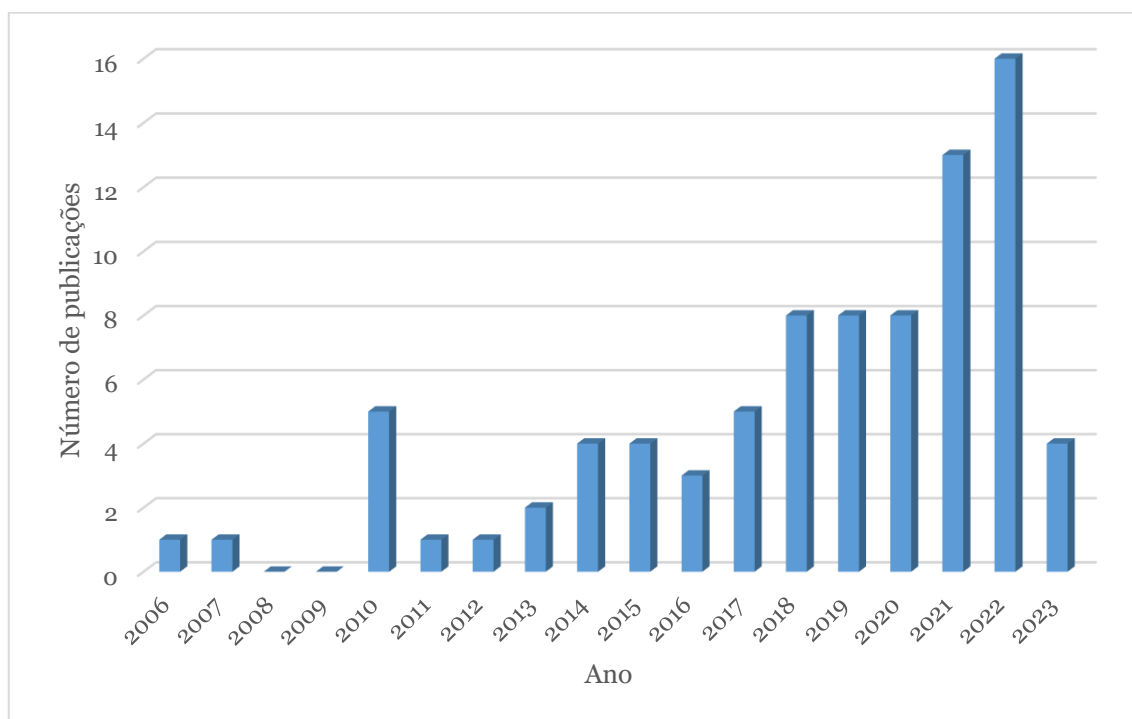


Gráfico 2.4 – Conjunto final de documentos: número de publicações por ano  
Fonte: Autor

De acordo com o Gráfico 2.4, comprova-se novamente a maior abordagem ao presente tema em anos recentes, com a existência de um número anual de publicações mais

elevado a partir do ano de 2017. O ano com mais documentos, de entre os selecionados, publicados é 2022, com 16 publicações.

Outro ponto interessante é entender quais os autores que têm mais contribuições. Para tal, observe-se o Gráfico 2.5.

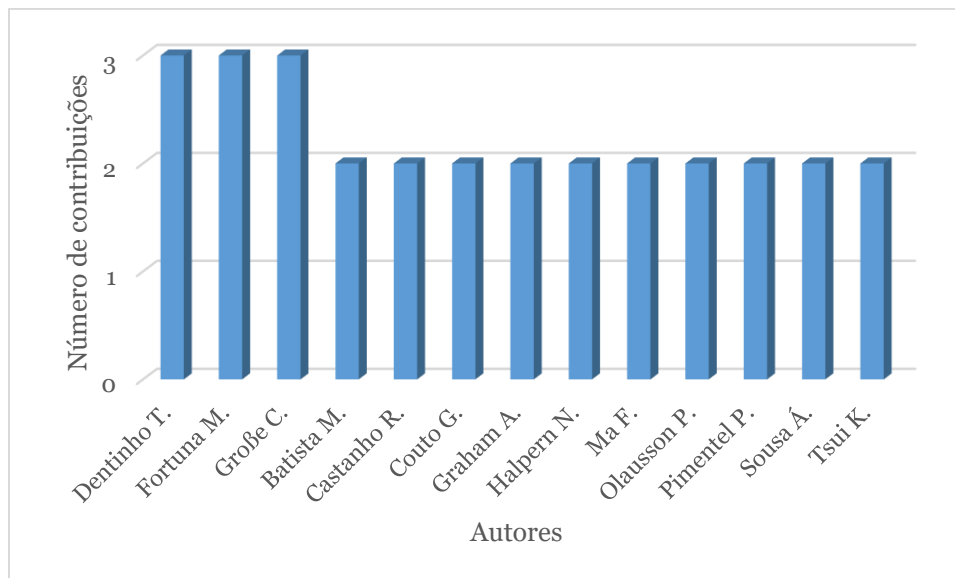


Gráfico 2.5 – Conjunto final de documentos: autores com mais contribuições  
Fonte: Autor

Esta representação mostra apenas os autores com mais do que uma contribuição, permitindo verificar a existência de três autores com três contribuições cada um e dez autores com duas. Importa ressaltar o facto de uma parte considerável dos autores presentes no Gráfico 2.5 contribuírem para esta análise bibliométrica com estudos acerca da Região Autónoma dos Açores em particular.

Outro tipo de análise relativa a características dos documentos e respetivos autores pode ser obtida com o *software VOSviewer*, como descrito na secção seguinte.

## 2.7 Software VOSviewer

O *VOSviewer* é uma ferramenta de *software* gratuita desenvolvida por Nees Jan van Eck e Ludo Waltman no *Leiden University's Centre for Science and Technology Studies* cuja utilização contribui para a elaboração de uma análise bibliométrica através da construção e visualização de redes de relação entre dados e características de documentos. A partir de um conjunto de documentos, provenientes de uma ou mais fontes, o *VOSviewer* providencia uma forma de compreender as suas particularidades

mais relevantes, termos mais utilizados, autores mais relevantes e colaborações entre si, entre outros aspetos [36], [37].

Este *software* permite, portanto, criar mapas para que as referidas conexões possam ser interpretadas. No entanto, quanto à importação dos documentos para o *VOSviewer*, foram encontradas algumas dificuldades. Para que estas sejam mais facilmente explicadas e entendidas, atente-se, primeiramente, na Figura 2.2, que mostra a página 26 do documento *VOSviewer Manual* de 2023 [38].

Type of data	Data source	Links	Items
Network data	VOSviewer map and network files, VOSviewer JSON files, GML files, and Pajek files		
Bibliographic data	Bibliographic database files Reference manager files APIs	Co-authorship	Authors Organizations Countries
		Co-occurrence	Keywords
		Citation	Documents
			Sources
			Authors
			Organizations
			Countries
		Bibliographic coupling	Documents
			Sources
			Authors
Organizations			
Countries			
Co-citation	Cited references		
	Cited sources		
	Cited authors		
Text data	VOSviewer files Bibliographic database files Reference manager files APIs	Co-occurrence	Terms

Figura 2.2 – VOSviewer: opções para criação de mapas  
Fonte: [38] (captura de ecrã)

Das três categorias apresentadas na coluna do lado esquerdo, que aborda o primeiro passo de seleção aquando da criação de um novo mapa, o tipo de seleção que interessa para o presente trabalho é “*Bibliographic data*”. Como as duas colunas mais à direita na Figura 2.2 evidenciam, este tipo de análise permite que se observem relações de coautoria, coocorrência, citação e semelhanças bibliográficas, entre documentos, fontes de informação, autores, organizações, países e palavras-chave. Por conseguinte, a opção

escolhida no primeiro passo da criação dos mapas necessários para a avaliação bibliométrica pode ser observada na Figura 2.3.

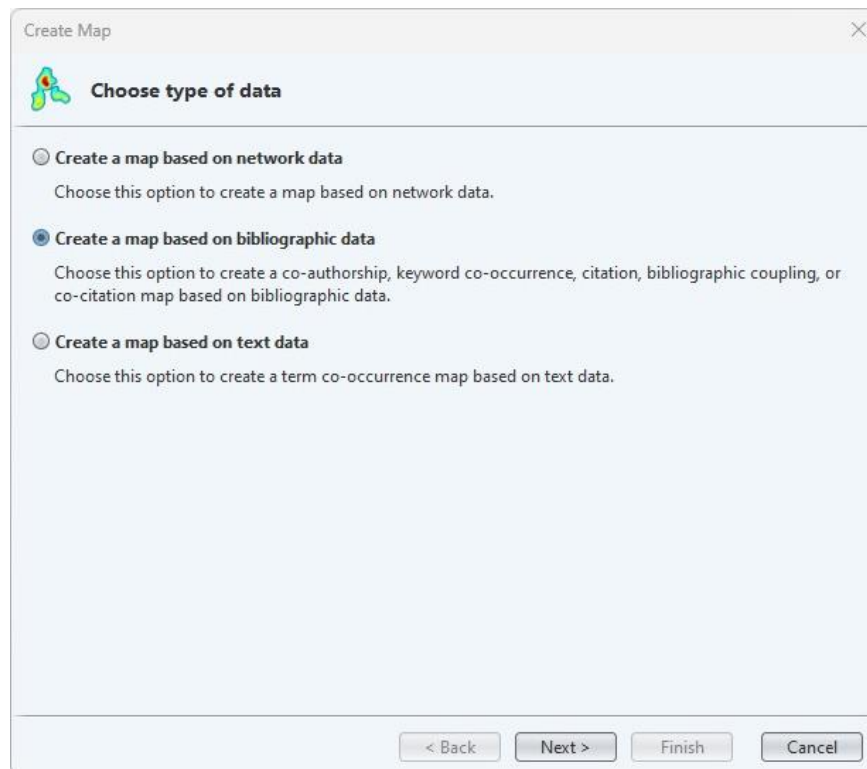


Figura 2.3 – Primeiro passo para criação de um mapa  
Fonte: VOSviewer / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

É nas próximas etapas que surgem os já mencionados obstáculos. O passo seguinte, de acordo com a segunda coluna (da esquerda para a direita) da Figura 2.2, é a escolha da “Data Source”. Aqui, caso todos os documentos obtidos estivessem presentes na base de dados *Scopus*, seria possível exportar o seu conjunto num ficheiro de formato CSV. Esta situação seria a ideal, visto que, utilizando a informação fornecida em [39], a importação de um ficheiro deste tipo para o *VOSviewer* tornaria possível recorrer a todas as opções de análise indicadas. Porém, o facto de haver artigos que fazem parte das referências bibliográficas, mas que não constam na *Scopus*, impossibilita este processo.

Assim sendo, a solução encontrada passa pelo uso do *software* Mendeley, criado por Paul Foeckler, Victor Henning e Jan Reichelt em 2007 e adquirido pela *Elsevier* em 2013, que tem a finalidade de facilitar o armazenamento e a gestão de referências bibliográficas [40], [41], bem como a utilização das mesmas ao longo desta dissertação. Depois da criação de uma biblioteca específica com todos os 84 documentos selecionados, o Mendeley apresenta a opção de exportar a sua respetiva informação num ficheiro de

formato RIS, que por sua vez pode ser importado para o *VOSviewer*. Este foi o único caminho que concretizou a adição do total dos artigos ao *VOSviewer*.

Contudo, como descrito em [39], a importação de um ficheiro no formato RIS elimina a maioria das possibilidades de análise descritas, deixando apenas as opções de coautoria entre autores e de coocorrência de palavras-chave passíveis de serem selecionadas, como provam as Figuras 2.4 e 2.5.

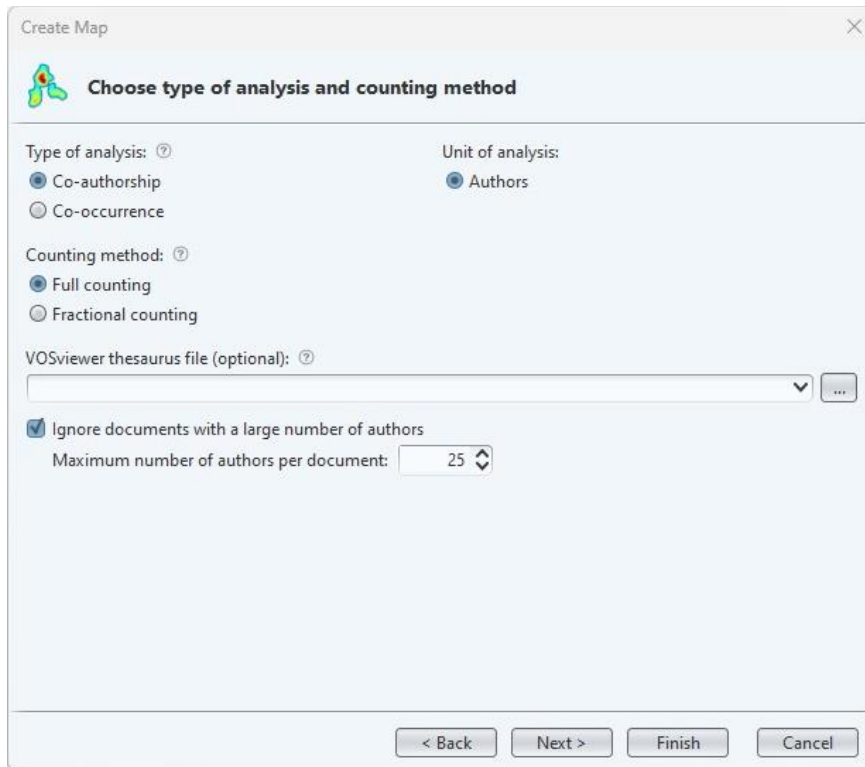


Figura 2.4 – Segundo passo para criação de um mapa – primeira opção  
Fonte: *VOSviewer* / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

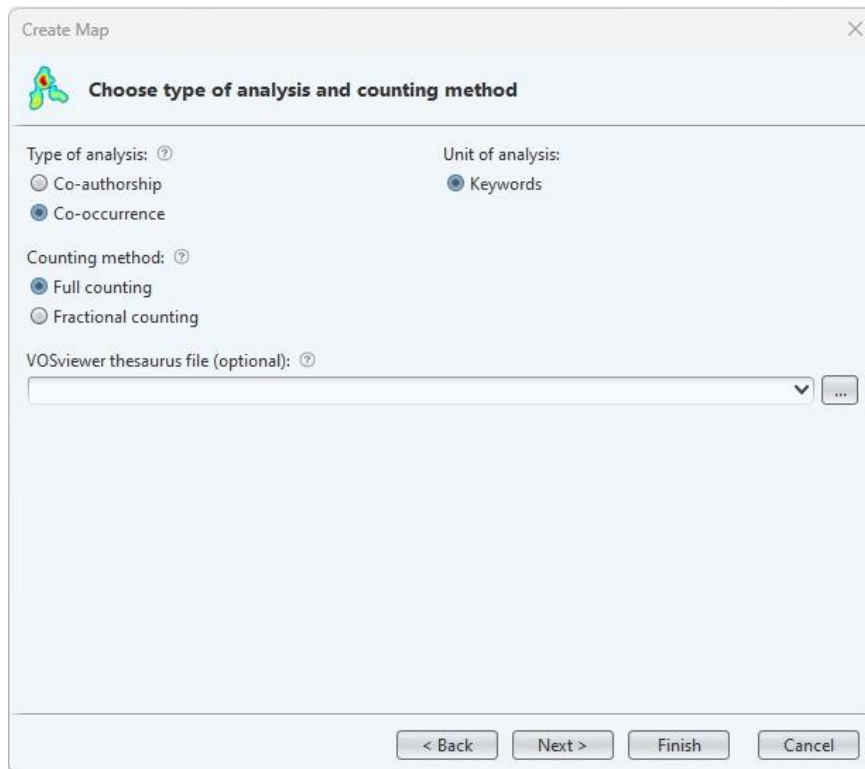


Figura 2.5 – Segundo passo para criação de um mapa – segunda opção  
Fonte: VOSviewer / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

Tendo em conta o que foi descrito neste subcapítulo, quanto a todas as referências bibliográficas apenas é possível conseguir os dois tipos de mapa espelhados nas Figuras 2.4 e 2.5. O VOSviewer tem, para cada mapa gerado, três opções de visualização: *Network* (de rede), *Overlay* (temporal) e *Density* (de densidade). Princípie-se a apresentação dos mapas obtidos pela relação entre autores.

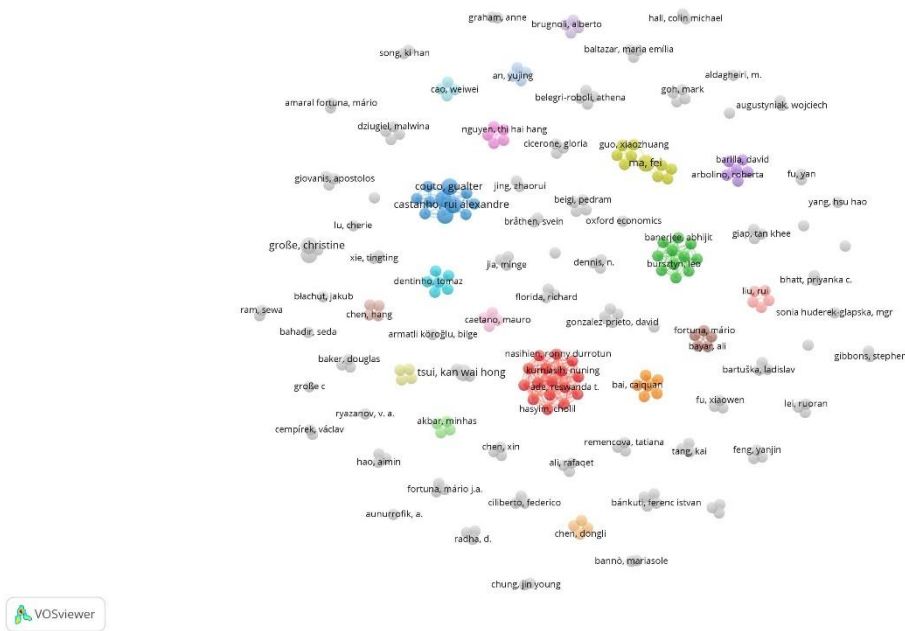


Figura 2.6 – Mapa da relação entre autores – visualização de rede  
 Fonte: VOSviewer / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

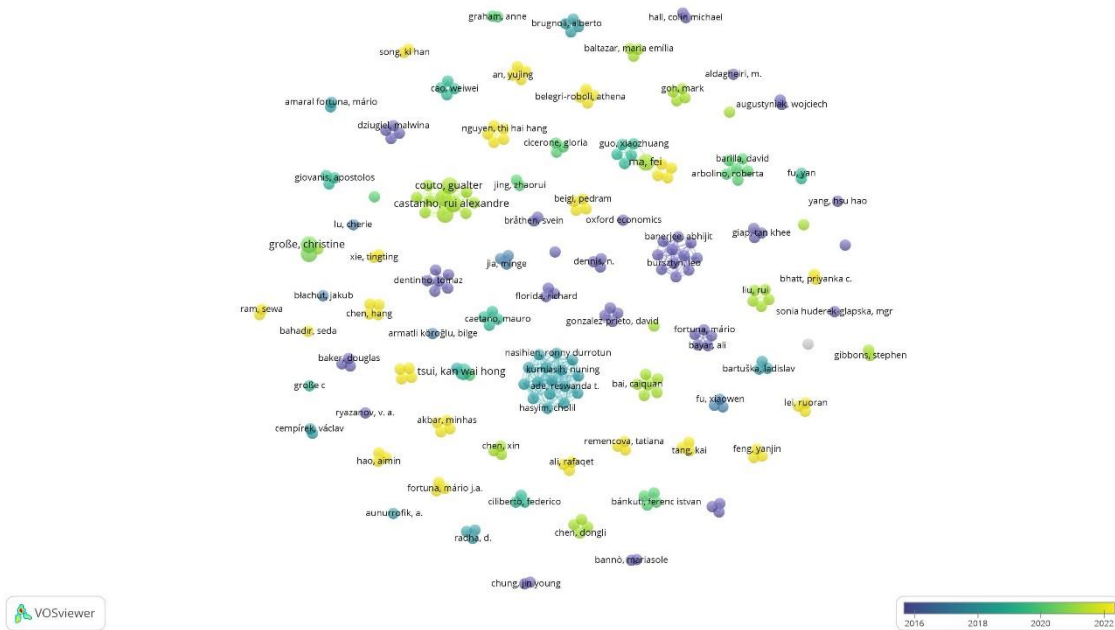


Figura 2.7 – Mapa da relação entre autores – visualização temporal  
 Fonte: VOSviewer / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

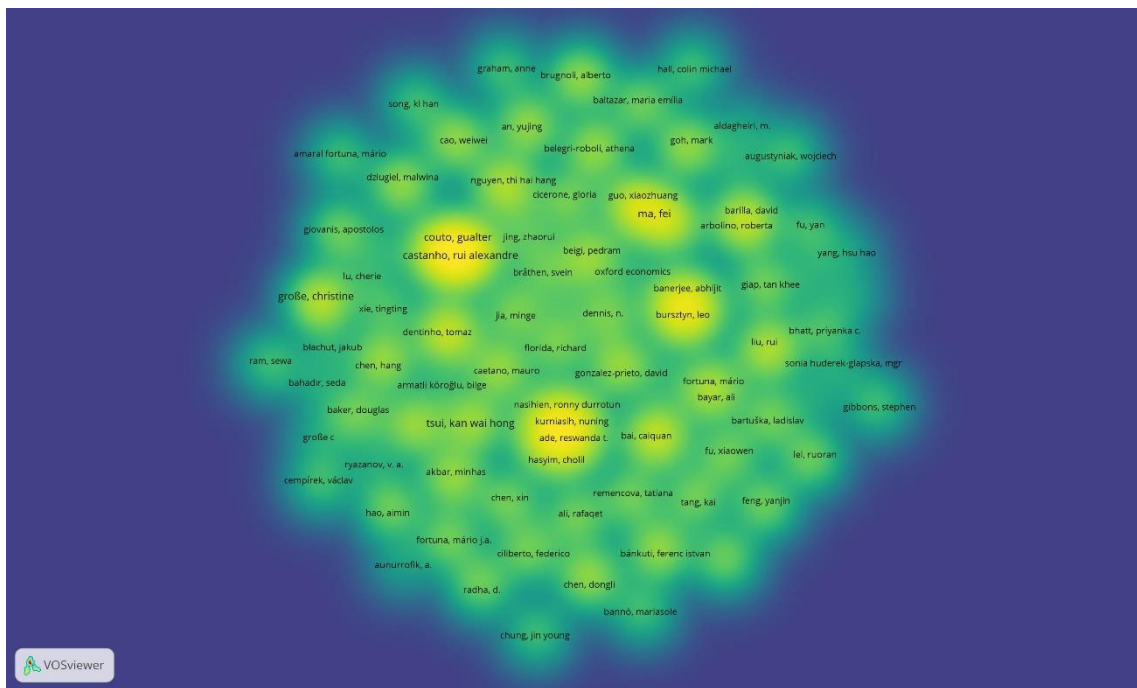


Figura 2.8 – Mapa da relação entre autores – visualização de densidade  
 Fonte: VOSviewer / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

As Figuras 2.6, 2.7 e 2.8 mostram a relação existente entre os autores das referências estudadas. A Figura 2.6 contém a rede de ligações entre autores, ou seja, revela as principais conexões e as influências mais expressivas que existem, sendo que os grupos em que há maior afinidade distinguem-se por cores diferentes. Por sua vez, a Figura 2.7 aborda as referências por autor, mas relaciona-as temporalmente, com as cores mais escuras a representarem as publicações mais antigas e vice-versa. Por último, a Figura 2.8 exibe uma distribuição por densidade, evidenciando, a cores mais claras, os autores com maior relevância no âmbito do trabalho em causa.

Estes mapas possibilitam uma conclusão de extrema importância e que se revela lógica no contexto do tema em análise. Os artigos selecionados, como seria de esperar focam-se essencialmente num país ou região e, por isso, num contexto específico, visto que abordam a relação entre o desenvolvimento económico e social de um determinado local e a evolução do setor aeronáutico verificada nesse mesmo sítio. Como comprovam as Figuras 2.6, 2.7 e 2.8, este facto faz com que os autores de estudos acerca de uma dada região tenham conexões fortes entre si, mas não com autores de artigos debruçados sobre outras zonas e, portanto, contextos geográficos, sociais e económicos distintos. Por isso, é natural que, como demonstrado, os documentos se organizem em *clusters*, aglomerados esses circunscritos a estudos sobre zonas ou territórios em particular.

De seguida, faz-se, da mesma forma, a análise da relação entre as palavras-chave de cada referência bibliográfica.

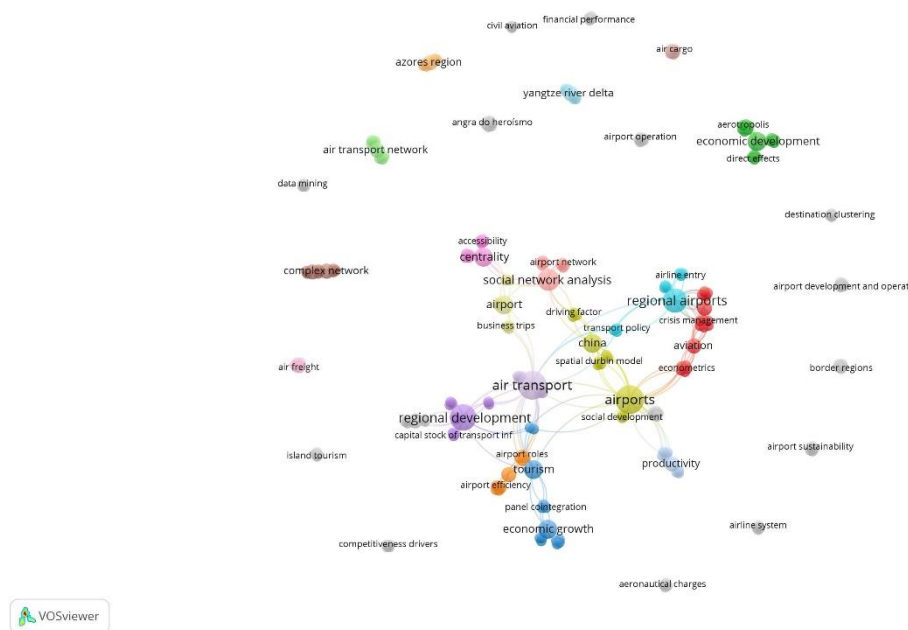


Figura 2.9 – Mapa da relação entre palavras-chave – visualização de rede  
 Fonte: *VOSviewer* / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

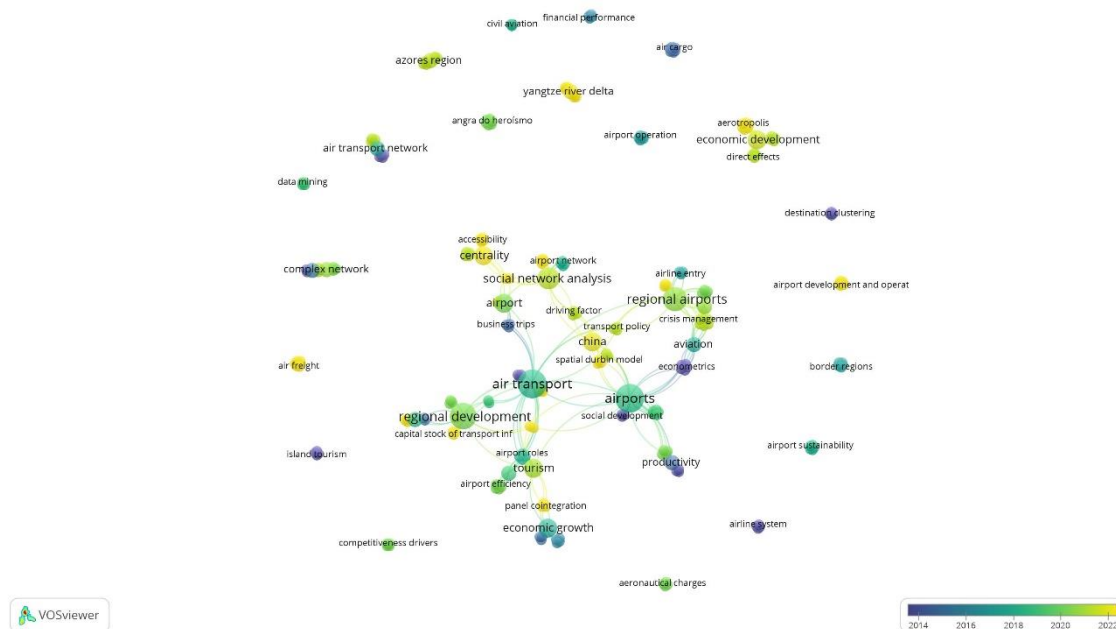


Figura 2.10 – Mapa da relação entre palavras-chave – visualização temporal  
 Fonte: *VOSviewer* / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

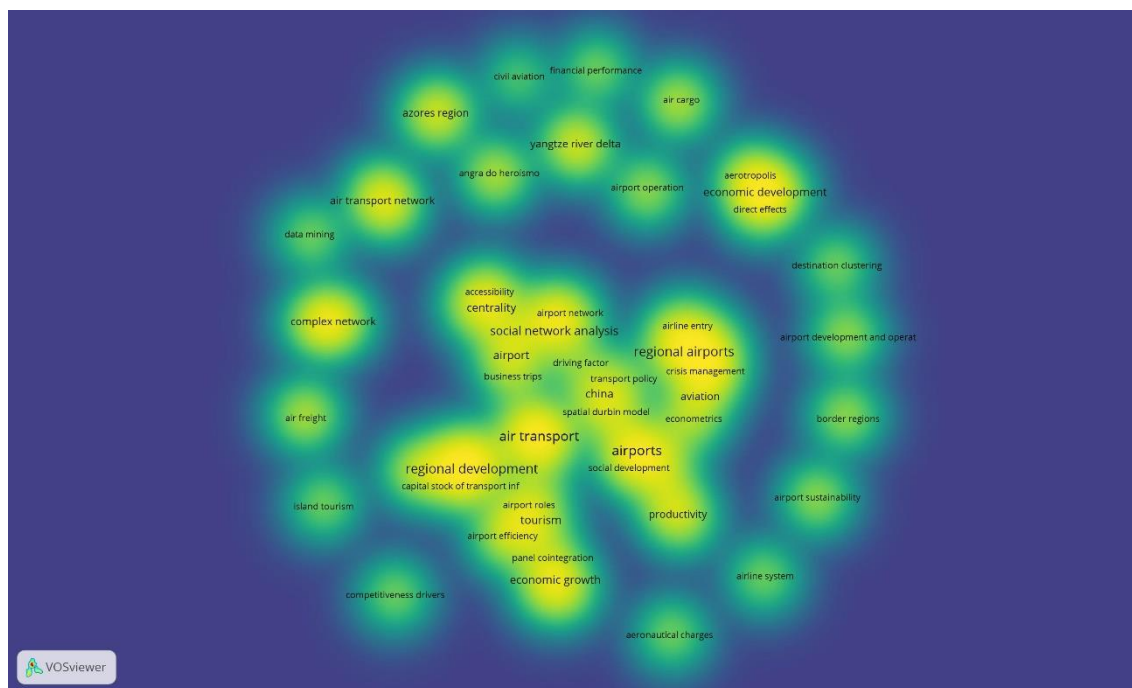


Figura 2.11 – Mapa da relação entre palavras-chave – visualização de densidade  
 Fonte: VOSviewer / Elaboração: Autor (captura de ecrã)

Nestes mapas é possível ver, na zona central, a clara existência de um *cluster* principal de palavras-chave mais preponderantes e utilizadas na documentação avaliada, com as mais importantes a estarem destacadas com tamanho de letra maior e cor mais clara nas Figuras 2.9, 2.10 e 2.11, respetivamente. Salientam-se, como algumas das palavras-chave mais relevantes, “*air transport*”, “*airports*”, “*regional airports*” e “*regional development*”, bem como “*centrality*”, “*economic growth*”, “*social network analysis*”, ou “*tourism*”.

## 2.8 Conclusão

Com a análise bibliométrica são empregues métodos para a seleção de documentos com relevância para um dado assunto, que podem ser posteriormente analisados estatisticamente. Este capítulo tem a finalidade de tornar a pesquisa por referências bibliográficas que sejam objetivas, evitando dispersões desnecessárias e tornando, desse modo, o processo de investigação mais eficiente.

Numa primeira fase, fazendo uso das palavras-chave delineadas de acordo com os objetivos traçados no primeiro capítulo, escolheram-se os documentos da base *Scopus* considerados adequados, mais concretamente 67 referências, através de filtragens progressivamente aplicadas às pesquisas efetuadas, tais como restrições por data de publicação, área de conhecimento na qual os estudos se enquadram, ou idioma.

Posteriormente, adicionam-se outros artigos sobre temas cuja profundidade de estudo pretendida ainda não havia sido concretizada.

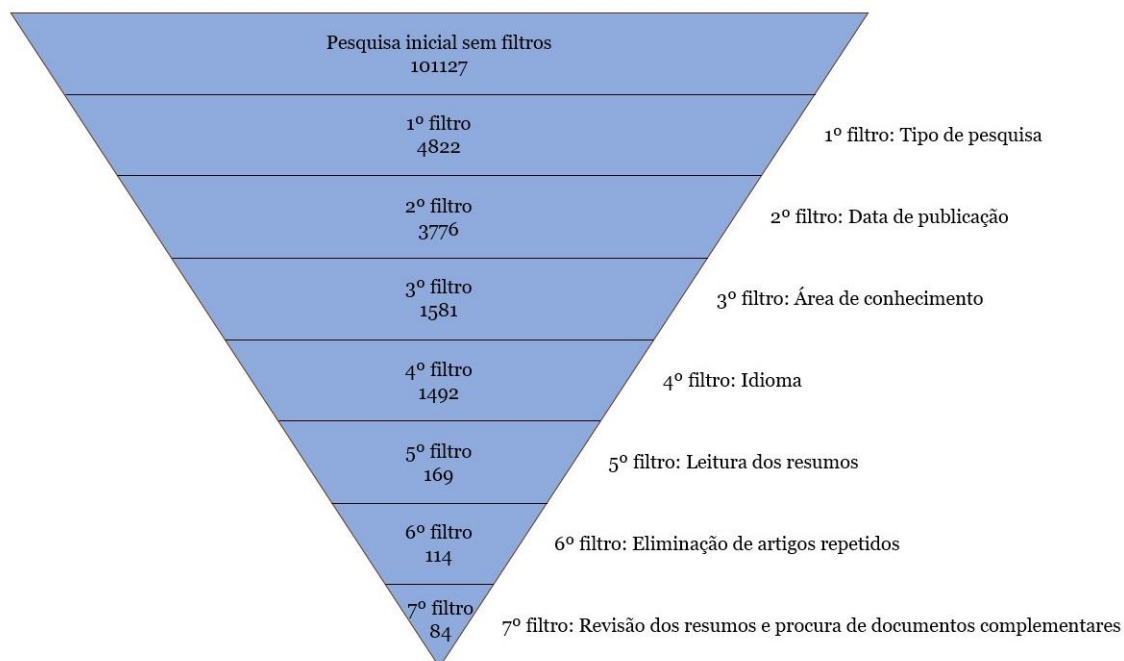


Figura 2.12 – Filtros aplicados na pesquisa bibliográfica  
Fonte: [31] / Adaptação: Autor

A Figura 2.12, que segue a metodologia apresentada em [31], espelha a eficácia dos filtros aplicados no estreitamento do número de publicações de 101127, inicialmente, para 84, número que totaliza a principal base bibliográfica e, assim, fonte de informação.

Com recurso a uma combinação das ferramentas de *software* Excel, Mendeley e VOSviewer, e após serem ultrapassadas algumas dificuldades encontradas na sua utilização, a informação relativa às publicações pode ser estruturada e resumida sob formato esquemático e gráfico. Assim, tiram-se conclusões envolvendo a evolução do número de publicações ao longo dos anos, os autores com mais contribuições, mais relevantes e as relações entre eles e, ainda, as palavras-chave com maior preponderância.

Em suma, as referências obtidas neste capítulo dão azo à elaboração fundamentada dos capítulos Estado da Arte e Caso de Estudo, por darem a conhecer, por um lado, os métodos mais utilizados para o tipo de análise que se pretende fazer e, simultaneamente, a região em estudo.

# Capítulo 3

## Estado da Arte

### 3.1 Introdução

Após a seleção dos documentos considerados mais adequados ao estudo em causa, surge o capítulo Estado da Arte, que tem a principal finalidade de tratar os mais relevantes conceitos teóricos relacionados com o tema do presente trabalho, abordados nas referências bibliográficas. O capítulo principia-se com a exposição de definições tidas em conta como essenciais para o correto entendimento do trabalho. Depois disso, abordam-se diferentes métricas de rede, com particular foco no conceito de centralidade. De seguida, passa-se à descrição dos principais métodos de correlação utilizados e também a um resumo dos documentos resultantes da Análise Bibliométrica.

As métricas para análise de rede e os métodos para avaliar a relação entre evolução do transporte aéreo e desenvolvimento regional que são apresentados nesta secção foram selecionados de entre um vasto grupo de tópicos. Logicamente, estes dois campos de estudo têm várias ramificações, mesmo se se tiver somente em conta os conceitos utilizados na documentação consultada. Como tal, a seleção dos tópicos a estudar com maior profundidade e, portanto, a descrever neste capítulo passou por efetuar um levantamento do número de menções e utilizações de cada um no conjunto dos estudos analisados. Assim sendo, opta-se por alguns dos tópicos com maior preponderância na bibliografia – obviamente havendo exceções, consoante se considere que determinado conceito não é adequado ao caso de estudo em causa, apesar de bastante relevante no contexto das referências bibliográficas, e vice-versa.

O penúltimo subcapítulo prende-se com o resumo das publicações, isto é, dos autores, dos métodos utilizados e das conclusões de cada um. É fundamental que os documentos selecionados, através do processo descrito no capítulo anterior, sejam agora alvo de análise individual, visto que este processo faz com que, no âmbito da presente dissertação, o caso de estudo e os resultados que a ele dizem respeito sejam observados de forma mais informada e tendo por base diferentes pontos de vista que, de outra forma, não estariam presentes.

Os efeitos do setor aeronáutico no contexto social e económico de uma região constituem um tópico que se presta a múltiplas interpretações. As conclusões retiradas de um estudo deste tipo dependem, para além da incontornável subjetividade do autor e do contexto

do caso de estudo, dos métodos usados e da sua aplicação. Por conseguinte, é pertinente assumir a possibilidade de existirem, nas referências bibliográficas, processos de pensamento e ilações descritos mediante influência do modo como cada autor aplica os conceitos à realidade do seu próprio estudo. Os procedimentos adotados nos artigos lidos e as conclusões espelhadas nos mesmos não constituem, assim, verdades absolutas e transversais a todos os casos, mas sim apenas quando no contexto dos respetivos problemas.

## **3.2 Conceitos teóricos**

### **3.2.1 Aeródromo**

De acordo com o Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC) no seu glossário da aviação civil, um aeródromo é “uma área definida (incluindo edifícios, instalações e equipamentos) em terra, na água ou numa estrutura fixa, numa plataforma fixa no mar ou flutuante, destinada no todo ou em parte à realização de aterragens, descolagens ou manobras de superfície de aeronaves” [42, p. 33].

A título de curiosidade, a palavra aeródromo é composta pela junção de “aero”, que exprime a noção de ar, e “dromo”, que representa estrada ou curso, pelo que tem o significado de “curso aéreo”. Desta forma, um aeródromo é o local onde decorrem operações, em geral, de aeronaves, independentemente da finalidade e do âmbito da operação. Incluem-se nesta classificação desde aeródromos pequenos de aviação geral até grandes aeroportos comerciais, passando por bases aéreas militares [43].

### **3.2.2 Aeroporto**

Tendo presente o tópico anterior, um aeroporto não é mais que um aeródromo que dispõe de instalações ampliadas com o propósito de abarcar transporte aéreo comercial, ou seja, de apoiar o trânsito aéreo de pessoas e carga. Regra geral, por este motivo, um aeroporto tem nas suas imediações acessos a redes de outros tipos de transporte. Sublinhe-se que todos os aeroportos são aeródromos, mas nem todos os aeródromos são aeroportos [44]. A ANAC define também o conceito de aeroporto como sendo “o aeródromo que dispõe de forma permanente de instalações, equipamentos e serviços adequados ao tráfego aéreo internacional” [42].

Os aeroportos (assim como os aeródromos) podem ser de carácter nacional ou internacional. Como o nome permite deduzir, um aeroporto internacional tem aptidão para operar voos de e para países estrangeiros, pelo que possui instalações alfandegárias e serviços de controlo de fronteiras, sendo tradicionalmente de maior dimensão quando comparado com aeroportos que sirvam somente tráfego nacional [45]. Este ponto é de

particular relevância para o presente trabalho, visto que a centralidade de aeroportos numa dada rede aeroportuária pode ser calculada tendo em conta o tráfego nacional ou o tráfego internacional.

No âmbito de infraestruturas aeroportuárias, pode ser, ainda, mencionado o conceito de aerogare. A aerogare, ou terminal aeroportuário, é o nome dado às construções edificadas que permitem que passageiros e carga sejam movimentados entre os meios de transporte de solo e as infraestruturas através das quais possam embarcar e desembarcar numa aeronave [46].

### 3.2.3 *Hub*

No contexto do serviço aeronáutico e das redes aeroportuárias, um aeroporto pode ser classificado como *hub* quando tem a função de concentrar o tráfego de passageiros e carga, servindo como ponto de transferência, ou de escala, entre um local de origem e um destino final e podendo ser utilizado, para tal efeito, por uma ou mais companhias aéreas [47]. Por outras palavras, os passageiros que pretendam deslocar-se para um sítio, mas que não disponham de um voo direto, terão de efetuar mais do que um voo, usando um *hub* como zona de troca entre aeronaves [48].

Desta forma, um aeroporto que sirva de *hub*, por concentrar passageiros e mercadorias, pode ser potenciado de diversas formas, uma vez que, no ponto de vista dos passageiros, um *hub* terá tanta mais qualidade quanto menor for o tempo para transferência entre voos, maior for o conforto das instalações de espera e mais diversidade de entretenimento oferecer [49]. Por esse motivo, os *hubs* são promotores de crescimento económico e podem constituir mecanismos que ajudem as regiões onde se inserem a crescer. O oposto também se pode verificar, uma vez que aeroportos com maiores índices de centralidade (tópico que será abordado neste capítulo) têm mais probabilidade de vir a funcionar como *hubs*, por serem mais centrais e concentrarem em si um maior número de possibilidades de conexão com outros aeroportos [50], [51].

A nível regional, um *hub* tem particular importância nos serviços de transporte locais e no seu planeamento, bem como noutro tipo de atividades como, por exemplo, na atuação da proteção civil e auxílio em situações de crise social. Nesse sentido, um *hub* pode ter, ainda, particular relevância para residentes em regiões remotas, devendo ser considerado não só um *hub* no contexto aeroportuário, mas também como uma infraestrutura crítica para o desenvolvimento local e para a sociedade que dele depende [52], [53].

O Aeroporto João Paulo II, em Ponta Delgada, na ilha de São Miguel, é um dos aeroportos que servem de *hub* em Portugal para a companhia aérea Azores Airlines [54], sendo também o *hub* regional dos Açores, visto que serve como principal porta de entrada para o arquipélago [55].

### 3.2.4 Rede

Essencialmente, uma rede corresponde a uma representação gráfica formada por nós ligados por arestas, evidenciando desta forma relações que existam entre esses vértices. Como tal, uma rede pode ser de vários âmbitos, permitindo espelhar interligações sociais, económicas, físicas, biológicas, computacionais ou qualquer outro tipo de relação que se pretenda analisar. Uma rede representa padrões de conectividade ao reduzir um sistema a uma forma abstrata e estruturada, capturando apenas conexões elementares entre diferentes pontos [56].

Em particular, uma rede de transporte aéreo é uma rede de um sistema de transportes, na qual os nós e as arestas correspondem, respetivamente, aos aeroportos e às rotas de voo diretas entre eles. Uma rede aeroportuária presta-se, como várias outras, à aplicação de diferentes métricas e conceitos matemáticos que conduzam à análise dos seus componentes e das relações que apresenta, como densidade e centralidade, por exemplo. Estes processos permitem várias conclusões, de entre as quais a distinção entre os nós mais centrais, com maior conectividade, ou que constituam *hubs*. Dessa forma, as redes aéreas possibilitam às companhias detetar falhas e, por conseguinte, otimizar a organização das suas rotas [57], [58].

### 3.2.5 *Social network analysis*

*Social Network Analysis* (SNA) é um processo aplicado em várias áreas, como economia e planeamento de transportes, desde a década de 1930, com a finalidade principal de entender a complexidade de um sistema representado sob forma de rede [50]. A SNA abrange uma plêiade de ferramentas para análise de conexões e descrição de características estruturais numa rede, podendo ser aplicada a qualquer tipo de rede, independentemente do tamanho [59], [60]. Após a identificação da rede, o procedimento passa essencialmente por selecionar métodos de análise adequados tendo em conta o que se pretende analisar, recolher e processar dados e, por fim, apresentar e analisar resultados.

A SNA destaca-se por se focar na examinação das relações entre indivíduos, grupos ou instituições no contexto geral da rede, ao invés de avaliar unicamente os atributos individuais dos nós. Pode ser entendida como o mapeamento e medição de relações e

fluxos entre pessoas, organizações, ou entidades [61], [62]. O foco na importância de relações dentro da rede, que permitem que nós se influenciem entre si, é o que maioritariamente distingue a SNA de outras formas de abordagem [63].

O entendimento do estatuto e papel dos diferentes nós e as suas relações é essencial para poder descrever corretamente rotinas e processos na rede. A SNA é o método de pensamento analítico mais apropriado para determinar nós críticos numa rede e para visualizar matematicamente ligações entre eles [50], [64], [65].

Fazem parte do âmbito da SNA conceitos como centralidade, conectividade, densidade, reciprocidade, coeficiente de *clustering* e *average path length* [60], [66], [67].

### 3.2.6 Densidade

Considerando o número máximo de arestas que uma determinada rede pode ter traçadas entre os seus nós, a densidade desta será a fração dessas arestas que está, de facto, presente na respetiva representação gráfica [56]. Por outras palavras, a densidade é uma métrica de rede definida como a razão entre o número de arestas existentes e o número máximo de arestas que poderia ser verificado, caso todos os nós estivessem ligados entre si. Quanto mais vértices estiverem conectados, mais densa será a respetiva rede [59], [61], [67], [68].

Por conseguinte, para uma rede composta por  $L$  arestas e  $N$  nós, o número máximo de ligações possíveis será dado pela Equação 3.1.

$$\frac{N(N-1)}{2} \quad (3.1)$$

Note-se a necessidade da divisão por 2 na fórmula acima. Caso isso não se verificasse, cada ligação entre dois nós seria contabilizada duas vezes, uma em cada sentido, o que não tem relevância no presente caso. Desta forma, a densidade,  $D$ , da rede é calculada com recurso à Equação 3.2.

$$D = \frac{L}{\frac{N(N-1)}{2}} = \frac{2L}{N(N-1)} \quad (3.2)$$

Assim, a densidade descreve o quão densamente os nós de uma rede estão interconectados e a força das suas interligações. Os nós de uma rede com maior densidade são geralmente tidos em conta como possuidores de maior proximidade entre si, o que eventualmente contribui para uma melhor partilha de informação, difusão de

conhecimento, distribuição e movimentação de recursos e, conseqüentemente, inovação [25].

A densidade tem várias aplicações consoante a rede em estudo e permite refletir diversos aspetos. Numa rede que espelhe a distribuição populacional, a densidade pode estar relacionada com zonas com diferentes graus de intensidade económica [26], enquanto que, por outro lado, numa rede aeroportuária, esta métrica poderá possibilitar avaliar a maior ou menor probabilidade do surgimento de um novo aeroporto em determinada região [2].

Contudo, convém sempre ter presente que duas situações práticas nunca serão iguais e que, por vezes, a maximização da densidade pode não ser um objetivo. Nem todos os contextos poderão beneficiar de uma rede completamente conectada, visto que, por exemplo, a inovação numa organização poderá advir da interação com grupos maioritariamente isolados relativamente ao contexto principal [69].

### 3.2.7 Average path length

A *Average Path Length* (APL, daqui em diante) de uma rede não é mais do que a média do número mínimo de arestas que é necessário percorrer entre cada par possível de nós [4], [26].

Assim sendo, continuando a considerar uma rede com  $N$  nós, a Equação 3.3 dá a fórmula para o cálculo da APL.

$$APL = \frac{2}{N(N-1)} \times \sum d_{ij} \quad (3.3)$$

Aqui,  $d_{ij}$  refere-se ao número de arestas que compõem o caminho mais curto entre os nós  $i$  e  $j$ .

Esta é uma medida que reflete a capacidade, rapidez e, assim, eficiência de uma rede no transporte de informação ou de determinado serviço [70], [71]. Num contexto prático, e a título de exemplo, este conceito poderia ser aplicado ao número médio de cliques que conduziria alguém de determinado *website* para outro. Assim, quanto menor for a APL, mais diretas serão as conexões [68], maior será a acessibilidade e mais robusta poderá ser considerada a rede em questão [4].

### 3.2.8 Coeficiente de *clustering*

O Coeficiente de *Clustering*, CC daqui em diante, mede a tendência que os nós de uma rede têm para se agrupar, avaliando em que medida os vértices na vizinhança de um determinado nó estão conectados [4].

Para melhor entender este conceito, apresenta-se a Equação 3.4 que permite calcular o CC de um dado nó  $i$ ,  $CC_i$ :

$$CC_i = \frac{2e_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (3.4)$$

Explicando a fórmula acima, comece por se supor que o nó  $i$  tem  $k_i$  vizinhos. O número total de ligações possíveis entre os  $k_i$  vizinhos é dado por  $k_i(k_i - 1)/2$ . O  $CC_i$  relaciona este valor com as ligações que, de facto, existem entre os  $k_i$  vizinhos do nó  $i$ , representadas na Equação 3.4 por  $e_i$ . Assim, o CC de um nó mede a densidade das ligações entre os vizinhos desse mesmo nó.

O CC de uma rede não é mais do que a soma do CC de cada nó dividida pelo total de nós,  $N$ , ou seja, como mostra a Equação 3.5,

$$CC = \frac{1}{N} \times \sum CC_i \quad (3.5)$$

Num outro ponto de vista, o CC de uma rede pode ser interpretado como a razão entre o número de laços fechados possíveis de verificar entre todos os conjuntos de três nós (triângulos fechados observáveis na rede) e o número de trios de vértices conectados em geral [68].

Adicionalmente, esta métrica avalia a robustez da rede, indica proximidade das relações entre os nós e reflete a estabilidade dos *clusters* existentes. O CC reduzido numa rede dá a entender uma maior independência dos nós entre si [4], [68], [70].

### 3.2.9 Centralidade

Uma outra métrica para análise de redes é a centralidade, que procura alcançar a resposta à questão “Quais os nós mais importantes ou centrais de uma rede?”. Assim como a palavra importância pode ter significados diferentes em contextos distintos, também a centralidade se divide em várias definições [56], [72]. De entre todas as observadas nas referências bibliográficas, são destacadas, de seguida, as quatro verificadas como as mais relevantes.

### 3.2.10 Degree centrality

A *Degree Centrality* (DC) indica o número direto de conexões de um nó, ou seja, o número de vértices a que este se liga diretamente [4], [62], [65].

Assumindo o nó  $i$  de uma dada rede, a sua DC ( $DC_i$ ) será calculada através da Equação 3.6.

$$DC_i = \sum_{i \neq j} x_{ij} \quad (3.6)$$

$x_{ij}$  representa a ligação entre o nó  $i$  e cada um dos restantes nós  $j$ , assumindo o valor 1 caso  $i$  e  $j$  estejam ligados e o valor 0 em caso contrário [26].

Quanto mais for a DC de um nó, mais importante e maior será o seu impacto na rede, visto que uma elevada DC implica mais visibilidade e uma posição mais central. Para além disso, a avaliação da DC ao longo do tempo reflete variações na densidade da rede [59], [61], [73].

Assim, ainda que a DC seja a medida de centralidade mais simples, pode ser bastante elucidativa. Por exemplo, numa rede de relações sociais, é razoável assumir que indivíduos com maior DC e, portanto, mais ligações, estarão mais bem conectados e terão mais influência, acesso a informação, ou prestígio [56]. No contexto de uma rede aeroportuária, um aeroporto que tenha um valor elevado de DC tem mais aeroportos diretamente conectados a si, o que, à partida, implica maior frequência de voos, melhor conectividade da região em questão e, conseqüentemente, mais poder na rede [50], [74].

### 3.2.11 Betweenness centrality

A *Betweenness Centrality* (BC) quantifica o número de vezes que um determinado nó atua como uma “ponte” no caminho entre outros dois nós, ou seja, quanto um vértice se encontra nos caminhos que ligam os pares dos restantes nós entre si [25], [56], [64], [65].

Formalmente, a BC de um nó  $i$  é dada pelo somatório, de base  $ab$ , da fração cujo numerador,  $n_{ab}^i$ , representa os percursos entre os nós  $a$  e  $b$  que passam pelo vértice  $i$ , ao passo que o denominador,  $n_{ab}$ , é referente ao número total de caminhos para ir de  $a$  a  $b$  [56], [59], [75].

$$BC_i = \sum_{ab} \frac{n_{ab}^i}{n_{ab}} \quad (3.7)$$

Para um melhor entendimento da Equação 3.7, descreva-se o exemplo utilizado em [56]. O pressuposto é o de que existe uma rede, composta por nós e arestas, e que cada par de vértices da rede troca uma mensagem entre si com igual probabilidade por unidade temporal. Assume-se, ainda, que as mensagens se deslocam entre a origem e o destino respetivos através do caminho mais curto, ou seja, de um percurso geodésico. Se ao fim de um certo tempo adequado for verificado o número de mensagens que passou por cada um dos vértices quando a caminho do seu destino, a quantidade de mensagens que utilizou um determinado vértice será proporcional ao número de caminhos geodésicos que atravessam esse mesmo vértice. É esta a relação espelhada no conceito de *Betweenness Centrality*.

Na prática, um nó com elevado valor de BC terá um grande impacto no fluxo de informação, produtos, bens, serviços ou pessoas dentro da rede em que se insere, podendo estar também sujeito a um maior congestionamento por aglomerar um maior volume de movimentos [25], [70], [73]. Num outro quadrante, quanto menor for a BC de um nó, mais provável será que este se encontre afastado do centro da rede e, como tal, menos contribua para a conectividade da região em causa [61], [74]. No caso de uma rede de transporte aéreo, as consequências de falha de um nó far-se-ão sentir tanto mais quanto mais alta for a sua BC, visto que a remoção de um vértice com elevada BC irá interferir com um número elevado das ligações mais diretas entre pares dos restantes nós [65].

A *Betweenness Centrality* oferece uma visão diferente relativamente à *Degree Centrality*. Com efeito, um nó pode ter baixo valor de DC, estar conectado a outros que tenham também baixo valor de DC e, ainda assim, ter elevada BC, por se localizar ao longo de um vasto número de ligações entre outros nós [56].

### 3.2.12 *Closeness centrality*

A *Closeness Centrality* (CC) é uma medida que espelha a proximidade entre nós numa rede e, dessa forma, a rapidez e eficácia do fluxo de informação entre eles. No caso de uma rede aeroportuária, indica a distância a que um aeroporto está dos restantes e, por conseguinte, a celeridade das suas ligações [25], [65].

Neste sentido, a CC relaciona-se com a média dos caminhos geodésicos (ou percursos mais curtos) entre cada par de nós [4], [67]. Matematicamente, a CC pode ser descrita pela Equação 3.8.

$$CC_i = \frac{N - 1}{\sum_j d_{ij}} \quad (3.8)$$

O termo  $d_{ij}$  é a distância geodésica entre os nós  $i$  e  $j$ . Já o somatório tem base  $j$  para representar a soma das distâncias entre um determinado nó ( $i$ ) e cada um dos restantes nós da rede ( $j$ ). Para obter a média das distâncias, o referido somatório tem de ser dividido pelo número total de ligações, que será igual ao número total de nós da rede ( $N$ ), excluindo o próprio nó  $i$  – na prática, considerar  $N$  ou  $N - 1$  é equivalente, visto que quando  $i = j$ ,  $d_{ij} = 0$ , nada acrescentando ao somatório. A *Closeness Centrality* não é mais do que o inverso da média descrita, para que, assim, sejam atribuídos valores mais elevados a nós mais centrais e valores mais baixos a vértices mais remotos [56], [61], [73], [75].

A CC, ao avaliar a proximidade das conexões dos nós, mede a capacidade de um vértice de controlar ou de ser controlado por outros, uma vez que um elevado valor de CC de um nó significará que tal vértice estará menos suscetível a variações noutros nós e, ainda, mais próximo do centro da rede [61]. Para além disso, também o grau de conectividade é refletido pelo cálculo da CC média de cada um dos nós. Quanto mais alta a CC média dos vértices, mais elevada será a conectividade geral da rede [73].

No entanto, ao utilizar a CC pode ser difícil distinguir entre nós com importâncias substancialmente distintas, porque, em alguns casos, os valores de CC numa rede podem ser todos bastante próximos, com as diferenças a surgir apenas quando se avalia casas decimais. Por este motivo, as mais pequenas flutuações na rede podem alterar drasticamente a classificação ordenada dos nós [56].

### 3.2.13 Eigenvector centrality

A última medida de centralidade a ser abordada nesta dissertação é a *Eigenvector Centrality* (EC), que, para além de ser uma medida do impacto de um nó numa rede, transparece a qualidade das conexões, isto é, o seu grau de importância [57], [65]. A EC pode ser dada pela Equação 3.9.

$$EC_i = \mu_1(i) = \frac{1}{\lambda_1} A \mu_1 = \frac{1}{\lambda_1} \sum_{j=1}^N a_{ij} \mu_1(j) \quad (3.9)$$

Aqui,  $\mu_1$ ,  $\lambda_1$ ,  $A$ ,  $N$  e  $a_{ij}$  são, respetivamente, o conjunto de aeroportos da vizinhança, o maior autovalor, a matriz adjacência que representa as ligações do nó  $i$ , o número de nós e a matriz adjacência que representa as conexões do vértice  $i$  para o vértice  $j$  [57]. Refira-

se que uma matriz adjacência é uma matriz quadrada utilizada para representar gráficos finitos, sendo que os seus elementos indicam se os pares de vértices são, ou não, adjacentes [76].

Numa rede de transporte aéreo, um nó com baixo valor de EC terá conexões pouco relevantes, ou seja, menos ligações com nós que são por si só significativos na rede [4], [50], [64]. Por outras palavras, a EC de um nó pode ser elevada quer porque o referido nó tem muitos vizinhos, quer porque os vizinhos que tem são importantes, ou ambas as situações. Utilizando uma comparação, um indivíduo pode ser importante no âmbito de uma empresa por ter muitos contactos (ainda que com indivíduos não particularmente relevantes), mas também por ter ligações a pessoas que ocupem cargos elevados (mesmo que não em grande quantidade) [56].

### 3.2.14 Índice de Gini

O índice de Gini é uma medida de dispersão estatística que se destina a representar desigualdades de vários tipos num determinado grupo, por exemplo, social ou económico. O coeficiente de Gini foi inicialmente proposto pelo estatístico e sociólogo italiano Corrado Gini em 1912 como uma medida de desigualdade de renda e riqueza, numa publicação que propunha que a diferença entre a linha reta hipotética representativa de uma igualdade perfeita e a linha real demonstrativa do rendimento das pessoas fosse utilizada como espelho matemático de disparidades. No contexto de uma rede de transporte aéreo, a utilização deste parâmetro permite analisar a evolução espacial da rede, ao medir a sua heterogeneidade [26], [77].

Há várias formas de representar matematicamente o índice de Gini. Justifica-se a escolha da fórmula que se segue por ter sido a única aplicação prática deste conceito presente na bibliografia analisada, num contexto de uma rede de transportes.

$$G = \frac{N + 1}{N - 1} - \frac{2}{N(N - 1)u} \times \sum_{i=1}^n p_i w_i \quad (3.10)$$

Na Equação 3.10,  $G$  é o índice de Gini,  $N$  representa o número de arestas na rede,  $w_i$  quantifica o “peso da aresta”  $i$  (neste caso, de acordo com o volume do fluxo de transportes),  $p_i$  é o lugar da aresta  $i$  na classificação das arestas por “peso” em ordem decrescente e  $u$  é a média dos “pesos das arestas” [26].

### **3.3 Impactos do transporte aéreo**

O papel dos aeroportos tem-se vindo a alterar significativamente ao longo do tempo, passando de somente locais de trânsito de passageiros e mercadorias para catalisadores do desenvolvimento económico regional, desde logo porque, para além de facilitarem transporte mais rápido e eficiente, os aeroportos são em si entidades que promovem vastamente a empregabilidade [52], [78], [79]. Por conseguinte, a presença de um aeroporto não se reflete apenas na respetiva área circundante, mas sim em toda a região em que se encontra. Adicionalmente, note-se que mudanças no serviço aéreo de determinado aeroporto podem ter, também, repercussões em zonas que, apesar de distantes, estejam a ele conectadas [80].

Assim, de acordo com a bibliografia estudada, os impactos da atividade aeroportuária dividem-se em quatro categorias principais: diretos, indiretos, induzidos e catalíticos.

Os impactos diretos de um aeroporto podem ser descritos como a empregabilidade e a atividade económica geradas pela indústria do transporte aéreo, isto é, oportunidades de emprego e serviços cuja existência se deve à operação do aeroporto em si [3], [53], [81], [82].

Já os efeitos indiretos dizem respeito aos efeitos que a operação de um aeroporto tem na intermediação e troca de bens e serviços da economia local. São exemplos indústrias e setores de atividade que beneficiam da operação do aeroporto, tais como a produção agrícola, a criação e exportação de animais, a rede de estradas de acesso ao aeroporto, ou as agências de viagens [52], [53], [79], [81].

Os efeitos induzidos são o resultado do aumento de rendimentos causados pelos impactos diretos e indiretos. Por outras palavras, áreas de negócio que vejam os seus lucros aumentar devido aos impactos diretos e indiretos do serviço aéreo irão subsequentemente aumentar as suas despesas direcionadas para contratação de empregados, ou aumento salarial. Posto isto, aqueles que beneficiam desses fatores poderão aumentar os seus gastos em negócios locais, o que constitui um impacto induzido da atividade aeronáutica [52], [53], [81], [82].

Por fim, os impactos catalíticos prendem-se predominantemente com vantagens económicas de um acesso mais alargado a mercados e de uma redução nos custos de transporte e comércio. Como tal, efeitos catalíticos incluem, a título de exemplo, turismo, saúde, educação, eficiência e produtividade empresarial e desenvolvimento social [8], [80], [81].

### 3.4 Métodos e modelos matemáticos

A análise da relação entre a atividade aeroportuária e o desenvolvimento social e económico de uma região engloba diversos pontos de vista e processos de raciocínio. Dada a observação de uma miríade de métodos e modelos matemáticos aquando da leitura das referências bibliográficas obtidas, torna-se inviável a exposição de todos. Assim sendo, são de seguida abordados os conceitos mais utilizados e enaltecidos na bibliografia consultada e que estão relacionados com estudos que abordam a correlação entre serviço aéreo e desenvolvimento regional.

#### 3.4.1 Regressões

A compreensão de relações matemáticas de correlação entre duas ou mais variáveis implica algum tipo de modelo de regressão. Um método muito simples, mas bastante utilizado, é o do cálculo de uma regressão linear simples, que permite relacionar parâmetros e avaliar dependências ou influências entre os mesmos. Uma regressão linear múltipla com duas ou mais variáveis independentes possibilita uma análise comparativa do impacto que cada uma delas tem na variável dependente quando todas são consideradas na mesma equação [83].

No contexto da aviação, uma regressão pode ser construída para estudar efeitos de determinados aeroportos noutros a que estejam conectados, avaliar relações causa-efeito ou efetuar previsões futuras [84], [85]. Regressões lineares viabilizam o entendimento de correlações, tais como, por exemplo e no contexto do presente trabalho, entre performance de produção de mercadorias e procura e oferta de passageiros em serviços de tráfego aéreo nas áreas de produção dessas mercadorias [85].

#### 3.4.2 *Ordinary least squares*

A *Ordinary Least Squares Regression* (OLS) é uma técnica utilizada em muitos campos de conhecimentos, desde finanças e econometria às ciências sociais, sendo comumente empregue para estimar coeficientes de equações de regressões lineares simples ou múltiplas, isto é, que descrevem a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes [86], [87]. No caso de um modelo com a variável dependente  $Y$  e  $p$  variáveis independentes, a regressão OLS estima coeficientes de uma equação com o formato:

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j + \varepsilon \quad (3.11)$$

Na Equação 3.11,  $\beta_0$  é uma constante (*intercept*),  $X_j$  representa as variáveis independentes,  $\beta_j$  são os coeficientes associados às variáveis  $X_j$  e  $\varepsilon$  é o erro aleatório e com valor expectável nulo [86], [87].

O método OLS visa minimizar a soma das diferenças quadradas entre valores observados e valores previstos, procurando, assim, encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados. As diferenças entre dados observados e previstos têm o nome de resíduos [86], [88]. Como explicação breve da aplicação de uma regressão deste tipo, suponha-se a existência de uma linha através de um conjunto de dados. As distâncias de cada ponto a essa linha são medidas, elevadas ao quadrado e somadas. Um processo iterativo devolverá a linha mais apropriada, que passará pelos pontos de forma que cada uma das referidas distâncias seja minimizada, o que, por sua vez, promove a minimização da margem de erro e maximiza o grau de ajuste do modelo aos dados observados [87], [88].

A regressão OLS proporciona, portanto, explicações de relações entre variáveis. Nalgumas das referências bibliográficas recolhidas, as regressões OLS espelham crescimento populacional e de empregabilidade com base na atividade aeroportuária, outputs económicos tendo em conta inputs do setor da aviação e previsões do comportamento de parâmetros como taxa de desemprego [15], [19], [51], [73].

### 3.4.3 *Instrumental variables*

O método *Instrumental Variables* (IV) é utilizado nas mais diversas áreas científicas para, à semelhança das regressões OLS, estimar relações causais entre variáveis. Surgem como alternativa em relação ao método anteriormente descrito, sobretudo quando variáveis independentes são endógenas, ou seja, estão relacionadas com o termo de erro no modelo de regressão. Nos casos em que tal se verifica, considera-se frequentemente que a aplicação de um modelo OLS produz resultados enviesados e inconsistentes. Tal pode acontecer quando, por exemplo, mudanças na variável dependente alteram pelo menos uma variável independente (fenómeno denominado “causalidade reversa”), ou em situações em que há variáveis omissas que afetam parâmetros do modelo. Assim como o método OLS, uma regressão com IV permite computar o impacto dos aeroportos no desenvolvimento económico local [2], [51], [89], [90].

Tendo em conta a situação descrita, um instrumento não é mais do que uma variável que, apesar de não pertencer à equação de regressão, está relacionada com uma variável endógena. Como tal, irá ter efeito na variável independente com a qual se interliga, mas não nas restantes variáveis, nem no termo de erro. Assim, um processo com a

metodologia IV identifica a verdadeira correlação entre uma variável dependente e uma variável independente endógena [90], [91].

Desta forma, para avaliar o efeito causal de uma variável  $X$  na variável dependente  $Y$ , um instrumento é a variável  $Z$  que tem impacto em  $Y$  pelo modo como influencia  $X$ . Expondo o exemplo prático presente em [91], suponha-se que se pretende saber a ligação entre o consumo de tabaco e a depressão. Fatores como a falta de emprego podem levar a uma situação de depressão, que, por sua vez, poderá conduzir ao consumo de tabaco. Desta forma, não existe uma relação direta entre a falta de oportunidades de trabalho e o consumo de tabaco, pelo que a falta de emprego deve ser utilizada como variável instrumental, no caso de ser viável a sua medição, de modo que o seu efeito seja tido em conta. Neste caso, uma regressão OLS capturaria não só efeitos diretos entre as duas variáveis iniciais, mas também consequências indiretas incluídas na variável endógena [92].

No entanto, o método IV traz alguns problemas. Primeiramente, variáveis instrumentais podem ser difíceis de definir e selecionar em situações reais, podendo até nem existir de todo. Contribui para tal o facto de não se poder efetuar uma regressão para encontrar um instrumento, apenas devendo ser seguido conhecimento teórico acerca do modelo em estudo. Para além disso, uma regressão com IV pode não ser tão eficiente como um modelo OLS, principalmente se a variável instrumental for fracamente correlacionada com a variável dependente [91], [92].

#### 3.4.4 *Two-stage least squares*

A análise através de um processo *Two-Stage Least Squares* (2SLS) é uma técnica muito comum em estudos no ramo da economia. É a forma mais comum de aplicação do método IV, pelo que os termos 2SLS e IV chegam a ser, por vezes, utilizados de modo intercambiável. Assim, tal como a IV, substituem as regressões OLS quando há variáveis no modelo relacionadas com o termo de erro [93].

As regressões lineares padrão assumem que erros no modelo da variável dependente não estão associados às variáveis independentes, mas, como já referido, nem sempre é o caso. Nessa situação, numa regressão 2SLS são utilizadas IVs. Na primeira fase da regressão, as variáveis endógenas são alvo de uma regressão para determinar valores de previsão para depois, numa segunda fase, serem substituídas no modelo de regressão inicial pelos dados previstos anteriormente [94].

A título exemplificativo, num modelo que relacione o preço e a procura de um determinado bem assoma a realidade de que o preço pode influenciar a procura, mas a procura também pode influenciar o preço. Um modelo 2SLS poderia utilizar o rendimento dos consumidores como IV para calcular um preço estimado que não esteja em si relacionado com a procura, que viria posteriormente a substituir o preço especificado no modelo original. Adicionalmente, note-se que no método 2SLS as variáveis devem ser quantitativas, sendo que parâmetros como religião, região, residência ou de opinião devem ser consideradas como *dummy*, assumindo, portanto, valor 0 ou 1 [94].

Uma regressão 2SLS tem dificuldades associadas ao seu uso, como, por exemplo, o facto de implicar uma disponibilidade de dados que nem sempre existe. Por se servir de IVs, encerra também complexidade na definição de instrumentos que não tenham fraca correlação com a variável dependente e que não estejam, *a priori*, relacionados com o termo de erro, tópicos que permanecem alvo de contínua investigação científica [89], [93], [94].

### 3.4.5 Função de produção de Cobb-Douglas

A *Cobb-Douglas Production Function* é uma função de produção desenvolvida nos anos 20 do século XX pelo economista Paul Douglas e pelo matemático Charles Cobb. Representa a relação entre *inputs* e a quantidade de um *output* que a partir deles pode ser produzido, baseando-se na pesquisa empírica dos seus criadores, que revelou a relação entre os *inputs* força de trabalho e capital e o *output* produção do setor da manufatura. De acordo com alguns estudos, assume-se que a riqueza produzida pode ser explicada pela função de produção de Cobb-Douglas [95], [96], [97].

A equação tradicional da função de produção de Cobb-Douglas escreve-se:

$$Q = AK^aL^b \quad (3.12)$$

Na Equação 3.12,  $Q$ ,  $K$  e  $L$  representam, respetivamente, produtividade, capital e força de trabalho. Já  $A$  é constante e  $a$  e  $b$  medem quão responsivo é o *output* a mudanças de um dos *inputs*, mantendo o outro constante. Por exemplo, se  $a = 0.3$ , um incremento de 1% em capital levaria a aproximadamente um aumento de 0.3% na produtividade [98]. Deste modo, a aplicação desta função pode auxiliar uma determinada empresa a avaliar as proporções que deve investir em capital e em força de trabalho. Para além de permitir modelar a produção de uma empresa ou de uma economia, estimar comportamentos de produção e prever mudanças tecnológicas em métodos produtivos, esta função viabiliza

a correlação entre satisfação ou felicidade de um consumidor e a quantidade consumida de dois bens ou serviços [95], [99].

Como aspeto negativo, a função de produção de Cobb-Douglas é largamente criticada pela sua falta de fundamento, uma vez que não foi desenvolvida com base em conhecimentos de engenharia, tecnologia, ou gestão, pelo que, por vezes, não lhe é dada credibilidade significativa [96].

#### 3.4.6 *Generalized method of moments*

O *Generalized Method of Moments* (GMM) tem a finalidade de estimar parâmetros em modelos estatísticos, sendo o método mais utilizado em estimativas nas áreas de economia e finanças. Para tal, baseia-se em informação disponível em condições momentâneas, não requerendo um conhecimento completo da distribuição dos dados, mas sim somente de momentos específicos [100], [101].

Por conseguinte, ao utilizar dados de instantes únicos durante um determinado espaço temporal, pode funcionar como previsão de elementos incertos numa análise económica. No contexto desta dissertação, pode ser aplicado relativamente a características específicas de indivíduos numa rede que afetem tanto a atividade aeroportuária como o desempenho económico, tais como condições geográficas, atributos culturais, ou fatores políticos, verificando ligações lineares entre variáveis. Normalmente, o GMM é usado em modelos nos quais o formato completo da função de distribuição de dados não é necessariamente conhecida [80], [83], [101].

Apesar de ser um método forte perante alguns problemas econométricos, como erros de medição ou variáveis instrumentais fracas, a estimativa por GMM poderá fazer com que os coeficientes previstos não se enquadrem no espectro de valores possíveis do modelo [80], [84].

#### 3.4.7 Questionários e inquéritos

Uma última metodologia a abordar, também bastante utilizada nas referências bibliográficas que servem de suporte a este trabalho, é a realização de inquéritos e questionários a diferentes grupos sociais: passageiros, proprietários e empregados de estabelecimentos, turistas, empresas e residentes, entre outros.

Este tipo de processo leva a que se consiga refletir sobre diversos pontos cruciais cuja apreciação pode conduzir a mudanças que melhorem a eficácia do transporte aéreo, desde logo através da caracterização do perfil dos passageiros – tópicos como idade, educação, ocupação profissional, local de residência, local de origem, local de destino, ou

motivo da viagem. Suplementarmente, os resultados de inquéritos e questionários facilitam a confirmação da importância dos aeroportos na acessibilidade regional e na promoção social e económica da zona em que se encontram, da influência do transporte aéreo na regulação de transações de mercadorias relevantes para a economia local e, não obstante, de fatores menos positivos para a região, tais como ruído e poluição [6], [81], [102], [103], [104], [105], [106], [107].

### **3.5 Síntese das referências bibliográficas**

Após a exposição dos conceitos teóricos considerados como os mais cruciais para uma correta interpretação da presente dissertação, o Estado da Arte encerra-se com uma secção onde se resumem as motivações, as metodologias e as conclusões das referências bibliográficas selecionadas no capítulo anterior. Num trabalho científico, os processos e ilações de outros autores não podem, de todo, ser descurados, devendo ser observados minuciosamente com o objetivo de assimilar um conhecimento vasto e dotado da perceção de múltiplos pontos de vista. Assim sendo, segue-se um sumário da documentação analisada, por ordem cronológica de data de publicação.

[108]: O impacto de uma base militar na região em que se enquadra depende de vários fatores, que são estudados neste artigo relativamente à base americana da ilha Terceira, nos Açores, que é um importante impulsionador da economia regional. É de salientar que tanto a base militar usufrui de serviços prestados pela ilha, como os habitantes da Terceira podem também servir-se desta infraestrutura, por exemplo, para a aquisição de alguns bens. As equações do complexo modelo aplicado abrangem um vasto leque de variáveis, desde parâmetros de produção, hotelaria e indústria, até indicadores de serviços de educação, transportes e saúde, passando por tópicos de mercado, económicos e financeiros e pela identificação de uma pletera de variáveis consideradas endógenas e exógenas. Prevê-se que o encerramento da base militar das Lajes teria um impacto adverso na economia, afetando, entre outros, a procura por serviços, o setor da construção, o arredamento de habitações, a empregabilidade, ou as exportações e importações.

[51]: O propósito deste artigo diz respeito a averiguar de que forma a atividade na área metropolitana de um aeroporto permite a previsão de crescimento populacional e de empregabilidade. Selecionam-se 83 dos aeroportos dos Estados Unidos da América com maior número de passageiros embarcados para levar a cabo o referido estudo no período temporal de 1990 a 2000. Com quatro tipos de variáveis dependentes analisadas individualmente, constroem-se regressões OLS e 2SLS que consideram um vasto e amplamente representativo número de parâmetros, desde económicos e financeiros até

climáticos e legislativos. Os resultados alcançados afirmam que a quantidade de passageiros embarcados *per capita* constitui um forte fator de previsão de crescimento, o que não se verifica relativamente ao transporte de mercadorias. O custo dos aeroportos tende a estar muito concentrado geograficamente, ao passo que os benefícios se espalham por toda a respetiva comunidade.

[109]: Neste documento observam-se os efeitos económicos resultantes da liberalização do transporte aéreo na Polónia após a entrada na União Europeia em 2004, mais exatamente no tráfego de passageiros, receitas de aeroportos e empregabilidade. Um modelo de regressão linear permite prever a evolução das variáveis referidas com base em dados anteriores a 2004, previsões essas que são depois comparadas com os dados reais. A liberalização do transporte aéreo permite a abertura de novas rotas e a oferta de serviços mais baratos, o que impulsiona exponencialmente o número de voos, a quantidade de postos de trabalho e, assim, a economia.

[7]: Adotando uma *Data Envelopment Analysis* (DEA) como metodologia principal, mede-se a evolução da eficiência e produtividade de aeroportos internacionais chineses de 1998 a 2006. O número de passageiros, volume de carga transportada e receitas de operação são correlacionados, pelo coeficiente de Pearson, com o número de empregados, número de pistas e custos operacionais. A quebra de produtividade verificada em 2003 é descrita como consequência de um lento avanço tecnológico.

[81]: Comparam-se os impactos de dois aeroportos noruegueses na acessibilidade e desenvolvimento regionais, sendo que um deles é um aeroporto mais remoto de pequena dimensão que não tem ligações diretas com a capital do país nem com o estrangeiro e o outro é um aeroporto de tamanho intermédio que já possui as referidas conexões. Um inquérito colocado a mais de 2000 residentes nas duas regiões abordadas indaga acerca de qualidades pessoais e, sobretudo, características das deslocações que costumam efetuar por transporte aéreo. Infere-se que os residentes da região mais remota realizam voos domésticos mais frequentemente, mas voos internacionais com menos regularidade e que o que mais move os passageiros a deslocarem-se para ambas as regiões é trabalho e visitas a amigos e familiares. A frequência de voos para acesso a serviços de saúde tem mais relevância na região correspondente ao aeroporto de menor dimensão. Os aeroportos provam ser determinantes para a população residente, sobretudo no local mais remoto.

[11]: Devido ao facto de a Arábia Saudita ter sofrido um considerável crescimento de setores que beneficiam de recursos minerais, agrícolas e industriais, o desenvolvimento

de transportes tornou-se essencial. Este artigo aborda a importância da estrutura ferroviária de transportes neste país. Afirma-se que o progresso de uma rede ferroviária adequada reduz tanto tempo como custos de transporte, mas também ajuda na integração de várias regiões sauditas. Retira-se desta análise que o crescimento económico e a produtividade regional têm uma relação próxima com o desenvolvimento de infraestruturas de transportes.

[110]: Através de um método de regressão com múltiplas variáveis e dados mensais de 2000 a 2009, confere-se o impacto do transporte aéreo *low-cost* na ilha Jeju, uma província autónoma na Coreia do Sul, na procura turística. Pretende-se avaliar se as companhias *low-cost* geram uma procura e receitas turísticas para a economia da ilha e se têm a capacidade de mitigar as diferenças sazonais na presença de turistas. Adicionalmente, consideram-se as variáveis Produto Nacional Bruto (PNB), taxa de desemprego e o custo de vida na região. Em suma, determina-se que a aviação *low-cost* induz o crescimento do turismo e da economia regional, não contribuindo, no entanto, para a redução de padrões de sazonalidade turística.

[15]: As duas questões abordadas neste artigo são, em primeira instância, a probabilidade de uma região ter um aeroporto e os efeitos trazidos pelos aeroportos para o desenvolvimento económico regional. A utilização de um modelo OLS divide-se em duas partes, com as variáveis dependentes Produto Interno Bruto (PIB) regional *per capita* e um parâmetro binário que indica se determinada região tem ou não um aeroporto. Nas variáveis independentes surgem o número de voos, passageiros e quantidade de carga transportados, população, concentração de indústria de alta tecnologia, educação, taxa de desemprego, um indicador climático que compreende a temperatura média em janeiro e outro que espelha atividades relacionadas com artes e entretenimento. O tamanho da região é a variável com mais correlação com a presença, ou não, de uma infraestrutura aeroportuária, sendo mais provável existir um aeroporto numa região com temperaturas de inverno mais elevadas. As restantes variáveis mostram-se insignificantes neste modelo. Quanto ao desenvolvimento económico, a existência de um aeroporto mostra-se determinante, bem como as qualificações dos empregados e a inovação das indústrias. Já a taxa de desemprego e o clima são adversas e significativas.

[3]: Este documento aborda o tema da conectividade aérea e a sua importância e relação com o crescimento económico. Primeiramente, tendo em consideração que as motivações que levam os passageiros a viajar são distintas, reconhece-se que a conectividade aérea pode ser medida observando muitos e distintos fatores, como, por

exemplo, número de passageiros, preço de viagens, número de destinos, tempo de viagens, média de lugares por voo. De seguida, enaltece-se a importância da conectividade aérea para vários setores da economia global, sendo referido que o setor da aviação contribuiu, em 2012, com 2.4 biliões de dólares americanos para o PIB global (equivalente a 3.4%).

[67]: Esta publicação serve-se de métodos próprios da SNA para mapear a mobilidade turística na região da Sicília, em Itália, mais concretamente a densidade e as métricas DC, CC e BC. Também se coletam dados de um dado número de turistas que utilizem aeroportos ou portos nas principais cidades sicilianas e que tenham visitado pelo menos dois locais. As rotas principais passam por alguns destinos centrais na ilha, sendo que se identificam como os locais mais importantes os que servem de ponte entre duas áreas, zonas da rede onde é mantida a coesão estrutural.

[111]: O problema principal em análise neste artigo prende-se com avaliar de que forma a estrutura da rede aérea global contribui para o desenvolvimento de investimento estrangeiro direto (FDI) em Itália. Os resultados deste estudo comparativo mostram um crescimento dos FDIs nos anos seguintes à abertura de novas rotas aéreas. Desta forma, crê-se que investimentos para melhorar a capacidade e qualidade de transporte, promover o desenvolvimento de aeroportos (sobretudo internacionais) e atrair companhias aéreas são, entre outros, aspetos essenciais para o sucesso regional de FDIs.

[8]: Afirma-se que o transporte aéreo gera três tipos de benefícios económicos. São eles a pegada económica, as vantagens para que usufruiu do tráfego de passageiros e de carga e a promoção de crescimento económico a longo prazo. O documento prende-se com a apresentação de dados detalhados em relação a cada um destes tópicos, demonstrando, de facto, a relevância da indústria aeronáutica e dos seus diferentes tipos de impacto. As consequências positivas incluem contributos significativos para o PIB, a empregabilidade e a indústria da manufatura, impulsionamento do turismo, rendimentos económicos advindos de taxas aeroportuárias, facilitação na rápida e eficaz importação e exportação, aumento de produtividade e conectividade regional, entre muitos outros.

[14]: São construídos modelos de regressão para prever dinâmicas do tráfego de passageiros em sete aeroportos russos com base nas tendências verificadas até ao ano de estudo. Este estudo reforça a relação de proximidade entre a taxa de crescimento do tráfego aéreo de passageiros e o desenvolvimento socioeconómico regional. Um dos fatores chaves e que é estatisticamente significativo para o tráfego de passageiros nos

aerportos é o investimento em ativos fixos, isto é, bens patrimoniais que não são vendidos ou não podem ser convertidos em valores monetários.

[112]: Este documento apresenta uma metodologia para detetar aeroportos críticos, ou seja, aqueles cuja retirada da rede resultaria em maiores perdas de conectividade geral, na rede global de transporte aéreo (ATN). Abordam-se métricas da SNA como conectividade, DC, BC e modelos apoiados na EC e também na *Bonacich centrality*. As conclusões retiradas afirmam que os aeroportos mais críticos podem ser detetados com uma estratégia baseada na BC. Os aeroportos mais centrais são os que têm infraestruturas mais determinantes na resposta a alterações na rede, pelo que a sua identificação é decisiva na elaboração de planos de contingência para situações anómalas.

[102]: É, neste artigo, investigada a relevância de um aeroporto para o desenvolvimento económico da região em que se encontra, sendo o caso de estudo o aeroporto de Wrocław, na Polónia. O processo metodológico compreende um questionário feito aos passageiros em certos meses do ano de 2014, que confirma que a acessibilidade promovida pela presença do aeroporto é um fator crucial para o progresso económico e competitividade regional. O estudo separa os passageiros que viajam por motivos de negócios, visto que estes são uma fatia larga do total de passageiros que utiliza este aeroporto. Ressalta-se a importância de uma transportadora local e a análise demonstra que uma parte significativa dos passageiros que efetuam viagens de negócios não se deslocariam à cidade em causa se não existisse uma ligação aérea.

[106]: É proposta a hipótese de que a inovação relacionada com o transporte aéreo de carga beneficia quem já o utiliza e apoia o desenvolvimento do empreendedorismo por atrair novos clientes. Esta teoria é aplicada à área de influência de dois aeroportos regionais na Estónia e na Polónia. Para tal, aplica-se um questionário a 32 empresas do setor do transporte aéreo de carga, levado a cabo no início de 2013. A hipótese é confirmada com os resultados, que mostram relações positivas entre inovação e clientes, quer já existentes, quer novos para a área. A oferta de competitividade promove redução de custos e eficiência e a inovação emerge não só dos cargos empresariais mais elevados, mas também do envolvimento dos empregados e do desenvolvimento das suas competências.

[20]: Sendo o caso de estudo deste documento a Região Autónoma dos Açores, é apresentado um modelo de *input* e *output* entre as nove ilhas do arquipélago, tendo em conta 25 atividades económicas pertinentes. Esta metodologia inclui as exportações

divididas por setor, investimentos, despesas governamentais e turismo. As conclusões mais detalhadas deste estudo serão abordadas adequadamente no capítulo seguinte da presente dissertação. Infere-se que São Miguel, a maior das ilhas, tem o papel inter-regional mais expressivo e salienta-se o interessante facto de que as ilhas do Faial e do Pico podem beneficiar de efeitos indiretos entre si devido à sua proximidade geográfica e frequente interconexão. Fica demonstrado que a estrutura económica varia de ilha para ilha, bem como o que constitui a base das suas economias, uma vez que as ilhas de maior dimensão funcionam elas próprias como impulsores das ilhas mais pequenas.

[82]: Esta pesquisa fornece evidências empíricas de que há uma relação de causalidade entre a aviação regional e o crescimento económico, tanto a curto como a longo prazo, partindo da análise de 88 aeroportos australianos no período temporal entre 1985 e 2011 para determinar os impactos catalíticos do serviço aéreo. Para determinar a direção de causalidade aplica-se o *Vector Error Correction Model* com a variável número de passageiros e o parâmetro rendimento tributável por agregado. Encontra-se uma relação causal bidirecional em resposta ao tema em análise, ou seja, os aeroportos influenciam o crescimento económico e vice-versa. É sugerido que os aeroportos localizados em zonas mais rurais são os que experienciaram maiores taxas de crescimento.

[103]: Aferir os motivos que levam turistas a deslocarem-se internacionalmente é essencial no que diz respeito à orientação de despesas aeroportuárias e governamentais. Nesse sentido, procuram-se as causas do crescimento turístico na Malásia a partir de dados do período de 2000 a 2012. As regressões aplicadas incluem enquanto variáveis infraestruturas, políticas governamentais, índices de segurança pública, ou um indicador religioso. Os resultados sugerem que os investimentos governamentais no turismo, infraestruturas e instalações aeroportuárias e o ambiente seguro do país emergem como determinantes do crescimento do setor turístico internacional.

[113]: Investiga-se o modo como o desenvolvimento de transportadoras aéreas *low-cost* afetou a performance financeira e o volume de tráfego de aeroportos no Reino Unido entre os anos de 2002 e 2014. A metodologia pode ser resumida à observação de dados, desde número de passageiros transportados por tipo de companhia aérea e receitas aeroportuárias discriminadas até custos de operação. Muitos dos aeroportos que viram o seu tráfego aumentar muito a curto prazo foram também os que sofreram maiores reduções nesse âmbito a longo prazo, o que resultou em reduções de lucros. Pode ser um motivo para tal o facto das companhias *low-cost* estarem a aumentar a capacidade e a servir-se cada vez mais de aeroportos de maior dimensão.

[114]: É oferecida uma visão geral dos transportes e respetivas infraestruturas no continente asiático, com particular foco nos meios de transporte aéreos e marítimos, que são os que mais impacto tiveram no desenvolvimento do turismo e de políticas governamentais. Os tópicos abordados neste documento são a liberalização do serviço aéreo, os aeroportos em si, os modelos de negócio de companhias aéreas e o turismo promovido pelo transporte marítimo. Todos estes são tidos em conta como aspetos que têm impacto no fluxo turístico da região e, por isso, merecedores de planeamento e investimento adequado. É adicionada uma nota relativamente às emissões, especialmente por parte do transporte aéreo, e do custo ambiental que acarretam, sendo que não se pode concluir se os esforços para as mitigar trarão consequências para o custo e, por conseguinte, a utilização dos serviços da aviação.

[115]: A partir da investigação do desenvolvimento do mercado da aviação nos principais 50 aeroportos regionais da Austrália, procura-se compreender a importância do transporte aéreo enquanto fator de desenvolvimento económico, entre os anos de 2005 e 2013. Apresentam-se duas equações segundo o método 2SLS que têm como variáveis dependentes o número de passageiros e a frequência de voos domésticos, sendo ambas estimadas para controlar possível endogeneidade entre ambas. As regressões efetuadas levam a que se conclua que a população local e os seus rendimentos são dois impulsionadores da procura pelo serviço aéreo. Adicionalmente, o aumento do preço de mercadorias aparece correlacionado com um aumento do movimento de passageiros em aeroportos regionais onde a economia local depende fortemente de recursos minerais e a apreciação do dólar australiano interliga-se com a diminuição do fluxo de passageiros em áreas dependentes do turismo. Por fim, denota-se uma contribuição positiva da presença de companhias *low-cost* para com a valorização dos mercados locais.

[116]: O objetivo deste artigo é o de analisar o conceito de cidade-aeroporto no contexto do aeroporto Varsóvia-Modlin Mazóvia, na Polónia. A forte ênfase dada à evolução e desenvolvimento dos aeroportos transpõe o papel determinante dos mesmos na criação de serviços não diretamente ligados ao serviço aéreo, mas que constituem uma fonte de rendimento para o aeroporto, tais como áreas comerciais, de lazer, centros de logística, zonas publicitárias, ou complexos empresariais. Ao certificar que um aeroporto, para além de impulsionar o setor do turismo, contribui em tantos outros campos, um documento deste tipo pode auxiliar a que sejam tomadas as decisões e medidas mais adequadas.

[117]: É abordada a relação entre capacidade de exportação e sucesso económico regional com base no estudo de 81 províncias na Turquia. Definem-se os rendimentos regionais,

a empregabilidade no setor da manufatura, a EC e a presença, ou não, de uma região fronteiriça como as variáveis independentes de um modelo regressivo. As conclusões sugerem que a capacidade de exportação tem, sim, um papel importante na economia regional. Verifica-se uma correlação positiva entre as variáveis selecionadas e a capacidade de exportação, à exceção da centralidade da região.

[118]: Como o seu título indica, este artigo procura compreender, através de uma comparação entre os benefícios económicos e os prejuízos para o meio envolvente, se existe um limite para o crescimento da atividade aeroportuária. As maiores fontes de impactos negativos no ambiente são as emissões da propulsão de aeronaves e o distúrbio ruidoso. No entanto, os aeroportos geram receita com efeitos diretos e indiretos, por exemplo, no que toca a empregabilidade. Assim, estima-se que, em geral, os benefícios económicos da operação do aeroporto estudado sobrepõem-se aos prejuízos gerados, tendo um índice de impacto cerca de cinco vezes superior.

[119]: No contexto do aeroporto de Zhengzhou (Henan, China), utiliza-se uma análise SWOT (pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças) para avaliar como podem ser aperfeiçoadas e melhoradas as áreas de produção mais sofisticadas para desenvolver a economia relacionada com a aviação, visto que estes são dois campos fortemente interligados. Ao abordar políticas governamentais e estratégias de inovação, progresso, educação profissional e investimento, destacam-se as áreas cujas melhorias urgem para que seja retirado um maior proveito do setor aeronáutico.

[65]: No contexto dos Estados Unidos da América, procede-se à análise da rede de transporte aéreo através de diferentes medidas de centralidade, que ajudam a identificar características dos aeroportos. Essas características, como os aeroportos mais movimentados, ou as rotas mais rápidas, permitem destacar os aeroportos que mais expressivamente impactam a economia, sendo esta a finalidade deste estudo e o tipo de conclusões que se visa retirar. Para além das métricas DC, BC, CC e EC, dão-se a conhecer a *Reach centrality* e a *Information centrality*.

[120]: Visa-se verificar uma correlação entre a sustentabilidade aeroportuária e o orçamento do governo local na Indonésia, país insular que beneficia em larga escala da presença de transporte aéreo. A metodologia consiste na aplicação do método *T-Value Test Results* com dados aeroportuários, de passageiros e carga transportados e valores relacionados com a economia local, mais concretamente riqueza, receitas e investimentos. Com base na análise estatística levada a cabo, não existe uma correlação significativa entre a performance aeroportuária e a performance do APDB (esforço do

governo local para otimizar recursos e aumentar receitas e o bem-estar social), o que indicia que os governos regionais devem participar mais ativamente no que toca a investimentos na área de influência do aeroporto.

[121]: Neste estudo dissecam-se o impacto de voos internacionais de longa distância na atividade económica. Infere-se que a existência de conexões fomenta o surgimento de novas ligações e que as ligações aéreas entre locais dão aso ao estabelecimento de conexões entre negócios, o que comprova que o movimento de pessoas provoca o movimento económico. Apesar destes benefícios locais, estima-se que o aumento da conectividade cria e aumenta desigualdades locais e globais, sendo que áreas distantes dos aeroportos continuam a ficar para trás no desenvolvimento. Assim sendo, ainda que os voos de longa distância promovam o progresso, a região onde se localiza o aeroporto tem de ter algumas características adicionais atrativas para poder sair beneficiada.

[122]: Neste estudo considera-se a possibilidade de existência de uma *Freight Village* relativa ao aeroporto de Pardubice, na República Checa, que interligaria transporte aéreo, ferroviário, marítimo e por rede de estradas. Assim, examina-se a importância do aeroporto regional para o desenvolvimento económico regional através de uma análise SWOT. A construção desta *Freight Village* neste que é um nó importante prevê criar condições para melhorar a produção do setor da aviação e impulsionar o potencial de toda a região correspondente.

[10]: Neste documento descrevem-se as mudanças e dinâmicas dos aeroportos da Nova Zelândia de 2001 a 2016. O transporte aéreo é muito importante para a economia deste país insular, ao conectar diferentes zonas, desbloqueando oportunidades económicas, importações e exportações mais acessíveis, impulsionando o turismo e o investimento na região. Assim, faz-se um levantamento da disponibilidade de lugares, voos agendados, destinos domésticos e internacionais, importações e exportações e variáveis turísticas, sendo que ainda se refere que um ponto importante para o desenvolvimento do transporte aéreo é o rápido crescimento do setor de serviços aeronáuticos *low-cost*. Com isto, traça-se um plano, com base nos desenvolvimentos a curto e a longo prazo, daquilo que deve ser efetuado para garantir uma continuidade positiva para este setor.

[19]: Este estudo procura examinar o contributo do transporte aéreo para o desenvolvimento regional na Indonésia, um país insular no qual a aviação tem um papel preponderante. Primeiramente, afirma-se que o setor aeronáutico é extremamente importante para regiões em desenvolvimento, pois proporciona, desde logo, oportunidades de exportação de produtos provenientes da agricultura local e de outros

recursos naturais locais para mercados internacionais. A metodologia consiste numa regressão OLS que tem como variável dependente o PIB regional *per capita* e enquanto termos independentes a população, passageiros e carga transportados, número de voos, competências de trabalhadores, setor da manufatura, taxa de desemprego e um parâmetro turístico. Conclui-se que o número de voos, passageiros e carga transportada têm uma correlação positiva com o PIB regional, assim como a indústria da manufatura, média e elevada competência dos profissionais e o turismo. A taxa de desemprego devolve continuamente um efeito adverso no PIB. Já os trabalhadores menos qualificados não produzem um impacto significativo, o que pode estar associado à sua baixa produtividade.

[12]: São apresentadas características do aeroporto de Lublin, na Polónia. Após análise dos tempos e custos de viagem efetuados por diferentes meios de transporte do centro da cidade para o aeroporto, referem-se as ligações do aeroporto de Lublin e o número de operações e passageiros ao longo dos anos, desde 2012 até ao primeiro trimestre de 2018. Conclui-se que o desenvolvimento dos serviços de transporte aéreo transformou os aeroportos em elementos indispensáveis e um dos símbolos da economia moderna.

[89]: Com uma coleção de dados de 2004 a 2014, investiga-se a relação entre o transporte aéreo de aviação civil e o comércio aeronáutico internacional. Para isso, são consideradas ligações da região italiana da Lombardia com 30 países europeus, com especial foco no tipo de trocas comerciais entre si. Adota-se um modelo econométrico e um modelo DID (*Difference-In-Difference*) para relacionar variáveis dos dois campos mencionados. As evidências empíricas de que a aviação encerra infraestruturas essenciais para a abertura económica regional e a sua respetiva capacidade de exportação e importação.

[53]: O estudo apresentado aborda o papel dos aeroportos regionais no desenvolvimento local e, também, enquanto atores de proteção civil, especificamente no caso da Suécia. Na contextualização teórica é dado destaque aos vários tipos de efeitos económicos que um aeroporto pode ter sobre uma região. A metodologia envolve uma combinação de análise documental, entrevistas a *stakeholders* relevantes e um processo de acordo com a técnica CATWOE (*Customers, Actors, Transformation, Worldview, Owner, Environmental*). As conclusões referem que os custos e benefícios estão desigualmente distribuídos entre *stakeholders*, pelo que se deveria passar a considerar com mais veemência o valor de cada um deles. Entre as variadas valências de um aeroporto, destaca-se a contribuição destas infraestruturas em situações de crise, tais como

emergências de saúde ou durante incêndios florestais, como os que ocorreram no país no verão de 2018.

[26]: Ao utilizar conceitos abarcados pela SNA, pretende-se entender a estrutura da rede ferroviária chinesa, observada como uma rede cujas ligações têm pesos diferentes. Maioritariamente, são calculadas quatro centralidades para os nós da rede: DC, BC, CC e *Strength centrality* e chega-se à conclusão de que a DC está positivamente correlacionada com as restantes. São destacadas também as ideias de APL, CCL e Índice de Gini, sendo este último aplicado para medir a heterogeneidade da rede. No entanto, por se afirmar que nem sempre os nós com centralidades mais altas são os mais conectados, devido à influência de fatores sociais, políticos e geográficos, é proposta uma nova métrica baseada nas medidas de centralidade enumeradas que melhora a compreensão da acessibilidade e eficiência da rede estudada.

[123]: É estimado um modelo econométrico que correlaciona a empregabilidade com exportações mais significativas, apoios financeiros externos e dívida pública no contexto dos Açores entre 2001 e 2016, com vista a examinar quais os fatores mais relevantes para a economia do arquipélago. A partir de 2008, verifica-se uma quebra da empregabilidade nas ilhas açorianas, resultante de um “colapso financeiro” e a partir de 2014 surge um rápido aumento na quantidade de turistas, fruto da liberalização do transporte aéreo. O modelo de regressão gerado prova prever eficazmente a empregabilidade nos Açores. Descobre-se que a exportação de leite, o número de hóspedes em unidades hoteleiras e as transferências de dinheiro públicas estão positivamente correlacionadas com a taxa de empregabilidade. Por outro lado, e sem surpresas, a dívida pública relaciona-se negativamente com o emprego do ano subsequente.

[85]: O foco deste estudo é a avaliação da influência da performance produtiva de mercadorias exportadas, no Brasil, na procura por transporte aéreo regional de passageiros nas regiões onde as referidas mercadorias são produzidas. Constrói-se uma regressão linear simples entre volumes de produção e preços de mercado, disponibilidades de lugares no transporte aéreo, receitas do serviço aeronáutico, tarifas aeroportuárias e fatores macroeconómicos, como taxa de desemprego, população e PIB. Os resultados mostram que os maiores impulsionadores da oferta e procura por transporte aéreo variam consoante os mercados, quer por diferenças regionais, quer por disparidades de especialização económica local. As ligações entre variáveis são ambíguas, visto que em alguns locais foram verificadas correlações fortes, mas não noutros.

[124]: Contrariamente aos indicadores tradicionais, propõe-se dissecar o tecido económico de acordo com os pontos do total de importações e exportações, de estrutura da rede e de diversificação de importações e exportações. Quanto à estrutura da rede são introduzidos cinco tipos de centralidade. Aplica-se ainda o coeficiente de correlação de Pearson entre os três tipos de variáveis e o logaritmo do PIB. As conclusões deste estudo demonstram que as métricas de centralidade explicam até 85.4% da variação do PIB, sendo por isso muito mais úteis do que indicadores relacionados com importações e exportações.

[73]: Esta referência bibliográfica dedica-se ao estudo dos efeitos da consolidação de companhias aéreas na conectividade da rede aérea e, para isso, utiliza DC, CC, BC e uma regressão entre estas últimas e PIB, preço de combustível de avião, a população e o rendimento *per capita*. Fica demonstrado que a junção de companhias aéreas pode afetar a centralidade de aeroportos, ainda que a evolução na estrutura da rede ao longo do tempo seja independente do processo de consolidação. O facto de ser plausível que a procura por transporte aéreo tenha aumentado interfere com a propriedade das ilações

[68]: O principal contributo deste artigo para a presente dissertação é a exemplificação de métricas de SNA como densidade, APL, CCL, DC e BC com o propósito de construir uma rede baseada em fatores económicos para 8 “aglomerações urbanas” na China. Conclui-se que as cidades com BC mais elevada, geralmente localizadas em zonas centrais da rede, têm maior potencial de desenvolvimento. As medidas BC e DC apresentam alta correlação entre si, indiciando que as cidades mais centrais na rede são as que têm mais ligações e que mais frequentemente desempenham o papel de intermediação entre dois outros locais.

[9]: Por abordar o contexto da Grécia, este é um documento que possibilita o entendimento da função do transporte aéreo na economia de regiões periféricas, enfatizando os fatores que determinam a atratividade dos aeroportos regionais gregos. A dinâmica dos aeroportos é formulada numa equação que envolve o tráfego de passageiros e o turismo descreve-se consoante uma relação entre chegadas de estrangeiros aos aeroportos e dormidas de clientes internacionais em hotéis. Os aeroportos de maior dimensão mostram ser os mais atrativos para passageiros, sobretudo devido a melhor conectividade. A correlação mostra que a existência de um aeroporto é mais crítica em zonas mais desenvolvidas turisticamente.

[125]: Este estudo procura estimar a eficiência aeroportuária com recurso a uma *Data Envelopment Analysis* modificada para contornar dificuldades em obter amostras de

dados significativas e a presença de variáveis endógenas. Utilizando, entre outras técnicas, uma variável instrumental, são analisados 11 aeroportos neozelandeses entre os anos de 2006 e 2017. As conclusões principais demonstram que a privatização de aeroportos, o aumento de turistas, o incremento no número de regiões conectadas diretamente e a presença de companhias *low-cost* são os fatores que mais positivamente afetam a performance e a eficiência dos aeroportos estudados. As melhorias na acessibilidade por transporte aéreo de regiões mais pequenas mostraram ter impacto no crescimento económico regional e no bem-estar das comunidades locais, levando a aumentos de atividade turística, oportunidades de emprego e PIB regional. No entanto, é inferido que a eficiência aeroportuária é negativamente impactada pelo aumento de ligações internacionais.

[126]: Ao analisar os aeroportos de Edimburgo, Glasgow e Prestwick num período de 12 anos, este estudo visa avaliar a concorrência aeroportuária na região das Terras Baixas da Escócia. Desta forma, são recolhidos dados referentes à evolução das taxas e preços concernentes aos aeroportos, são apresentados os resultados de um questionário para apreciar a satisfação dos passageiros quanto à qualidade do serviço e é descrito o progresso do número de rotas da rede de cada aeroporto. Posto isto, nota-se que a competitividade dos aeroportos se intensificou mormente aquando do surgimento de transportadoras *low-cost*, cujas estratégias a promovem cada vez mais, e, ainda, com a progressiva liberalização do serviço aéreo. Os pontos abordados têm impacto quer na regulamentação dos aeroportos, quer no bem-estar económico da região estudada.

[62]: Este artigo apresenta uma metodologia para avaliar a relação entre centralidade e competitividade no caso de estudo de entidades de piscicultura no Brasil. O grau de competitividade é determinado pela combinação de sete indicadores. Apesar dos três indivíduos com maior nível de competitividade serem também aqueles com DC mais elevada, os resultados obtidos permitem depreender que a relação entre a DC e a competitividade não é homogénea, estando esta última dependente de outros fatores, como produção, mercados ou instituições. Ainda assim, afirma-se que uma elevada centralidade permite melhor acesso a informação, o que conduz a maior competitividade.

[104]: Focado no município de Angra do Heroísmo, nos Açores, este estudo serve o propósito de examinar a capacidade exportadora e as áreas passíveis de substituição de importação de bens e serviços por oportunidades de produção local. Refere-se que a economia da ilha Terceira advém largamente de exportações de laticínios e carne bovina, pesca, transferências públicas externas, turismo e outras exportações, variáveis essas que

são divididas na percentagem que representam para a base económica de cada uma das ilhas do arquipélago, analisando-se o efeito multiplicador de cada setor para a produção geral. As conclusões reforçam que a liberalização do transporte aéreo e também da produção de leite só não têm mais impacto na economia da ilha por haver apenas uma indústria de fabricação de laticínios, pelo aeroporto ter tráfego condicionado e devido ao porto marítimo ter tarifas pouco competitivas. No sentido de alargar a análise efetuada, é colocado um questionário aos principais exportadores e importadores, para identificar restrições e potencialidades destas atividades. Posto tudo isto, elabora-se um plano de ações consideradas adequadas tendo em conta os tópicos mencionados.

[127]: Este artigo propõe-se a medir a eficiência de 32 aeroportos em Itália e investigar o modo como determinadas características influenciam a produtividade e sustentabilidade dos mesmos. A liberalização do transporte aéreo abole restrições de capacidade e entraves económicos, pelo que tem um papel preponderante na eficiência aeroportuária. Uma metodologia baseada em *Data Envelopment Analysis* leva a que se conclua que aeroportos mais pequenos com forte presença de transportadoras *low-cost* tendem a ser menos produtivos e que a eficiência e as consequências ambientais são independentes do tamanho do aeroporto.

[128]: Examina-se até que ponto é que a conectividade e centralidade de uma região estão interligadas com o seu desempenho económico. São muitos e distintos os indicadores utilizados nas equações de regressão utilizadas neste documento, de entre os quais, o PIB, o recíproco do índice de Gini, o total de empregadores por setor, habitantes por área, para além da inclusão de uma medida de produtividade associada à capacidade de exportação e um índice de complexidade económica, a título de exemplo. Em resposta à questão inicial, prova-se que a análise da conectividade e da centralidade são úteis para o entendimento do desenvolvimento regional e, também, que a estrutura da rede em estudo é inapropriada para análise regional e deve ser adaptada.

[70]: O ponto central deste artigo é uma RBC (*Resource-based city*) na China, nomeadamente a abordagem a um sistema de indicadores para analisar o processo de desenvolvimento de Shuozhou, uma RBC, no período temporal entre 1989 e 2016. Os três principais pontos de vista em análise são enumerados como harmonia social, desenvolvimento económico e melhorias ambientais. Nesse sentido, são muitos os indicadores selecionados para examinação, como, por exemplo, população e a sua taxa de crescimento, PIB, investimentos, proporção de indústrias de diferentes setores e, ainda, variáveis de saúde, de educação e relacionadas com o meio ambiente. Quanto à análise da rede, estudam-se DC, CC, BC, EC, CCL e APL. Os nós mais importantes e que

formaram as fundações da rede foram população, PIB, indústria do carvão e as emissões de resíduos industriais, apesar de o maior impulsionador do desenvolvimento da cidade em estudo ter mudado ao longo do tempo.

[52]: Afere-se os efeitos dos aeroportos regionais naquilo que é descrito como sendo a resiliência social, da qual são exemplos o combate a consequências de catástrofes naturais, missões de auxílio, o assegurar de serviços de saúde em regiões pouco povoadas, entre outros. Os resultados estão em concordância com as conclusões de estudos semelhantes do mesmo autor. Os aeroportos são infraestruturas fundamentais, pelos seus ativos fixos e serviços operacionais, para o bem-estar social.

[79]: Nesta referência bibliográfica é aferido o efeito dos aeroportos no desempenho económico local que surge por intermédio de um melhor acesso a mercados domésticos. Numa abordagem a uma expansão da rede de aeroportos da China, começa por se mencionar os diferentes tipos de impactos advindos da presença de um aeroporto. Após a consideração de uma CC ponderada, são tidas em conta múltiplas variáveis, entre as quais empregabilidade, salários e ativos fixos para a construção de regressões que as relacionam com o PIB. Retira-se a principal conclusão de que melhorias no acesso e infraestruturas relacionadas com o transporte aéreo doméstico conduzem a um aumento da produtividade industrial local e do PIB. Infere-se que os aeroportos favorecem pequenas firmas do setor da manufatura, empresas com parcelas privadas significativas e maioritariamente localizadas em zonas com elevada população, mas com baixo índice educativo.

[4]: Uma rede pode ser, ou não, ponderada (*weighted* ou *unweighted*), isto é, as ligações entre nós podem ser consideradas como tendo diferentes “pesos”, mas podem também ser entendidas como uniformes. A comparação entre estes dois tipos de rede é o propósito deste estudo, mais concretamente o cálculo de medidas de centralidade em cada caso para avaliar a robustez da rede. As centralidades calculadas são DC, EC, CC e BC, que depois se correlacionam por intermédio de regressões com as variáveis *Recursive Power* e *Recursive Centrality*. Entre outros tópicos, menciona-se ainda o CCL e a APL. As ilações indicam que nenhuma das medidas de centralidade tem vantagem significativa em relação às restantes no que concerne à representação da robustez da rede.

[25]: Com base nas ligações entre cidades, selecionam-se medidas de centralidade e o conceito de “caminho mais curto” para aferir características e eficácia da rede de cidades na China, que abrange as redes de caminhos de ferro, serviço aéreo e autoestradas.

Depois de DC, CC e BC, formula-se a eficácia de um nó como o inverso do caminho mais curto entre esse e outro vértice. As cidades com maior nível económico revelam-se como as que mais ligações possuem e, portanto, aquelas com maiores índices de centralidade. O estabelecer de ligações de transporte entre cidades com elevada centralidade deve ser uma prioridade para aumentar a eficácia da rede, que se correlaciona positivamente com o desenvolvimento regional.

[57]: A metodologia desta pesquisa propõe-se a estimar a fiabilidade da rede de transporte aéreo do Brasil, com base na centralidade dos aeroportos que a compõem, fiabilidade essa que está associada com o bom funcionamento de um sistema, a ausência de falhas e as condições gerais. Os dados utilizados datam entre 2000 e 2018 e a medida de centralidade adotada é a EC, que possibilita a identificação da importância das ligações de cada aeroporto. É ainda adaptada uma função que estima o risco associado a uma unidade (neste caso, um aeroporto) num determinado momento temporal. Os resultados permitem classificar os aeroportos estudados em três grupos principais: adequados, preocupantes e críticos, o que permite sinalizar aquelas cuja operação de tráfego aéreo doméstico pode ser interrompida. Tal intermissão afeta principalmente regiões de difícil acesso por outros meios de transporte. As ilações deste estudo podem auxiliar no desenvolvimento de uma rede de aeroportos com qualidade, fiável e resiliente, fomentando o desenvolvimento económico e a equidade de acesso a diferentes regiões.

[61]: Uma análise conduzida a partir de dados de províncias chinesas de 2001 a 2016 promove uma abordagem no âmbito da SNA para apurar atributos da rede de inovação tecnológica na área das energias renováveis. Fora DC, CC e BC como características dos nós, têm-se em conta os indicadores densidade, hierarquia, conectividade e eficiência como particularidades de análise da rede em si. É de notar o estabelecimento de correlações entre variáveis geográficas, demográficas, económicas, comerciais, ou laborais, por exemplo. Regista-se que cidades mais desenvolvidas e mais próximas de regiões costeiras correspondem a índices de centralidade mais elevados, tendo um papel mais preponderante e influente na rede.

[22]: Visto que o turismo constitui uma atividade crucial para a sustentabilidade regional, esta pesquisa procura avaliar a perceção de quem desempenha cargos de gestão em companhias turísticas nos Açores acerca da subsistência desta área no arquipélago. Após a exposição do número de empresas por área de atividade, dentro do setor do turismo, por número de empregados, por região e por período de atividade, aplica-se um questionário referente a práticas sustentáveis. Demonstra-se que as estratégias mais

adotadas pelas empresas inquiridas são a priorização da aquisição de produtos e serviços regionais, a separação e assecuração do correto tratamento de resíduos, a minimização de utilização de substâncias tóxicas e a adoção de produtos e serviços não nocivos para o meio ambiente. Por fim, realça-se que a sustentabilidade do turismo em territórios é essencial para a competitividade e bem-estar dos mesmos. As conclusões deste estudo viabilizam a formulação de políticas de recomendação para entidades compreendidas no setor estudado.

[74]: Este artigo analisa a estrutura da rede de transporte aéreo nos países BRI (*Belt and Road Initiative*). A centralidade é avaliada a nível local com a DC e a nível global com a BC, aplicadas a ligações ponderadas. Esta métrica é empregue também no âmbito de portos marítimos a ferroviários. O processo descrito permite hierarquizar os 100 melhores aeroportos para trânsito geral e para a função de *hub*, sugerindo ainda as cidades que têm potencial de vir a operar em vários meios de transporte distintos. Sugere-se que aplicações futuras deste modelo podem incluir outros fatores passíveis de influenciar a rede, mencionando-se as disrupções provocadas pela pandemia de COVID-19.

[129]: Assim como no outro documento estudado deste autor principal ([53]), analisa-se o papel dos aeroportos regionais em períodos de crise na Suécia, mais concretamente, no caso dos incêndios florestais que afetaram o país no verão de 2018, evento em que a operação eficiente dos aeroportos desempenhou um papel crítico. Adicionalmente, os aeroportos regionais surgem como cruciais por assegurarem acesso a cuidados de saúde, promoverem o turismo e terem tantas outras valências, incluindo até particularidades como o contributo em transporte para estabelecimentos prisionais. Apesar disso, salienta-se que as decisões governamentais não devem depender somente do número de passageiros, visto que, dessa forma, não se edifica uma base suficientemente sustentada para tomar decisões de desenvolvimento regional, gestão de situações de crise e proteção civil.

[130]: O *Multifactor Productivity* (MFP) é uma medida que reflete a eficiência económica ao comparar a quantidade de bens e serviços produzida com a combinação de *inputs* utilizados para a referida produção, pelo que pode ser apresentada na forma da equação da função de produção de Cobb-Douglas. Este estudo interliga esta medida com uma nova centralidade, denominada *Harmonic centrality*, de modo a ter em conta o modo como esta última explica o MFP em regiões da Rússia. Chega-se à conclusão que a produtividade de uma região está dependente do seu posicionamento na rede de estradas do país, bem como da sua riqueza em recursos naturais.

[13]: Neste documento é analisado o contributo dos aeroportos regionais na Colômbia para o desenvolvimento da rede doméstica de transporte aéreo, a conectividade das regiões e o desenvolvimento socioeconómico. Saliente-se que 42.3% do território colombiano faz parte da floresta da Amazônia, pelo que, em muitos casos, o transporte aéreo é a única forma de acesso a regiões remotas, isoladas e periféricas. Por conseguinte, infere-se o papel fundamental dos aeroportos na conectividade e desenvolvimento das regiões em que se localizam. Examina-se o crescimento do tráfego entre 1992 e 2019 em cada região analisada, o PIB regional e calcula-se o índice de Gini para determinar a concentração do tráfego doméstico. Afirma-se, ainda, que a liberalização da indústria aeronáutica ajudou ao rápido desenvolvimento do transporte aéreo e da rede de aeroportos.

[131]: A proposta deste estudo é a medição dos efeitos do transporte de mercadorias em 29 economias em desenvolvimento, com base em dados do período temporal de 2012 a 2018. A metodologia envolve seis variáveis, relacionadas com os vários tipos de infraestruturas de transportes das quais depende a razão entre exportações e PIB e inicialmente é feita uma regressão OLS, seguida de outros modelos de correlação. Os resultados revelam que a qualidade das estradas e dos portos contribui significativamente para o aumento das exportações. No entanto, nos casos de estudo abordados, a qualidade das infraestruturas aeroportuárias tem um impacto inconspícuo.

[23]: Nesta investigação são utilizados indicadores de acessibilidade e conectividade para avaliar o impacto que as infraestruturas de transportes podem ter nos residentes locais em quatro das ilhas do arquipélago dos Açores. Um estudo demográfico divide as ilhas em aglomerados urbanos, que são posteriormente separados de acordo com o grau de acessibilidade. Os recentes avanços nos Açores tornam imperativo que se continue a capitalizar e dinamizar esta região, nomeadamente enquanto destino turístico, na preparação de profissionais e serviços e adequação de oferta ao contexto de cada ilha. Ainda que a insularidade tenha já sido reconhecida como um obstáculo expressivo ao desenvolvimento regional dos Açores, os investimentos feitos na acessibilidade da região, sobretudo a nível do transporte aéreo, tiveram rápidas repercussões positivas, com o aumento substancial dos passageiros transportados, maioritariamente em Ponta Delgada, ilha de São Miguel.

[80]: Examinam-se os efeitos que os principais *hubs*, na China, têm no desenvolvimento económico, nomeadamente os efeitos diretos dos aeroportos na economia local e os efeitos colaterais verificados em cidades ligadas à rede doméstica de aviação. Utilizam-se dados de 45 cidades chinesas desde o ano de 2005 até 2018. Apresenta-se um modelo

de regressão, que aplica o conceito da função de produção de Cobb-Douglas. A variável PIB é dependente do número de passageiros, carga transportada, frequência de voos, número de rotas e variáveis descritivas de empregabilidade, turismo, infraestruturas e conectividade regional. A metodologia, entre outro, serve-se de modelos OLS e GMM, bem como de um método que trata o já descrito problema da endogeneidade. Os resultados mostram que o tráfego aéreo de passageiros e carga e a frequência de voos induzem efeitos positivos a todas as cidades circundantes e conectadas à rede de transporte aéreo. As variáveis estudadas têm impacto positivo no PIB da região onde se localiza o aeroporto. Conclui-se também que aumentar a frequência de voos produz um maior impacto no PIB regional do que expandir o serviço aéreo com rotas para novos destinos e que a o transporte aéreo de carga tem menos influência no desenvolvimento económico do que o transporte aéreo de passageiros.

[1]: Aplicado a cidades do Irão, este trabalho visa examinar a correlação entre a acessibilidade de uma região (nos diferentes tipos de redes de transportes, como ferroviárias, aéreas e de rodoviárias) e parâmetros económicos e sociais dos respetivos habitantes. Para tal, é usado o coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados deste estudo mostram que o acesso disponível a redes de transporte não só influencia fortemente o desenvolvimento económico, mas também o tamanho da população. Conclui-se, ainda, que a secção do transporte feita por estrada é a que mais se correlaciona com o desenvolvimento económico e com a taxa de desemprego.

[2]: Aqui estuda-se se a abertura de aeroportos em cidades de tamanho pequeno e médio é “a chave para o crescimento económico, ou um fardo desnecessário”, sendo o caso de estudo relativo à China. Este artigo apresenta uma junção de vários métodos de análise, entre os quais a regressão OLS e um modelo 2SLS com uma IV construída a partir de dados históricos de acessibilidade e densidade de aeroportos, para contornar a endogeneidade. A principal conclusão afirma que os aeroportos têm um efeito positivo no desenvolvimento económico local, ainda que esse efeito dependa da indústria e recursos da região. Assim, os aeroportos promovem o crescimento de cidades de menor dimensão apenas por enaltecem a vitalidade económica de pequenas firmas, levando a aumentos de produtividade, acessos, vendas, exportações e investimentos.

[78]: Neste documento, os autores focam-se na determinação da cidade-aeroporto do Aeroporto Internacional do Cairo no contexto da Região Metropolitana do Grande Cairo, com base na projeção de conceitos e indicadores regionais para entender como esta cidade-aeroporto se enquadraria na economia. Depois de prever as características da cidade-aeroporto, tendo em conta os seus diferentes tipos de impacto, o estudo em causa

conclui que esta região demonstra inabilidade de atrair turismo e indústrias que requeiram rápido acesso a fornecedores, consumidores, clientes e parceiros, o que acentua a necessidade da implementação da cidade-aeroporto.

[50]: A finalidade deste estudo é utilizar a SNA para detetar *hubs* chave através da centralidade de aeroportos e examinar a relação entre centralidade e indicadores económicos de regiões vietnamitas. Por conseguinte, relativamente a 20 aeroportos, de 2014 a 2018, calcula-se a DC e, ainda, a *Bonacich Centrality*. Para além de serem identificados os aeroportos que de modo mais preponderante funcionam como *hubs*, fica demonstrada uma correlação forte entre ambos os indicadores de centralidade e quer densidade populacional, quer PIB regional. No entanto, o facto desta análise ser efetuada somente com dados de fluxos de passageiros é encarado como uma fraqueza, uma vez que o fluxo de mercadorias pode trazer um entendimento adicional do crescimento de aeroportos e da sua influência em fatores socioeconómicos.

[5]: Este estudo explora a causalidade entre o transporte aéreo e o crescimento económico, utilizando, para tal, dados entre os anos de 1993 e 2019 dos países BRICS. O setor aeronáutico é observado como um impulsionador económico, afirmando-se que o mesmo contribuiu para 4.1% do PIB mundial e gerou 88,7 milhões de empregos no ano de 2018. As variáveis dependentes e independentes vão sendo alternadas em sucessivas regressões, uma vez que é objetivo examinar se as relações são unidirecionais ou bidirecionais. Encontra-se uma relação causal unidirecional a longo prazo do transporte de passageiros e carga para com o progresso económico dos países, apesar de se mencionar que, a curto prazo, poderá ser o crescimento económico a impulsionar o transporte aéreo.

[6]: O transporte aéreo é um fator impactante no desenvolvimento de regiões no que diz respeito à indústria e ao turismo, de acordo com o afirmado neste documento. O problema em estudo é aplicado ao crescimento do transporte aéreo em duas regiões na Eslováquia. A relevância deste estudo surge do destaque dado aos efeitos dos aeroportos no progresso regional. O método adotado consiste num questionário dividido em duas partes – uma focada no turismo e outra na indústria –, cuja colocação se justifica por dados insuficientes. O artigo termina com propostas para o desenvolvimento do setor aeronáutico que apontem para o aumento da atratividade das regiões e, conseqüentemente, do número de passageiros, como, por exemplo, voos para novos destinos.

[59]: Através da análise de características estruturais da rede, obtêm-se correlações e regressões que exprimem os fatores mais influentes no fluxo turístico na região do Delta do Rio Yangtzé, na China. Usam-se algumas métricas de SNA, como densidade, DC, BC e CC, em adição a um tipo de análise regressiva entre matrizes de dados. Os parâmetros escolhidos abordam a qualidade e conveniência dos serviços de transporte e turísticos, o desenvolvimento económico local e apoios governamentais, sendo que todos estes revelam ter impactos significativos no fluxo turístico. Cidades com melhor acessibilidade estão mais vulneráveis a beneficiar de efeitos colaterais do turismo em cidades mais centrais. Neste estudo não são esquecidos os efeitos que situações como a pandemia de COVID-19 têm na chegada de turistas à região.

[132]: Este artigo analisa os efeitos económicos da redução da dimensão e do encerramento de uma base militar a nível regional, considerando o caso particular da base aérea militar americana localizada nas Lajes, ilha Terceira, Açores. Primeiramente, descreve-se a empregabilidade por área, por tamanho de empresa, por nível de educação e por rendimento. É aplicado um modelo que incorpora investimentos, PIB regional e outros indicadores económicos, que revela que os investimentos na economia da ilha dependem positivamente do crescimento do PIB. No decorrer do documento, dá-se também destaque ao bem-estar económico da população, a importações e exportações. As previsões para o ano de 2030 afirmam que, na ausência de políticas de mitigação, a redução de importância da base aérea das Lajes irá resultar em efeitos negativos no PIB, redução de importações e exportações, subida de desemprego e queda de investimentos, sendo que a porção da população com menores rendimentos é a mais afetada.

[60]: Analisa-se a rede de comboios de alta velocidade no que diz respeito à sua importância para o desenvolvimento urbano na China. As métricas de rede adotadas são conectividade, força das ligações e uma medida de centralidade formulada com uma combinação das duas variáveis anteriores. Descobre-se que a rede ferroviária de alta velocidade melhora muito a conectividade das cidades, mas promove um desequilíbrio urbano ao hierarquizar a estrutura da rede e dificulta o crescimento económico local em regiões periféricas. Assim, o impacto da rede não é heterogéneo e agrava desigualdades económicas.

[97]: São coletados dados de seis economias do sul asiático, entre 1998 e 2017, para investigar o impacto do turismo no crescimento económica, visto que este setor contribuiu determinadamente para o PIB mundial nas décadas transatas. Na persecução desse objetivo aplica-se uma variação do método OLS – a técnica *Fully Modified Ordinary Least Squares* – baseada na génese de outros conceitos, como a

função de produção de Cobb-Douglas. A regressão relaciona o PIB com fatores como receitas do turismo internacional, despesas governamentais ou taxa de crescimento populacional. Os resultados provam uma correlação positiva entre o turismo e o crescimento económico local, pelo que as regiões estudadas devem focar-se em melhorar as áreas de negócio que este setor compreende.

[107]: Os impactos da atividade aeroportuária podem ser interpretados de diferentes pontos de vista. Neste documento, através de um questionário realizado na Coreia do Sul, afere-se a perspetiva pública dos benefícios da operação de um aeroporto para o desenvolvimento regional. As perguntas dividem-se em cinco categorias principais: vantagens económicas regionais, efeitos relacionados com o aumento da utilização do transporte aéreo, consequências do aumento de relações com outras regiões, resultados do desenvolvimento regional e prejuízos para a região. Posteriormente são construídas regressões entre combinações das respostas obtidas. O público entende que todos os efeitos positivos estão interligados e os resultados indicam que existe uma maior perceção dos efeitos positivos do que dos negativos em relação à operação e ao desenvolvimento dos aeroportos. No entanto, isto indicia que existe um limite na proporção entre impactos positivos e negativos que convence o público em geral a aceitar os efeitos negativos.

[133]: Similarmente ao abordado em [119], pretende-se estudar o desenvolvimento da economia relacionada com a aviação no aeroporto de Zhengzhou, província de Henan, na China, através de uma análise SWOT, ou seja, aferindo vantagens, desvantagens, oportunidades e ameaças do progresso resultante do transporte aéreo, e da aplicação de um método de correlação. Fica demonstrado que o desenvolvimento da indústria aeronáutica está relacionado, em particular, com o PIB regional e, em geral, com o avanço económico. O transporte aéreo atrai empresas de inovação tecnológica, de manufatura e manutenção, com pessoal especializado, entre muitas outras de várias áreas de negócios, para além de aumentar exponencialmente a empregabilidade e as capacidades comerciais da região em causa. A análise efetuada ajuda também na definição de linhas de pensamento para futuras decisões em relação a melhorias no setor aeronáutico.

[134]: Esta é uma investigação acerca da relação entre um grupo de aeroportos na China e o desenvolvimento regional. Para isso, formulam-se modelos para avaliar a sinergia entre os aeroportos e a região, utilizando o conjunto de aeroportos de Nova Iorque como termo de comparação. A análise serve-se de dados referentes ao tráfego de passageiros e carga e, também, de um grande número de outros parâmetros, como PIB regional,

estatísticas de empregabilidade, populacionais e de comércio e variáveis relacionadas com o funcionamento das operações nos aeroportos. Os resultados mostram um baixo nível de sinergia e coordenação, o que indica que é necessária a otimização do espaço aéreo e a realocação de recursos com vista a desenvolver o contributo económico dos aeroportos.

[83]: Os autores deste estudo dissecam as interações entre transporte aéreo de mercadorias, crescimento económico, utilização energética e pegada ecológica na Turquia, no período entre 1970 e 2018. A metodologia engloba duas variações da regressão OLS (*Fully Modified Ordinary Least Squares* e *Dynamic Ordinary Least Squares*), GMM e uma regressão de múltiplas variáveis. O transporte de mercadorias por serviço aéreo revela-se significativo para o contínuo comércio internacional e, por conseguinte, para o crescimento económico. No entanto, alerta-se para o aumento dos efeitos da poluição ambiental, resultantes da industrialização e aumento populacional em torno do aeroporto e do conseqüente acelerar do consumo energético.

[135]: Com base em dados de 35 aeroportos urbanos na China, entre 2004 e 2018, analisa-se empiricamente a ligação entre economia de um aeroporto e desenvolvimento regional, o que ajuda a promover um crescimento regional coordenado e fundamentado. É calculada uma regressão que espelha o desenvolvimento do sistema formado pelo aeroporto e a região e, no mesmo sentido, um modelo do grau de coordenação entre os dois subsistemas. Este último é usado para relacionar variáveis de desenvolvimento regional, como PIB *per capita* e investimento em ativos fixos, e referentes à economia aeroportuária, como movimento de passageiros e carga. As ilações reiteram a ideia de que a correlação estudada é cada vez mais significativa e salientam a necessidade de alocação de recursos públicos a favor da zona de influência dos aeroportos.

[136]: Visa-se estimar os impactos das infraestruturas de transportes na economia da Grécia, utilizando um modelo que correlaciona PIB, capital do setor privado, empregabilidade e capital das infraestruturas de transportes, de 2000 a 2013. Mostra-se que o aumento de relações de interdependência entre regiões faz subir os efeitos indiretos que o capital do setor dos transportes tem na região. Os efeitos diretos da rede de estradas superam os efeitos diretos dos aeroportos e portos. Em geral, as infraestruturas do setor dos transportes têm impactos positivos no PIB regional, por aumentarem a procura por bens e serviços e criarem postos de trabalho em diversas áreas económicas.

[84]: O propósito desta pesquisa é analisar se as relações dos aeroportos na China são caracterizadas por competitividade ou complementaridade entre si, sendo feito uso de dados de 34 aeroportos chineses de 2007 a 2019. É, ainda, objetivo a análise dos vários impactos regionais advindos da presença de um aeroporto, mais concretamente a ligação entre o PIB e variáveis do serviço aéreo. Os efeitos do PIB *per capita* no tráfego de passageiros e carga são significativamente positivos, não só quanto a uma cidade específica, mas também afetando as cidades circundantes.

[105]: Com o Aeroporto de Yading, na China, como caso de estudo, visto ser o aeroporto civil localizado a maior altitude, analisa-se o contributo da acessibilidade para o setor do turismo em áreas extremamente remotas e de difícil acesso. A base metodológica passa por um questionário aos turistas e por um cálculo simples de acessibilidade de pontos da região em causa. É pintado um quadro de atributos dos passageiros que envolve, entre outros, idade, educação, ocupação, cidade de origem e de destino, motivos de viagem, ou satisfação com serviços e pessoal. A acessibilidade de aeroportos regionais é definida por questões de perceção individual, geográficas e relacionadas com infraestruturas e serviços.

[64]: Neste documento é empregue o método *k-means clustering* que, ao agrupar empresas em *clusters*, ajuda a identificar a importância das mesmas numa rede no contexto de inovação tecnológica, juntamente com o cálculo das métricas BC, CC e EC e o estabelecimento de uma matriz de correlação entre elas. Este processo permite classificar as empresas em quatro categorias de acordo com a sua relevância, o que contribui para que possam ser definidas prioridades e tomadas decisões estratégicas a nível tecnológico.

[75]: Neste documento é calculada a conectividade de redes de estradas relacionadas com áreas de influência de diferentes aeroportos, definindo-se a acessibilidade de várias regiões na Índia. À conectividade juntam-se características regionais e medidas de centralidade e acessibilidade, como BC e CC. Conclui-se que os aeroportos melhoram a conectividade regional a nível doméstico e internacional, acima de tudo em zonas mais próximas de si. Têm também um papel importante no desenvolvimento da rede de estradas, com a criação de vários nós na região.

### **3.6 Conclusão**

O capítulo do Estado da Arte tem a função crucial de proporcionar uma contextualização teórica ao resumir os tópicos mais pertinentes para o desenvolvimento desta dissertação. Esta secção permite a quem ler este trabalho uma familiarização, neste caso, com

definições, métricas de análise de redes e métodos de regressão e correlação matemática que advêm da leitura da documentação recolhida e viabilizam a compreensão dos subsequentes procedimentos adotados e conclusões alcançadas.

Tal como a seleção de referências bibliográficas havia sido uma tarefa árdua dada a vastidão de trabalhos realizados neste campo de conhecimentos, seria inviável a exposição de todos os assuntos científicos nelas referidos e utilizados. Por conseguinte, foi feito um levantamento dos conceitos mais vezes escolhidos e empregues no âmbito de estudos considerados relevantes, para que fossem esses os discorridos mais pormenorizadamente. Note-se que tal não implica que a grande maioria dos restantes métodos científicos não tenham sido pesquisados e analisados.

Posto isto, o capítulo que agora se encerra iniciou-se com a apresentação de definições de termos importantes e transversais a qualquer estudo no ramo aeronáutico, partindo-se de seguida para a abordagem à SNA. Esta última abrange bastantes medidas de análise de redes, algumas das quais foram expostas, nomeadamente densidade, APL e CCL, métricas de centralidade e índice de Gini. Sem negligenciar os tipos de impacto da atividade aeronáutica em diferentes setores sociais e económicos, são enumerados e explanados os modelos de correlação mais comumente utilizados, entre os quais as regressões OLS e 2SLS e o método IV. A interpretação da lógica referente a alguns destes pontos não se mostrou simples, visto que a maioria dos artigos estudados não descrevem com detalhe a génese dos conceitos matemáticos de que fazem uso, pelo que se recorreu frequentemente a referências adicionais.

Por fim, efetuou-se um resumo de todas as publicações que resultam da análise bibliométrica do capítulo anterior. Este é um procedimento que permite quer o contacto com ilações decursivas de problemas com propósitos similares ao da presente dissertação, quer o conspecto de um alargado número de indicadores socioeconómicos e respetivas frequências de utilização. Há que voltar a referir que as conclusões retiradas por cada autor, ou conjunto de autores, podem contradizer-se, mantendo presente que é necessário ter sempre em conta o contexto de cada caso de estudo e a possibilidade de interpretações de acordo com diferentes pontos de vista. Com efeito, alguns dos processos observados sofrem alterações e adaptações consoante o problema em que se enquadram.





# Capítulo 4

## Caso de Estudo

### 4.1 Introdução

Se, por um lado, a Análise Bibliométrica permitiu obter uma base documental adequada e, por outro, o Estado da Arte concretizou a exposição dos conceitos mais basilares neles encontrados, o presente capítulo dá a conhecer a situação específica que se pretende analisar. Assim sendo, as duas questões essenciais deste trabalho são aplicadas ao contexto da Região Autónoma dos Açores e, como tal, é necessário ter contacto com a evolução do setor aeronáutico no arquipélago, bem como com a sua conjuntura socioeconómica.

Este capítulo principia-se com a explicação do modo como os dados necessários à realização desta dissertação foram obtidos e tratados, para ficarem de acordo com os tipos de formatação necessários. De seguida, discorre-se acerca do arquipélago dos Açores em si, ou seja, apresenta-se um breve resumo da região, em geral, e de cada uma das ilhas, em particular. Tal inclui os valores relativos ao tráfego aéreo de passageiros, desde o ano de 2012 até 2022, o que leva ao destaque de eventos importantes no serviço aeronáutico nesse período.

Com base nessas descrições, abordam-se os indicadores socioeconómicos considerados relevantes e que, por isso, são os selecionados para análise no decorrer do capítulo a este subsequente. Por fim, tendo em conta as características da região em si e as variáveis escolhidas, justifica-se os métodos e métricas selecionados para concluir os objetivos inicialmente propostos.

O contributo do Caso de Estudo não deve ser menosprezado, visto que é necessário entender corretamente o contexto da aplicação de um problema para que depois se possa analisar corretamente os resultados obtidos. As particularidades descritas nesta secção de um trabalho académico determinam o modo como o mesmo deve ser encarado, por permitirem perceber os fatores mais determinantes e, dessa forma, quais os métodos e processos mais corretos a adotar.

## 4.2 Obtenção de dados

Para a concretização deste trabalho foi necessário obter dados de vários tipos. Este subcapítulo tem a simples, mas essencial, finalidade de esclarecer os processos pelos quais os mesmos foram obtidos e o modo como foram organizados.

O conjunto de dados mais central e de utilização transversal a toda a presente dissertação diz respeito ao número de passageiros transportados nos aeroportos açorianos, bem como nos restantes do território português. Por conseguinte, para a análise de centralidade, os valores necessários estendem-se entre os anos de 2012 e 2022 e precisaram de estar discriminados por rotas, ou seja, mostrou-se essencial ter o número exato de passageiros movimentados em cada uma das ligações que tivessem um aeroporto português como origem ou como destino no período temporal estudado.

As bases de dados disponíveis por parte do SREA (Serviço Regional de Estatística dos Açores) e da ANAC apenas têm o número de passageiros movimentados anualmente, o que se revela, portanto, insuficiente para esta etapa. Como tal, os referidos dados tiveram de ser solicitados diretamente à ANAC. Os dados foram fornecidos no formato de uma grelha Excel, com os aeroportos de origem e destino identificados pelos nomes por que frequentemente são conhecidos. Por isso, devido à necessidade de uma formatação específica para inserção na ferramenta de *software* que será abordada mais à frente nesta dissertação, todas essas entradas foram alteradas de acordo com os códigos ICAO (*International Civil Aviation Organization*) que identificam os aeroportos. A título de exemplo, apresenta-se abaixo a Tabela 4.1 que dá a conhecer os códigos ICAO atribuídos a cada um dos aeroportos dos Açores.

Tabela 4.1 – Código ICAO dos aeroportos dos Açores  
Fonte: [137] / Elaboração: Autor

<b>Código ICAO</b>	<b>Aeroporto</b>
LPAZ	Aeroporto de Santa Maria
LPCR	Aeródromo do Corvo
LPFL	Aeroporto das Flores
LPGR	Aeródromo da Graciosa
LPHR	Aeroporto da Horta (Faial)
LPLA	Aeroporto da Terceira
LPPD	Aeroporto de Ponta Delgada
LPPI	Aeroporto do Pico
LPSJ	Aeródromo de São Jorge

O passo que se seguiu foi a divisão entre tráfego nacional e tráfego internacional, ou seja, voos com origem e destino em território português e voos com apenas origem ou destino em Portugal. Desta forma a centralidade dos aeroportos pode ser analisada não somente a nível da rede de tráfego aéreo nacional, mas também no contexto da rede mundial.

O número de passageiros encontrava-se dividido, no documento inicialmente obtido a partir do contacto com a ANAC, em passageiros embarcados e desembarcados. Numa ligação entre aeroportos nacionais, para contornar o facto de que passageiros poderão ser contabilizados mais que uma vez, os valores utilizados são a soma de passageiros embarcados e de passageiros desembarcados. Como tal, o tipo de rede deve ser tido em conta como *'Undirected'*. Desta forma, a análise de centralidade classificará os aeroportos da rede estudada como um todo, sem que os resultados sejam enviesados.

Ainda quanto aos dados que dizem respeito ao número de passageiros, alguns dos locais de origem e destino tinham a classificação de “Fictício Schengen”, “Fictício terceiro (intl)” e “Porta-aviões”. Estes, bem como os dados referentes a heliportos, foram descartados, não aparecendo contabilizados nas redes de tráfego aéreo e respetivas métricas que serão estudadas. Para que seja possível o cálculo da centralidade dos aeroportos, existe ainda outro documento com todos os aeroportos e aeródromos da rede global de tráfego aéreo, com os respetivos códigos ICAO e posição geográfica separada em longitude e latitude.

Relativamente ao outro tópico desta dissertação, nomeadamente a aplicação de um modelo de correlação matemática, foi definido um espectro de variáveis tendo por base as plataformas digitais do SREA e do INE (Instituto Nacional de Estatística). Após pesquisa, alguns dos parâmetros que haviam sido pensados para análise tiveram de ser excluídos por não existirem dados que incluíssem todo o espaço temporal em estudo. Os restantes, quanto aos quais foi possível obter os valores pretendidos, serão descritos adequadamente em secções posteriores neste documento.

### **4.3 A Região Autónoma dos Açores**

Os Açores são um arquipélago português localizado no nordeste do Oceano Atlântico, entre os 36° e os 43° de latitude Norte e os 25° e os 31° de longitude Oeste. São compostos por 9 ilhas, subdivididas em 19 municípios e 155 freguesias, e nesta região residiam 236 413 habitantes de acordo com os censos de 2021. Por serem dotados de órgãos governamentais próprios, os Açores são uma Região Autónoma. A cidade de Ponta Delgada é a capital principal e administrativa, ao passo que as cidades da Horta e de

Angra do Heroísmo constituem as capitais legislativa e eclesiástica, respetivamente [138].

A Figura 4.1 mostra uma representação da vista aérea do arquipélago.

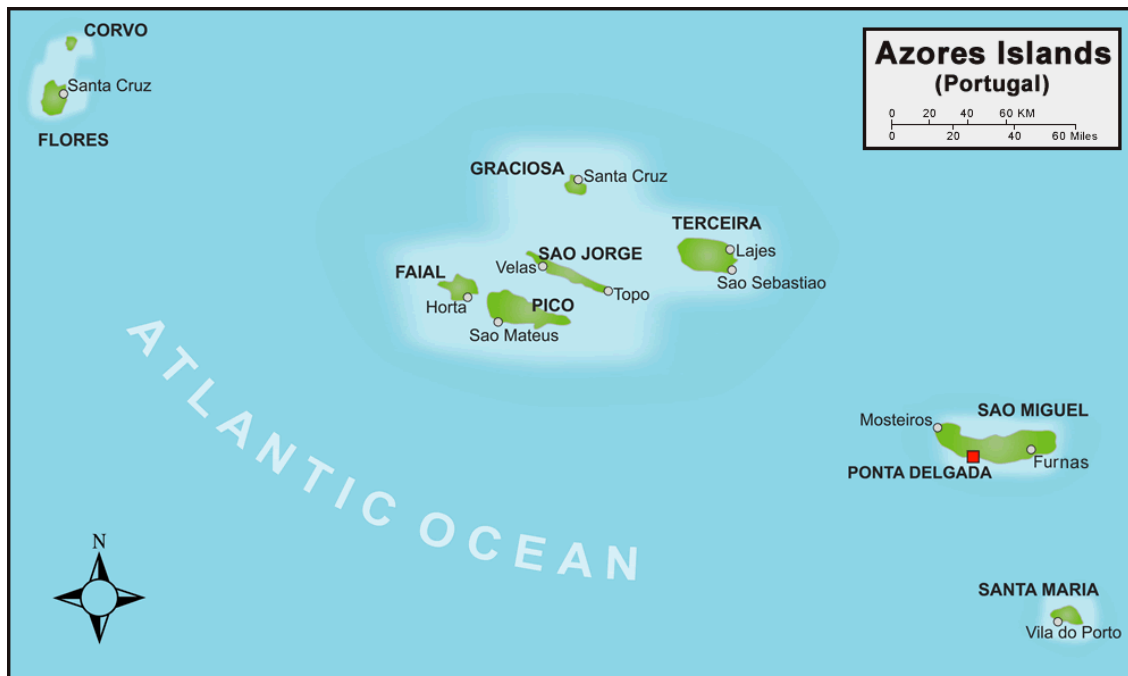


Figura 4.1 – Mapa da Região Autónoma dos Açores  
Fonte: [139]

As ilhas, que perfazem uma área de  $2322 \text{ km}^2$ , dividem-se em três grupos principais. O grupo ocidental é formado pelo Corvo e Flores, o grupo central é constituído pelas ilhas Graciosa, Faial, Pico, São Jorge e Terceira e, por último, São Miguel e Santa Maria compõem o grupo oriental. As águas da Zona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores são de longe as maiores da União Europeia, com  $994\,000 \text{ km}^2$  [138].

A orografia da região é bastante acidentada, sendo que as linhas de relevo coincidem com as que estão na génese destas que são ilhas de origem vulcânica. Com efeito, os Açores localizam-se precisamente sobre a Dorsal Média Atlântica. A mais recente atividade vulcânica nesta zona aconteceu no Vulcão dos Capelinhos, na ilha do Faial, nos anos de 1957 e 1958. Já o clima é temperado e muito húmido, sendo que as ilhas são frequentemente assoladas por tempestades tropicais [138].

A descoberta do arquipélago não é uma questão resolvida. Porém, sabe-se que o envio de animais data de entre 1431 e 1432, anos em que os portugueses começaram a povoar as ilhas. No ano de 1439 surge a primeira referência verdadeiramente fidedigna em relação à exploração dos Açores, numa carta enviada pelo Infante D. Henrique a D. Pedro. Tanto

a Região Autónoma dos Açores como a Região Autónoma da Madeira foram consagradas na Constituição Portuguesa de 1976 [138], [140].

Devido à sua localização na zona central do Atlântico Norte, os Açores assumiram desde cedo uma posição estratégica na navegação aérea, com as primeiras travessias aéreas transatlânticas a terem feito escala na região. Durante séculos passaram pelo arquipélago várias rotas com tais características, sendo que alguma da navegação proveniente do Atlântico Sul ainda hoje tem como ponto de escala o Aeroporto da Horta, no Faial. Os Açores desempenharam, assim, um papel importante durante as duas grandes Guerras Mundiais e até mesmo na defesa do reino português durante o domínio espanhol entre 1580 e 1640. Nesse sentido, podem ser encontradas 161 infraestruturas militares nas ilhas açorianas, como castelos, fortalezas e fortes [138], [140].

Imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, as bases das Lajes, na ilha Terceira, e de Santa Maria passaram a ser administradas por Portugal. A SATA (Serviço Açoriano de Transportes Aéreos) foi fundada em 1941 e fazia a ligação aérea entre as ilhas de São Miguel, Santa Maria e Terceira, tendo passado a realizar voos regulares entre as cidades de Lisboa e Ponta Delgada apenas em 1971. Em 1980 esta companhia passou a ter o estatuto de empresa pública sob tutela do Governo Regional dos Açores [141].

Nos dias de hoje, o transporte aéreo é, naturalmente, o meio mais comum de entrada nos Açores, com voos diários em ligações com Lisboa e Porto. A geografia regional faz com que as infraestruturas aeroportuárias sejam um forte potenciador de desenvolvimento, equidade e coesão social e económica, contribuindo determinantemente para acessibilidade e mobilidade, quer dentro do arquipélago, quer para o exterior deste. Todas as ilhas estão ligadas por serviço aéreo entre si [16].

No que diz respeito à contextualização das ilhas em particular, a ilha de São Miguel é geralmente considerada a mais atrativa, para além de ser a principal, a maior, com 748,82  $km^2$  de área, e aquela com maior densidade populacional. É a ilha mais visitada por turistas, o que se justifica pela sua natureza exuberante, que inclui as lagoas das Sete Cidades, do Fogo e das Furnas, ou por outros motivos de interesse, como o famoso cozido das Furnas, confeccionado através da colocação de uma panela no subsolo que está naturalmente a elevada temperatura. Adicionalmente ao aeroporto, contém o porto de pesca e comércio mais importante do arquipélago e ainda a única universidade da região. Quanto às atividades principais de São Miguel, a criação de gado tem um papel essencial na economia local, seguida pela pesca e a produção de derivados do leite. Também a

agricultura é um fator de empregabilidade de uma parte considerável da população, podendo-se destacar as plantações de laranjas, chá ou ananás, por exemplo [142], [143].

A ilha de Santa Maria é a mais oriental do arquipélago, a cerca de 100 *km* de São Miguel, e é a ilha mais antiga dos Açores. Apesar da zona costeira ter uma morfologia abrupta, Santa Maria tem uma beleza natural imensa e diversificada, com principal foco nas praias de areia branca, sendo que esta é a única ilha com zonas de origem sedimentar. Com a história da agricultura a ter início na produção de cana-de-açúcar, passando por culturas de trigo, milho e laranja, é na olaria que Santa Maria se distingue das restantes ilhas açorianas, mais exatamente na produção de cal e extração de barro. Nesta área a criação de gado e a produção de laticínios não têm particular relevância no contexto económico, pelo que a agropecuária constitui a base da economia rural. Como seria de esperar, o setor aeronáutico é um fator importante nas trocas comerciais da ilha, bem como para o setor do turismo, visto que Santa Maria contém várias unidades de hotelaria [144], [145].

A ilha Terceira começou a ser povoada no século XV e foi inicialmente apelidada de Ilha de Jesus Cristo, tendo-se desenvolvido desde cedo de modo consistente devido à sua localização. Esta ilha situa-se num rifte, conhecido precisamente por Rifte da Terceira, que é uma estrutura geológica ativa e a junção entre as placas tectónicas euroasiática, africana e americana. Por conseguinte, a morfologia da ilha é muito diversificada, conferindo-lhe uma beleza única. A capital, Angra do Heroísmo, foi a primeira localidade dos Açores a ser elevada a cidade e a ser classificada como Património Mundial pela UNESCO. A economia da Terceira foca-se maioritariamente na criação de gado, com o objetivo principal de produzir leite e seus derivados, e a ilha contém dois portos, um aeroporto internacional e a Base Aérea das Lajes [146], [147].

Na posição mais a norte do grupo central encontra-se, também no Rifte da Terceira, a ilha Graciosa. Por ter uma altitude reduzida, quando comparada com os restantes lugares do arquipélago, esta é a ilha com o clima mais seco e com menos pluviosidade, o que lhe confere um tom esbranquiçado. Juntando a isso as típicas casas alvas que a caracterizam, justifica-se o porquê de ser conhecida pelo epíteto de ilha branca. A falta de água levou, em tempo, a que se construíssem vários reservatórios, que hoje são emblemáticos na região. Na Graciosa as principais atividades são a criação de gado bovino, a produção de laticínios e a agricultura, sobretudo as produções de milho, meloa e vinho. Conta com um aeródromo e um porto comercial que muito impulsionam a economia da ilha, bem como o turismo. Em 2007, a ilha Graciosa foi classificada pela UNESCO como Reserva da Biosfera [148], [149].

Por ser atravessada por uma cordilheira, a ilha de São Jorge apresenta uma geografia curiosa, por ser bastante comprida, mas muito estreita. Desta forma, a sua costa é rochosa, muito escarpada e com muitas fajãs, que são pequenas planícies à beira-mar advindas de atividade vulcânica, típicas desta ilha. A maior atividade produtiva é a agropecuária, que conduz à criação de gado bovino e à produção de carne e leite. Associado a este último, o queijo da ilha de São Jorge é um dos produtos mais importantes para a economia da ilha, exportado a nível mundial. Para além disso, a doçaria é muito vasta, produz-se um pão tradicional a partir de milho e o artesanato destaca-se pelos artigos a partir de lã e madeira de cedro. Na ilha de São Jorge existem dois portos e um aeródromo [150], [151].

A ilha do Pico é a segunda maior ilha da Região Autónoma dos Açores, sendo também a mais recente. O seu nome advém de nela se localizar a montanha vulcânica do Pico, que é o ponto mais alto de Portugal e a terceira maior montanha a emergir do Atlântico, ao atingir 2351 *m*. O terreno íngreme da ilha contribuiu para que a cultura da produção vinícola crescesse, sendo que o “vinho verde” do Pico chegou a ganhar reconhecimento internacional. Com efeito, a Paisagem da Cultura da Vinha da Ilha do Pico foi declarada Património da Humanidade da UNESCO em 2004. A indústria da ilha está associada à produção de laticínios, à pesca e à maior fábrica de conservas de atum do arquipélago açoriano. A ilha do Pico dispõe de ligações aéreas e marítimas com as restantes ilhas [152], [153].

Em conjunto com as ilhas de São Jorge e do Pico, a ilha do Faial completa o grupo das Ilhas do Triângulo dos Açores, formado pelas três regiões que, sendo diferentes, se completam mutuamente. Com o título de ilha Azul, devido à imensidão de hortênsias neste local, é nela que ficam um aeroporto e um porto marítimo de grande relevância enquanto meio de comércio e ponto de escala para travessias de iates. A área agrícola ocupa 28% da área total do Faial, com ênfase para as culturas de citrinos, bananas, trigo e milho. São também relevantes para a economia do Faial a criação de gado suíno e bovino, a pesca, as indústrias de laticínios e de panificação e o turismo, setor que conta com uma forte aposta nesta região [154], [155].

A ilha das Flores é o território mais ocidental de Portugal e de todo o continente europeu, situando-se já sobre a placa tectónica norte-americana. À semelhança da ilha do Faial, a sua paisagem está repleta de hortênsias azuis, mas também de ravinas e falésias características do seu terreno montanhoso. Fazem ainda parte da ilha muitas cascatas, lagoas e outros elementos aquáticos e a ilha das Flores foi já integrada na rede mundial de Reservas da Biosfera da UNESCO, em 2009. Para além do aeroporto, o porto, o

hospital e a central elétrica presentes são infraestruturas que potenciam em grande escala o desenvolvimento da ilha. Sem surpresas, as atividades que mais engrandecem a economia da ilha das Flores são a agricultura, com o cultivo de batata, citrinos e cereais, a criação de gado bovino e suíno e o turismo [156], [157].

Por fim, o Corvo é a menor das ilhas do arquipélago dos Açores, com uma área de  $17,1 \text{ km}^2$ , constituindo o único município português que não tem qualquer freguesia. Tal como a ilha das Flores, localiza-se na placa tectónica norte-americana. A costa da ilha do Corvo é bastante íngreme e abrupta e a única povoação situa-se numa fajã na zona sul. Servem esta ilha um porto maioritariamente utilizado para trocas comerciais e um aeródromo. O setor primário constitui a base económica da ilha, com a produção agrícola de batata, citrinos e cereais a decorrer nas imediações da zona povoada. Soma-se a pecuária, a produção de queijo e laticínios e a pesca. Em 2007, o Corvo foi declarado Reserva da Biosfera pela UNESCO [158], [159].

De seguida, apresentam-se cada um dos aeroportos, ou aeródromos, que fazem parte da Região Autónoma dos Açores, quer no sentido de uma abordagem histórica, quer no que concerne à evolução do transporte de passageiros nas redes de tráfego nacional e internacional.

## **4.4 Aeroportos açorianos**

### **4.4.1 Aeroporto de Ponta Delgada**

O aeroporto da ilha de São Miguel, conhecido como Aeroporto João Paulo II, localiza-se na cidade de Ponta Delgada, freguesia de Relva. Foi-lhe atribuído esse nome em 1995, ano em que foi aberta a atual aerogare, em homenagem à passagem do Papa João Paulo II pelos Açores em 1991 [160].

Inaugurado a 24 de Agosto de 1969 pelo então Presidente da República, Almirante Américo Thomaz, o aeroporto de Ponta Delgada foi aberto ao tráfego aéreo civil nesse mesmo ano, sob o nome de Aeroporto de Nordela. Dois anos depois, em 1971, surgiram as ligações com o aeroporto de Lisboa, através da TAP [160], [161].

A pista deste aeroporto tem 2525 metros de comprimento na sua totalidade e encontra-se a uma altitude de 80 metros. Este é de longe o aeroporto açoriano com maior volume de tráfego aéreo, visto estar localizado na principal ilha do arquipélago, a mais populosa e que regra geral serve como ponto de entrada nos Açores [160].

Em 2019, no 50º aniversário deste aeroporto, o então presidente do Governo Regional dos Açores, Vasco Cordeiro, abordou a “importância fundamental” das infraestruturas aeroportuárias para o desenvolvimento económico da região. Também Thierry Ligonnière, presidente da comissão executiva da ANA – Aeroportos de Portugal, empresa que gere o aeroporto João Paulo II desde 1998, destacou positivamente as parcerias com o aeroporto e, ainda, o papel do mesmo na promoção do turismo na região [161].

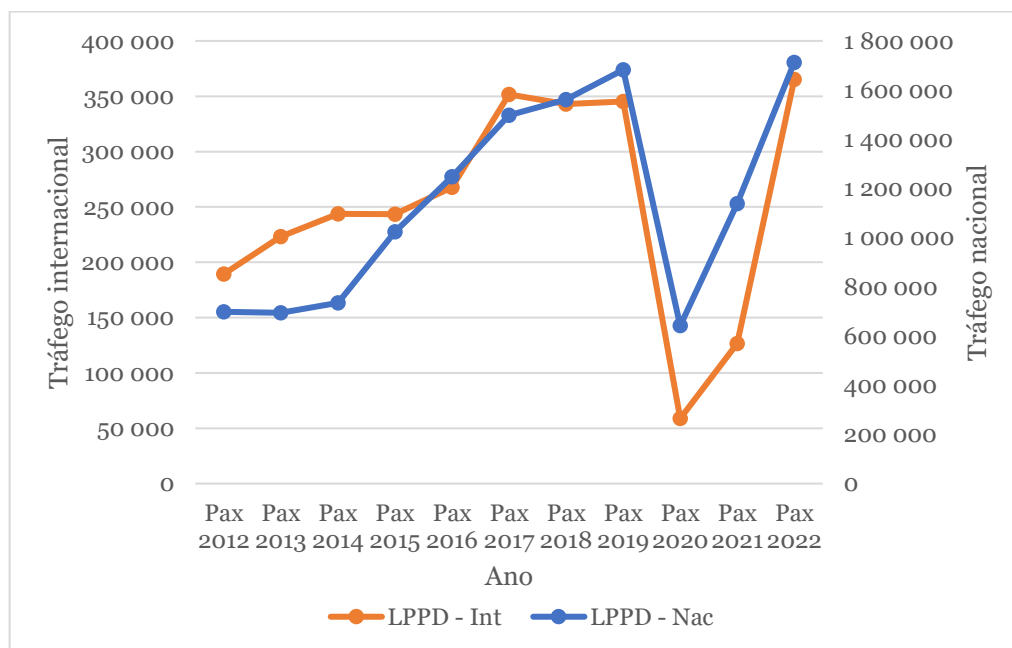


Gráfico 4.1 – Aeroporto de Ponta Delgada: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
 Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

O Gráfico 4.1 espelha os passageiros que passam pelo aeroporto João Paulo II, quer no âmbito do tráfego nacional (eixo vertical do lado direito), quer na rede de tráfego aéreo internacional (eixo vertical do lado esquerdo). Nas siglas presentes na legenda do Gráfico 4.1, as quatro letras maiúsculas indicam o código ICAO do aeroporto correspondente, de acordo com a Tabela 4.1, ao passo que “Int” e “Nac” são abreviaturas de “tráfego internacional” e “tráfego nacional”, respetivamente. Para os restantes aeroportos dos Açores será apresentado um gráfico com a mesma configuração.

Comece por se notar o crescendo de passageiros no tráfego nacional a partir do ano de 2014 em diante. Este fenómeno está relacionado com o facto da Ryanair, principal companhia de aviação *low-cost* a nível europeu, ter começado a operar voos para os Açores em abril de 2015 [162]. A presença de companhias deste tipo torna o transporte aéreo mais acessível em termos económicos, sendo, por isso, expectável o crescimento do número de passageiros a partir daqui. Também a EasyJet começou a operar quatro

voos semanais entre Lisboa e Ponta Delgada a 29 de março de 2015, tendo, no entanto, cessado esse serviço em 2017 [163], [164]. Com o tráfego internacional a seguir uma linha de evolução semelhante, no ano de 2020 verifica-se uma queda abrupta do número de passageiros, o que se deve aos efeitos da pandemia mundial de COVID-19, que trouxe várias restrições a viagens por transporte aéreo em todo o mundo. Nos anos seguintes nota-se uma recuperação, sendo que em 2022 foi atingido o maior número de passageiros para tráfego nacional e tráfego internacional no período estudado.

#### 4.4.2 Aeroporto de Santa Maria

O aeroporto de Santa Maria civil situa-se na freguesia de Vila do Porto, concelho homónimo, na ilha de Santa Maria. Localizado a 94 metros acima do nível do mar, tem a segunda maior pista dos Açores, com 3048 metros de comprimento, e ainda mais duas adicionais. Atualmente é administrado pela ANA [165].

A edificação deste aeroporto, inaugurado oficialmente a 28 de novembro de 1946, surgiu do primeiro contrato luso-americano a envolver o arquipélago dos Açores, mais concretamente entre o estado português e a companhia *Pan American Airways*. O referido acordo daria às forças americanas a possibilidade de utilizar e controlar a infraestrutura aeroportuária, que em troca restituiriam a Portugal a posse de Timor-Leste após a reconquista deste território ao Japão. A SATA fez o seu primeiro voo entre São Miguel e Santa Maria a 9 de junho de 1947. Este aeroporto foi utilizado durante o conflito armado pelo exército dos Estados Unidos da América como base logística e chegou mesmo a possuir 500 aeronaves estacionadas [165], [166].

Assim, o aeroporto de Santa Maria, a partir de meados da década de 1940, passou a servir como ponto de ligação entre os continentes americano e europeu, para além de ter um importante papel na entrada e saída de passageiros nos Açores. Neste período, a economia da ilha ficou dependente das operações aeroportuárias, nomeadamente devido à empregabilidade e prestação de serviços ligadas ao aeroporto. Com a evolução científica e tecnológica, a fomentação da aviação a jato e as recessões económicas ligadas à produção petrolífera no início da década de 1970 levaram a que o aeroporto de Santa Maria deixasse de ser ponto de escala obrigatória, o que fez com que o aeroporto e a própria ilha perdessem relevância [166].

Atualmente, é neste aeroporto que se encontra instalado o centro de operações de controlo de tráfego aéreo na FIR (*Flight Information Region*) Oceânica de Santa Maria, que é uma região de informação que se estende, no Oceano Atlântico, entre os paralelos

17° N e 45° N e os meridianos 13° W e 40° W. A coordenação é da responsabilidade da NAV (Navegação Aérea de Portugal) [165].

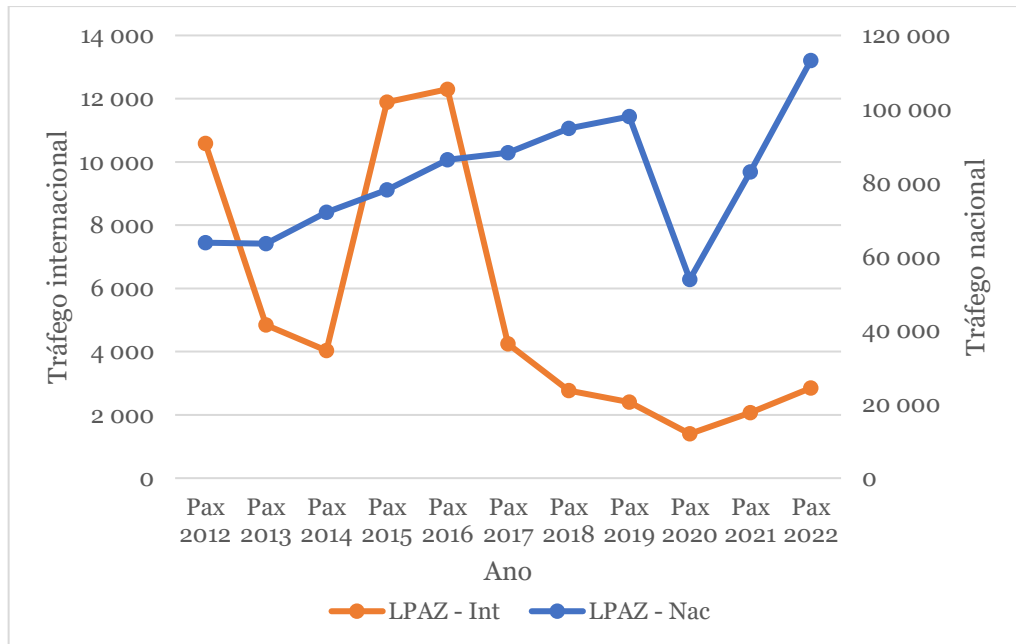


Gráfico 4.2 – Aeroporto de Santa Maria: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

Como mostra o Gráfico 4.2, o tráfego internacional no aeroporto de Santa Maria tem uma evolução bastante irregular, apresentando descidas entre 2012 e 2014 e entre 2016 e 2020, ano a partir do qual subiu ligeiramente, ainda que o expoente máximo do tráfego de passageiros internacionais tenha sido nos anos de 2015 e 2016. Já o tráfego nacional tem um curso dentro do normal dadas as circunstâncias da pandemia de COVID-19, com a disrupção no constante crescendo de número de passageiros a dar-se em 2020, para depois ocorrer um crescimento significativo até um valor máximo em 2022.

#### 4.4.3 Aeroporto da Terceira

O aeroporto que serve a ilha Terceira dá pelo nome de aeroporto internacional das Lajes e encontra-se na freguesia de Vila das Lajes, concelho de Praia da Vitória, a 15 km da cidade de Angra do Heroísmo e a 20 km da cidade de Praia da Vitória, as duas principais cidades da ilha. Inaugurado a 4 de agosto de 1930, dispõe da maior pista aeroportuária do arquipélago, que atinge mais de 3300 metros de comprimento [167].

O aeroporto das Lajes partilha a maioria das suas infraestruturas com a base aérea das Lajes, uma estrutura da Força Aérea Portuguesa (FAP) que abarca uma área de cerca de 10 km<sup>2</sup> e que é também utilizada pela Força Aérea dos Estados Unidos da América. Por esse motivo, a operação relacionada com aviação civil neste aeroporto esteve algo

condicionada, pelo que, durante um longo período, os movimentos aéreos foram quase exclusivamente fruto de viagens dentro da região dos Açores [167], [168].

A partir do mês de abril de 1971, o aeroporto da Terceira passou a desempenhar o papel de ponto de escala na rota operada pela TAP entre as cidades de Lisboa e Boston. Em 1976, foi inaugurada uma nova aerogare. Esta é, a par com o aeroporto de Beja, uma das únicas duas infraestruturas em Portugal capazes de receber a operação de um Airbus A380, a maior aeronave comercial do mundo [167].

Em 2018 a base das Lajes viu-se ser certificada para utilização permanente por parte de aviação civil, o que levou a que adotasse a designação de aeroporto internacional. O presidente do Governo Regional dos Açores na altura em mandato, Vasco Cordeiro, afirmou que tal veio contribuir para uma maior flexibilidade e atratividade do aeroporto. Para além disso, também a autonomia do aeroporto aumentou, visto que passou a ter responsabilidade única na autorização de voos civis para as Lajes, deixando de ser necessário a solicitação da mesma à ANAC e à FAP com, pelo menos, 72 horas de antecedência [169].

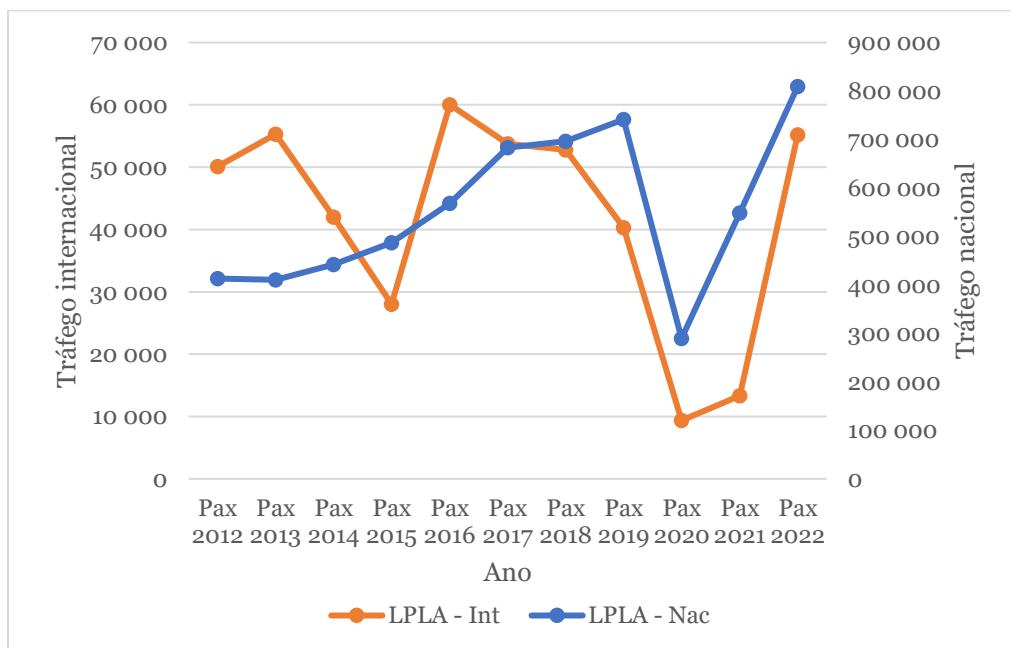


Gráfico 4.3 – Aeroporto da Terceira: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

A evolução do número de passageiros do tráfego aéreo na ilha Terceira pode ser visualizada no Gráfico 4.3. A variação dos passageiros de tráfego nacional não é surpreendente, havendo uma evolução até ao ano de 2019 e a partir de 2020 em diante, com uma quebra na transição entre estes dois anos. O tráfego de passageiros

internacionais é inconstante, tendo uma primeira queda entre 2013 e 2015 e nova descida a partir de 2016, chegando a um mínimo em 2020 para depois ascender até ao final do período temporal estudado.

É interessante notar que no ano de 2013 a ligação entre Lisboa e a ilha do Pico deixou de fazer escala na ilha Terceira entre os meses de junho e setembro. Já a 30 de abril de 2015, a SATA substituiu a TAP nessa mesma ligação, estreando a rota Lisboa/Pico/Terceira/Lisboa com uma frequência de duas vezes por semana. Em 2018, os voos entre Lisboa e Pico voltaram a ser diretos em ambos os sentidos [170].

#### 4.4.4 Aeródromo da Graciosa

A ilha Graciosa conta com um aeródromo na zona nordeste da vila de Santa Cruz da Graciosa, na achada do Barro Vermelho. Após uma fase alongada de projeção, de 1973 a 1976, e cerca de dois anos de construção, a estrutura original foi inaugurada a 11 de julho de 1981. A 1 de outubro de 2001 viria a ser substituída por uma nova e de dimensões mais adequadas. Existe uma ligação diária entre o aeródromo da Graciosa e os aeroportos de Ponta Delgada e das Lajes, que é assegurada pela SATA. A administração deste aeródromo está a cargo da SATA [171].

A 12 de agosto de 2021 foi assinado um contrato para requalificação e ampliação do aeródromo da Graciosa, com um orçamento de 6,1 milhões de euros e que visa possibilitar a utilização simultânea por parte de 120 passageiros. A obra passa por demolir a atual aerogare sem que haja a disrupção do funcionamento do aeródromo durante a edificação do novo edifício. Ocorrerá também uma remodelação do parque de estacionamento [172].

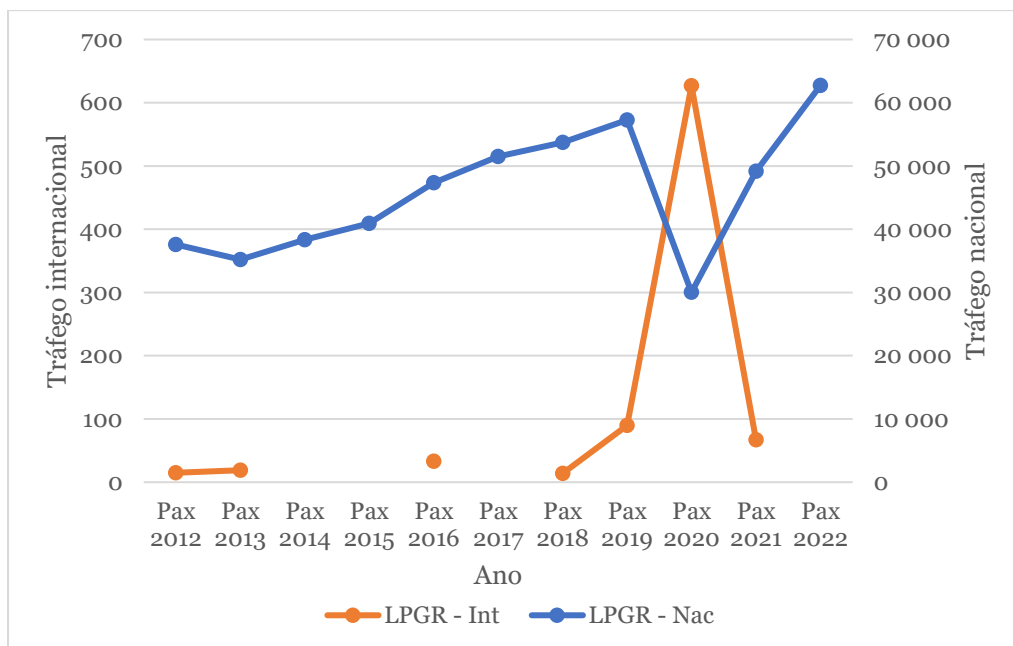


Gráfico 4.4 – Aeródromo da Graciosa: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
 Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

De acordo com o Gráfico 4.4, o número de passageiros em voos dentro da rede aérea nacional começa por decair ligeiramente de 2012 para 2013, para depois aumentar gradualmente até 2019, seguindo-se uma descida extrema em 2020 e uma recuperação dos valores de tráfego nos dois anos seguintes. Num outro quadrante, após tráfego internacional residual nos anos de 2012, 2013, 2016 e 2019, existe um pico no ano de 2020, com 627 passageiros transportados nesse ano, todos eles na ligação com o Aeroporto de Aalborg, na Dinamarca.

#### 4.4.5 Aeródromo de São Jorge

O aeródromo de São Jorge pode ser encontrado na localidade de Queimada, freguesia de Santo Amaro, concelho de Velas. A sua inauguração data de 23 de abril de 1983 e conta atualmente com voos regulares para as ilhas Terceira e de São Miguel, proporcionados pela SATA, entidade essa que também é a responsável pela administração do aeródromo [173].

Em 2009 concluíram-se obras no aeródromo com o objetivo de melhorar a operacionalidade dos equipamentos, quer no que toca à dimensão das pistas e das zonas de segurança, quer no que concerne à plataforma de estacionamento das aeronaves e o acesso a ela a partir da pista. As infraestruturas foram ainda modernizadas através da montagem de um novo equipamento de sinalização luminosa capaz de possibilitar voos noturnos. No dia 1 de agosto de 2012 foram inauguradas obras de ampliação e alargamento do aeródromo, num investimento que rondou os 25 milhões de euros. As

alterações, que incluíram a construção de uma torre de informação e a instalação de equipamentos de ajuda à navegação, vieram permitir mais condições de operação para as aeronaves e maior conforto para os passageiros. Atualmente, a pista tem um comprimento de cerca de 1555 metros [174], [175].

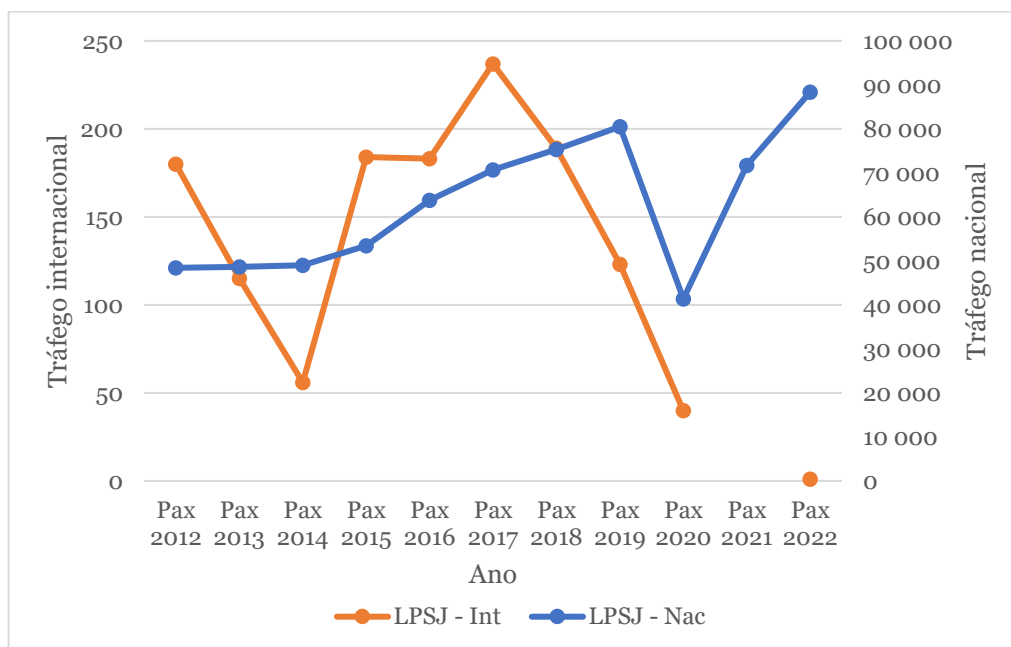


Gráfico 4.5 – Aeródromo de São Jorge: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

Assim como no caso dos restantes aeroportos estudados, o Gráfico 4.5 reflete que o tráfego nacional de passageiros por transporte aéreo para este aeródromo evoluiu positivamente nos anos abordados neste estudo, à exceção da transição de 2019 para 2020, período em que decaiu abruptamente. Quanto ao tráfego internacional, este mostra-se algo inconstante e com valores não muito expressivos. Decrescendo de 2012 a 2014, segue-se uma evolução positiva até ao ano de 2017, onde atinge o seu expoente máximo. A partir de então, desce progressivamente até 2020, não tendo sido registado qualquer passageiro internacional no ano seguinte. Em 2022, o tráfego internacional neste aeroporto foi de apenas 1 passageiro, transportado entre São Jorge e o Aeroporto de Aalborg, na Dinamarca.

#### 4.4.6 Aeroporto do Pico

O aeroporto do Pico fica a 8 km do município de Madalena e foi inaugurado em 1982. Após a sua reestruturação em 2004, no âmbito da qual a pista foi aumentada em 240 metros e foram construídas, entre outras infraestruturas, uma placa para estacionamento de aeronaves, uma aerogare e uma torre de controlo, e a pista deste

aeroporto passou a contabilizar 1760 metros de comprimento. Estas obras tornaram possível a operação de aviões de médio curso no aeroporto [176].

Nesse mesmo ano, a 30 de dezembro, surgiu a certificação deste aeroporto para receber voos diretos com origem externa ao arquipélago açoriano, sendo que a 21 de abril de 2005 foi recebido o primeiro voo comercial da TAP. Depois de receber o primeiro voo noturno em 2009, foi somente no ano seguinte que aconteceu o primeiro voo comercial da TAP direto entre Pico e Lisboa, sem a necessidade de escala na ilha Terceira e sem reabastecimento. Atualmente, a SATA opera voos regulares no aeroporto do Pico, sendo que é também a responsável pela administração da infraestrutura [176].

A 18 de abril de 2018 foi apresentada na Assembleia Legislativa da Região Autónoma dos Açores uma petição para aumentar as condições de operacionalidade do aeroporto do Pico. Em caso de uma ampliação da pista, o Pico poderia passar a receber voos de longo curso com origem na América do Norte, o que traria certamente vantagens para a região [176].

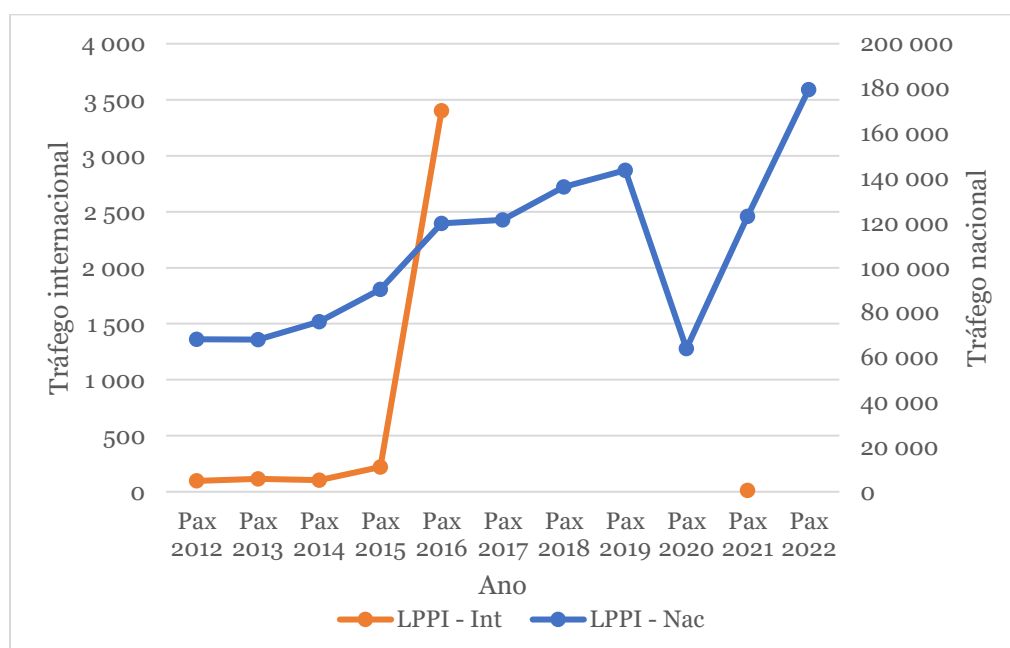


Gráfico 4.6 – Aeroporto do Pico: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

Segundo o Gráfico 4.6, o tráfego internacional de passageiros no aeroporto do Pico é aproximadamente constante até 2015, tendo um máximo súbito no ano de 2016, sobretudo devido ao transporte de 3250 passageiros na ligação aérea com o aeroporto de Amsterdão-Schiphol, o principal aeroporto dos Países Baixos. Após esse ano há uma interrupção do tráfego internacional, à exceção de um número de passageiros residual

em 2021. Já o tráfego nacional evoluiu entre 2012 e 2019, com uma queda acentuada em 2020, seguida de uma subida a pique para um valor enorme em 2022 quando comparado com os dois restantes anos.

#### 4.4.7 Aeroporto da Horta

Inaugurado a 24 de agosto de 1971 pelo então Presidente da República, Almirante Américo Tomás, o aeroporto da Horta encontra-se situado na freguesia de Castelo Branco, na Ilha do Faial. No ano de 1985 a TAP iniciou ligações aéreas diretas entre o aeroporto da Horta e o de Lisboa. É de momento administrado pela ANA [177]

Em 2001 a aerogare foi remodelada e o aeroporto passou a ser considerado um aeroporto internacional. É a infraestrutura aeroportuária mais importante das Ilhas do Triângulo, garantindo rotas diretas para Lisboa e para todas as restantes ilhas do arquipélago. Recentemente foram adicionadas normas de complementaridade entre os aeroportos da Horta e do Pico, que ditam que a companhia aérea SATA poderá operar num destes dois aeroportos no caso de existir impossibilidade de o fazer no outro devido a condições meteorológicas adversas [177].

Atualmente, pretende-se adicionar 240 metros de comprimento aos atuais 1595 metros que a pista deste aeroporto tem, com vista a ir ao encontro das recomendações de segurança da ICAO. Com efeito, foi já adjudicada pela Câmara Municipal da Horta a elaboração do projeto de ampliação da pista, por cerca de 1,2 milhões de euros. Este processo refletir-se-á em melhores condições de operacionalidade das aeronaves, como, por exemplo, as que efetuam a ligação entre a Horta e Lisboa e que de momento operam com restrições de peso à descolagem e à aterragem [178], [179].

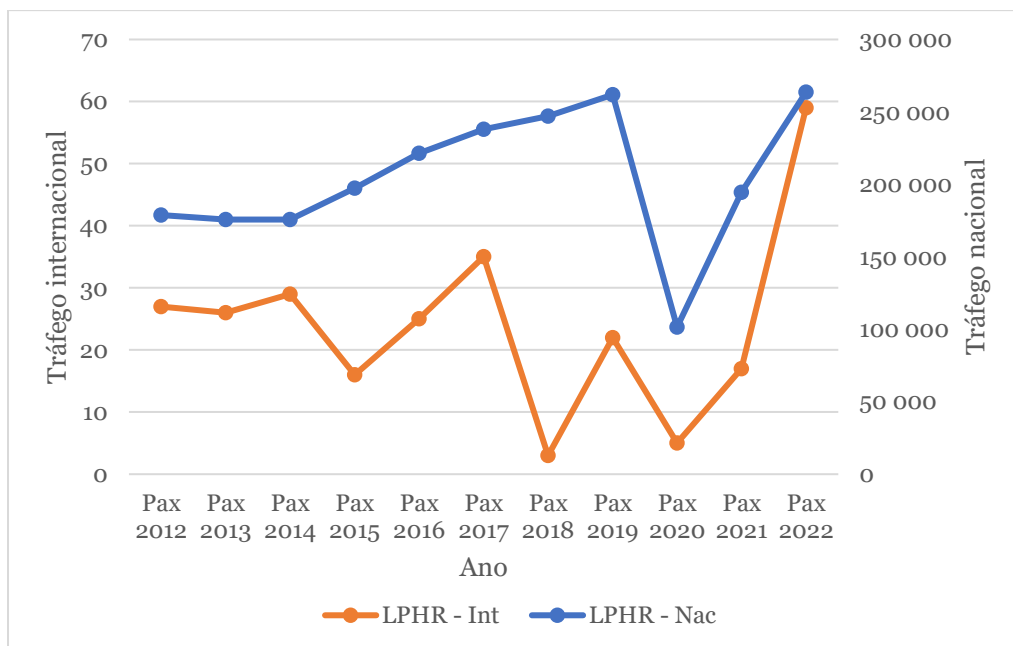


Gráfico 4.7 – Aeroporto da Horta: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
 Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

O Gráfico 4.7 indica que o tráfego aéreo nacional de passageiros neste aeroporto tem uma evolução mais significativa a partir de 2014, com um decréscimo drástico em 2020, voltando a subir nos dois anos seguintes até um valor máximo, no período estudado, em 2022. Já o tráfego internacional, apesar de nunca cessar, é muito inconstante e com valores anuais bastante baixos, atingindo o seu valor máximo também em 2020.

#### 4.4.8 Aeroporto das Flores

O aeroporto das Flores situa-se no município de Santa Cruz das Flores, na ilha das Flores. Data de 1966 quando veio cumprir a função de uma base francesa que tinha o objetivo de detetar e analisar as trajetórias de mísseis balísticos. Tinha a capacidade de cumprir a sua finalidade com mísseis até 3000 km de distância e operou até ao ano de 1993 [180].

Após a construção de uma nova aerogare e outras infraestruturas em relação às condições iniciais deste aeroporto, a sua abertura ao tráfego aéreo civil ocorreu só em 1972. A referida aerogare foi ampliada entre 2004 e 2006. Também a pista foi sendo sucessivamente alargada, atingindo os atuais 1400 metros de comprimento no ano de 1992. Atualmente, o aeroporto, administrado pela ANA, funciona apenas em condições de voo diurnas e é aberto ao tráfego somente quando há uma solicitação para tal [180], [181].

Em 2017 foi efetuada uma obra que rondou os 2,5 milhões de euros e que incluiu a pavimentação de requalificação da pista e outros trabalhos acessórios relativos a sistemas de iluminação e controlo [182].

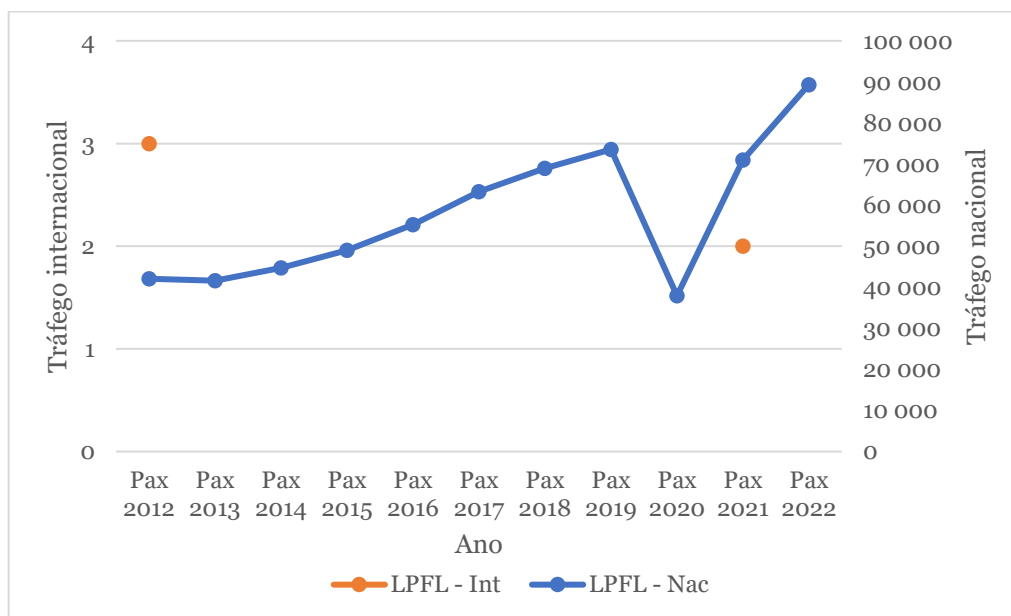


Gráfico 4.8 – Aeroporto das Flores: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

O tráfego aéreo nacional deste aeroporto, espelhado acima no Gráfico 4.8, tem uma evolução dentro do normal, tendo em conta os restantes aeroportos estudados, com um crescendo de 2012 a 2019, uma quebra em 2020 fruto das consequências da pandemia mundial de COVID-19 e um aumento bastante expressivo daí em diante. O tráfego de passageiros em voos internacionais no período estudado é apenas pontual, com 3 passageiros em 2012 e 2 passageiros em 2021 em ligações com o Aeroporto de Munique, na Alemanha, e o Aeroporto de Estocolmo-Broma, na Suécia, respetivamente.

#### 4.4.9 Aeródromo do Corvo

Depois das primeiras aeronaves terem visitado a ilha do Corvo em 1956 e 1957, mais concretamente hidroaviões da FAP em missões médicas de evacuação, o aeródromo do Corvo foi inaugurado no dia 28 de setembro de 1983, na Vila do Corvo. A pista deste aeroporto tem 820 metros de comprimento e é a que se situa a menor altitude em todo o arquipélago, a apenas 20 metros de altitude. A companhia aérea SATA, que gere o aeródromo, liga-o ao aeroporto da Horta e ao aeroporto das Flores e a infraestrutura é utilizada três vezes por semana entre novembro e março e cinco vezes por semana entre abril e outubro. Os voos regulares contribuem bastante para a integração da ilha no arquipélago [183], [184].

A 13 de Agosto de 2013 a própria SATA lançou um concurso para remodelação e ampliação do aeródromo, visando melhorias na segurança e conforto dos passageiros. Este projeto divide as áreas de chegada e de partida, estabelecendo zonas restritas e controlando os acessos ao aeródromo, com equipamentos de deteção de metais e inspeção de bagagens [184].

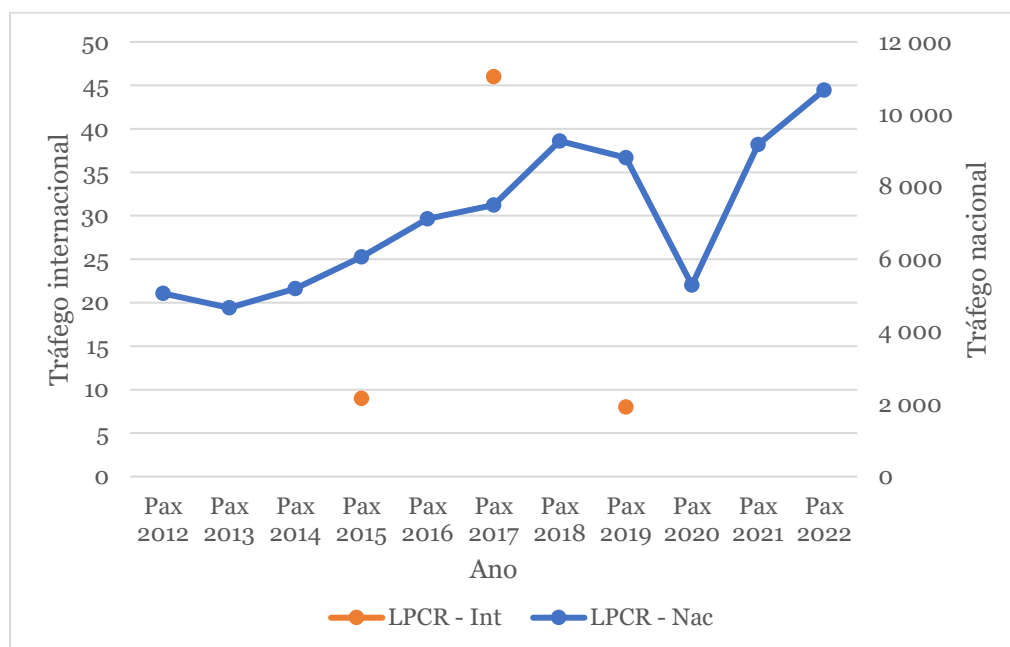


Gráfico 4.9 – Aeródromo do Corvo: evolução do tráfego aéreo de passageiros  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

Como se pode observar no Gráfico 4.9, o tráfego de passageiros em rotas com origem e destino nacionais verifica uma quebra acentuada no número de passageiros no ano de 2020, sendo que já em 2019 o número de passageiros havia descido ligeiramente face ao ano anterior. Por outro lado, o tráfego internacional de passageiros ocorre muito esporadicamente, verificando-se atividade nos anos de 2015, 2017 e 2019. Em todos esses casos os passageiros foram movimentados numa ligação com o Aeroporto de Aalborg, na Dinamarca.

#### 4.5 Seleção de indicadores socioeconómicos

O contacto com a realidade socioeconómica da Região Autónoma dos Açores e com a atividade dos seus aeroportos torna plausível que se chegue ao momento de escolha do conjunto de parâmetros que serão utilizados para procurar correlacionar variáveis aeroportuárias com indicadores de desenvolvimento económico da região. Para além disso, a leitura de referências bibliográficas com propósitos semelhantes ao da presente dissertação permitiu também adquirir uma visão quanto ao tipo de variáveis mais utilizadas neste tipo de análise. Assim, apresentam-se, neste subcapítulo, dados dos

indicadores selecionados. É importante referir que muitos outros parâmetros foram considerados, sendo que alguns dos que constituiriam indicadores interessantes e relevantes tiveram forçosamente de ser descartados por falta de disponibilidade de dados.

#### 4.5.1 Transporte aéreo de passageiros

A primeira variável relacionada com o serviço aéreo é, logicamente, o número de passageiros movimentados nos aeroportos açorianos entre 2012 e 2022, visto que é este o principal meio de chegada de pessoas ao arquipélago. Depois da exposição detalhada para cada um dos aeroportos, que será essencial para o cálculo da centralidade dos mesmos, tenha-se em consideração o Gráfico 4.10, referente ao tráfego de passageiros nos Açores em geral.

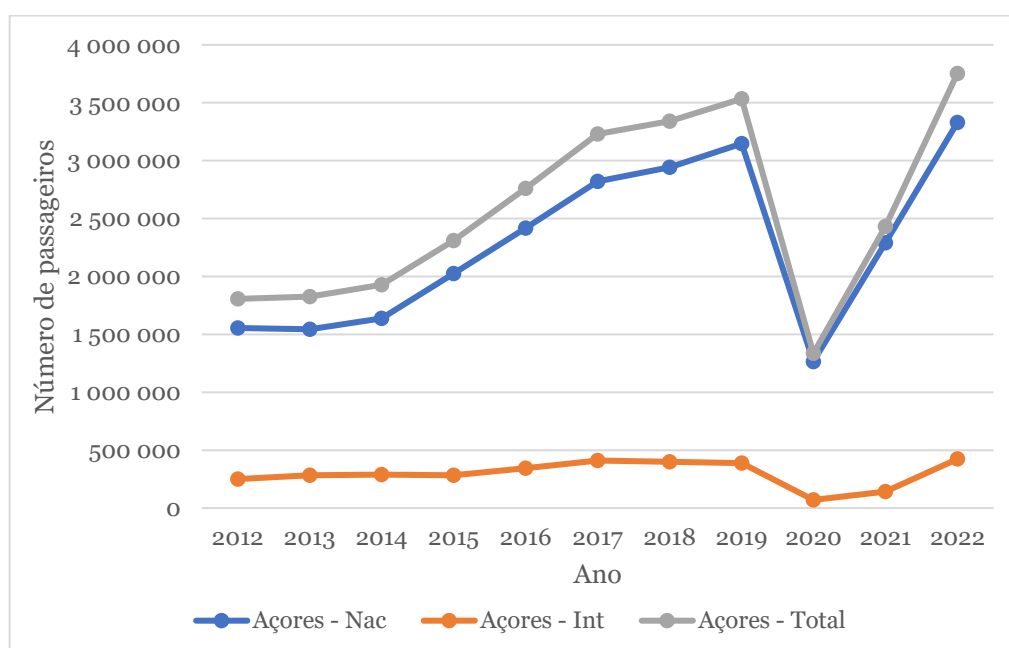


Gráfico 4.10 – Evolução do transporte aéreo de passageiros nos Açores  
Fonte: ANAC PT / Elaboração: Autor

Como é possível depreender através das semelhanças entre as linhas azul e cinzenta no Gráfico 4.10, o tráfego aéreo de passageiros nos Açores é muito mais expressivo no contexto da rede nacional do que a nível internacional. O número total de passageiros transportados nos aeroportos açorianos principia a sua evolução de modo mais significativo a partir de 2014 em diante, altura em que começaram a operar nas ilhas as companhias de aviação *low-cost*. Os valores evoluem positivamente até ao ano de 2019, sendo que em 2020 o transporte aéreo sofre uma queda extremamente abrupta, advinda dos efeitos da pandemia de COVID-19. Após este fenómeno, que impôs normas de restrição em diversos setores a nível mundial, o transporte de passageiros volta a crescer

em 2021, ano em que foram levantadas algumas das limitações de combate à COVID-19. Em 2022 o número de passageiros nos aeroportos açorianos atinge o valor máximo de entre os anos analisados, ascendendo a mais de 3750000.

#### 4.5.2 Transporte aéreo de carga

Outro aspeto vastamente abordado na bibliografia analisada é o transporte aéreo de carga. Sobretudo numa região insular e, portanto, isolada, o transporte de mercadorias ganha, também, uma importância redobrada. Tal como no processo descrito quanto ao número de passageiros, a quantidade de carga transportada por meios aéreos nos Açores será considerada como a soma entre carga embarcada e carga desembarcada. A evolução deste indicador está espelhada no Gráfico 4.11. Note-se que este vê os valores do seu eixo vertical serem seccionados para uma mais fácil visualização dos dados, o que acontecerá com outros gráficos ao longo deste capítulo.

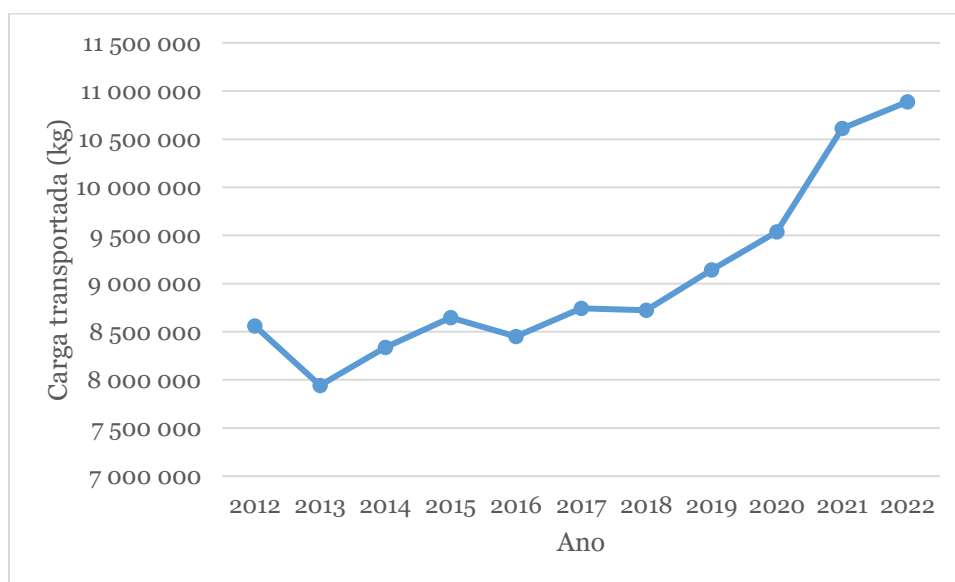


Gráfico 4.11 – Evolução do transporte aéreo de carga nos Açores  
Fonte: SREA / Elaboração: Autor

O transporte aéreo de carga não apresenta um curso semelhante ao do número de passageiros. Do primeiro ano analisado para o segundo verifica-se uma redução algo acentuada, sendo que nos anos que se seguem, apesar de existir crescimento em geral, há uma inconstância marcada por subidas e descidas. De 2018 a 2022 há sempre uma evolução positiva, com a variação mais expressiva a dar-se de 2020 para 2021.

#### 4.5.3 PIB *per capita*

Um dos principais objetivos deste trabalho é estudar os efeitos de vários parâmetros no bem-estar regional, o que inclui avaliar a estabilidade económica. Nesse sentido, o

indicador mais comumente empregado como variável dependente em análises de correlação deste tipo, no âmbito das referências bibliográficas examinadas, é, de longe, o PIB regional. Posto isto, nesta dissertação é considerado o PIB *per capita* a preços correntes na Região Autónoma dos Açores.

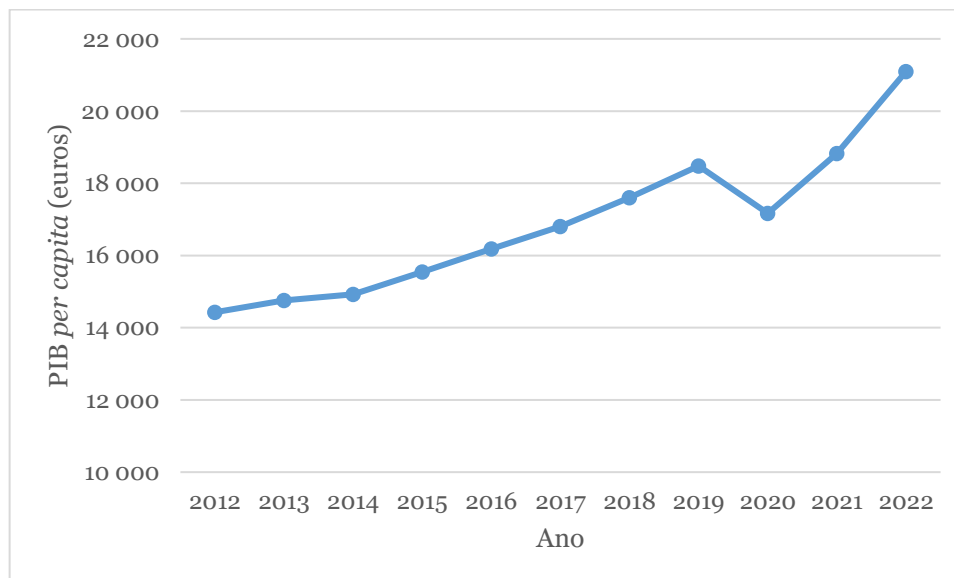


Gráfico 4.12 – Evolução do PIB *per capita* nos Açores  
Fonte: INE / Elaboração: Autor

Numa fase inicial do Gráfico 4.12, facilmente se deduz um ligeiro abrandamento na subida do PIB *per capita* de 2013 para 2014 face ao que se havia verificado de 2012 para 2013. A partir de 2014 até 2019 o PIB *per capita* aumenta gradualmente. Já em 2020, motivado pelo impacto da COVID-19 em vários setores económicos e produtivos, este parâmetro baixa consideravelmente. No entanto, o valor de 2021 ultrapassa já o de 2019, crescendo ainda mais no ano de 2022. A linha de tendência deste gráfico é algo parecida com a do Gráfico 4.10, ainda que não tenha claramente uma descida tão acentuada no ano de 2020.

#### 4.5.4 Taxa de empregabilidade

Como já mencionado no subcapítulo 3.3, os impactos de um aeroporto vão desde áreas diretamente conectadas à sua operação, passando por negócios que tiram partido de um acesso mais amplo a mercados mais diversificados, até setores que beneficiam indiretamente do transporte aéreo, como é o caso do turismo. Assim sendo, um dos principais efeitos do setor aeronáutico prende-se com a criação de novos postos de trabalho associados às diversas atividades que se interligam com o serviço aéreo.

Por conseguinte, a taxa de empregabilidade nos Açores constitui uma variável importante. A sua variação entre 2012 e 2022 encontra-se representada no Gráfico 4.13.

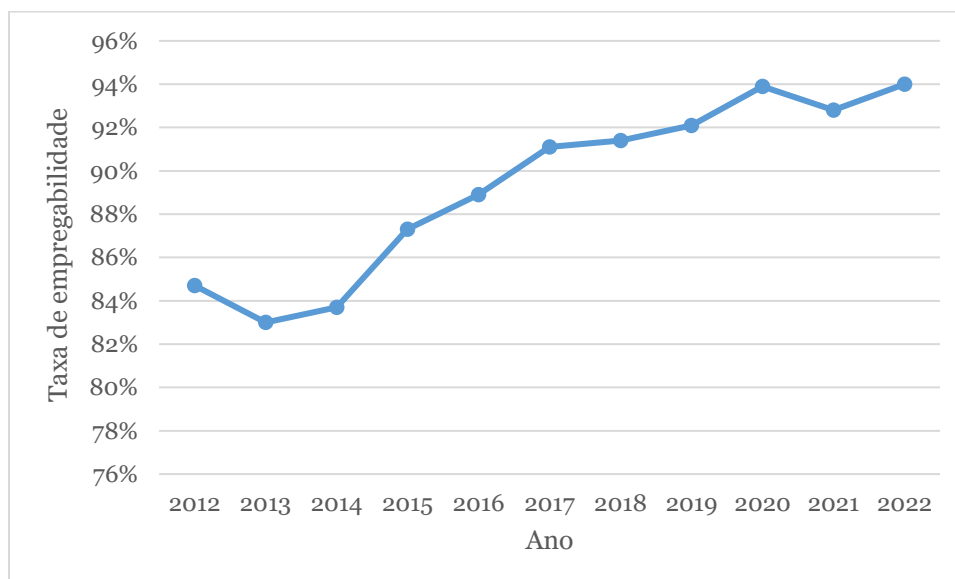


Gráfico 4.13 – Evolução da taxa de empregabilidade nos Açores  
Fonte: SREA / Elaboração: Autor

Apesar de um período de crescimento do desemprego de 2012 para 2013, a percentagem da população empregada cresce até 2020. Contrariamente ao tráfego aéreo de passageiros e até mesmo ao PIB *per capita*, a taxa de empregabilidade baixa apenas em 2021, e não em 2020. No entanto, é preciso ter em consideração que não seria expectável que a COVID-19 tivesse efeitos negativos imediatos na população empregada, ou seja, é perfeitamente plausível que as entidades empregadoras se tenham visto forçadas a reduzir o número de empregados apenas a médio-prazo, após confirmarem perdas e recessões financeiras provenientes do impacto da pandemia.

#### 4.5.5 Rendimento médio mensal líquido

No sentido de avaliar as condições económicas da sociedade da região dos Açores, analisa-se o rendimento médio mensal líquido, neste caso da população empregada por conta de outrem. Atente-se no Gráfico 4.14.

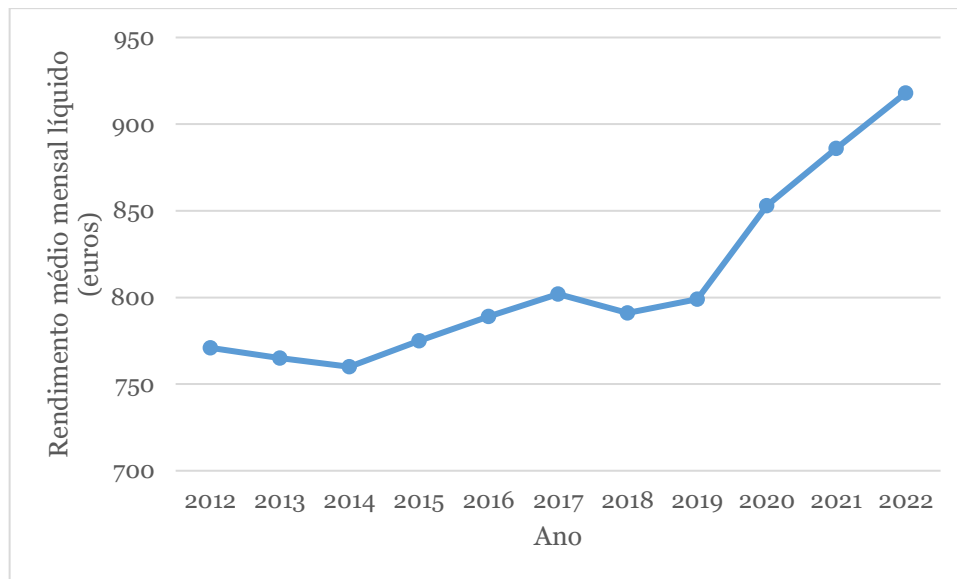


Gráfico 4.14 – Evolução do rendimento médio mensal líquido da população empregada por conta de outrem nos Açores

Fonte: INE / Elaboração: Autor

O rendimento representado no Gráfico 4.14 começa por diminuir entre 2012 e 2014, para seguidamente subir até 2017. Depois de uma ligeira descida em 2018, há um crescimento até 2022. É curioso notar que o salto mais acentuado acontece de 2019 para 2020, precisamente o ano em que o PIB *per capita* e o transporte aéreo de passageiros sofrem as maiores quedas. Ainda assim, esta é uma variável que importa incluir na análise, visto que o desenvolvimento de um aeroporto, como demonstrado num diverso número de estudos, promove o progresso económico de uma região e, potencialmente, a saúde financeira da respetiva população.

#### 4.5.6 VAB das empresas

De acordo com o já referido, a presença de uma infraestrutura aeroportuária numa determinada região possibilita a que empresas nessa região disponham de melhores acessos a mercados mais amplos e que de outra forma seriam inalcançáveis. Desse modo, justifica-se a inclusão de uma variável descritiva das condições empresariais que, neste caso, é o VAB (Valor Acrescentado Bruto) a preços correntes das empresas açorianas. O VAB pode ser calculado por vários processos e resulta da diferença entre o valor da produção e o valor de consumo intermédio, ou seja, é o valor bruto da produção considerando o custo de matérias-primas e do processo produtivo em si. De acordo com o Guia de Apoio à Utilização da Ferramenta de Autodiagnóstico Financeiro do IAPMEI (Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação), “em termos agregados, o VAB de uma empresa mede o seu contributo para o Produto Interno Bruto de uma determinada economia (país, região, etc.)” [185].

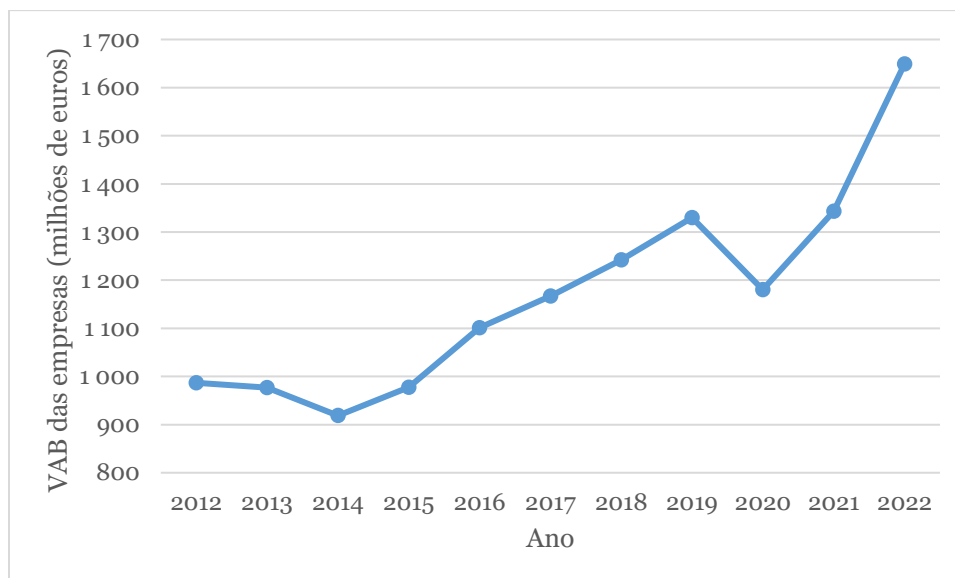


Gráfico 4.15 – Evolução do VAB das empresas nos Açores  
 Fonte: INE / Elaboração: Autor

De acordo com o Gráfico 4.15, o VAB das empresas dos Açores atinge um mínimo em 2014 para aumentar até 2019. No ano de 2020 ocorre uma descida considerável, sendo que o VAB empresarial de 2019 é recuperado em 2021. Por fim, de 2021 para 2022 dá-se uma subida a pique. Um outro indicador relacionado com a atividade empresarial cuja utilização poderia ser importante seria o das despesas governamentais no desenvolvimento de empresas. Contudo, este parâmetro foi descartado por existirem empresas de carácter público, privado e público-privado, o que pode afetar ações de investimento por parte do governo.

#### 4.5.7 Taxa de cobertura das importações pelas exportações

Tal como dão a entender os artigos [20], [123], [132], bem como várias outras referências supracitadas noutras secções, a Região Autónoma dos Açores é bastante desenvolvida em áreas como a agricultura, a produção de gado, a pesca, ou a produção de laticínios, dadas as suas características geográficas e morfológicas. Por outro lado, bens e serviços de que as ilhas não disponham dependem em grande parte do transporte aéreo para serem importados e chegarem à região. Assim, uma vez que as importações e exportações têm um papel muito importante no contexto do arquipélago, adota-se a métrica da taxa de cobertura das importações pelas exportações em percentagem. Esta não é mais do que a proporção do valor da importação de bens e serviços que é coberta pelo valor da exportação de bens e serviços. Por outras palavras, indica até que ponto é que as exportações compensam as importações, e a sua evolução é descrita pelo Gráfico 4.16.

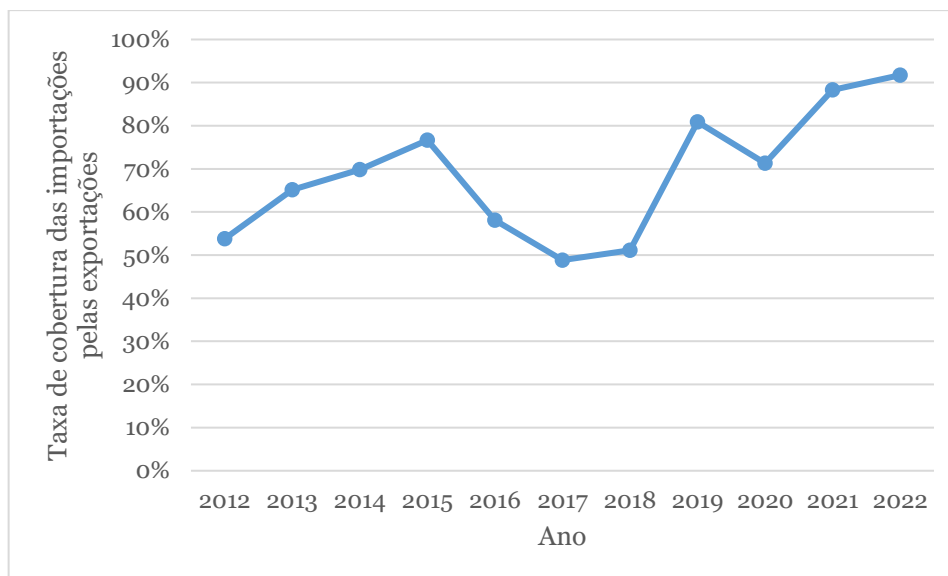


Gráfico 4.16 – Evolução da taxa de cobertura das importações pelas exportações nos Açores  
 Fonte: INE / Elaboração: Autor

Até 2015, as exportações vão compensando cada vez mais as importações de ano para ano, seguindo-se, entre 2015 e 2019 uma linha evolutiva parabólica com um mínimo em 2017. A irregularidade adensa-se, uma vez que em 2020 se verifica uma descida desta taxa de cobertura, ano a partir do qual se verificam duas variações positivas. No ano de 2022 é alcançado o valor máximo no período estudado, com as exportações a cobrirem quase 92% das importações. Os valores apresentados demonstram que, apesar de no arquipélago dos Açores se apostar bastante na produtividade regional, a região depende significativamente do exterior.

#### 4.5.8 Dormidas em unidades hoteleiras

Por último, mas não por isso menos importante, são muitas as áreas de negócio nos Açores que dependem do setor do turismo, setor esse que é maioritariamente impulsionado pelo transporte aéreo [20], [23], [123]. O documento [132] chega mesmo a salientar a grande resiliência do setor do turismo no caso do encerramento da base aérea militar das Lajes, na ilha Terceira. Por causa da evidente importância de turistas para a região dos Açores, torna-se imperativa a seleção de uma variável correlacionada com a atividade turística. Assim, o Gráfico 4.17 mostra a evolução do número de dormidas de turistas nos Açores entre 2012 e 2022.

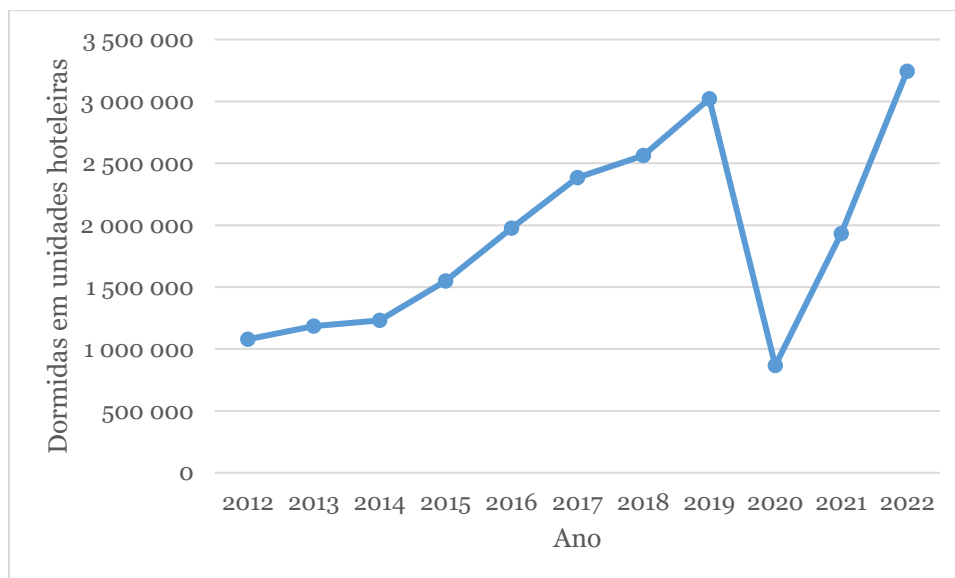


Gráfico 4.17 – Evolução das dormidas em unidades hoteleiras nos Açores  
 Fonte: SREA / Elaboração: Autor

A variação acima é a que mais se assemelha à evolução do número de passageiros movimentados por tráfego aéreo. A partir de 2015 a atividade turística aumenta, muito devido ao início da operação de transportadoras *low-cost* [132], com um crescimento no número de dormidas até 2019. No ano de 2020 ocorre uma descida abrupta e previsível, visto que acompanha a redução do número de passageiros nesse ano, refletindo o impacto da COVID-19. De 2020 até ao final do período estudado o número de dormidas no setor da hotelaria sobe exponencialmente, atingindo o seu pico máximo em 2022.

## 4.6 Métricas e métodos adotados

Tendo em conta os indicadores socioeconómicos adotados de acordo com a contextualização da região dos Açores apresentada, surge a possibilidade de tomar uma decisão informada e ponderada relativamente a quais das métricas e métodos matemáticos expostos no capítulo do Estado da Arte devem ser adotados.

Quanto aos objetivos propostos, a primeira metade deste trabalho aborda a centralidade dos aeroportos açorianos nos contextos das redes de tráfego aéreo nacional e internacional. Para esta fase de análise, para além da densidade da rede, será calculada a EC, sendo que esta é a métrica escolhida por ser aquela que melhor representa a qualidade das conexões e o seu grau de importância. Recorde-se que, como foi referido no subcapítulo 3.2.13, um nó pode ter EC elevada porque tem ligações com muitos outros, ou porque as conexões que tem são importantes e estabelecidas com nós que são significativos na rede. No arquipélago dos Açores a comunicação aérea entre as ilhas é

de extrema relevância para o desenvolvimento do arquipélago, pelo que a EC constitui a medida de centralidade mais adequada a este estudo.

Por outro lado, o exame da correlação entre parâmetros característicos da região dos Açores e variáveis aeroportuárias será efetuado com recurso a regressões OLS. Primeiramente, ainda que este método possa ter problemas com variáveis endógenas, há que ressaltar que é o mais utilizado, dentro da bibliografia analisada, em estudos feitos na área de conhecimentos da presente dissertação. Para além disso, para que se utilizassem os métodos IV e 2SLS teria de existir uma assertividade e certeza na definição de variáveis instrumentais, de modo a garantir uma relação forte entre elas e a variável dependente. O facto desse processo requerer elevada maturidade científica e um conhecimento muito pormenorizado sobre o caso de estudo em causa faz com que as alternativas ao método OLS sejam descartadas.

#### **4.7 Conclusão**

A elaboração do Caso de Estudo visou proporcionar uma descrição da Região Autónoma dos Açores a nível geográfico, cultural, social e económico. A pertinência deste capítulo centra-se no facto do contacto com a realidade do problema em si possibilitar que se venha a ter um entendimento total dos resultados que serão descritos no capítulo seguinte. Muitas vezes, especificamente em estudos de teor semelhante ao levado a cabo neste trabalho, só a compreensão das particularidades do caso analisado pode permitir refletir e interpretar quer as escolhas tomadas, quer as conclusões.

Ainda antes da abordagem ao arquipélago açoriano, foi descrito o processo de obtenção de dados. O principal obstáculo desta etapa foi a obtenção do número de passageiros movimentados nos aeroportos dos Açores, por ligação e em cada ano do período temporal selecionado. Após constatar que as bases de dados do SREA e da ANAC não continham a informação necessariamente detalhada, foi o contacto direto com a ANAC que viabilizou a disponibilização dos dados por parte da referida entidade. O passo que se seguiu foi a mudança da formatação do documento fornecido para uma que estivesse de acordo com o requerido para inserção no *software* de análise de centralidade. Esta foi de longe a etapa mais demorada, dada a vastidão de valores. Os restantes dados, referentes aos indicadores socioeconómicos dos Açores, foram obtidos através da consulta dos *websites* do SREA e do INE.

De seguida foi apresentada a caracterização do arquipélago dos Açores, tendo sido destacadas as principais valências e atividades de cada uma das ilhas. Adicionalmente, abordou-se a evolução do tráfego aéreo de passageiros em cada ilha, acompanhada por

uma representação visual gráfica e por factos pertinentes da história da aviação na região. Tendo essa descrição em mente, selecionaram-se os parâmetros relevantes no âmbito do contexto socioeconómico dos Açores e que, por esse motivo, foram tidos em conta como influentes e merecedores de análise cuidada. Foram eles, para além das estatísticas de transporte aéreo de passageiros e de carga, o PIB *per capita*, a taxa de empregabilidade, o rendimento médio mensal líquido da população empregada por conta de outrem, o VAB das empresas da região, a taxa de cobertura das importações pelas exportações e as dormidas em unidades hoteleiras. As evoluções destas variáveis foram também elas representadas por gráficos.

O último subcapítulo espelhou as opções tomadas no que toca a métricas de análise de rede e métodos de correlação adotados, bem como a justificação dos raciocínios que conduziram à sua seleção. Em suma, relativamente às redes de tráfego nacional e internacional serão calculadas a densidade e a EC, enquanto medida de centralidade, e, depois, será aplicado o método de regressão OLS com vista a avaliar relações entre o tráfego aéreo e o desenvolvimento regional.

# Capítulo 5

## Análise de Resultados

### 5.1 Introdução

A Análise de Resultados tem como finalidade a aplicação prática dos conceitos teóricos abordados no Estado da Arte ao problema em específico descrito no Caso de Estudo. Assim, aqui descrevem-se os processos e cálculos executados, os resultados deles advindos e as conclusões a eles associadas.

O primeiro subcapítulo descreve sucintamente os *softwares* utilizados, ou seja, o *Microsoft Excel*, o *Gephi* e o *Visual Studio Code*. O foco aponta para os principais motivos que levaram ao uso destas ferramentas e, ainda, para as funcionalidades das mesmas de onde se tirou proveito.

De seguida, apresentam-se os resultados que concluem o primeiro grande objetivo desta dissertação, que, recorde-se, está relacionado com a avaliação da evolução da centralidade dos aeroportos e aeródromos da Região Autónoma dos Açores. É aplicado o cálculo da EC com recurso ao *Gephi* para as redes de tráfego aéreo nacional e internacional. Os dados obtidos a partir desse processo são espelhados em tabelas, que permitem averiguar as flutuações da importância dos aeroportos açorianos e das suas ligações ao longo dos anos estudados. São também incluídas representações gráficas das redes de aeroportos, de acordo com as configurações do *Gephi* que possibilitam a melhor visualização possível.

Na secção seguinte alcança-se outro objetivo, que é o mais complexo, que diz respeito ao estudo da relação entre a evolução de movimentos relacionados com o transporte aéreo e o desenvolvimento económico regional. Tal é possível por intermédio da aplicação de sucessivas regressões OLS. Primeiramente, avalia-se as correlações entre as variáveis que dizem respeito aos aeroportos e as variáveis regionais, através de múltiplas regressões individuais, com apenas uma variável independente. O passo subsequente é a execução de novas regressões, novamente apenas entre dois parâmetros, mas desta vez com o PIB enquanto variável dependente dos restantes indicadores socioeconómicos característicos da região dos Açores. No final deste subcapítulo, e apenas pelo motivo de se seguir um processo metodológico muitas vezes observado na bibliografia analisada, apresenta-se uma regressão OLS na qual o PIB está dependente de todas as restantes variáveis analisadas. Nesta análise, os dois primeiros passos são os mais importantes e

centrais, visto que o primeiro permite inferir quais as variáveis regionais que mais se correlacionam com o transporte aéreo e o segundo possibilita determinar os parâmetros mais interligados com a progressão da atividade económica geral do arquipélago.

A Análise de Resultados é, então, crucial para a conclusão do presente trabalho, uma vez que nela são obtidos os resultados que viabilizam a interpretação e a chegada a ilações no âmbito dos objetivos inicialmente delineados.

## **5.2 Softwares utilizados**

Para que a secção de exposição e conseqüente análise dos resultados obtidos fique devidamente justificada é importante que se insira, em adição às contextualizações teórica e regional, uma explicação das ferramentas de *software* utilizadas. Assim, listam-se como programas utilizados o *Microsoft Excel*, o *Gephi* e o *Visual Studio Code*.

### *5.2.1 Microsoft Excel*

O *Microsoft Excel* é uma ferramenta desenvolvida pela *Microsoft* cujas capacidades de cálculo computacional foram aproveitadas várias vezes no decurso deste estudo. Relativamente ao capítulo anterior, para além dos dados disponibilizados pela ANAC terem sido apresentados numa folha de cálculo do *Microsoft Excel*, as variações dos restantes indicadores socioeconómicos ao longo dos anos foram também recolhidas sob esse formato. Adicionalmente, o *Microsoft Excel* permitiu traçar todos os gráficos presentes ao longo desta dissertação.

Já no que diz respeito ao atual capítulo, foi com este *software* que se calcularam as diferentes regressões OLS, que serão explicadas mais à frente. Uma primeira, exemplificativa, calculou-se de modo analítico, para que o processo de cálculo fosse interpretado e compreendido corretamente. Todas as restantes e respetivos parâmetros foram determinados com recurso ao suplemento *Analysis ToolPak*, que requereu uma instalação à parte.

### *5.2.2 Gephi*

O *Gephi* é um *software* criado em 2008 e foi utilizado para análise das redes de tráfego nacional e internacional, mais concretamente para a sua representação gráfica, e cálculo de densidade e centralidade. A partir do documento enviado pela ANAC foram criados ficheiros em formato CSV (*Comma-Separated Values*, ou valores separados por vírgulas) com o objetivo de separar o tráfego nacional do tráfego internacional para cada um dos anos entre 2012 e 2022. Estes, em conjunto com um outro contendo informações de identificação e posição de todos os aeroportos que figuram nas ligações estudadas,

foram introduzidos enquanto nós e arestas na secção *Data Laboratory* do *Gephi*. A janela *Statistics* possibilitou o cálculo da densidade das redes e da EC de cada um dos aeroportos. Por fim, através da exploração das várias opções de configuração das abas *Overview* e *Preview*, foram determinadas as representações gráficas das redes, tendo sido essencial para tal a instalação dos *plug-ins* *GeoLayout*, *Map of Countries* e *Noverlap*.

### 5.2.3 *Visual Studio Code*

O *Visual Studio Code* é um programa desenvolvido pela *Microsoft* que foi usado nesta dissertação somente para verificar os resultados obtidos nas regressões OLS efetuadas no *Microsoft Excel*. Como tal, foram elaborados vários programas simples codificados com base na linguagem de programação *Python*. Para que os mesmos pudessem ser lidos de modo a devolverem os resultados necessários, tiveram de se instalar apenas as bibliotecas *numpy* e *statsmodels*. Todos os resultados advindos do processo levado a cabo no *Microsoft Excel* foram coincidentes com aqueles resultantes dos códigos executados no *Visual Studio Code*, pelo que a utilização destas duas ferramentas de *software* levou à confirmação da fiabilidade da aplicação do método selecionado.

## 5.3 **Análise de rede**

O subcapítulo que agora se inicia destina-se à abordagem de um dos objetivos principais deste trabalho. Por conseguinte, utilizando conceitos do âmbito da SNA, segue-se o estudo dos aeroportos e aeródromos portugueses no contexto das redes aeroportuárias nacional e internacional. Para além da densidade, a métrica de centralidade calculada é a EC, com recurso às potencialidades do *Microsoft Excel* e do *Gephi*. Começa por se fazer a apresentação de resultados e respetiva análise no que diz respeito à rede de tráfego aéreo nacional e só depois será examinada a rede internacional.

### 5.3.1 Rede nacional de tráfego aéreo

A rede de tráfego aéreo nacional é designada dessa forma por ser aquela que é constituída pelos voos cujos pontos de origem e de destino estão localizados em território português. Assim, para esta análise, foram isoladas as ligações com essas características presentes no ficheiro de movimentos obtido a partir de contacto com a ANAC. A análise no *Gephi* efetuou-se ano a ano, sendo que, para isso, começou-se por criar documentos individuais com as ligações do tráfego nacional de passageiros em cada ano entre 2012 e 2022. As informações nestes contidas, que têm a função de representar as arestas da rede, foram organizadas em colunas e alfabeticamente de acordo com o código ICAO de cada

aeroporto de origem. A cada rota entre aeroportos foi associado o número de passageiros transportados, fator que atribui pesos diferentes às ligações.

Para a representação dos nós, neste caso, da rede nacional, foi elaborado um documento com todos os aeroportos e aeródromos portugueses. Estes foram distinguidos de acordo com o seu nome, código ICAO associado e posição geográfica, dividida em latitude e longitude. Este passo permitiu a fácil observação dos aeroportos que, num determinado ano, não possuíam tráfego de passageiros, tendo os mesmos sido eliminados em cada caso específico.

Posto isto, com os nós e as arestas definidos, calculou-se a densidade da rede, recorrendo à opção *Graph Density* na janela *Statistics*. Os resultados desta etapa encontram-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Rede nacional de tráfego aéreo: densidade  
Fonte: Autor

Ano	Densidade
2012	0.267
2013	0.273
2014	0.384
2015	0.267
2016	0.271
2017	0.270
2018	0.316
2019	0.328
2020	0.364
2021	0.304
2022	0.289

Após uma variação reduzida do primeiro para o segundo ano analisado, ocorre um crescimento abrupto da densidade em 2014, sendo este o ano em que se verificou maior densidade para a rede nacional de tráfego de passageiros. Recordando a Equação 3.2, o número de arestas e de nós de uma rede são, respetivamente, proporcionais e inversamente proporcionais à densidade. Assim, este crescendo expressivo da densidade pode ser justificado pelo facto de se ter verificado uma redução da quantidade de aeroportos portugueses, ou seja, de nós, a operar tráfego de passageiros de 2013 para 2014.

Até 2020 existe praticamente sempre crescimento da densidade da rede, à exceção de uma redução inconspícua de 2016 para 2017. É em 2020, ano em que o setor da aviação

foi influenciado em grande escala pela pandemia mundial de COVID-19, que se verifica o segundo maior valor de densidade. A isto segue-se um decréscimo da densidade significativo até 2022.

Assim sendo, pelo menos no presente caso em estudo, é possível deduzir que uma evolução positiva da densidade pode não significar necessariamente um maior bem-estar da rede de tráfego aéreo. É preciso ter em consideração que a densidade depende exclusivamente do número de nós e arestas de uma rede, pelo que não espelha o fluxo de informação que dentro dela acontece, como fica demonstrado pelo facto de um dos maiores valores de densidade corresponder ao ano em que se dá uma queda a pique do número de passageiros. Numa rede que tenha poucos nós próximos uns dos outros será mais fácil a tarefa de os conectar entre si, alcançando elevada densidade, o que nem sempre representa algo positivo numa rede de tráfego aéreo, onde frequentemente existem, por exemplo, aeroportos mais isolados ou localizados em zonas mais remotas e, portanto, com menos ligações.

Depois de analisado o grau de conectividade entre os nós, a fase que se seguiu foi o cálculo da centralidade de cada um deles, também determinada anualmente. Um novo acesso à janela *Statistics* possibilitou a seleção da opção *Eigenvector Centrality*, que calcula automaticamente a EC para cada nó da rede. A Tabela 5.2 que se segue apresenta os resultados obtidos entre 2012 e 2022. A sua extensão obriga a que seja separada em duas partes, dispostas de acordo com uma orientação de página alternativa.

Tabela 5.2 – Rede nacional de tráfego aéreo: *Eigenvector Centrality*  
 Fonte: Autor

<b>Código ICAO</b>	<b>Nome do aeroporto</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>LPAR</b>	ALVERCA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPAV</b>	AVEIRO	0.000	0.000	0.000	0.113	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPAZ</b>	SANTA MARIA	0.658	0.733	0.647	0.695	0.554	0.669	0.750	0.613	0.640	0.723	0.666
<b>LPBG</b>	BRAGANCA	0.130	0.255	0.086	0.261	0.310	0.200	0.188	0.148	0.145	0.148	0.145
<b>LPBJ</b>	BEJA	0.152	0.191	0.260	0.113	0.332	0.124	0.117	0.271	0.262	0.247	0.254
<b>LPBR</b>	BRAGA	0.000	0.086	0.000	0.000	0.000	0.110	0.100	0.000	0.000	0.094	0.000
<b>LPCD</b>	SANTA COMBA DAO	0.000	0.105	0.000	0.103	0.000	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPCH</b>	CHAVES	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.095
<b>LPCO</b>	COIMBRA	0.080	0.000	0.000	0.000	0.096	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPCR</b>	CORVO	0.402	0.313	0.387	0.428	0.360	0.296	0.397	0.300	0.514	0.319	0.311
<b>LPCS</b>	CASCAIS	0.740	0.794	0.799	0.856	0.891	1.000	0.849	1.000	0.687	0.912	0.762
<b>LPEV</b>	EVORA	0.080	0.170	0.000	0.097	0.201	0.109	0.138	0.359	0.098	0.071	0.181
<b>LPFC</b>	FIGUEIRA DOS CAVALEIROS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.092	0.000
<b>LPFL</b>	FLORES	0.507	0.569	0.475	0.476	0.360	0.380	0.334	0.369	0.507	0.473	0.437
<b>LPFR</b>	FARO	0.679	0.814	0.595	0.555	0.632	0.721	0.689	0.741	0.719	0.706	0.854
<b>LPGR</b>	GRACIOSA	0.395	0.350	0.408	0.428	0.367	0.390	0.405	0.376	0.385	0.313	0.362
<b>LPHR</b>	HORTA	0.851	0.749	0.936	0.782	0.610	0.792	0.710	0.615	0.863	0.745	0.802
<b>LPIN</b>	ESPINHO	0.080	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPJF</b>	LEIRIA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.176
<b>LPLA</b>	LAJES	0.869	0.760	0.829	0.967	0.898	0.852	0.916	0.922	0.782	0.956	0.879
<b>LPMA</b>	FUNCHAL	0.560	0.722	0.628	0.616	0.653	0.549	0.617	0.732	0.587	0.651	0.601

<b>Código ICAO</b>	<b>Nome do aeroporto</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>LPMI</b>	MIRANDELA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.095
<b>LPMR</b>	MONTE REAL	0.000	0.000	0.000	0.113	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPMT</b>	MONTIJO	0.099	0.084	0.000	0.000	0.000	0.109	0.000	0.088	0.186	0.000	0.000
<b>LPMU</b>	MOGADOURO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPOV</b>	OVAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPPD</b>	PONTA DELGADA	1.000	0.903	1.000	0.988	1.000	0.977	1.000	0.985	1.000	1.000	1.000
<b>LPPI</b>	PICO	0.571	0.617	0.655	0.620	0.531	0.556	0.631	0.726	0.571	0.547	0.543
<b>LPPL</b>	PORTALEGRE	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPPM</b>	PORTIMAO	0.099	0.189	0.000	0.239	0.279	0.271	0.269	0.148	0.255	0.218	0.309
<b>LPPR</b>	PORTO	0.822	0.811	0.793	0.914	0.826	0.784	0.903	0.883	0.828	0.817	0.818
<b>LPPS</b>	PORTO SANTO	0.245	0.351	0.301	0.285	0.423	0.549	0.461	0.436	0.323	0.433	0.421
<b>LPPT</b>	LISBOA	0.921	1.000	0.805	1.000	0.983	0.997	0.970	0.850	0.925	0.926	0.945
<b>LPSE</b>	SEIA	0.000	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPSI</b>	SINES	0.000	0.000	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.086
<b>LPSJ</b>	SAO JORGE	0.444	0.355	0.408	0.476	0.430	0.390	0.405	0.376	0.433	0.406	0.402
<b>LPSO</b>	PONTE DE SOR	0.000	0.000	0.086	0.200	0.096	0.000	0.095	0.088	0.074	0.000	0.185
<b>LPSR</b>	SANTAREM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.069	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LPVL</b>	MAIA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.000
<b>LPVR</b>	VILA REAL	0.281	0.000	0.000	0.154	0.184	0.200	0.173	0.053	0.000	0.000	0.162
<b>LPVZ</b>	WISEU	0.000	0.189	0.086	0.176	0.184	0.298	0.173	0.148	0.219	0.133	0.145

Na Tabela 5.2 figuram todos os aeroportos portugueses que tiveram tráfego nacional de passageiros pelo menos uma vez entre 2012 e 2022. As duas primeiras colunas do lado esquerdo indicam o código ICAO e a localização dos aeroportos. Sempre que, nas tabelas apresentadas, surge um valor de EC igual a zero, isso significa que no ano e aeroporto correspondentes não circularam passageiros em voos com origem e destino portugueses.

A EC varia entre 0 e 1, atingindo valores mais elevados relativamente a aeroportos mais centrais e, portanto, com papel mais importante na rede. O valor máximo de EC nos anos estudados não pertence sempre ao mesmo aeroporto. O aeroporto Humberto Delgado, em Lisboa, tem a maior EC na rede de tráfego nacional nos anos de 2013 e 2015, ao passo que o aeródromo de Cascais consegue tal classificação em 2017 e 2019. Nos restantes anos do período temporal em análise é o aeroporto João Paulo II, em Ponta Delgada, aquele que atinge a EC máxima.

Passando à descrição sucinta da evolução da EC dos restantes aeroportos açorianos, os aeroportos da Horta e das Lajes apresentam valores de EC bastante elevados, com este último a chegar mesmo a ser o segundo aeroporto português com maior EC no ano de 2021, ficando à frente do aeroporto de Lisboa e apenas atrás do aeroporto de Ponta Delgada. A evolução da EC da generalidade dos aeroportos dos Açores caracteriza-se maioritariamente pela inconstância, com os valores anuais mais reduzidos a serem atribuídos ao conjunto dos aeroportos e aeródromos do Corvo, das Flores, da Graciosa e de São Jorge. Esta ausência de um padrão de crescimento pode ser observada traçando o Gráfico 5.1, que representa a soma dos valores anuais de EC dos aeroportos açorianos.

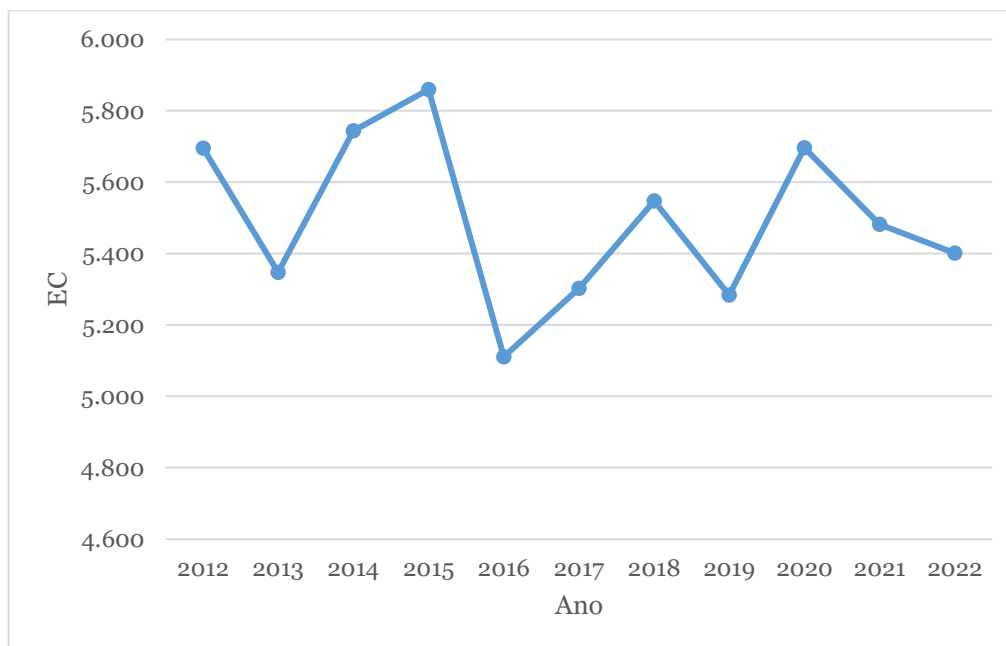


Gráfico 5.1 – Rede nacional de tráfego aéreo: evolução da *Eigenvector Centrality* total dos aeroportos dos Açores  
 Fonte: Autor

Analisando o Gráfico 5.1, a instabilidade da EC é claramente visível, com a variação mais acentuada a acontecer na descida de 2015 para 2016, isto é, precisamente do valor máximo para o valor mínimo entre 2012 e 2022. Já na altura temporal do surgimento da COVID-19, protagonista de análise cuidada devido à redução significativa do número de passageiros, a EC global do arquipélago aumenta de 2019 para 2020. Este último crescendo acontece nos aeroportos açorianos, à exceção dos das Lajes e do Pico.

É importante voltar a denotar a relevância de estudar a EC em detrimento de outras medidas de centralidade. Por exemplo, no ano de 2012, o aeroporto de Lisboa foi o que teve mais ligações no seio do tráfego nacional, pelo que seria aquele com maior valor de DC. No entanto, nesse ano, não foi este o aeroporto com maior valor de EC. Este mesmo fenómeno acontece, entre outras alturas, no ano de 2016, período em que o aeroporto de Ponta Delgada atinge o valor máximo de EC dentro da rede, apesar do aeródromo de Cascais e o aeroporto de Lisboa terem tido mais arestas a si conectadas. Assim, a análise da EC destaca-se por avaliar não só a quantidade de ligações, mas também a qualidade, ou importância, dessas mesmas ligações. O estudo deste caso em particular demonstra claramente que, numa rede aérea, o aeroporto com mais conexões poderá não ser o mais central quando se avalia o papel geral que o mesmo desempenha.

Para concluir o estudo da rede de tráfego nacional no *Gephi*, desenhou-se uma representação gráfica para cada ano em exame. Na secção *Layout* do menu *Overview*, os

*plug-ins GeoLayout e Noverlap* viabilizaram uma primeira disposição geográfica dos nós de modo correto de acordo com os seus valores de latitude e longitude e a seleção de uma escala de visualização adequada. Posteriormente, com *plug-in Map of Countries* traçou-se o mapa de Portugal, de modo proporcional. A definição dos *Preview Settings* no meu *Preview* levaram à obtenção de imagens como a Figura 5.1, referente à rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2022.

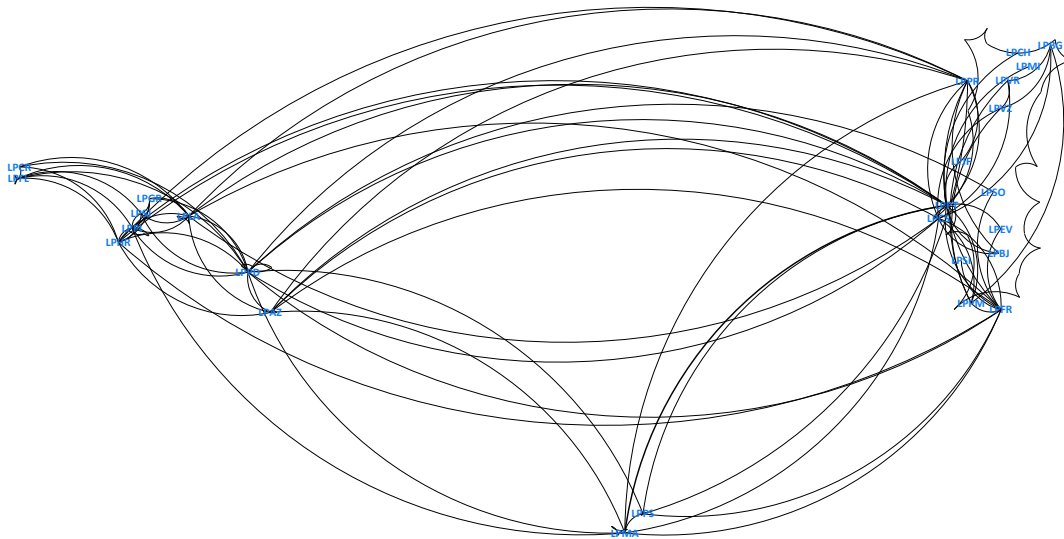


Figura 5.1 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2022  
Fonte: Autor

Na Figura 5.1 observam-se os aeroportos como os nós da rede, identificados através dos respetivos códigos ICAO a azul, as ligações entre eles enquanto linhas curvas cuja espessura é proporcional ao número de passageiros transportados e, em plano de fundo, uma representação aproximada do mapa de Portugal. Para além da cor dos nós ter sido selecionada com vista a que os mesmos se tornem mais perceptíveis, importa realçar que a posição de alguns deles foi ligeiramente alterada, de modo manual, para que os mesmos não se sobrepusessem. Por uma questão de evitar alongar desnecessariamente a extensão desta dissertação, as imagens relativas à rede nacional nos restantes anos analisados podem ser consultadas no Anexo A.1.

### 5.3.2 Rede internacional de tráfego aéreo

Por sua vez, a rede de tráfego internacional de passageiros é composta pelas ligações aéreas que contêm apenas um aeroporto português, seja como origem ou como destino. Os voos com essa característica foram retirados do ficheiro disponibilizado pela ANAC e separados por ano em documentos individuais. A estrutura interior destes, que tiveram a função de representar as arestas da rede, especificou cada voo de acordo com os códigos

ICAO dos aeroportos de origem e destino. A cada ligação foi associado o número de passageiros transportados, para que as arestas pudessem ter ponderações diferentes entre si.

Já no que diz respeito aos nós, desta vez o documento que os representa teve de conter vários aeroportos ao redor do mundo, incluindo obrigatoriamente todos os que surgem como origem ou destino de pelo menos um dos voos. Desta forma, a grelha do *Microsoft Excel* adicionada ao *Gephi* para que os vértices da rede fossem exibidos englobou 2010 aeroportos. A cada um deles foi atribuído o código ICAO, para que este documento estivesse em concordância com os das arestas, e particularidades geográficas, tais como país de localização, latitude e longitude. Nem todos os aeroportos presentes foram necessariamente utilizados, uma vez que se eliminaram, para cada ano, aqueles que revelaram não ter quaisquer ligações.

Mais uma vez, a densidade das redes de tráfego internacional foi calculada através da janela *Statistics* e os resultados podem ser observados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Rede internacional de tráfego aéreo: densidade  
Fonte: Autor

Ano	Densidade
2012	0.010
2013	0.010
2014	0.010
2015	0.009
2016	0.010
2017	0.010
2018	0.010
2019	0.009
2020	0.010
2021	0.010
2022	0.009

A Tabela 5.3 revela que a densidade das redes obtidas ronda sempre o valor 0.01. As únicas variações residuais acontecem em 2015, 2019 e 2022, com uma redução de 0.01 para 0.009. Esta progressão praticamente constante não constitui uma situação inesperada. Tal advém do facto de estarem a ser consideradas só as ligações entre aeroportos portugueses e os restantes aeroportos mundiais, e não voos entre dois aeroportos internacionais. Como tal, é expectável que a maioria dos nós sobressaiam como estando isolados, o que leva a que as redes não possam ser tidas em consideração

como bem conectadas. Assim, importa ressaltar que as densidades calculadas não são referentes à totalidade da rede de tráfego aéreo mundial, visto que para isso teria de ser estudada toda e qualquer ligação aérea de 2012 a 2022. Acrescente-se, ainda, que a grande quantidade de nós e arestas faz com que as mudanças anuais destes parâmetros não se reflitam largamente no valor da densidade.

Seguindo a mesma sequência feita no estudo da rede nacional, de seguida calculou-se a centralidade dos nós, também com recuso à janela *Statistics*. Do vasto conjunto de resultados obtidos, os valores da EC dos aeroportos portugueses foram separados dos restantes e figuram na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Rede internacional de tráfego aéreo: *Eigenvector Centrality*  
 Fonte: Autor

<b>Código ICAO</b>	<b>Nome do aeroporto</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>LP AZ</b>	SANTA MARIA	0.397	0.314	0.320	0.435	0.306	0.323	0.421	0.420	0.324	0.359	0.370
<b>LP BG</b>	BRAGANÇA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.017	0.010	0.013
<b>LP BJ</b>	BEJA	0.041	0.073	0.102	0.054	0.054	0.051	0.120	0.100	0.116	0.139	0.150
<b>LP CR</b>	CORVO	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
<b>LP CS</b>	CASCAIS	0.445	0.442	0.432	0.396	0.405	0.388	0.569	0.640	0.541	0.606	0.670
<b>LP FL</b>	FLORES	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000
<b>LP FR</b>	FARO	0.864	0.851	0.849	0.783	0.850	0.852	0.893	0.895	0.799	0.856	0.853
<b>LP GR</b>	GRACIOSA	0.003	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.003	0.002	0.001	0.000
<b>LP HR</b>	HORTA	0.023	0.015	0.028	0.013	0.018	0.043	0.010	0.034	0.009	0.015	0.038
<b>LP LA</b>	LAJES	0.154	0.155	0.125	0.151	0.135	0.102	0.102	0.158	0.112	0.189	0.274
<b>LP MA</b>	FUNCHAL	0.557	0.594	0.508	0.502	0.490	0.450	0.453	0.468	0.330	0.385	0.411
<b>LP PD</b>	PONTA DELGADA	0.251	0.278	0.281	0.272	0.209	0.262	0.339	0.350	0.151	0.271	0.366
<b>LP PI</b>	PICO	0.003	0.002	0.003	0.003	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>LP PR</b>	PORTO	0.781	0.784	0.767	0.775	0.788	0.789	0.841	0.906	0.764	0.824	0.856
<b>LP PS</b>	PORTO SANTO	0.098	0.133	0.123	0.126	0.215	0.175	0.177	0.149	0.057	0.109	0.145
<b>LP PT</b>	LISBOA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<b>LP SJ</b>	SAO JORGE	0.003	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.000	0.003

Como seria de esperar, a quantidade de aeroportos portugueses que operaram voos internacionais entre 2012 e 2022 é muito menor quando comparada com o número de aeroportos enumerados na Tabela 5.2. Ainda assim, todos os nove aeroportos e aeródromos açorianos estão presentes.

Em todos os anos do espaço temporal em exame, o valor máximo de EC para o tráfego internacional é alcançado pelo aeroporto de Lisboa. Nesta classificação, o aeroporto de Faro ocupa o segundo lugar e o aeroporto do Porto revela ser o terceiro mais importante, com a exceção dos anos de 2019 e 2022, onde estes dois papéis se invertem. Seguem-se a estes os aeroportos do Funchal e de Cascais.

Ao contrário do que acontece no tráfego nacional, o aeroporto de Ponta Delgada assume um papel mais modesto nos voos entre Portugal e o resto do mundo, não sendo sequer o aeroporto açoriano com maiores valores de EC. Esse lugar pertence ao aeroporto de Santa Maria, que regista uma EC máxima de 0.435 em 2015. Esta constatação pode estar relacionada com características aeroportuárias, visto que, como já referido, o aeroporto de Santa Maria é o que oferece melhores condições à operação de aeronaves de maior dimensão, que são aquelas que normalmente realizam voos internacionais. Quanto aos restantes aeroportos dos Açores, os seus valores de EC na rede internacional são bastante reduzidos, sendo os mais elevados os do aeroporto das Lajes, com uma variação entre 0.102 e 0.274. Cruzando a Tabela 5.4 com o Gráfico 4.4, o Gráfico 4.5, o Gráfico 4.6, o Gráfico 4.8 e o Gráfico 4.9, verifica-se que os anos em que os aeroportos do Corvo, das Flores, da Graciosa, do Pico e de São Jorge têm EC igual a zero correspondem àqueles em que não existiram passageiros movimentados em voos internacionais, o que constitui um ponto de afirmação da fiabilidade dos testes conduzidos.

Dentro deste tópico, é extramente importante referir que o facto da EC do aeroporto do Pico ser igual a zero no ano de 2021 acontece devido ao arredondamento dos valores ser feito com três casas decimais. Neste ano, como mostra o Gráfico 4.6, o aeroporto do Pico registou, sim, tráfego de passageiros internacional. No entanto, o número de passageiros transportados foi de tal forma reduzido que a EC deste aeroporto nesse ano foi de apenas 0.000373.

Seguidamente, traça-se a variação do somatório da EC dos aeroportos dos Açores relativamente ao tráfego aéreo internacional de passageiros.

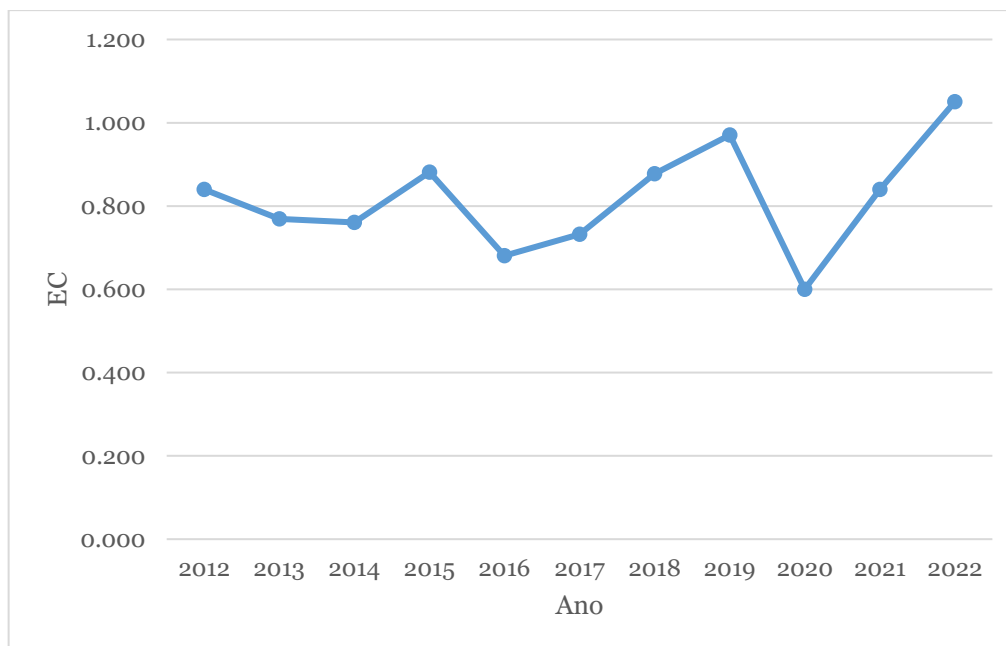


Gráfico 5.2 – Rede internacional de tráfego aéreo: evolução da *Eigenvector Centrality* total dos aeroportos dos Açores  
 Fonte: Autor

O Gráfico 5.2 inicia-se com um declínio de 2012 até 2014, existindo um máximo relativo no ano de 2015. Entre 2016 e 2022, a EC geral dos aeroportos açorianos segue uma linha evolutiva semelhante à do número de passageiros transportados, com uma evolução positiva quebrada por uma redução significativa no ano de 2020, ao que se segue um crescendo considerável que culmina no valor máximo registado em 2022.

Por fim, também se procurou obter a representação gráfica das redes de tráfego internacional. O processo executado no *Gephi* foi semelhante ao já descrito no subcapítulo anterior, passando pela utilização dos *plug-ins GeoLayout, Noverlap e Map of Countries* e do menu *Preview*, de acordo com a conjugação de escalas e configurações que demonstrou ser a que viria a conduzir à visualização mais simples e explícita das redes. A imagem que se segue representa a rede aérea de tráfego internacional de passageiros no ano de 2022. As figuras referentes aos restantes anos em análise encontram-se no Anexo A.2.



Figura 5.2 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2022  
Fonte: Autor

O fundo da Figura 5.2 procura desenhar o mapa mundo. Neste caso, são as arestas que aparecem traçadas a azul, para que se distingam das fronteiras dos países, que se encontram desenhadas a preto. Há que notar que, desta vez, os nós não estão representados pelas siglas ICAO dos aeroportos, porque, se assim fosse, o mapa tornar-se-ia bastante confuso, o que dificultaria grandemente a sua interpretação.

#### **5.4 Aplicação do método de regressão OLS**

A análise da centralidade no último capítulo é benéfica no sentido em que possibilita depreender quais os aeroportos e, por conseguinte, as ilhas que constituem pontos de ligação mais centrais e cruciais para o tráfego aéreo de passageiros. No entanto, não menos importante é a determinação das atividades e setores económico-sociais que se relacionam de forma mais proeminente com o transporte aéreo.

O método escolhido para a persecução desse objetivo, de acordo com o já mencionado, é a aplicação sucessiva de modelos de correlação OLS. Antes de descrever mais pormenorizadamente o processo adotado, para que a examinação dos resultados obtidos se torne mais linear e lógica, definem-se duas categorias principais para os indicadores selecionados.

Tabela 5.5 – Categorização das variáveis estudadas  
 Fonte: Autor

<b>Tipo de variável</b>	<b>Variável</b>	<b>Sigla</b>
Transporte aéreo	Passageiros transportados	PAX
	Carga transportada	CAR
Regionais	PIB <i>per capita</i>	PIB
	Taxa de empregabilidade	EMP
	Rendimento médio mensal líquido	REN
	VAB das empresas	VAB
	Taxa de cobertura das importações pelas exportações	COB
	Dormidas em unidades hoteleiras	DOR

De acordo com a Tabela 5.5, as variáveis em estudo dividem-se em indicadores relacionados com o transporte aéreo e parâmetros regionais. A cada uma das variáveis é atribuída uma sigla particular, como elucida a coluna mais à direita na Tabela 5.5.

Posto isto, as regressões OLS efetuadas serão separadas em três fases distintas, com a finalidade de que todos os raciocínios levados a cabo possam ser devidamente explanados. Assim, na primeira etapa, procura-se avaliar as relações que descrevem as variáveis regionais em função das variáveis relacionadas com o transporte aéreo. Na segunda, são encontradas as correlações entre o PIB e as restantes variáveis, individualmente. Por fim, no último passo apresenta-se uma única equação que tem o PIB como variável dependente e os restantes indicadores enquanto variáveis independentes. Como se irá poder compreender durante a leitura deste capítulo, esta terceira e última secção serve um propósito menos relevante que as duas primeiras e de cariz sobretudo complementar.

#### 5.4.1 Variáveis regionais em função do transporte aéreo

Como descrito, a primeira utilização do conceito de regressão OLS definiu correlações matemáticas com vista a estudar a influência que as variáveis aeroportuárias têm nos indicadores regionais. Assim sendo, com recurso ao *plug-in Data Analysis* do *Microsoft Excel*, foram concretizadas doze regressões OLS, com os passageiros e a carga transportada enquanto parâmetros dependentes, à vez, de cada uma das variáveis regionais.

O primeiro obstáculo que surge ao tentar relacionar as variáveis referidas diz respeito à disparidade existente entre as dimensões das mesmas, dadas as suas diferentes naturezas. Com o propósito de que os valores da evolução dos vários parâmetros se encontrem em escalas próximas, as regressões matemáticas foram feitas com as formas

logarítmicas das variáveis PAX, CAR, PIB, REN, VAB e DOR. Por sua vez, os indicadores EMP e COB, por serem descritos através de valores percentuais, viram os seus dados representados entre zero e um.

Torna-se, neste ponto, essencial clarificar alguns aspetos teóricos das regressões OLS, uma vez que o facto de estas terem sido completadas com recurso às ferramentas de *software Microsoft Excel* e *Visual Studio Code* não significa que os processos matemáticos que lhes servem de base devam ser descurados. Assim, passe-se a um exemplo hipotético e simples.

Suponha-se a pretensão de encontrar a relação entre uma variável dependente  $y$  e uma variável independente  $x$ . Uma regressão OLS, ignorando o termo de erro na presente explicação, irá levar a que se formule uma expressão do tipo da Equação 5.1.

$$y = \alpha + \beta x \quad (5.1)$$

Por conseguinte, há que obter o valor dos coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$ . Para isso, é necessário determinar outros dois parâmetros. O primeiro é a covariância (designada abaixo por COV), que é dada por

$$COV = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i y_i - \bar{x} \bar{y}) \quad (5.2)$$

Na Equação 5.2, existem variáveis que carecem de elucidação.  $N$  corresponde ao número de observações e no caso do presente problema tem-se  $N = 11$ , visto que são analisados valores para todos os anos entre 2012 e 2022.  $x_i$  e  $y_i$  dizem respeito à  $i^{\text{a}}$  observação, com  $i$  a ser um número inteiro entre 1 e  $N$ .  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias das  $i$  observações das variáveis  $x$  e  $y$ , respetivamente.

O segundo parâmetro que se pretende obter é a variância da variável  $x$ , representada por  $\sigma^2$  e cujo método de cálculo é explicado pela Equação 5.3.

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (5.3)$$

Depois de determinados ambos estes fatores,  $\beta$  é calculado pela razão entre eles, como mostra a Equação 5.4.

$$\beta = \frac{COV}{\sigma^2} \quad (5.4)$$

Utilizando este valor de  $\beta$ , calcula-se  $\alpha$  com recurso à Equação 5.5.

$$\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \beta x_i) \quad (5.5)$$

A automatização desta sequência matemática por parte do *Microsoft Excel* permitiu determinar as constantes  $\alpha$  e  $\beta$  para as relações pretendidas, que posteriormente foram verificadas no *software Visual Studio Code*. Estes valores possibilitam que se construam equações de correlação entre as variáveis dependente e independente. De seguida, a Tabela 5.6 resume os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  encontrados para as regressões OLS com as variáveis regionais em função das variáveis relacionadas com o transporte aéreo.

Tabela 5.6 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$   
Fonte: Autor

	LN PAX		LN CAR	
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
<b>LN PIB</b>	6.478290275	0.220930491	-6.837514667	1.034461720
<b>EMP</b>	0.095470043	0.054251739	-4.342270707	0.326953332
<b>LN REN</b>	5.997348453	0.047430996	-3.134362225	0.613805177
<b>LN VAB</b>	15.95884665	0.333570083	-3.510036694	1.522165952
<b>COB</b>	-0.002740904	0.046888589	-16.46363201	1.070981495
<b>LN DOR</b>	-4.970854284	1.315241290	-14.56911168	1.807563428

No entanto, os coeficientes acima não são, por si só, suficientes para se analisar o quão as variáveis estudadas se interligam. Nesse sentido, associado a cada regressão OLS existe o parâmetro  $R^2$ , denominado Coeficiente de Determinação. Passe-se à exposição do método de cálculo deste coeficiente, para depois se abordar o seu significado estatístico.

Voltando ao exemplo anterior de uma regressão OLS de  $y$  em função de  $x$ , a determinação das constantes  $\alpha$  e  $\beta$  permite que a Equação 5.1 seja utilizada para prever valores de  $y$  a partir dos valores de  $x$ . Estas previsões são denotadas por  $\hat{y}_i$ . No fundo, o  $R^2$  irá comparar os valores reais de  $y$  com os previstos, o que faz com que o principal propósito de uma regressão OLS seja avaliar os quadrados das diferenças entre os valores que, de facto, se verificam e os dados calculados a partir da linha de tendência.

Assim, para calcular o  $R^2$ , começa-se por determinar a *Total Sum of Squares* (SST), que corresponde ao somatório do quadrado das distâncias entre os valores reais de  $y$  e a média desta variável. Então, aplica-se a Equação 5.6.

$$SST = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \quad (5.6)$$

De seguida, através da Equação 5.7, calcula-se um somatório semelhante, mas que substitui os valores reais de  $y$  pelos seus valores previstos. A este fator dá-se o nome de *Sum of Squares of Regression* (SSR).

$$SSR = \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (5.7)$$

Por fim, de acordo com a Equação 5.8,  $R^2$  é simplesmente obtido pela razão entre  $SSR$  e  $SST$ .

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (5.8)$$

O Coeficiente de Determinação é uma métrica utilizada em modelos estatísticos para estudar o grau de ajuste dos dados, ou seja, a correlação entre a variável dependente e os termos independentes. No exemplo adotado, o  $R^2$  indica a proporção da variação da variável dependente  $y$  que é justificada pela variação da variável independente  $x$ , avaliando o quão bem a equação alcançada se ajusta ao conjunto de dados iniciais. Este parâmetro varia entre zero e um, sendo que quanto maior for o seu valor, mais explicativo é o modelo encontrado. A título exemplificativo, se numa determinada regressão OLS se obtiver um  $R^2$  igual a 0.6, então a variação de  $x$  explica 60% da variação de  $y$ . Se fosse determinado que  $R^2 = 1$ , as previsões da regressão OLS ajustar-se-iam na perfeição aos dados iniciais. No contexto deste trabalho, para as regressões OLS com apenas uma variável independente, o  $R^2$  descreve a relação e, até mesmo, a semelhança entre as linhas traçadas no capítulo anterior para descrever a evolução dos indicadores selecionados.

O parâmetro descrito no parágrafo anterior é um dos que são devolvidos como resultados aquando da execução de uma regressão OLS nas ferramentas de *software* utilizadas. Assim, para cada uma das regressões que utilizam as variáveis LN PAX e LN CAR como

dependentes e os indicadores regionais como variáveis independentes foi encontrado um valor de  $R^2$ , como é possível observar na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo:  $R^2$   
Fonte: Autor

	<b>LN PAX</b>	<b>LN CAR</b>
<b>LN PIB</b>	0.393289891	0.763040644
<b>EMP</b>	0.195476791	0.628285105
<b>LN REN</b>	0.063143055	0.935792480
<b>LN VAB</b>	0.397811520	0.733068451
<b>COB</b>	0.011174858	0.515927867
<b>LN DOR</b>	0.977944169	0.163458549

O PIB, obtido a preços correntes e *per capita*, foi a primeira variável a ser correlacionada com o transporte aéreo, por ser o principal indicador económico da Região Autónoma dos Açores. Por representar os bens e serviços da região, a evolução do PIB pode ser vista como um indicador geral de alterações, de carácter positivo ou negativo, na atividade económica dos Açores. No que toca ao  $R^2$ , obteve-se um valor bastante elevado, de aproximadamente 0.763, para a correlação entre os logaritmos do PIB *per capita* e da carga transportada por via aérea. O mesmo não se verificou para a regressão efetuada entre o PIB e o número de passageiros transportados nos aeroportos açorianos, com o  $R^2$ , ainda que não sendo nada residual, a situar-se num valor mais intermédio.

Neste ponto da análise, há que relembrar a existência do ano anómalo de 2020, período em que praticamente todas as atividades mundiais e o setor da aviação, em particular, foram impactadas pela pandemia de COVID-19. Como evidenciado pelos gráficos presentes no capítulo 4, o número de passageiros transportados reduziu drasticamente em 2020 para o valor mínimo da janela temporal em estudo, sendo que nesse ano também o PIB verificou, mas não tão significativamente, uma descida. Para que esta irregularidade seja passível de análise, foram conduzidas duas regressões OLS entre o PIB e as variáveis PAX e CAR excluindo o ano de 2020, tendo sido obtidos os dois valores de  $R^2$  presentes na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – PIB *per capita* em função das variáveis aeroportuárias, excluindo o ano de 2020:  $R^2$   
Fonte: Autor

	<b>LN PAX</b>	<b>LN CAR</b>
<b>LN PIB</b>	0.697383969	0.773085898

Para este caso, a relação entre o PIB e a carga transportada permanece praticamente igual à anteriormente obtida. Porém, para a regressão entre o PIB e o número de passageiros, a exclusão dos valores referentes ao ano de 2020 faz com que o grau de correlação entre os dados cresça mais de 77%, para cerca de 0.697. Aqui, duas correntes de pensamento podem caracterizar as ilações tiradas a partir desta questão, com nenhuma das duas a dever ser posta de parte. Por um lado, é certo que o facto da existência do ano atípico de 2020 tem influência na perda de correspondência entre o número de passageiros e o PIB. Porém, num outro quadrante, a inclusão deste ano neste estudo pode trazer um ponto de vista mais realista, demonstrando que uma queda a pique do número de passageiros não trará necessariamente uma rotura da mesma ordem no PIB regional. Isto é, ainda que exista, sim, uma relação entre as duas variáveis, é importante manter presente que existem também outras variáveis cujas alterações têm influência na atividade económica dos Açores. Por conseguinte, corroborando a afirmação antecedente, ambas as regressões (com e sem os valores do 2020) que contêm o PIB em função da carga transportada evidenciam a forte correlação entre estas duas variáveis. Note-se que, relativamente a este e aos subsequentes subcapítulos, após ter sido inicialmente clarificada a situação especial do ano de 2020, a exclusão deste ano não voltou nem voltará a ser efetuada nas regressões OLS.

Voltando à descrição da Tabela 5.7, a progressão do rendimento médio mensal líquido da população empregada por conta de outrem surge bastante interligada com a carga transportada, tendo esta relação o segundo maior valor de  $R^2$ . Também o valor acrescentado bruto das empresas açorianas e a taxa de empregabilidade têm correlações relevantes com o transporte aéreo de carga. Na hierarquia de variáveis independentes, surpreendentemente, a taxa de cobertura das importações pelas exportações ocupa apenas o penúltimo lugar no que toca à ligação com o transporte de carga por meios aéreos, ainda que nesta regressão haja um  $R^2$  em nada desprezível, rondando o valor 0.51. Tal como seria expectável, o número de dormidas em unidades hoteleiras mostra ser a variável que menos se relaciona com a quantidade de carga transportada.

Contudo, os papéis invertem-se nas relações com o número de passageiros transportados. Comprovando a forte dependência da atividade aeroportuária por parte do setor do turismo, os resultados indicam que os números de passageiros nos aeroportos açorianos e de dormidas em unidades hoteleiras têm dados que se correlacionam consoante uma semelhança de praticamente 98%. Esta é uma interligação que se justifica pela função essencial que os aeroportos desempenham na chegada de turistas ao arquipélago açoriano. Nas regressões com o número de passageiros enquanto variável independente, apenas o VAB revelou um valor de  $R^2$  algo relevante, com a taxa

de empregabilidade a seguir-se, mas já com um coeficiente de determinação reduzido. O estudo do rendimento médio mensal líquido e da taxa de cobertura devolveu resultados que apontam a falta de correlação destas variáveis com os passageiros transportados por meios aéreos nos Açores.

As últimas regressões feitas no seio da presente secção devem-se a uma particularidade já notada no capítulo do Caso de Estudo. O Gráfico 4.13, que descreve a evolução da taxa de empregabilidade nos Açores, apresenta um decréscimo, não no ano de 2020, mas sim no ano seguinte, em 2021, tal como abordado aquando da sua análise em particular. Considerando que eventos económicos e sociais em alguns setores podem ter repercussões não verificadas a curto-prazo, adicionaram-se mais duas regressões OLS, efetuadas entre as variáveis do transporte aéreo (neste caso, entre 2012 e 2021) e a taxa de empregabilidade nos Açores no ano seguinte (ou seja, entre 2013 e 2022).

Tabela 5.9 – Empregabilidade do ano seguinte em função das variáveis aeroportuárias:  $R^2$   
Fonte: Autor

	LN PAX	LN CAR
<b>EMP (ano seguinte)</b>	0.230648159	0.502817050

A Tabela 5.9 faz notar que, quando se considera a população empregada no ano seguinte, a proporção da correlação com o número de passageiros transportados cresce ligeiramente, mas a ligação com o transporte aéreo de carga vê o seu  $R^2$  reduzir. Portanto, ainda que, de facto, o transporte de passageiros num determinado ano esteja mais correlacionado com a taxa de empregabilidade do ano seguinte do que com a do ano correspondente, essa diferença não é significativa.

De entre os diferentes resultados que a execução de uma regressão OLS devolve, outro dos mais relevantes é o erro padrão, que serve também como uma métrica de ajuste dos dados. Porém, ao contrário do  $R^2$ , que explica a proporção da variação do termo dependente que pode ser justificada pela variável independente, o erro padrão avalia a distância média a que os valores reais se encontram da linha de tendência determinada na regressão. Por permitir ter noção da precisão do modelo calculado em termos de unidades, esta é uma medida que se revela importante no contexto do presente problema, visto que os valores de todas as variáveis foram colocados em escalas próximas.

Desta forma, quanto mais baixo for o erro padrão, mais os valores observados estarão próximos da linha que representa a equação regredida, maior será a fiabilidade dos

resultados e, conseqüentemente, mais elevada será a confiança estatística que se pode ter no modelo. A Tabela 5.10 contém os valores do erro padrão encontrados para cada regressão efetuada. Note-se que, apesar de existir um erro padrão específico associado a cada coeficiente calculado numa regressão OLS, o que aqui se analisa é o erro padrão das próprias regressões em si.

Tabela 5.10 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: erro padrão  
Fonte: Autor

	<b>LN PAX</b>	<b>LN CAR</b>
<b>LN PIB</b>	0.096424175	0.060260433
<b>EMP</b>	0.038675096	0.026288578
<b>LN REN</b>	0.064199573	0.016806932
<b>LN VAB</b>	0.144215084	0.096016179
<b>COB</b>	0.154989383	0.108441931
<b>LN DOR</b>	0.069407462	0.427452819
<b>EMP (ano seguinte)</b>	0.037148168	0.029862971

Os valores de erro padrão devolvidos para as regressões entre as variáveis aeroportuárias e os parâmetros PIB, EMP e REN situam-se sempre abaixo de 0.1, o que é positivo por indicar a confiança que se pode ter nas metodologias aí adotadas. Relativamente ao VAB das empresas açorianas, na sua relação com o transporte de passageiros o facto de o erro padrão ultrapassar os 0.1 não deve ser encarado nem como preocupante, nem como comum, revelando uma ligeira hipótese de imprecisão deste modelo. Quanto à taxa de cobertura das importações pelas exportações, o erro padrão entre, aproximadamente, 0.1 e 0.15 pode revelar alguma, mas nunca muita, perda de fiabilidade estatística nas regressões com essa variável. O maior erro padrão observado ocorre para a regressão entre a carga transportada e o número de dormidas em unidades hoteleiras, com um valor superior a 0.4, sobretudo tendo em conta que o logaritmo da variável CAR varia, sensivelmente, apenas entre 15.85 e 16.20.

A última análise feita aos resultados obtidos após a aplicação das regressões OLS diz respeito ao parâmetro denominado *p-value*. Existe um *p-value* associado a cada coeficiente estimado na regressão, que é tanto menor quanto maior for a significância da estimativa. Assim, para uma variável independente, o respetivo *p-value* avalia a sua relevância na previsão da variável dependente, variando percentualmente e sendo expresso entre 0 e 1. Por outras palavras, o *p-value* da variável independente testa a hipótese nula de que esta não tenha qualquer correlação com a variável dependente, ou seja, reflete a probabilidade de que não haja qualquer associação entre mudanças na

variável independente e alterações na variável dependente. Regra geral, é definido um nível de significância de 5% para as regressões, o que faz com que um *p-value* seja considerado estatisticamente significativo se for igual ou menor a 0.05. Neste exemplo, se o *p-value* ultrapassar esse referido valor, tal indicia que não há evidência suficiente que permita rejeitar a hipótese de que a correlação entre as variáveis analisadas seja nula.

Na Tabela 5.11 estão presentes os *p-value* referentes às variáveis dependentes das regressões OLS.

Tabela 5.11 – Variáveis regionais em função do transporte aéreo: *p-value*  
Fonte: Autor

	LN PAX	LN CAR
<b>LN PIB</b>	0.038903721	0.000442508
<b>EMP</b>	0.173327363	0.003617925
<b>LN REN</b>	0.456063713	1.14459E-06
<b>LN VAB</b>	0.037466705	0.000768251
<b>COB</b>	0.757064115	0.012781330
<b>LN DOR</b>	9.17468E-09	0.217468879
<b>EMP (ano seguinte)</b>	0.160054010	0.021664571

Note-se que, na Tabela 5.11, a letra ‘E’ representa uma multiplicação por dez elevado ao número que se encontra à sua direita. Esta notação é utilizada por existirem valores com bastantes casas decimais. Desta forma, por exemplo, a escrita do *p-value* da variável independente na célula da regressão entre os indicadores CAR e REN sob a forma 1.14459E – 06 é equivalente a ter-se  $1.14459 \times 10^{-6}$ .

O *p-value* mais elevado ascende a mais de 75% e ocorre para a regressão em que a taxa de cobertura das importações pelas exportações depende do número de passageiros transportados. Em concordância com o valor obtido para o  $R^2$  desta regressão, não é de estranhar que exista pouca, ou até mesmo nenhuma, correlação entre as importações e as exportações e os passageiros que utilizam os aeroportos açorianos. Identicamente, na correspondência entre o rendimento médio mensal líquido e o transporte de passageiros foi determinado um *p-value* elevado, indicando a falta de correlação entre estas duas variáveis. Para além disso, também a taxa de empregabilidade revela uma significância estatística mais reduzida do que a pretendida.

Quanto às regressões efetuadas com a carga transportada por meio aéreo a servir de variável independente, apenas o número de dormidas em unidades hoteleiras tem um *p-value* que sugere a não existência de uma ligação entre estas variáveis. Este ponto está

em concordância com a descrição dos dados da Tabela 5.7. Relativamente às restantes regressões não especificadas nesta análise, o *p-value* assume valores muito satisfatórios, sendo que é nas regressões com as variáveis DOR e REN em função dos indicadores PAX e CAR, respetivamente, que este parâmetro mais leva a crer que a hipótese de não existirem quaisquer correlações deva ser posta de parte.

#### 5.4.2 PIB *per capita* em função das restantes variáveis regionais

Para completar a análise decorrida anteriormente, acrescenta-se, neste subcapítulo, um método que visa viabilizar o entendimento das correlações entre o PIB *per capita* a preços correntes e as restantes variáveis regionais. Para tal, o PIB foi fixado como variável dependente nas regressões OLS executadas nesta fase. A apresentação dos resultados seguirá a mesma sequência do capítulo anterior.

Assim, principia-se pela exposição da Tabela 5.12 que, em conformidade com a Equação 5.1, dispõe os resultados obtidos para os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  nas diferentes regressões.

Tabela 5.12 – PIB *per capita* em função das restantes variáveis regionais: coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$   
Fonte: Autor

	$\alpha$	$\beta$
<b>EMP</b>	7.441118058	2.559681091
<b>LN REN</b>	-1.137775889	1.622993978
<b>LN VAB</b>	-3.906357540	0.653443764
<b>COB</b>	9.406403144	0.468555749
<b>LN DOR</b>	6.967170501	0.192050789

Novamente, estes coeficientes apenas dependem dos dados iniciais das variáveis estudadas.  $\alpha$  e  $\beta$  permitem alcançar valores previstos para as variáveis, mas não dão a conhecer características dos modelos calculados em si. Por esse motivo, segue-se a Tabela 5.13 com o Coeficiente de Determinação calculado nas correlações em que o PIB depende das outras variáveis características da região.

Tabela 5.13 – PIB *per capita* em função das restantes variáveis regionais:  $R^2$   
Fonte: Autor

<b>EMP</b>	0.794886853
<b>LN REN</b>	0.756195665
<b>LN VAB</b>	0.962309417
<b>COB</b>	0.348029705
<b>LN DOR</b>	0.525690912

Estas cinco regressões OLS ressaltam a possível relevância que parâmetros socioeconómicos podem ter no bem-estar económico do arquipélago dos Açores. O VAB do setor empresarial é, de longe, a variável cujo  $R^2$  mais se aproxima de 1, atingindo uma percentagem acima de 96%, o que prova a grande relação estatística entre este indicador e o PIB regional. A taxa de empregabilidade e o rendimento médio mensal líquido seguem-se como os indicadores cuja evolução mais se ajusta às variações do PIB, com valores de  $R^2$  elevados nessas regressões. Apesar de menor, o  $R^2$  da regressão entre os indicadores PIB e DOR excede os 0.5, pelo que esta é uma correlação que também não pode ser menosprezada. Das regressões feitas nesta fase, o menor valor de  $R^2$  corresponde àquela que descreve o PIB em função da taxa de cobertura das importações pelas exportações.

O parâmetro seguinte a abordar é o erro padrão. Atente-se na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 – PIB *per capita* em função das restantes variáveis regionais: erro padrão  
Fonte: Autor

<b>EMP</b>	0.056065031
<b>LN REN</b>	0.061124599
<b>LN VAB</b>	0.024033208
<b>COB</b>	0.099956081
<b>LN DOR</b>	0.085256213

Neste caso, a ordem ascendente dos indicadores quanto aos valores do erro padrão corresponde precisamente à ordem descendente do  $R^2$ . Como tal, o maior erro padrão verifica-se na regressão OLS em que o PIB se correlaciona com o indicador COB, seguindo-se as variáveis DOR, REN, EMP e, por fim, VAB. Visto que todos os valores determinados na Tabela 5.14 são reduzidos, as regressões podem ser consideradas como fiáveis e dignas de confiança estatística.

Para finalizar o exame de quanto o PIB se relaciona com as restantes variáveis regionais, na Tabela 5.15 podem ser observados os *p-value* respetivos às regressões estudadas nesta secção. A notação que inclui a letra ‘E’ segue o raciocínio já descrito.

Tabela 5.15 – PIB *per capita* em função das restantes variáveis regionais: *p-value*  
Fonte: Autor

<b>EMP</b>	0.000227437
<b>LN REN</b>	0.000504791
<b>LN VAB</b>	1.02952E-07
<b>COB</b>	0.056078711
<b>LN DOR</b>	0.011581522

O VAB empresarial é a variável socioeconómica com o menor *p-value* na sua correspondência com o PIB regional, pelo que, neste contexto, este é o indicador com maior significância estatística. Também o rendimento médio mensal líquido e a taxa de empregabilidade surgem com valores muito reduzidos para o *p-value*, possibilitando que seja descartada praticamente na totalidade a hipótese de que essas variáveis não estejam correlacionadas com o PIB. O número de dormidas em unidades hoteleiras também revela ter uma muito forte probabilidade de correlação com o PIB, apesar de um pouco menor que a das restantes variáveis, o que enaltece, novamente, a relevância do setor do turismo nos Açores. Por outro lado, na regressão OLS entre o PIB e a taxa de cobertura das importações pelas exportações é encontrado, relativamente à variável independente, um *p-value* que excede, mesmo que não exageradamente e por uma margem reduzida, o limite de 5% típico neste género de análise. Em geral, os baixos valores de *p-value* encontrados neste subcapítulo vêm comprovar o acerto na escolha dos indicadores característicos da região dos Açores no que concerne à importância dos mesmos para o tecido económico do arquipélago.

#### 5.4.3 Formulação de uma regressão final com todas as variáveis

Os dois subcapítulos anteriores focaram-se na análise de resultados mais cruciais e que completam o alcance dos objetivos inicialmente propostos, ao permitirem interpretar quais as características da Região Autónoma dos Açores cuja evolução mais se relaciona com o transporte aéreo de passageiros e de carga e, também, de que forma fatores regionais se interligam com o PIB *per capita*. A inclusão desta secção no final da Análise de Resultados justifica-se somente por ser seguida a prática comumente encontrada na bibliografia estudada de incluir um modelo final com todos os parâmetros analisados. Para além disso, este capítulo possibilita reforçar alguns problemas que podem ser encontrados na aplicação de regressões OLS, o que pode ser útil a investigações futuras do teor da presente dissertação.

Foi então executada uma última regressão OLS, desta vez com múltiplas variáveis, que contou com o PIB *per capita* como variável dependente dos indicadores PAX, CAR, EMP, REN, VAB, COB e DOR. Quanto às características gerais da regressão verificaram-se o  $R^2$  e o erro padrão presentes na Tabela 5.16.

Tabela 5.16 – Regressão final com todas as variáveis:  $R^2$  e erro padrão  
Fonte: Autor

<b><math>R^2</math></b>	0.991567558
<b>Erro padrão</b>	0.019689407

Um  $R^2$  praticamente máximo, isto é, quase igual a 1, e um erro padrão tão reduzido levam a crer, à primeira vista, que o modelo geral determinado permite prever o PIB com enorme precisão. No entanto, apesar deste  $R^2$  indicar que o PIB pode ser explicado quase na totalidade pelas variáveis independentes e do erro padrão assumir um valor muito baixo, especialmente tendo em consideração que o logaritmo do indicador PIB varia aproximadamente entre 9.55 e 9.95, estes dados gerais de uma regressão OLS não descrevem em pormenor o que nela acontece.

Assim, a Tabela 5.17 contém o coeficiente, o erro padrão e o *p-value* associados a cada variável em particular, incluindo a constante da equação.

Tabela 5.17 – Regressão final com todas as variáveis: coeficiente, erro padrão e *p-value* de cada variável  
Fonte: Autor

	<b>Coeficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b><i>p-value</i></b>
<b>Constante</b>	2.004141237	3.135291890	0.568141744
<b>LN PAX</b>	-0.154279236	0.353326734	0.691884335
<b>LN CAR</b>	-0.057191413	0.324423781	0.871297824
<b>EMP</b>	0.648643210	0.420107544	0.220285384
<b>LN REN</b>	0.317640975	0.516678916	0.582188905
<b>LN VAB</b>	0.265892185	0.185724759	0.247647338
<b>COB</b>	0.101080420	0.112217394	0.434106883
<b>LN DOR</b>	0.179857111	0.296446890	0.586878798

Como facilmente se verifica, tanto os valores de erro padrão como os de *p-value* sugerem que, neste modelo, existe grande incerteza na estimativa dos coeficientes das variáveis, para além da falta de evidência estatística que viabilize a rejeição da hipótese de que as

variáveis independentes não estejam relacionadas com a variável dependente, podendo ser excluídas da equação geral. Não obstante, estes obstáculos podem ser justificados.

Acima de tudo, uma das razões que pode levar aos problemas encontrados é a existência de multicolinearidade entre as variáveis independentes. Este é um fenómeno que ocorre quando duas ou mais variáveis independentes num modelo de regressão estão altamente correlacionadas entre si, o que conduz ao enviesamento dos resultados e, por conseguinte, a complicações na sua interpretação [186]. Esta possibilidade não pode ser posta de parte nas relações entre muitas das variáveis independentes, uma vez que ficou já demonstrado nos subcapítulos anteriores a forte relação entre os pares de variáveis PAX e DOR, ou REN e CAR, por exemplo.

Uma outra ocorrência que pode proporcionar resultados não fidedignos é o sobredimensionamento do modelo de regressão, ou seja, a inclusão de um excesso de variáveis independentes em relação ao tamanho da amostra. Neste caso, o modelo pode adaptar-se muito bem aos dados iniciais, mas apenas por ter disponível um vasto número de parâmetros para alcançar uma combinação de coeficientes, não estando necessariamente bem formulado para eventuais novos dados.

Como prova dos dois parágrafos anteriores, observe-se, na Tabela 5.18 e na Tabela 5.19, o que aconteceria caso fossem removidas as variáveis PAX e CAR. Este é um processo que combate quer a multicolinearidade, quer o sobredimensionamento do modelo, por reduzir o número de variáveis independentes eliminando aquelas que têm correlações comprovadas com outros indicadores presentes.

Tabela 5.18 – Regressão final sem variáveis aeroportuárias:  $R^2$  e erro padrão  
Fonte: Autor

<b><math>R^2</math></b>	0.990651194
<b>Erro padrão</b>	0.016058673

Tabela 5.19 – Regressão final sem variáveis aeroportuárias: coeficiente, erro padrão e *p-value* de cada variável  
 Fonte: Autor

	<b>Coeficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b><i>p-value</i></b>
<b>Constante</b>	0.658810949	1.422188415	0.662723789
<b>EMP</b>	0.724935661	0.276506496	0.046997460
<b>LN REN</b>	0.174554880	0.279268551	0.559357286
<b>LN VAB</b>	0.309540276	0.133145892	0.067646153
<b>COB</b>	0.126036137	0.048509196	0.048355161
<b>LN DOR</b>	0.049221363	0.025954162	0.116388959

Com o  $R^2$  a manter-se aproximadamente igual e muito elevado e o erro padrão geral da regressão a diminuir para um valor ainda melhor que o anterior, este processo vem reforçar as soluções descritas. De facto, a redução do número de variáveis com a exclusão de parâmetros independentes relacionados com outros do mesmo tipo leva a que baixe tanto o erro padrão, como o *p-value* para os indicadores que permanecem na regressão, sendo que alguns dos valores chegam mesmo a níveis já considerados como aceitáveis e satisfatórios.

Posto isto, esta regressão encerra melhores estimativas, mais fiáveis e precisas, para os coeficientes das variáveis independentes, após a remoção dos indicadores aeroportuários. Desta forma, este deverá ser o sentido de pensamento a ser seguido para melhorar os resultados da regressão OLS. Ainda que esta última não inclua os parâmetros que dizem respeito à atividade nos aeroportos açorianos, a relação entre estes e as variáveis regionais já foi abordada de modo individual, o que, nas regressões OLS, constitui o método mais confiável.

A conclusão deste capítulo e o conteúdo do próximo resumirão todos os resultados obtidos, interligando-os de acordo com uma sequência lógica de ilações, para que o produto final desta dissertação possa ser entendido como um todo.

## 5.5 Conclusão

A Análise de Resultados foi o último capítulo desta dissertação antes da Conclusão e serviu o propósito de consolidar o trabalho efetuado, através da aplicação dos tópicos teóricos descritos no Estado da Arte ao contexto da Região Autónoma dos Açores, em concordância com as suas principais particularidades abordadas no Caso de Estudo. Este capítulo concretiza os objetivos do presente estudo por ser aquele em que se obtêm os resultados concretos. Nesta secção, o mesmo é resumido, destacando-se os processos e

ilações mais importantes, sendo que será no capítulo a este subsequente que toda a dissertação será descrita mais pormenorizadamente.

Por conseguinte, inicialmente foram abordadas as ferramentas de *software* utilizadas para efetuar os cálculos necessários, isto é, o *Microsoft Excel*, o *Gephi* e o *Visual Studio Code*. Quanto ao primeiro, o *Microsoft Excel* destacou-se como o *software* cujo uso foi mais proeminente e crucial para a realização deste trabalho. Começou por servir como ferramenta essencial para a organização dos dados fornecidos pela ANAC relativos ao número de passageiros movimentados nas ligações dos aeroportos portugueses, permitindo que o processo de substituição do nome dos aeroportos pelas respetivas siglas ICAO se tornasse metódico e mais facilitado. A partir dessa etapa, foram criados ficheiros individuais, também no *Microsoft Excel*, com os dados referidos separados por ano e em tráfego nacional e internacional. Por sua vez, estes últimos documentos mencionados foram inseridos no *Gephi*, um programa cujo uso se foca na análise de redes, desde a sua representação ao cálculo de métricas com elas relacionadas. O *Gephi* possibilitou, então, a determinação da EC de cada aeroporto das redes de tráfego nacional e internacional ao longo dos anos, bem como da densidade de cada uma delas, para além da visualização das respetivas representações gráficas, o que simplifica o seu entendimento e interpretação. Já o *Visual Studio Code* foi utilizado em conjunto com, mais uma vez, o *Microsoft Excel* para a execução das diversas regressões OLS entre variáveis relacionadas com o transporte aéreo e indicadores socioeconómicos da região dos Açores. Estes dois *softwares* foram usados para o mesmo efeito para que fosse possível verificar os resultados obtidos, de modo a garantir a fiabilidade dos processos de cálculo empregues.

Passando a especificar a fase de análise das redes de tráfego aéreo de passageiros, as primeiras examinadas foram as de âmbito nacional, ou seja, aquelas compostas por voos com origem e destino em aeroportos ou aeródromos portugueses. Inicialmente, calculou-se a evolução da densidade das redes, com recurso ao *Gephi*, tendo sido os respetivos valores apresentados sob a forma de uma tabela. Verificou-se um pico da densidade da rede nacional de tráfego aéreo no ano de 2014, seguido de uma subida de 2017 a 2020, dando-se novo período de redução até 2022, o que viabilizou a compreensão do importante tópico de que nem sempre um aumento da densidade significa um estado mais saudável e um crescimento da rede.

De seguida, ainda para a rede nacional de tráfego aéreo, passou-se à determinação da EC dos aeroportos portugueses, analisando-se assim a qualidade e a importância dos nós e arestas, novamente através das potencialidades do *Gephi*. A EC máxima, de valor 1, foi

repartida entre os aeroportos de Lisboa e de Ponta Delgada e o aeródromo de Cascais, com o aeroporto açoriano a atingir esse valor na maioria dos anos abordados, o que demonstra a vasta relevância desta infraestrutura para o tráfego aéreo em Portugal. Adicionalmente, analisaram-se os casos particulares dos restantes aeroportos dos Açores, tendo-se verificado que os aeroportos da Horta e das Lajes foram os que se seguiram com valores mais elevados de EC. Ainda assim, a evolução da EC dos aeroportos açorianos revelou-se muito inconstante, ainda que, no contexto geral de toda a rede nacional, estes tenham assumido sempre, no pior dos casos, valores de EC intermédios.

Para completar esta análise, apresentou-se a representação gráfica da evolução da EC total de todos os aeroportos dos Açores. Observou-se, mais uma vez, uma instabilidade, podendo ser destacada deste gráfico a subida da EC de 2019 para 2020, ano em que se deu a pandemia de COVID-19, tendo este aumento em particular ocorrido para todos os aeroportos do arquipélago, exceto para o das Lajes e para o do Pico. Finalizou-se esta parte com a exposição da representação da rede nacional de tráfego aéreo em 2022, obtida no *Gephi*, que incluiu o mapa de Portugal em plano de fundo preenchido com os aeroportos, ou nós da rede, e as ligações entre eles, ou arestas. A espessura das linhas representativas das rotas aéreas foi definida de acordo com o número de passageiros nelas transportados.

Da mesma forma decorreu a análise da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros. Neste caso, a densidade da rede manteve-se praticamente sempre constante, nos 0.01, um valor reduzido que se justifica pelo forte isolamento de vários nós nesta que foi uma rede na qual se representaram apenas as ligações entre aeroportos portugueses e aeroportos internacionais, sem ligações puramente entre origens e destinos estrangeiros.

Posto isto, deu-se o cálculo da EC de todos os aeroportos das redes internacionais anuais, mas foi incluída nos resultados uma tabela somente com os aeroportos portugueses, para uma análise mais simples. Desta vez, o número de aeroportos foi muito menor, visto que são muitos mais os que têm ligações dentro do território português do que aqueles que operam tráfego internacional. O aeroporto de Lisboa assume a EC máxima em todos os anos abordados, sendo o mais importante para o transporte aéreo internacional, seguido pelo aeroporto do Funchal e o aeródromo de Cascais. Os aeroportos dos Açores têm valores mais reduzidos neste caso, com o aeroporto de Santa Maria a ser o que alcança melhores resultados, sobretudo por ter as características mais adequadas à operação de aeronaves de maior dimensão. A tabela de EC obtida encontrou-se em conformidade com

os gráficos do Caso de Estudo, uma vez que os registos de EC nula em dados aeroportos corresponderam aos anos em que neles não se verificou transporte internacional de passageiros. Assim, o estudo da EC revelou principalmente que o arquipélago dos Açores tem um papel muito mais predominante para o transporte aéreo nacional do que para o internacional.

Tal como havia sido feito anteriormente, foi desenhada graficamente a evolução da EC total dos aeroportos dos Açores para este caso, que voltou a registar uma progressão não linear. No entanto, a EC total mínima dos aeroportos açorianos na rede internacional ocorreu precisamente em 2020, aumentando depois até ao máximo do período estudado em 2022. No final, surgiu uma nova representação gráfica exemplificativa, desta vez da rede internacional no ano de 2022, com o mapa mundo desenhado no fundo a contorno preto, as arestas representadas a azul e os nós a serem omitidos, para evitar que a figura se tornasse desnecessariamente confusa.

Depois da conclusão deste objetivo da dissertação, iniciou-se o estudo do seguinte, efetuando regressões OLS para estabelecer correlações entre as diferentes variáveis mencionadas no subcapítulo 4.5. Para facilitar a exposição dos dados, os indicadores selecionados foram divididos em duas categorias principais, consoante estivessem interligados com dados do transporte aéreo ou com características regionais. Esta fase dividiu-se em três tópicos distintos, que passam a ser resumidos.

No primeiro, foram colocados os indicadores regionais como dependentes do transporte aéreo de passageiros e de carga em regressões separadas, entre apenas uma variável dependente e uma variável independente. Antes de serem escritos estes primeiros resultados, foram clarificados alguns conceitos relacionados com as regressões OLS, mais concretamente os significados matemáticos e os métodos de cálculo dos coeficientes da regressão, do Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ), do erro padrão e do *p-value*. A vantagem do cálculo dos coeficientes não é mais do que o facto dos mesmos possibilitarem a redação das equações de regressão, o que não é suficiente para analisar matematicamente as variáveis.

Assim sendo, o  $R^2$  foi o primeiro conceito estatístico utilizado para o estudo dos modelos determinados, visto ser aplicado em análises deste tipo para avaliar a proporção da variação da variável dependente que é justificada pela variação da variável independente. Para este primeiro caso, o  $R^2$  começou por revelar como principal correlação aquela entre a quantidade de passageiros transportados e o número de dormidas em unidades hoteleiras nos Açores, evidenciando a forte importância do transporte aéreo para o setor

do turismo no arquipélago. A essa seguiu-se, com um valor também bastante elevado para o  $R^2$ , a regressão em que o rendimento médio mensal líquido dependeu do transporte aéreo de carga. Num outro quadrante, os menores graus de correlação foram encontrados nos casos em que foi estudada a influência do transporte de passageiros no rendimento médio mensal líquido e na taxa de cobertura das importações pelas exportações. Para que a análise ficasse mais completa, foram refeitas as regressões que envolviam o PIB, desta vez excluindo o ano de 2020, e verificou-se um aumento expressivo da correlação entre esta variável e o número de passageiros transportados. Adicionalmente, foram executadas regressões entre as variáveis aeroportuárias e a taxa de empregabilidade do ano seguinte, sendo que as mudanças observadas foram positivas, mesmo que não muito significativas.

Foi também analisado o erro padrão, uma métrica que reflete a fiabilidade e confiança estatística dos resultados obtidos. O caso mais crítico foi o da regressão entre o número de dormidas em unidades hoteleiras e a carga transportada, demonstrando a pouca segurança desta relação, o que racionalmente não se pode considerar como surpreendente. A taxa de cobertura das importações pelas exportações apresentou igualmente valores de erro padrão significativos, ainda que não em tão grande dimensão. Para além disso, foi analisado o *p-value*, que é um parâmetro associado a cada variável regredida e inversamente proporcional à relevância estatística da mesma. O *p-value* evidencia a probabilidade de que a respetiva variável independente não esteja de todo relacionada com a variável dependente. Determinaram-se os maiores *p-value* para as regressões nas quais o rendimento médio mensal líquido e a taxa de cobertura das importações pelas exportações dependiam do transporte de passageiros. Os valores da tabela de *p-value* estiveram maioritariamente em concordância com aqueles obtidos para o  $R^2$ , tendo as principais correlações sido verificadas para as relações alcançadas a partir das variáveis com maior probabilidade de correspondência entre si, e vice-versa.

O segundo segmento neste âmbito avaliou o PIB *per capita* em função das restantes variáveis regionais, tendo os processos decorridos sido os mesmos da etapa anterior. Assim, após terem sido calculados os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  para cada regressão, determinou-se os respetivos valores de  $R^2$ . A interligação mais forte na evolução das variáveis foi encontrada para a regressão entre o PIB e o VAB das empresas açorianas. A taxa de empregabilidade e o rendimento médio mensal líquido também demonstraram uma correlação significativa com o PIB. Já a taxa de cobertura das importações pelas exportações foi a variável cuja evolução ao longo do período temporal abordado menos se mostrou em concordância com a do PIB.

Quanto ao erro padrão, os valores obtidos para este parâmetro foram bastante reduzidos para todas as regressões efetuadas, o que indica que as mesmas podem ser entendidas como tendo confiança estatística. Por outro lado, o *p-value* para a regressão entre o PIB e a taxa de cobertura das importações pelas exportações ultrapassou os 5%, evidenciando que esta é a variável regional que tem mais probabilidade de não estar relacionada com o PIB, num resultado concordante com o valor baixo de  $R^2$  desta correlação. Seguiu-se o número de dormidas em unidades hoteleiras como a variável independente mais passível de não estar correlacionada com o PIB da região dos Açores, ainda que com um *p-value* bastante reduzido.

A última fase prendeu-se com a formulação de uma única regressão final em que o PIB *per capita* ficou dependente de todas as restantes variáveis estudadas e foi executada por se seguir, desta forma, uma prática frequentemente observada em estudos deste tipo. Apesar de, relativamente à equação geral, ter sido calculado um  $R^2$  bastante elevado e um erro padrão muito reduzido, só a inspeção dos parâmetros estatísticos associados a cada variável é que possibilitou o entendimento intrínseco da regressão. Os valores de erro padrão e de *p-value* determinados revelaram uma grande incerteza na estimativa dos coeficientes e uma probabilidade elevada de não correlação entre variáveis. Por conseguinte, esta é uma etapa que permitiu adensar a interpretação matemática das regressões OLS, uma vez que trouxe ao de cima problemas como a multicolinearidade (inclusão de variáveis independentes que podem estar correlacionadas entre si) ou o sobredimensionamento do modelo de regressão (seleção de um excesso de variáveis independentes tendo em conta o tamanho da amostra de dados).

Posto isto, para confirmar esta última afirmação, o passo final deste capítulo passou por remover as variáveis aeroportuárias da regressão OLS com todos os indicadores, o que fez com que o erro padrão e o *p-value* das variáveis que permaneceram diminuíssem consideravelmente. Este processo exemplificativo dá a entender o que pode ser feito para combater os obstáculos descritos, o que pode vir a ser útil para a obtenção de resultados com maior fiabilidade e precisão em trabalhos futuros.

# Capítulo 6

## Conclusão

### 6.1 Síntese da dissertação

Passando, agora, à Conclusão da dissertação, principie-se a mesma com uma síntese geral do trabalho efetuado.

O primeiro capítulo teve um caráter introdutório e iniciou-se com a motivação para a elaboração do presente estudo, fazendo-se referência à importância dos meios de transporte para a promoção do desenvolvimento socioeconómico regional no mundo atual. Foi dado particular foco ao papel que o serviço aéreo pode ter na facilitação do movimento de pessoas e bens, sobretudo em zonas mais remotas, periféricas, ou insulares, como é o caso da Região Autónoma dos Açores. Posto isto, definiram-se o objeto a tratar e os objetivos a alcançar, mais concretamente a análise da evolução da centralidade dos aeroportos açorianos de 2012 a 2022, a seleção de indicadores socioeconómicos adequados à caracterização do arquipélago dos Açores e a examinação da correlação destes últimos com o transporte aéreo. Esta secção encerrou-se com a exposição da estrutura da dissertação e da metodologia a utilizar.

Seguiu-se o capítulo da Análise Bibliométrica, que foi crucial dada a vastidão de referências documentais que resultaram de uma pesquisa primitiva acerca do tema em estudo. Este processo trouxe um método de filtragem prático que permitiu uma mais facilitada reunião de um conjunto de documentação adequada. Assim sendo, começou-se por definir as palavras-chave utilizadas para a investigação na base de dados *Scopus*. Nesta última foram feitas várias pesquisas através de diferentes combinações das palavras-chave. Para que se pudesse chegar aos 84 artigos que serviram de suporte basilar, aplicaram-se sucessivos filtros relativos à data das publicações, áreas de conhecimento científico e idioma, ao que se sucedeu a leitura atenta dos resumos dos documentos. Quanto aos artigos por fim obtidos, foram apresentados alguns dados estatísticos referentes ao número de publicações por ano e aos autores com mais contribuições. Finalmente, foi utilizado o software *VOSviewer* para a criação de mapas demonstrativos das relações entre autores e palavras-chave.

No Estado da Arte foram explicados os conceitos teóricos mais proeminentes e importantes de entre aqueles utilizados nas referências bibliográficas analisadas. Assim, à descrição de definições, como aeródromo, aeroporto, ou rede, seguiu-se um

esclarecimento de algumas métricas para análise de redes, incluindo as medidas de centralidade *Degree*, *Betweenness*, *Closeness* e *Eigenvector*. De seguida, abordaram-se métodos para a formulação de correlações matemáticas entre variáveis, de entre os quais os modelos OLS e 2SLS, aqueles cuja utilização se verificou ser mais frequente em artigos no âmbito do tema desta dissertação. Por último, foi feito um resumo de todas as publicações que resultaram da pesquisa feita com o método de análise bibliométrica, para que fossem tidas em consideração as motivações, metodologias e principais conclusões de cada autor.

O Caso de Estudo serviu o propósito de apresentar detalhadamente o problema a abordar, dando uma contextualização do arquipélago dos Açores. Foi inicialmente descrito o modo de obtenção dos dados necessários, através do contacto com a ANAC e da consulta dos domínios online do SREA e do INE. Seguidamente, apresentou-se um resumo da Região Autónoma dos Açores, no que concerne às principais atividades socioeconómicas do arquipélago. Ainda neste tópico, incluiu-se o estudo da evolução do transporte aéreo ao longo dos anos em cada ilha, de modo individual, com destaque para os passageiros transportados entre 2012 e 2022 e os eventos históricos mais marcantes no ramo da aviação. Por fim, tendo em conta o descrito nos primeiros subcapítulos, tomou-se uma decisão informada e ponderada quanto à seleção dos indicadores do transporte aéreo e do desenvolvimento económico regional a analisar, bem como acerca dos métodos a utilizar para alcançar os objetivos propostos no início do trabalho.

No capítulo da Análise de Resultados, concretizaram-se, então, os objetivos da dissertação, ao aplicar os conceitos discutidos no Estado da Arte ao problema em específico descrito no Caso de Estudo. Este capítulo principiou-se com uma secção introdutória que visou dar a conhecer por alto os softwares utilizados: *Microsoft Excel*, *Gephi* e *Visual Studio Code*. A parte que se segue é o estudo da *Eigenvector Centrality* dos aeroportos açorianos. Primeiro, avaliou-se o papel destes na rede de tráfego aéreo nacional, calculando a evolução da densidade da rede ao longo dos anos e da centralidade dos aeroportos portugueses, com particular foco para os dos Açores. Depois, fez-se o mesmo para a rede de tráfego internacional, sendo que desta vez não foram apresentados todos os aeroportos presentes na rede, mas sim apenas os portugueses com ligações internacionais no período temporal estudado. Ainda relativamente a esta secção, foi resumida a *Eigenvector Centrality* total dos aeroportos açorianos e apresentaram-se imagens representativas das redes nacional e internacional, neste caso no ano de 2022. Num outro quadrante, na segunda etapa completou-se o outro objetivo principal, isto é, a avaliação das correlações entre variáveis características do transporte aéreo e indicadores socioeconómicos regionais. Como tal, definiram-se primeiramente as

regressões em que as variáveis regionais estavam dependentes dos parâmetros do transporte aéreo. Adicionalmente, o PIB *per capita* foi colocado em função das restantes variáveis regionais, para que se entendesse também quais os indicadores que mais se interligam com o resultado geral da atividade económica dos Açores. Em último lugar, analisaram-se os resultados do estudo de uma equação geral, com o PIB a depender de todas as outras variáveis abordadas.

Para concluir, o presente capítulo encerra o trabalho executado, incluindo uma síntese da dissertação, considerações finais acerca do trabalho realizado e propostas para futuras investigações nesta área.

## **6.2 Considerações finais**

Em suma, o autor da presente dissertação considera que os objetivos propostos no primeiro capítulo foram alcançados e cumpridos satisfatoriamente, visto que se analisou, interpretou e compreendeu quer a evolução da centralidade dos aeroportos da Região Autónoma dos Açores, quer as correlações entre o transporte aéreo e indicadores de desenvolvimento regional.

A Análise Bibliométrica revelou ser um processo essencial, que permitiu entender particularidades estatísticas das publicações e autores. Para além disso, o estudo da relação entre eles mostrou a existência de vários *clusters*, comprovando o facto de que artigos acerca deste tópico estão principalmente focados num contexto específico, havendo aglomerados de autores que se debruçam sobre o estudo de territórios geográficos em particular. No entanto, ainda que este capítulo tenha sido concluído com sucesso, não podem ser postas de parte as dificuldades encontradas, desde logo porque a introdução deste conceito metodológico surgiu como uma novidade, pelo que o processo a ele associado foi sendo compreendido à medida da sua aplicação. Ademais, a execução da Análise Bibliométrica foi um procedimento bastante demorado e complexo, que requereu um trabalho metódico e atento, para que fossem selecionados os artigos mais adequados tendo em conta o âmbito deste trabalho.

No princípio do capítulo seguinte discorreu-se acerca de uma miríade de conceitos relacionados com o transporte aéreo e análise de redes. Contudo, foi a exposição dos métodos e modelos matemáticos para a correlação estatística entre variáveis a parte mais difícil do Estado da Arte. Alguns destes demonstraram-se de árduo entendimento, tendo sido necessário um estudo aprofundado acerca da sua génese, com a explicação de muitas das particularidades teóricas a não ser simples de localizar. Por sua vez, o resumo das

publicações resultantes da Análise Bibliométrica, apesar de não poder ser considerado um obstáculo, foi também uma etapa muito trabalhosa.

A maior complicação encontrada no Caso de Estudo foi a obtenção de dados, de todos os tipos. Os dados necessários para a análise de centralidade eram bastante específicos, uma vez que se precisava de ter o número de passageiros transportados anualmente em cada rota operada por cada um dos aeroportos e aeródromos portugueses, tanto a nível nacional, com a nível internacional, entre 2012 e 2022. Somente o contacto com a ANAC possibilitou obter tais informações. Ainda assim, o documento fornecido não se encontrava, naturalmente, de acordo com a formatação necessária para a utilização da ferramenta de software *Gephi*, o que configurou mais uma tarefa algo exaustiva. Posteriormente, a escolha de indicadores regionais viu-se limitada pela falta de vários dados nas bases do SREA e do INE. Vários parâmetros cuja análise seria certamente interessante tiveram de ser descartados por não haver dados relativos à região dos Açores em específico, ou por não se ter conseguido encontrar valores para todos os anos do período temporal em estudo.

Após o entendimento dos conceitos teóricos e o processo de definição, obtenção e tratamento de dados, a Análise de Resultados decorreu sem percalços a salientar. O uso do plug-in *Analysis ToolPak* do *Microsoft Excel* e do *Visual Studio Code* foi prático e simples, promovendo a determinação dos parâmetros das regressões OLS efetuadas de forma automática e fidedigna. No que toca à análise da centralidade, as potencialidades do *Gephi* possibilitaram os cálculos da densidade da rede e da centralidade aeroportuária, bem como a representação gráfica das redes de tráfego aéreo de passageiros.

Deve ser tida em consideração a relevância de estudos como o que acaba de se encerrar. Se, por um lado, a centralidade dos aeroportos é uma métrica que funciona como um fator que espelha a importância dos mesmos dentro de determinada rede, por outro, as regressões OLS aplicadas possibilitam que se depreenda quais os setores de atividade que mais se correlacionam quer com o transporte aéreo, quer com a produção económica, neste caso, do arquipélago dos Açores. Estas noções são essenciais para que companhias aéreas, infraestruturas aeroportuárias e atividades que beneficiem do setor aeronáutico possam ajustar o seu foco e comportamento, criando planos de ação e investimento adequados.

### 6.3 Propostas para investigações futuras

A relação entre o transporte aéreo e o desenvolvimento económico regional foi já alvo de um estudo profundo, pelo que existem milhares de referências documentais dedicadas a este assunto. Contudo, este é um tópico que se continuará a prestar a diversas interpretações, uma vez que o setor da aviação não cessará de evoluir e sofrer alterações ao longo do tempo e que há, naturalmente, vários aspetos económicos e sociais que se modificam consoante a região em estudo.

Quanto à análise de centralidade, esta poderia ter sido complementada com o exame de diferentes métricas, cujo comportamento fosse comparado com o da *Eigenvector Centrality*. Assim, esta é uma sugestão para trabalhos futuros, no sentido de vir a avaliar características distintas das redes analisadas.

Relativamente ao estudo da correlação entre o transporte aéreo e o desenvolvimento regional, este pode ser feito através de vários métodos matemáticos. Na presente dissertação, optou-se pela execução de regressões OLS. Porém, caso conseguisse ser definida uma variável instrumental de modo assertivo, poder-se-iam aplicar a este mesmo problema os métodos IV e 2SLS com vista a combater a possível endogeneidade de algumas das variáveis.

Outras investigações poderão vir a focar-se noutros parâmetros presentes no conjunto de resultados devolvidos aquando da realização das regressões OLS. Seria também interessante a aplicação da metodologia adotada a outra região, pois certamente que se verificariam mudanças nas relações entre variáveis. Para além disso, por este ser um assunto fortemente dependente do contexto do problema abordado, estudos subsequentes decerto trariam análises entre indicadores socioeconómicos diferentes daqueles selecionados.

O constante progresso social, económico, científico e tecnológico indicia que o reflexo da atividade de um aeroporto na região em que se encontra não constitui um tópico que será brevemente encerrado. Importa, portanto, que se valorizem visões científicas, metodologias e ilações para que o debate acerca deste tema permaneça vivo.



## Bibliografia

- [1] F. Faghihinejad, M. Mohammadi Fard, A. Roshanghalb, and P. Beigi, “A Framework to Assess the Correlation between Transportation Infrastructure Access and Economics: Evidence from Iran,” *Math Probl Eng*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/8781686.
- [2] H. Zhang and T. Xie, “A key to urban economic growth or an unnecessary burden? Opening airports in small and medium-sized cities,” *Cities*, vol. 133, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.cities.2022.104105.
- [3] C. B. Morphet H, “Air connectivity - why it matters and how to support growth,” *Connectivity and growth Directions of travel for airport investments*, pp. 11–19, 2014.
- [4] L. Zhang, Y. Zhao, D. Chen, and X. Zhang, “Analysis of Network Robustness in Weighted and Unweighted Approaches: A Case Study of the Air Transport Network in the Belt and Road Region,” *J Adv Transp*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/8810254.
- [5] R. Ali, K. Bakhsh, and M. A. Yasin, “Causal nexus between air transportation and economic growth in BRICS countries,” *J Air Transp Manag*, vol. 107, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.jairtraman.2022.102335.
- [6] A. N. Sedlackova, D. Turcan, and T. Remencova, “Development of air transport in two key regions in the Slovak Republic with regard to their character,” in *17th International Scientific Conference on New Trends in Aviation Development, NTAD 2022 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 173–179. doi: 10.1109/NTAD57912.2022.10013543.
- [7] H. H. Yang, “Efficiency and productivity evidence from international airports in the Asia-Pacific region,” *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, vol. 27, no. 2, pp. 157–168, Mar. 2010, doi: 10.1080/10170660903545956.
- [8] Oxford Economics, “Economic Benefits from Air Transport in the UK,” Oxford, Nov. 2014.

- [9] A. Kavoura, E. Kefallonitis, and A. Giovanis, “The Dynamics of Small and Peripheral Airports in Tourism and Regional Development: The Case of Greece,” in *Strategic Innovative Marketing and Tourism*, 2019, pp. 781–789. doi: 10.1007/978-3-030-12453-3\_90.
- [10] K. W. H. Tsui and I. L. Henderson, “The changing dynamics and roles of New Zealand’s airports: An overview,” in *Advances in Airline Economics*, vol. 7, Emerald Group Publishing Ltd., 2018, pp. 245–266. doi: 10.1108/S2212-160920180000007013.
- [11] M. Aldagheiri, “The expected role of railways in the economic development of Saudi Arabia,” in *WIT Transactions on the Built Environment*, 2010, pp. 157–167. doi: 10.2495/UT100151.
- [12] A. Nieoczym, J. Caban, and L. Bartuška, “The Functioning of the Regional Airport on the Example of Lublin Airport,” in *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, Nov. 2018. doi: 10.1051/mateconf/201823602003.
- [13] O. D. Olariaga, “The Role of Regional Airports in Connectivity and Regional Development,” *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, vol. 49, no. 4, pp. 394–406, Dec. 2021, doi: 10.3311/PPTR.16557.
- [14] V. A. Ryazanov, “Passenger traffic of airports in Russia as an indicator of socioeconomic dynamics of regions of the country,” *Regional Research of Russia*, vol. 4, no. 4, pp. 330–334, Oct. 2014, doi: 10.1134/S2079970514040182.
- [15] R. Florida, C. Mellander, and T. Holgersson, “Up in the air: the role of airports for regional economic development,” *Annals of Regional Science*, vol. 54, no. 1, pp. 197–214, Jan. 2015, doi: 10.1007/s00168-014-0651-z.
- [16] “Transportes Aéreos,” Secretaria Regional do Turismo, Mobilidade e Infraestruturas. Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://pgit-portal.cybermap.eu/index.php/transportes/transportes-aereos>
- [17] “Mobilidade Açores,” Secretaria Regional do Turismo, Mobilidade e Infraestruturas. Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://transportes.azores.gov.pt/index.php/mobilidade>

- [18] Açores Natureza Viva, “Açores,” Açores Natureza Viva. Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://pt.azoresguide.net/aco-res-3/>
- [19] A. Aunurrofik, “The Effect of Air Transportation on Regional Economic Development: Evidence from Indonesian Regencies,” *Signifikan: Jurnal Ilmu Ekonomi*, vol. 7, no. 1, pp. 45–58, Jan. 2018, doi: 10.15408/sjie.v7i1.6178.
- [20] E. A. Haddad, V. Silva, A. A. Porsse, T. Dentinho, E. Haddad, and A. Porsse, “Multipliers in an Island Economy: The Case of the Azores,” in *The Region and Trade*, 2015, pp. 205–226. doi: 10.1142/9789814520164\_0008.
- [21] Margarida Fiúza, “Ryanair abre nos Açores quarta base portuguesa,” *Expresso*. Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://expresso.pt/economia/ryanair-abre-nos-aco-res-quarta-base-portuguesa=f901347>
- [22] G. Couto *et al.*, “Guidelines for tourism sustainability in ultra-peripheral territories: A research based on the azores region’s touristic companies’ analysis,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 7, Apr. 2021, doi: 10.3390/su13073895.
- [23] G. Couto *et al.*, “Transportation and Infrastructures’ Sustainability in Ultra-peripheral Territories: Studies Over the Azores Region,” in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021, pp. 371–379. doi: 10.1007/978-3-030-72660-7\_36.
- [24] “Transportes,” Secretaria Regional do Turismo, Mobilidade e Infraestruturas. Accessed: Dec. 21, 2023. [Online]. Available: <https://transportes.azores.gov.pt/index.php/transportes>
- [25] L. Wang, X. Xue, X. Zhou, Z. Wang, and R. Liu, “Analyzing the topology characteristic and effectiveness of the China city network,” *Environ Plan B Urban Anal City Sci*, vol. 48, no. 9, pp. 2554–2573, Nov. 2021, doi: 10.1177/2399808320983011.
- [26] W. Cao, X. Feng, J. Jia, and H. Zhang, “Characterizing the structure of the railway network in China: A complex weighted network approach,” *J Adv Transp*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/3928260.

- [27] Porto Editora, “Porto Editora - bibliometria no Dicionário infopédia da Língua Portuguesa,” Porto Editora. Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/bibliometria>
- [28] Wikipedia, “Bibliometrics,” Wikipedia. Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bibliometrics>
- [29] B. Coelho, “Bibliometria: a régua para analisar a produção científica,” mettzer. Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://blog.mettzer.com/bibliometria/>
- [30] Wikipedia, “Bradford’s law,” Wikipedia. Accessed: Apr. 26, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bradford's\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Bradford's_law)
- [31] E. Brito, “Evolução da rede aeroportuária brasileira: o caso do transporte internacional de passageiros,” COPPE/UFRJ, 2017.
- [32] Wikipedia, “Lotka’s law,” Wikipedia. Accessed: Apr. 26, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Lotka%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Lotka%27s_law)
- [33] Wikipedia, “Zipf’s law,” Wikipedia. Accessed: Apr. 26, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Zipf%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Zipf%27s_law)
- [34] Elsevier, “Sobre Scopus | Banco de dados de resumos e citações | Elsevier,” Elsevier. Accessed: Dec. 31, 2023. [Online]. Available: <https://www.elsevier.com/pt-br/products/scopus>
- [35] Wikipedia, “Scopus,” Wikipedia. Accessed: Dec. 31, 2023. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Scopus>
- [36] Syracuse University Libraries, “Data Visualization with VOSViewer,” Syracuse University Libraries. Accessed: Jan. 02, 2024. [Online]. Available: <https://researchguides.library.syr.edu/vosviewer>
- [37] VOSviewer, “VOSviewer - Visualizing scientific landscapes,” VOSviewer. Accessed: Jan. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.vosviewer.com/>
- [38] N. Jan van Eck and L. Waltman, “VOSviewer Manual,” 2023.

- [39] University of Illinois Chicago, “VOSViewer - Bibliometric Analysis and Visualization,” University of Illinois Chicago. Accessed: Jan. 02, 2024. [Online]. Available: <https://researchguides.uic.edu/bibliometrics/vosviewer>
- [40] Elsevier, “Mendeley | Free reference manager | Elsevier,” Elsevier. Accessed: Jan. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.elsevier.com/products/mendeley>
- [41] Wikipedia, “Mendeley,” Wikipedia. Accessed: Jan. 02, 2024. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mendeley>
- [42] ANAC, *Glossário da Aviação Civil*, 1st ed. Lisboa: ANAC, 2015.
- [43] Wikipedia, “Aerodrome,” Wikipedia. Accessed: Jan. 04, 2024. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Aerodrome>
- [44] Wikipedia, “Airport,” Wikipedia. Accessed: Jan. 05, 2024. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Airport>
- [45] Wikipedia, “Aeroporto Internacional,” Wikipedia. Accessed: Jan. 05, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_internacional](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_internacional)
- [46] Wikipedia, “Aeródromo,” Wikipedia. Accessed: Jan. 05, 2024. [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo>
- [47] Wikipedia, “Airline hub,” Wikipedia. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Airline\\_hub](https://en.wikipedia.org/wiki/Airline_hub)
- [48] Wikipedia, “Hub (aviação comercial),” Wikipedia. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hub\\_\(avia%C3%A7%C3%A3o\\_comercial\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hub_(avia%C3%A7%C3%A3o_comercial))
- [49] AeroParticipa, “O que é um hub Aeroportuário?,” AeroParticipa. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: <https://aeroparticipa.pt/o-que-e-hub/>
- [50] T. A. Trinh, D. Seo, U. Kim, T. N. Q. Phan, and T. H. H. Nguyen, “Air Transport Centrality as a Driver of Sustainable Regional Growth: A Case of Vietnam,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 15, Aug. 2022, doi: 10.3390/su14159746.
- [51] R. K. Green, “Airports and economic development,” *Real Estate Economics*, vol. 35, no. 1, pp. 91–112, Mar. 2007. doi: 10.1111/j.1540-6229.2007.00183.x.

- [52] C. Große and P. M. Olausson, “The economic effects of regional airports on societal resilience: a swedish case,” in *Proceedings of the 30th European Safety and Reliability Conference and the 15th Probabilistic Safety Assessment and Management Conference*, Research Publishing, Singapore, 2020, pp. 2350–2357. doi: 10.3850/978-981-14-8593-0\_4257-cd.
- [53] C. Große, “Airports as Critical Infrastructure: The Role of the Transportation-by-Air System for Regional Development and Crisis Management,” in *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2019, pp. 440–444. doi: 10.1109/IEEM44572.2019.8978905.
- [54] Wikipedia, “List of hub airports,” Wikipedia. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_hub\\_airports#Europe](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_hub_airports#Europe)
- [55] ANA, “Os Nossos Aeroportos,” ANA - Aeroportos de Portugal. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.ana.pt/pt/negocios/aviacao/os-nossos-aeroportos>
- [56] M. E. J. (Mark E. J. ) Newman, *Networks : an introduction*. Oxford University Press, 2010.
- [57] E. Brito, M. E. Baltazar, and J. M. Reis Silva, “Applying airport centrality as an operational continuity indicator,” *Journal of Airline and Airport Management*, vol. 11, no. 1, p. 1, Jul. 2021, doi: 10.3926/jairm.186.
- [58] Wikipedia, “Air Transport Network,” Wikipedia. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_Transport\\_Network](https://en.wikipedia.org/wiki/Air_Transport_Network)
- [59] Y. Wang, M. Xi, H. Chen, and C. Lu, “Evolution and Driving Mechanism of Tourism Flow Networks in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration Based on Social Network Analysis and Geographic Information System: A Double-Network Perspective,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 13, Jul. 2022, doi: 10.3390/su14137656.
- [60] Y. An, Y. D. Wei, F. Yuan, and W. Chen, “Impacts of high-speed rails on urban networks and regional development: a study of the Yangtze River Delta, China,” *Int J Sustain Transp*, vol. 16, no. 6, pp. 483–495, 2022, doi: 10.1080/15568318.2021.1897909.

- [61] C. Feng, Y. Wang, R. Kang, L. Zhou, C. Bai, and Z. Yan, “Characteristics and Driving Factors of Spatial Association Network of China’s Renewable Energy Technology Innovation,” *Front Energy Res*, vol. 9, May 2021, doi: 10.3389/fenrg.2021.686985.
- [62] G. Pigatto, R. R. Martinelli, T. R. Queiroz, and F. I. Bánkuti, “Competitiveness and social network of Brazilian fish farmers,” *J Agribus Dev Emerg Econ*, vol. 10, no. 2, pp. 237–252, Jun. 2020, doi: 10.1108/JADEE-04-2019-0056.
- [63] IBM, “About social network analysis.” Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/docs/en/spss-modeler/18.0.0?topic=analysis-about-social-network>
- [64] P. C. Bhatt and T. C. Lu, “Identifying Firm Significance and Positions in the Patent Innovation Based on Centrality Measures’ Clustering Approach,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 30515–30528, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3261331.
- [65] P. Saleena, P. K. Swetha, and D. Radha, “Analysis and visualization of airport network to strengthen the economy,” *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, vol. 7, no. 2, pp. 708–713, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.9915.
- [66] Cambridge Intelligence, “Social Network Analysis.” Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <https://cambridge-intelligence.com/social-network-analysis/>
- [67] R. D’Agata, S. Gozzo, and V. Tomaselli, “Network analysis approach to map tourism mobility,” *Qual Quant*, vol. 47, no. 6, pp. 3167–3184, Oct. 2013, doi: 10.1007/s11135-012-9710-7.
- [68] Q. Sun, S. Wang, K. Zhang, F. Ma, X. Guo, and T. Li, “Spatial pattern of urban system based on gravity model and whole network analysis in eight urban agglomerations of China,” *Math Probl Eng*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/6509726.
- [69] A. K. Chaudhary and L. A. Warner, “Introduction to social network research: general introduction and major terminology,” University of Florida. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/WC195>

- [70] Z. Jing and J. Wang, “Sustainable development evaluation of the society–economy–environment in a resource-based city of China:A complex network approach,” *J Clean Prod*, vol. 263, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121510.
- [71] Wikipedia, “Average Path Length,” Wikipedia. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Average\\_path\\_length](https://en.wikipedia.org/wiki/Average_path_length)
- [72] Wikipedia, “Centrality,” Wikipedia. Accessed: Jan. 07, 2024. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Centrality>
- [73] F. Ciliberto, E. E. Cook, and J. W. Williams, “Network Structure and Consolidation in the U.S. Airline Industry, 1990–2015,” *Rev Ind Organ*, vol. 54, no. 1, pp. 3–36, Feb. 2019, doi: 10.1007/s11151-018-9635-y.
- [74] Y. Zhou, T. Kundu, M. Goh, and J. B. Sheu, “Multimodal transportation network centrality analysis for Belt and Road Initiative,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 149, May 2021, doi: 10.1016/j.tre.2021.102292.
- [75] S. Sharma and S. Ram, “Investigation of Road Network Connectivity and Accessibility in Less Accessible Airport Regions: The Case of India,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 7, Apr. 2023, doi: 10.3390/su15075747.
- [76] Wikipedia, “Adjacency matrix,” Wikipedia. Accessed: Mar. 05, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Adjacency\\_matrix](https://en.wikipedia.org/wiki/Adjacency_matrix)
- [77] Wikipedia, “Gini coefficient,” Wikipedia. Accessed: Mar. 19, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Gini\\_coefficient](https://en.wikipedia.org/wiki/Gini_coefficient)
- [78] M. S. Ragab, R. G. Hussein, W. N. Bayoumi, and T. A. El Seoud, “A Spatio-Economic Logit Model for Aerotropolis Region of Metropolitan Cairo International Airport, Egypt,” *Civil Engineering and Architecture*, vol. 10, no. 5, pp. 440–471, Aug. 2022, doi: 10.13189/cea.2022.101421.
- [79] S. Gibbons and W. Wu, “Airports, access and local economic performance: Evidence from China,” *J Econ Geogr*, vol. 20, no. 4, pp. 903–937, 2021, doi: 10.1093/JEG/LBZO21.
- [80] X. Chen, C. Xuan, and R. Qiu, “Understanding spatial spillover effects of airports on economic development: New evidence from China’s hub airports,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 143, pp. 48–60, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.tra.2020.11.013.

- [81] N. Halpern and S. Bråthen, “Impact of airports on regional accessibility and social development,” *J Transp Geogr*, vol. 19, no. 6, pp. 1145–1154, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2010.11.006.
- [82] D. Baker, R. Merkert, and M. Kamruzzaman, “Regional aviation and economic growth: Cointegration and causality analysis in Australia,” *J Transp Geogr*, vol. 43, pp. 140–150, Feb. 2015, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2015.02.001.
- [83] S. Bahadır, “The Interactions among Air Freight, GDP, Energy Usage and Ecological Footprint: An Empirical Investigation from Turkey,” *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 12, no. 6, pp. 332–339, 2022, doi: 10.32479/ijeep.13753.
- [84] Z. Wu, P. L. Lai, F. Ma, K. S. Park, and S. Nimsai, “Determining Spatial Relationships between Airports and Local Economy from Competitiveness Perspective: A Case Study of Airports in China,” *Aerospace*, vol. 10, no. 2, Feb. 2023, doi: 10.3390/aerospace10020138.
- [85] F. A. Costa, M. Caetano, C. J. Pinto Alves, and R. Rossi, “Measuring the influence of the commodity market performance over the supply and demand of regional air travel,” *Journal of Aerospace Technology and Management*, vol. 11, 2019, doi: 10.5028/jatm.v11.1014.
- [86] Lumivero, “Ordinary Least Squares Regression (OLS),” Lumivero. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.xlstat.com/en/solutions/features/ordinary-least-squares-regression-ols>
- [87] Ajitesh Kumar, “Ordinary Least Squares Method: Concepts & Examples,” Analytics Yogi. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: [https://vitalflux.com/ordinary-least-squares-method-concepts-examples/#Whats\\_Ordinary\\_Least\\_Squares\\_OLS\\_Method](https://vitalflux.com/ordinary-least-squares-method-concepts-examples/#Whats_Ordinary_Least_Squares_OLS_Method)
- [88] Wikipedia, “Método dos mínimos quadrados,” Wikipedia. Accessed: Apr. 16, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo\\_dos\\_m%C3%ADnimos\\_quadrad os](https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_dos_m%C3%ADnimos_quadrad os)

- [89] A. Brugnoli, A. Dal Bianco, G. Martini, and D. Scotti, “The impact of air transportation on trade flows: A natural experiment on causality applied to Italy,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 112, pp. 95–107, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.tra.2018.01.010.
- [90] Wikipedia, “Instrumental variables estimation,” Wikipedia. Accessed: Apr. 17, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Instrumental\\_variables\\_estimation](https://en.wikipedia.org/wiki/Instrumental_variables_estimation)
- [91] Statistics How To, “Instrumental Variable: Definition & Overview,” Statistics How To. Accessed: Apr. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.statisticshowto.com/instrumental-variable/>
- [92] Columbia University Irving Medical Center, “Instrumental Variables,” Columbia Mailman School of Public Health. Accessed: Apr. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/instrumental-variables>
- [93] Richard Startz, “Least Squares, Two-Stage,” Encyclopedia.com. Accessed: Apr. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.encyclopedia.com/social-sciences/applied-and-social-sciences-magazines/least-squares-two-stage>
- [94] IBM, “Two-Stage Least-Squares Regression,” IBM. Accessed: Apr. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics/29.0.0?topic=regression-two-stage-least-squares>
- [95] Viren Rehal, “Cobb Douglas Production Function,” Spur Economics. Accessed: Apr. 18, 2024. [Online]. Available: <https://spureconomics.com/cobb-douglas-production-function/>
- [96] Wikipedia, “Cobb–Douglas production function,” Wikipedia. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cobb%E2%80%93Douglas\\_production\\_function](https://en.wikipedia.org/wiki/Cobb%E2%80%93Douglas_production_function)
- [97] M. Nazir, M. Akbar, I. Batool, and A. Hussain, “Is Tourism an Accelerator of Economic Growth? An Evidence from South Asian Region Running Title: Tourism and Economic Growth Nexus in South Asia,” 2022.

- [98] Jeevan Regmi, "Understand Cobb-Douglas Functions in Economics," Medium. Accessed: Apr. 18, 2024. [Online]. Available: <https://jeevanregmi.medium.com/cobb-douglas-functions-in-economics-3a9d5de60467>
- [99] Tom McKenzie, "Cobb-Douglas Production Function," Inomics. Accessed: Apr. 18, 2024. [Online]. Available: <https://inomics.com/terms/cobb-douglas-production-function-1456726>
- [100] Alastair Hall, "Generalised method of moments," The University of Manchester. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.methods.manchester.ac.uk/themes/survey-and-statistical-methods/generalized-method-of-moments/>
- [101] Wikipedia, "Generalized method of moments," Wikipedia. Accessed: Apr. 18, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Generalized\\_method\\_of\\_moments](https://en.wikipedia.org/wiki/Generalized_method_of_moments)
- [102] Ł. Olipra and W. Augustyniak, "Analysis of business traffic at Wrocław Airport - implications for economic development of the city and the region," *Journal of International Studies*, vol. 8, no. 3, pp. 175–190, Dec. 2015, doi: 10.14254/2071-8330.2015/8-3/14.
- [103] T. K. Giap, S. Gopalan, and Y. Ye, "Drivers of growth in the travel and tourism industry in malaysia: A geweke causality analysis," *Economies*, vol. 4, no. 1, Mar. 2016, doi: 10.3390/economies4010003.
- [104] T. P. Dentinho, "Estudo sobre o potencial de exportação dos produtos locais de Angra do Heroísmo," Jul. 2020. [Online]. Available: <http://www.usp.br/nereus/>
- [105] J. Zhou, L. Li, and R. Lei, "Framework and Perception Survey of Tourism Accessibility Concerning Regional Airports Based on Nexus Thinking: An Empirical Study in Ganzi Prefecture, China," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 7, Apr. 2023, doi: 10.3390/su15076239.
- [106] T. Niine, E. Kolbre, A. Miina, and M. Dziugiel, "Innovation in the air cargo sector: Case studies of Estonia and Poland," *Transport*, vol. 30, no. 4, pp. 421–429, Oct. 2015, doi: 10.3846/16484142.2015.1116110.

- [107] K. H. Song and W. Suh, “Perceptions on Regional Benefit of Airport Development and Operation,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 12, no. 9, May 2022, doi: 10.3390/app12094340.
- [108] M. Fortuna, A. Bayar, S. Sisik, C. Mohora, and S. Rege, “Impacts of Closure of a Military Base on a Small Island Open Economy,” 10/2006, Jul. 2006.
- [109] M. Sonia Huderek-Glapska, “Economic Benefits of Market Liberalization. Evidence from Air Transport in Poland,” *Journal of International Studies*, vol. 3, no. 1, pp. 49–58, Jul. 2010.
- [110] J. Y. Chung and T. Whang, “The impact of low cost carriers on Korean Island tourism,” *J Transp Geogr*, vol. 19, no. 6, pp. 1335–1340, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2011.07.004.
- [111] M. Bannò and R. Redondi, “Air connectivity and foreign direct investments: economic effects of the introduction of new routes,” *European Transport Research Review*, vol. 6, no. 4, pp. 355–363, Dec. 2014, doi: 10.1007/s12544-014-0136-2.
- [112] O. Lordan, J. M. Sallan, P. Simo, and D. Gonzalez-Prieto, “Robustness of the air transport network,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 68, pp. 155–163, 2014, doi: 10.1016/j.tre.2014.05.011.
- [113] N. Halpern, A. Graham, and N. Dennis, “Low cost carriers and the changing fortunes of airports in the UK,” *Research in Transportation Business and Management*, vol. 21, pp. 33–43, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.rtbm.2016.05.002.
- [114] C. M. Hall and S. J. Page, “Transport and Infrastructure Issues in Asian Tourism,” in *The Routledge Handbook of Tourism in Asia*, 2016. doi: 10.4324/9781315768250.
- [115] Y. Zhang, K. Wang, and X. Fu, “Air transport services in regional Australia: Demand pattern, frequency choice and airport entry,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 103, pp. 472–489, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.tra.2017.05.028.
- [116] J. Blachut, “Airport Catchment Area-Example Warsaw Modlin Airport,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2017. doi: 10.1088/1757-899X/245/5/052037.

- [117] B. Armatli Köroğlu, “Export capacity to integrate global networks and its impacts on regional economic success: A provincial analysis in Turkey,” *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*, vol. 14, no. 3, pp. 1–12, Nov. 2017, doi: 10.5505/itujfa.2017.56933.
- [118] C. Lu, “Is there a limit to growth? Comparing the environmental cost of an airport’s operations with its economic benefit,” *Economies*, vol. 5, no. 4, Nov. 2017, doi: 10.3390/economies5040044.
- [119] Y. Zhu, Y. Shi, and M. Jia, “Research on high-end manufacturing and aviation economy development of Henan Province,” *MATEC Web of Conferences*, 2017, doi: 10.1051/mateconf/201710001009.
- [120] M. I. Setiawan *et al.*, “Correlations analysis of airport sustainability and local government budget,” *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 71–76, 2018, doi: 10.30880/ijie.2018.10.02.014.
- [121] F. Campante and D. Yanagizawa-Drott, “LONG-RANGE GROWTH: ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE GLOBAL NETWORK OF AIR LINKS,” Cambridge, Sep. 2016. Accessed: Nov. 10, 2023. [Online]. Available: <http://www.nber.org/data-appendix/w22653>
- [122] V. Cempírek and I. Dočkalíková, “Regional Airports Influence Economic Development of the Region,” in *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, Nov. 2018. doi: 10.1051/mateconf/201823602004.
- [123] T. Ponce Dentinho and M. Amaral Fortuna, “How Regional Governance Constrains Regional Development. Evidences From an Econometric Base Model For the Azores Como a Governança Regional Limita o Desenvolvimento Regional. Evidências De um Modelo Base Econométrico Para os Açores,” *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, vol. 52, Dec. 2018.
- [124] Y. L. Lee and Y. Fu, “National Economic Status Inference from the World Trade Network,” in *2019 16th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing, ICCWAMTIP 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2019, pp. 96–99. doi: 10.1109/ICCWAMTIP47768.2019.9067543.

- [125] T. Ngo and K. W. H. Tsui, “A data-driven approach for estimating airport efficiency under endogeneity: An application to New Zealand airports,” *Research in Transportation Business and Management*, vol. 34, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.rtbm.2019.100412.
- [126] R. Pagliari and A. Graham, “Airport competition within the Scottish lowlands region,” *Research in Transportation Economics*, vol. 79, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.retrec.2019.100760.
- [127] B. S. Sergi, V. D’Aleo, R. Arbolino, F. Carlucci, D. Barilla, and G. Ioppolo, “Evaluation of the Italian transport infrastructures: A technical and economic efficiency analysis,” *Land use policy*, vol. 99, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104961.
- [128] G. Cicerone, P. McCann, and V. A. Venhorst, “Promoting regional growth and innovation: Relatedness, revealed comparative advantage and the product space,” *J Econ Geogr*, vol. 20, no. 1, pp. 293–316, Jan. 2020, doi: 10.1093/jeg/lbz001.
- [129] C. Große, P. M. Olausson, and B. Svensson, “Resilience endangered: The role of regional airports in remote areas in Sweden,” *Infrastructures (Basel)*, vol. 6, no. 12, Dec. 2021, doi: 10.3390/infrastructures6120167.
- [130] K. V. Rostislav, “The Role of Centrality in Explaining Multifactor Productivity of Russian Regions,” *Regional Research of Russia*, vol. 11, no. 2, pp. 165–173, Apr. 2021, doi: 10.1134/S2079970521020131.
- [131] C. Sénquiz-Díaz, “Transport Infrastructure Quality and Logistics Performance in Exports,” *ECONOMICS - Innovative and Economics Research Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 107–124, Jun. 2021, doi: 10.2478/eoik-2021-0008.
- [132] M. J. A. Fortuna, J. C. A. Teixeira, and F. J. F. Silva, “Gone with the Winds of Peace: The Regional Economic Effects of Military Base Downsizings and Closures,” *Defence and Peace Economics*, vol. 33, no. 7, pp. 818–841, 2022, doi: 10.1080/10242694.2021.1921463.
- [133] G. Yu, A. Hao, and C. Liu, “Research on Development Strategy of Henan Aviation Economy under the Background of Regional Economy,” *Wirel Commun Mob Comput*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/4212090.

- [134] Y. Li, M. Teng, and Y. Feng, “Research on the Relationship between Beijing-Tianjin-Hebei Airport Group and Regional Coordinated Development,” *Math Probl Eng*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/3974316.
- [135] K. Tang, H. J. Wang, and N. Wang, “The Relationship between the Airport Economy and Regional Development in China,” *Emerging Markets Finance and Trade*, vol. 58, no. 3, pp. 812–822, 2022, doi: 10.1080/1540496X.2021.1911804.
- [136] T. Marinos, A. Belegri-Roboli, P. G. Michaelides, and K. Konstantakis, “The spatial spillover effect of transport infrastructures in the Greek economy (2000–2013): A panel data analysis,” *Research in Transportation Economics*, vol. 94, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.retrec.2022.101179.
- [137] Wikipedia, “List of airports by ICAO code: L,” Wikipedia. Accessed: May 24, 2024. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_airports\\_by\\_ICAO\\_code:\\_L](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_airports_by_ICAO_code:_L)
- [138] Wikipedia, “Açores,” Wikipedia. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/A%C3%A7ores>
- [139] Geology.com, “Azores Map and Satellite Image,” Geology.com. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://geology.com/world/azores-satellite-image.shtml>
- [140] Açores Natureza Viva, “Açores,” Açores Natureza Viva. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://pt.azoresguide.net/acoes-3/>
- [141] Wikipedia, “História da aviação nos Açores,” Wikipedia. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria\\_da\\_avia%C3%A7%C3%A3o\\_nos\\_A%C3%A7ores](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_avia%C3%A7%C3%A3o_nos_A%C3%A7ores)
- [142] Açores Natureza Viva, “São Miguel,” Açores Natureza Viva. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://pt.azoresguide.net/sao-miguel/>
- [143] Wikipedia, “Ilha de São Miguel,” Wikipedia. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_de\\_S%C3%A3o\\_Miguel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_de_S%C3%A3o_Miguel)
- [144] Wikipedia, “Ilha de Santa Maria,” Wikipedia. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_de\\_Santa\\_Maria](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_de_Santa_Maria)

- [145] VisitPortugal, “Santa Maria, a ilha sol,” VisitPortugal. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/content/santa-maria-ilha-sol>
- [146] Wikipedia, “Ilha Terceira,” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_Terceira](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_Terceira)
- [147] VisitPortugal, “Terceira, A Ilha Festiva,” VisitPortugal. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/destinos/acoresh/73817>
- [148] Wikipedia, “Graciosa,” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Graciosa>
- [149] VisitPortugal, “Graciosa, a ilha branca,” VisitPortugal. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/node/195382>
- [150] Wikipedia, “Ilha de São Jorge,” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_de\\_S%C3%A3o\\_Jorge](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_de_S%C3%A3o_Jorge)
- [151] VisitPortugal, “São Jorge: a ilha das fajãs,” VisitPortugal. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/content/sao-jorge-a-ilha-das-fajas>
- [152] Wikipedia, “Ilha do Pico,” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_do\\_Pico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_do_Pico)
- [153] VisitPortugal, “Pico, a ilha montanha,” VisitPortugal. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/content/acoresh-pico>
- [154] Wikipedia, “Ilha do Faial,” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_do\\_Faial](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_do_Faial)
- [155] VisitPortugal, “Faial, ilha azul e cosmopolita,” VisitPortugal. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/node/73818>
- [156] Wikipedia, “Ilha das Flores (Açores),” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha\\_das\\_Flores\\_\(A%C3%A7ores\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_das_Flores_(A%C3%A7ores))

- [157] VisitPortugal, “Ilha das Flores,” VisitPortugal. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/destinos/acoresh/73821>
- [158] Wikipedia, “Corvo (Açores),” Wikipedia. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Corvo\\_\(A%C3%A7ores\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Corvo_(A%C3%A7ores))
- [159] VisitPortugal, “Ilha do Corvo,” VisitPortugal. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.visitportugal.com/pt-pt/node/195437>
- [160] Wikipedia, “Aeroporto João Paulo II,” Wikipedia. Accessed: May 01, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_Jo%C3%A3o\\_Paulo\\_II](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_Jo%C3%A3o_Paulo_II)
- [161] Diário de Notícias, “Aeroporto de Ponta Delgada fez 50 anos,” Diário de Notícias. Accessed: May 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.dnoticias.pt/2019/11/20/82760-aeroporto-de-ponta-delgada-fez-50-anos/#>
- [162] Raquel Almeida Correia, “Ryanair vai abrir nova base aérea nos Açores em Abril,” Público. Accessed: May 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.publico.pt/2014/12/05/economia/noticia/ryanair-vai-abrir-nova-base-area-nos-acoresh-em-abril-1678500>
- [163] Agência Lusa, “EasyJet faz hoje última viagem para os Açores após transportar 182 mil passageiros,” OBSERVADOR. Accessed: May 01, 2024. [Online]. Available: <https://observador.pt/2017/10/28/easyjet-faz-hoje-ultima-viagem-para-os-acoresh-apos-transportar-182-mil-passageiros/>
- [164] Agência Lusa, “EasyJet começa a voar para os Açores em março de 2015,” OBSERVADOR. Accessed: May 01, 2024. [Online]. Available: <https://observador.pt/2014/12/04/easyjet-comeca-voar-para-os-acoresh-em-marco-de-2015/>
- [165] Wikipedia, “Aeroporto de Santa Maria (Açores),” Wikipedia. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_de\\_Santa\\_Maria\\_\(A%C3%A7ores\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_de_Santa_Maria_(A%C3%A7ores))
- [166] Associação LPAZ, “LPAZ,” Associação LPAZ. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: <https://associacaolpaz.wixsite.com/lpaz/historia>

- [167] Wikipedia, “Aeroporto Internacional das Lajes,” Wikipedia. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_Internacional\\_das\\_Lajes](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_Internacional_das_Lajes)
- [168] Wikipedia, “Base Aérea das Lajes,” Wikipedia. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Base\\_A%C3%A9rea\\_das\\_Lajes#O\\_uso\\_civil\\_das\\_Lajes](https://pt.wikipedia.org/wiki/Base_A%C3%A9rea_das_Lajes#O_uso_civil_das_Lajes)
- [169] Agência Lusa, “Base das Lajes reconhecida como aeroporto internacional,” OBSERVADOR. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: <https://observador.pt/2018/07/23/base-das-lajes-reconhecida-como-aeroporto-internacional/>
- [170] Ivo Sousa, “Pela primeira vez Pico terá cinco ligações semanais com Lisboa já neste verão de 2021,” Cais do Pico. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.caisdopico.pt/2021/06/pela-primeira-vez-pico-tera-cinco.html>
- [171] Wikipedia, “Aeródromo da Graciosa,” Wikipedia. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo\\_da\\_Graciosa](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo_da_Graciosa)
- [172] Agência Lusa, “Assinado contrato para ampliação de aeródromo da Graciosa nos Açores por 6,1 milhões de euros,” OBSERVADOR. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: <https://observador.pt/2021/09/10/assinado-contrato-para-ampliacao-de-aerodromo-da-graciosa-nos-aco-res-por-61-milhoes-de-euros/>
- [173] Wikipedia, “Aeródromo de São Jorge,” Wikipedia. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo\\_de\\_S%C3%A3o\\_Jorge](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo_de_S%C3%A3o_Jorge)
- [174] Vista Aérea, “Construção das RESA, alargamento das pistas e novas distâncias declaradas do Aeroporto de São Jorge,” Vista Aérea. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available: <https://vistaarea.wordpress.com/2020/09/21/construcao-das-resa-alargamento-das-pistas-e-novas-distancias-declaradas-do-aeroporto-de-sao-jorge/>
- [175] Rádio Pico, “Obras Aeroporto S. Jorge concluídas,” Rádio Pico. Accessed: May 02, 2024. [Online]. Available:

<https://www.radiopico.com/noticia/read/3066/obras-aeroporto-s-jorge-concluidas>

- [176] Wikipedia, “Aeroporto do Pico,” Wikipedia. Accessed: May 03, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_do\\_Pico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_do_Pico)
- [177] Wikipedia, “Aeroporto da Horta,” Wikipedia. Accessed: May 03, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_da\\_Horta](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_da_Horta)
- [178] Susana Pinheira, “Horta adjudica projeto para ampliar pista do aeroporto ao consórcio Consulgal/Indra,” SAPO. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://eco.sapo.pt/2024/04/26/horta-adjudica-projeto-para-ampliar-pista-do-aeroporto-ao-consorcio-consulgal-indra/>
- [179] Açoriano Oriental, “Câmara da Horta adjudica elaboração de projeto para ampliação da pista do aeroporto,” Açoriano Oriental. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.acorianooriental.pt/noticia/camara-da-horta-adjudica-elaboracao-de-projeto-para-ampliacao-da-pista-do-aeroporto-359533>
- [180] Wikipedia, “Aeroporto das Flores,” Wikipedia. Accessed: May 03, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto\\_das\\_Flores](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_das_Flores)
- [181] tecnovia, “AEROPORTO DAS FLORES – REABILITAÇÃO DO PAVIMENTO DA PISTA,” tecnovia. Accessed: May 03, 2024. [Online]. Available: <https://tecnovia.pt/portfolio-posts/aeroporto-das-flores-reabilitacao-do-pavimento-da-pista/>
- [182] J. Almeida and P. Noé, “Aeródromo das Flores / Aeroporto da Ilha das Flores,” Sistema de Informação para o Património Arquitetónico. Accessed: May 03, 2024. [Online]. Available: [http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP\\_PagesUser/SIPA.aspx?id=36398](http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=36398)
- [183] Flores & Corvo, “ILHAS FLORES E CORVO,” Flores & Corvo. Accessed: May 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.bookingflores.com/pt/flores-e-corvo-ilhas>
- [184] Wikipedia, “Aeródromo do Corvo,” Wikipedia. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo\\_do\\_Corvo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3dromo_do_Corvo)

- [185] IAPMEI, “Guia de Apoio à Utilização da Ferramenta de Autodiagnóstico Financeiro,” Jul. 2015. Accessed: Mar. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Revitalizacao-Transmissao/Revitalizacao-Empresarial/DOCS/GuiaADF.aspx>
- [186] Wikipedia, “Multicollinearity,” Wikipedia. Accessed: May 23, 2024. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Multicollinearity>





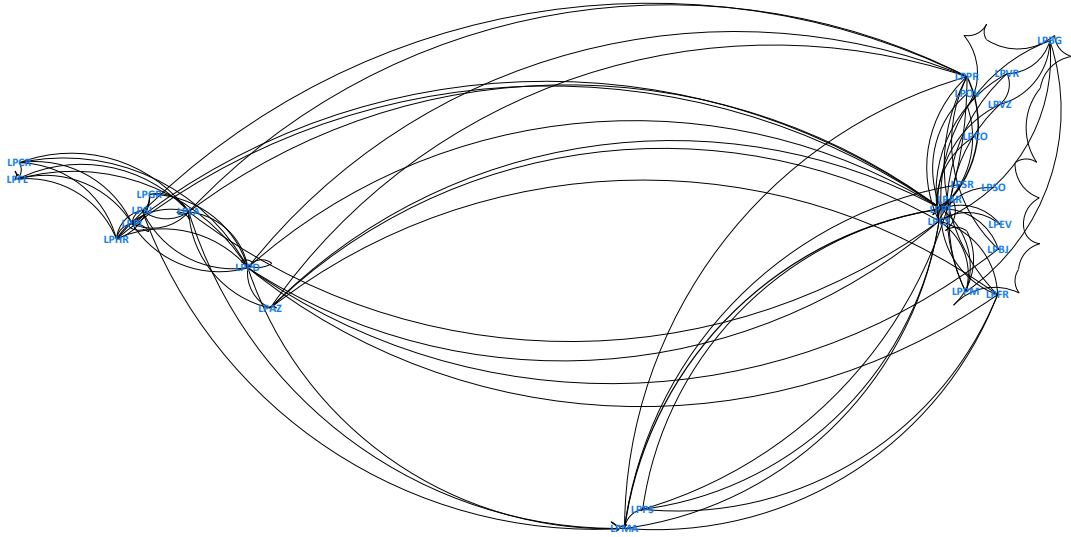


Figura A.5 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2016  
 Fonte: Autor

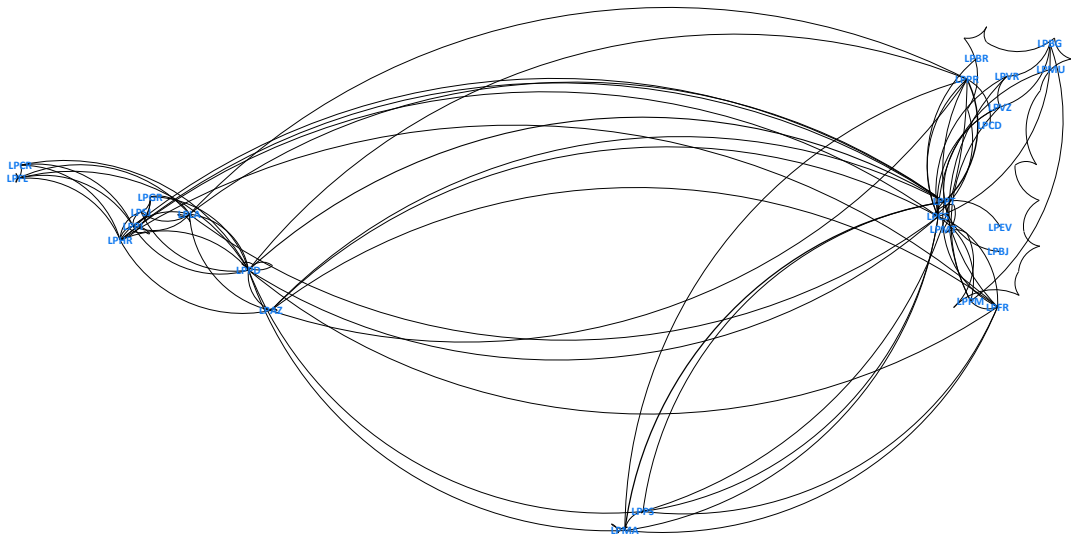


Figura A.6 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2017  
 Fonte: Autor

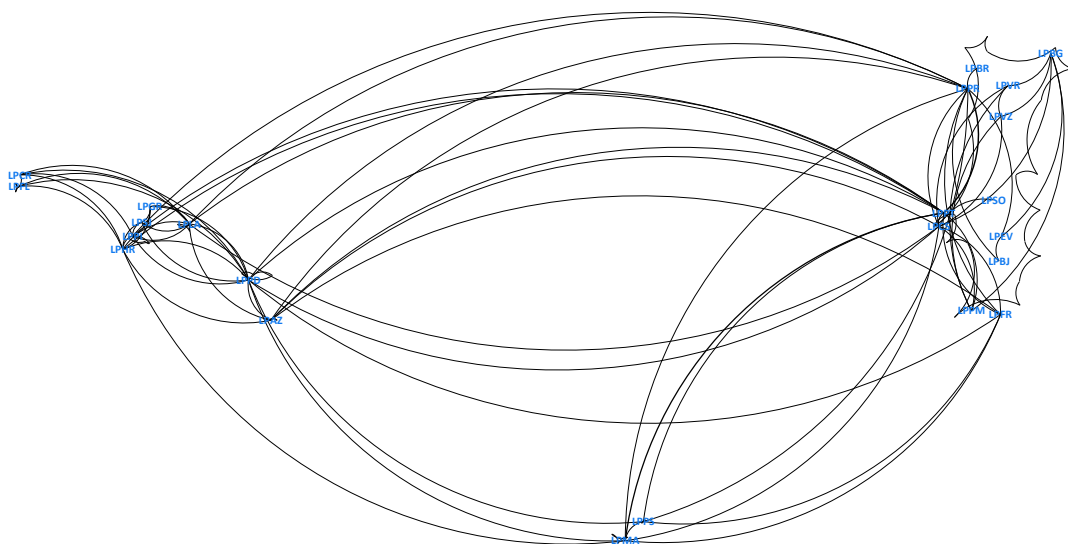


Figura A.7 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2018  
 Fonte: Autor

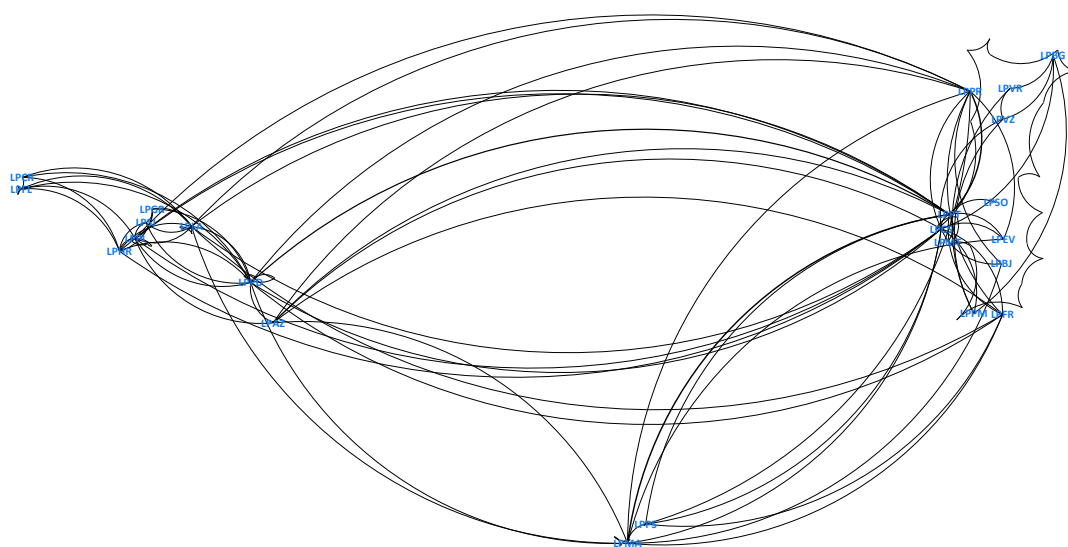


Figura A.8 – Representação gráfica da rede nacional de tráfego aéreo de passageiros em 2019  
 Fonte: Autor





## A.2 Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros ao longo dos anos



Figura A.11 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2012  
Fonte: Autor



Figura A.12 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2013  
Fonte: Autor



Figura A.13 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2014  
Fonte: Autor



Figura A.14 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2015  
Fonte: Autor



Figura A.15 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2016  
Fonte: Autor

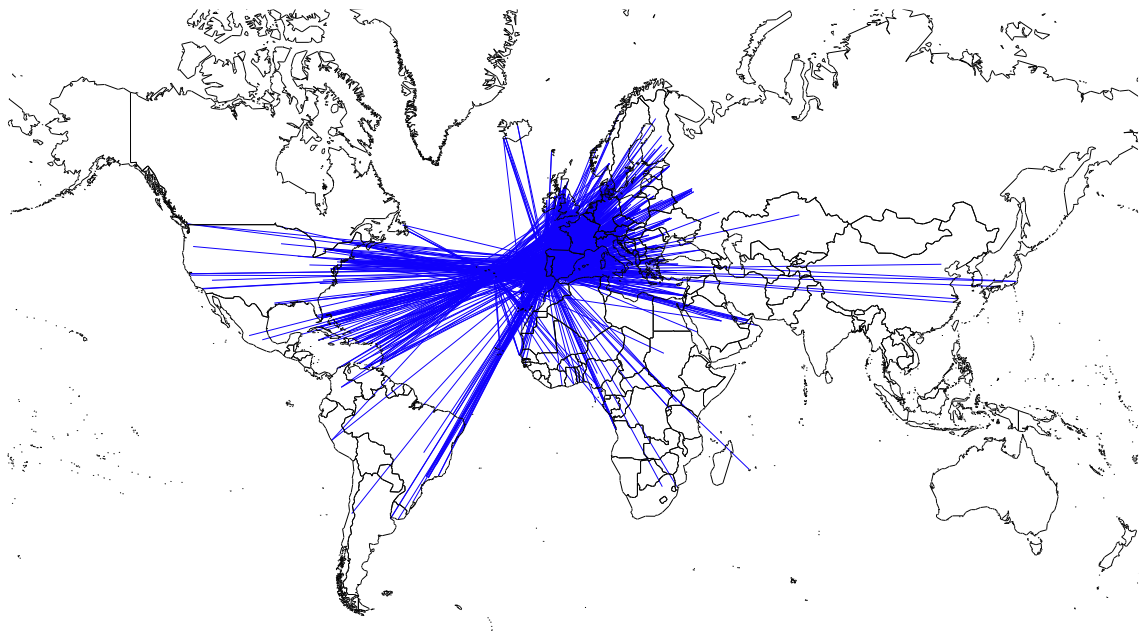


Figura A.16 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2017  
Fonte: Autor



Figura A.17 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2018  
Fonte: Autor

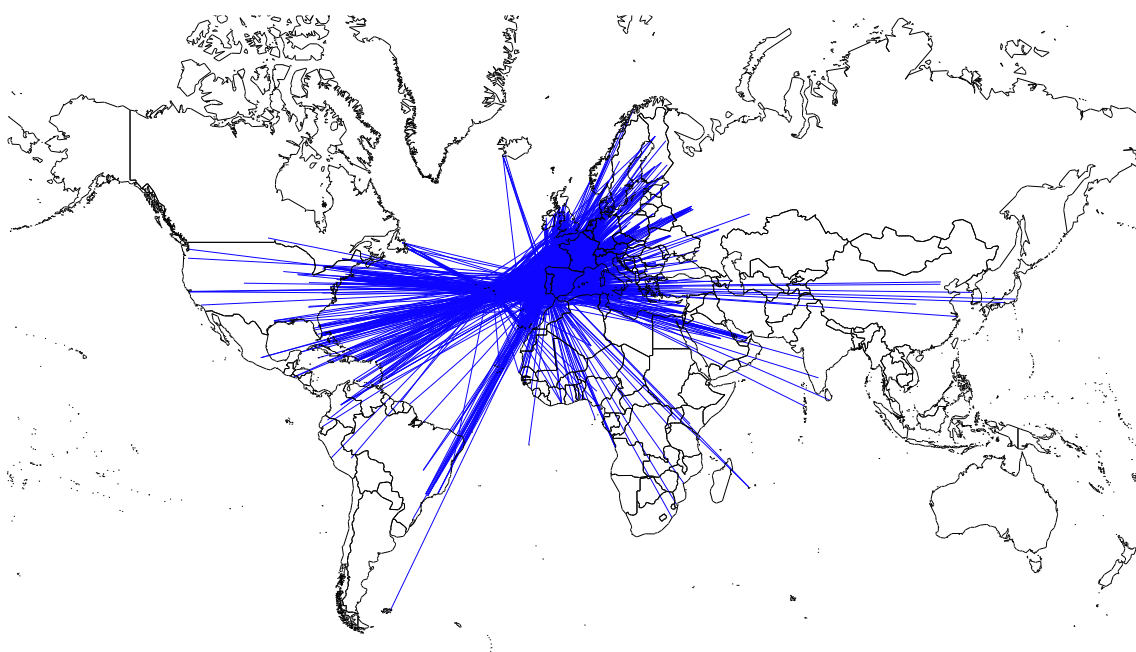


Figura A.18 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2019  
Fonte: Autor



Figura A.19 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2020  
Fonte: Autor



Figura A.20 – Representação gráfica da rede internacional de tráfego aéreo de passageiros em 2021  
Fonte: Autor



## **A.3 Artigos e resumos submetidos**

A.3.1 *Airport centrality analysis: the Azores archipelago case* – resumo de artigo submetido ao congresso ICEUBI 2024

### **AIRPORT CENTRALITY ANALYSIS: THE AZORES ARCHIPELAGO CASE**

MIRANDA, JOÃO (1); BRITO, ELIANE (2); SILVA, JORGE (3)

(1) Universidade da Beira Interior, *Aerospace Sciences Department*, Convento de Santo António, 6201-001 Covilhã, Portugal, E-mail: [joao.miranda@ubi.pt](mailto:joao.miranda@ubi.pt)

(2) Universidade da Beira Interior, *Aerospace Sciences Department*, Convento de Santo António, 6201-001 Covilhã, Portugal

CiTUA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal, E-mail: [eliane.brito@ubi.pt](mailto:eliane.brito@ubi.pt)

(3) Universidade da Beira Interior, *Aerospace Sciences Department*, Convento de Santo António, 6201-001 Covilhã, Portugal

CiTUA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal, E-mail: [jmrs@ubi.pt](mailto:jmrs@ubi.pt)

ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA: [joao.miranda@ubi.pt](mailto:joao.miranda@ubi.pt)

### **RESUMO**

O transporte aéreo constitui um dos mais importantes contributos para o desenvolvimento regional, sendo essencial para qualquer economia moderna. Como tal, existe o objetivo de interpretar a evolução da centralidade dos aeroportos açorianos, processo que permite deduzir a importância dos mesmos ao longo dos anos. Assim como a palavra importância pode ter significados diferentes em contextos distintos, também a centralidade se divide em várias definições. De entre todas as observadas nas referências bibliográficas, são destacadas e explicadas as verificadas como as mais relevantes, sendo depois selecionada a medida de centralidade (neste caso, a *Eigenvector Centrality*) que se considera ser a mais adequada ao contexto do problema em específico que se pretende tratar. Prevê-se uma classificação que esteja de acordo com a relevância que as ilhas têm em termos do volume de passageiros que por elas passa. Nesse sentido, espera-se

verificar maior preponderância do aeroporto de Ponta Delgada, visto que este se localiza na principal ilha do arquipélago, que serve de porta de entrada para os Açores, sendo aquela em que há mais população e mais atividade turística. Concluindo, este tipo de análise permite distinguir os nós de uma dada rede que têm maior importância e que, neste caso, representarão os aeroportos com conexões e ligações mais cruciais. Por conseguinte, estes serão aqueles com os mais importantes fluxos de passageiros e carga e, por isso, os que mais contribuem em diversos aspetos para a região, por exemplo do ponto de vista financeiro.

**Palavras-chave:** Aeroporto, Açores, Centralidade.

### ABSTRACT

*Air transport is one of the key contributors to regional development and is essential for any modern economy. The aim is to analyze the centrality fluctuations of Azorean airports, which allow us to deduce their importance over the years. Just as the word "importance" can have diverse meanings in different contexts, centrality is also divided into various definitions. Of all the concepts found in the bibliographical references, those found to be the most relevant are highlighted and explained, and then the measure of centrality that is considered being the most appropriate to the context of the specific problem being addressed is selected (in this case, the Eigenvector Centrality). It is expected a ranking of the islands that is under their significance in terms of the volume of passengers passing through them. Thus, it is likely that Ponta Delgada airport will be more prominent in this regard. This is because of its location on the primary island of the archipelago, which has a higher population, more tourist activity, and serves as the main gateway to the Azores. This type of analysis makes it possible to pinpoint the nodes of a network that are of utmost importance. Here, they will represent the airports with the most crucial connections and links. These are the ones that are expected to have some of the greatest flow of passengers and cargo and, therefore, the ones that contribute the most to the region in various aspects, for example, from a financial point of view.*

**Keywords:** Airport, Azores, Centrality

A.3.2 *Exploring the correlation between air transport and socio-economic development in the Azores archipelago* – resumo de artigo submetido ao congresso ICEUBI 2024

**EXPLORING THE CORRELATION BETWEEN AIR TRANSPORT AND  
SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE AZORES  
ARCHIPELAGO**

MIRANDA, JOÃO (1); BRITO, ELIANE (2); SILVA, JORGE (3)

(1) Universidade da Beira Interior, *Aerospace Sciences Department*, Convento de Santo António, 6201-001 Covilhã, Portugal, E-mail: [joao.miranda@ubi.pt](mailto:joao.miranda@ubi.pt)

(2) Universidade da Beira Interior, *Aerospace Sciences Department*, Convento de Santo António, 6201-001 Covilhã, Portugal

CiTUA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal, E-mail: [eliane.brito@ubi.pt](mailto:eliane.brito@ubi.pt)

(3) Universidade da Beira Interior, *Aerospace Sciences Department*, Convento de Santo António, 6201-001 Covilhã, Portugal

CiTUA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal, E-mail: [jmrs@ubi.pt](mailto:jmrs@ubi.pt)

ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA: [joao.miranda@ubi.pt](mailto:joao.miranda@ubi.pt)

**RESUMO**

A existência de transporte aéreo proporciona o encurtamento da distância entre lugares. Tal promove o aumento das oportunidades de comércio nacional e internacional, do investimento na região, do turismo, da empregabilidade e, por conseguinte, do desenvolvimento económico da região em causa. Assim, procura-se encontrar correlações entre variáveis relacionadas com o transporte aéreo e variáveis socioeconómicas regionais. Primeiramente, surge a necessidade de uma contextualização do arquipélago dos Açores, enaltecendo as suas características mais predominantes. Isto permite selecionar as variáveis que mais se interligam e fazem sentido dado o contexto da região abordada. De seguida, dá-se uma exposição e explicação dos métodos mais utilizados para correlações deste tipo e, por conseguinte,

escolhe-se aquele considerado como o mais adequado ao problema em estudo (neste caso, o método de regressão OLS). Prevê-se verificar que uma maior facilidade de movimentação de bens e serviços está interligada com o avanço da economia regional. É esperada uma correlação forte entre as evoluções das variáveis relacionadas com o transporte aéreo e aquelas que dizem respeito quer a características económicas, como o PIB regional e a qualidade de vida da população, quer a determinadas atividades, como o turismo. Um estudo deste tipo permite entender quais os aspetos económicos e sociais que melhor se correlacionam com o serviço aéreo. O conhecimento mais profundo a este nível pode levar a que sejam tomadas decisões mais informadas, ponderadas e, consequentemente, mais acertadas. A noção mais detalhada acerca deste assunto pode potenciar o investimento nas características da região que mais beneficiam com o transporte aéreo.

**Palavras-chave:** Transporte Aéreo, Açores, Desenvolvimento Económico Regional.

### **ABSTRACT**

*Air transport helps to increase opportunities for trade, investment in the region, tourism, employability and, therefore, the economic development of the region in question. The goal is to identify connections between air transportation variables and regional socio-economic factors. First, there is the need to contextualize the Azores region, highlighting its most predominant characteristics. This enables the selection of variables that are most relevant and closely related to the regional context. The next step is to present and explain the commonly employed methods for correlations like this. Finally, the most appropriate method for the specific problem at hand will be discussed (in this case, the OLS regression method). The development of the regional economic power is expected to be associated with a greater facilitation of the movement of goods and services. Additionally, it is anticipated that a significant correlation exists between the evolution of air transport variables and economic indicators such as regional GDP and the overall quality of life of the population, along with specific sectors like tourism. Conducting such a study allows for a better understanding of the economic and social factors that have the strongest correlation with air service. Gaining a more profound knowledge at this level can enable more informed and deliberate decision-making, ultimately producing superior outcomes. This, in turn, could lead to increased investment in the region's attributes that experience the greatest positive impact from air transportation.*

**Keywords:** Air Transport, Azores, Regional Economic Development.

A.3.3 *Airport centrality analysis: the Azores archipelago case* – resumo de artigo submetido à revista JAIRM

**AIRPORT CENTRALITY ANALYSIS: THE AZORES ARCHIPELAGO  
CASE**

**Purpose:** The aim is to analyze the centrality fluctuations of Azorean airports, which allow us to deduce their importance over the years.

**Design/methodology/approach:** Just as the word "importance" can have diverse meanings in different contexts, centrality is also divided into various definitions. Of all the concepts found in the bibliographical references, those found to be the most relevant are highlighted and explained, and then the measure of centrality that is considered being the most appropriate to the context of the specific problem being addressed is selected (in this case, the Eigenvector Centrality). This centrality measure is calculated using data on the number of passengers transported through Portuguese airports between 2012 and 2022.

**Findings:** It can be concluded that, in terms of passenger traffic on connections within the Portuguese airport network, Ponta Delgada airport is the most central in the network, with the other Azorean airports having medium or high centrality indices. Regarding international passenger traffic by air, the relevance of the Azorean airports is significantly reduced, with Santa Maria airport achieving the highest centrality values. In addition to the aforementioned conclusions, the Eigenvector Centrality study allows us to draw the important conclusion that, in addition to the number of connections themselves, it is necessary to assess the relevance of the connections.

**Originality/value:** This type of analysis makes it possible to pinpoint the nodes of a network that are of utmost importance. Here, they will represent the airports with the most crucial connections and links. These are the ones that are expected to have some of the greatest flow of passengers and cargo and, therefore, the ones that contribute the most to the region in various aspects, for example, from a financial point of view.

**Keywords:** Airport, Azores, Centrality

A.3.4 *Exploring the correlation between air transport and socio-economic development in the Azores archipelago* – resumo de artigo submetido à revista RPER

## **EXPLORAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE O TRANSPORTE AÉREO E O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÓMICO DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES**

### **EXPLORING THE CORRELATION BETWEEN AIR TRANSPORT AND SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE AZORES ARCHIPELAGO**

#### **Resumo**

O transporte aéreo é crucial para reduzir distâncias entre localidades, promovendo comércio, investimento, turismo, emprego e desenvolvimento económico. Este estudo identifica correlações entre variáveis do transporte aéreo e fatores socioeconómicos regionais. Inicialmente, contextualiza-se o arquipélago dos Açores, destacando as suas características socioeconómicas para selecionar as variáveis mais relevantes. Em seguida, são explicados os métodos de análise, elegendo o método *Ordinary Least Squares* (OLS) como o mais adequado. Espera-se que a facilidade na circulação de bens e serviços esteja associada ao crescimento económico regional e que haja uma correlação significativa entre o desenvolvimento do transporte aéreo e indicadores como o Produto Interno Bruto (PIB) regional, qualidade de vida e sectores como o turismo. Este estudo contribui para um entendimento aprofundado das correlações entre transporte aéreo e variáveis económicas e sociais. Esse conhecimento pode capacitar decisões mais informadas e estratégicas, resultando em impactos favoráveis. Além disso, uma compreensão detalhada pode estimular investimentos em áreas que mais beneficiam do desenvolvimento do transporte aéreo.

**Palavras-chave:** Açores, Desenvolvimento Económico Regional, *Ordinary Least Squares*, Transporte Aéreo.

#### **Abstract**

Air transport plays a critical role in enhancing trade opportunities, regional investment, tourism, employment, and consequently, the economic development of the region. This

study aims to identify the connections between air transportation variables and regional socio-economic factors, with a focus on the Azores. By contextualizing the region and highlighting its predominant characteristics, we can select the most relevant variables closely tied to the regional context. The study proceeds by presenting and explaining commonly employed correlation methods, with a particular emphasis on the Ordinary Least Squares (OLS) regression method as the most suitable for this analysis. It is hypothesized that the facilitation of goods and services movement is closely linked to regional economic development. Additionally, a strong correlation is expected between the development of air transport variables and economic indicators such as regional Gross Domestic Product (GDP), quality of life, and sector-specific impacts like tourism. By conducting this analysis, the goal is to gain a deeper understanding of the socio-economic factors most strongly associated with air service. This deeper insight will enable more informed and strategic decision-making, leading to improved outcomes. Ultimately, such an understanding could attract increased investment into the regional attributes that benefit the most from enhanced air transportation.

**Keywords:** Air Transport, Azores, Ordinary Least Squares, Regional Economic Development.