



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Análise do Tráfego Aéreo na Península Ibérica

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Especialidade de Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação

Autor

João Paulo Rodrigues de Oliveira

Orientador

Professor António Pais Antunes

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correcções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

Coimbra, Julho, 2014

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação não seria possível sem o contributo direto ou indireto de algumas pessoas, às quais eu gostaria de expressar o meu agradecimento.

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador científico, o Professor António Pais Antunes. Expresso assim o meu sincero agradecimento essencialmente por tudo o que aprendi ao longo destes meses. Foi inexcedível na disponibilidade demonstrada, sendo sempre um garante de sabedoria quando por vezes alguma solução não era identificada de imediato e com a sua clareza tornou-se também uma das maiores razões da minha motivação ao longo de todo o processo de desenvolvimento da dissertação. Essencialmente agradeço pelo quanto considero que evolui por sua responsabilidade.

Quero também agradecer à Ana por toda a paciência demonstrada ao longo destes meses, e pela forma como me ajudou a encarar esta etapa sempre da forma mais positiva possível.

Por fim quero agradecer à minha família, em particular aos meus pais, ao Renato e à Rute por terem sido sempre a ajuda fiel em caso de necessidade e em especial à minha avó Maria por toda a força que direta ou indiretamente me transmitiu.

RESUMO

Esta dissertação pretende fazer uma análise profunda ao tráfego aéreo da Península Ibérica, procurando identificar quais são as linhas orientadoras que caracterizam a sua evolução futura. Procurou-se identificar o que mais condiciona a procura do tráfego aéreo na Península Ibérica, sendo desenvolvido um modelo de procura, tendo como base o modelo gravitacional, e tendo-se ajustado o mesmo aos dados reais. De seguida foram admitidos cenários prováveis de evolução dos parâmetros integrantes do modelo, procurando-se assim identificar os padrões de evolução futuros do tráfego aéreo da Península Ibérica. Antecede os dois capítulos de estudo do tráfego aéreo uma abordagem à situação atualmente existente na Península Ibérica relativamente ao tráfego aéreo e às suas alternativas.

ABSTRACT

The dissertation contains a deep aerial traffic analysis of the Iberian Península, looking to identify the main lines that features its future evolution. There were identified what most conditions the demand of the aerial traffic in the Iberian Península, being developed a demand model, using the gravity model, and adjusting it to the real data. After that there were admitted diferent likely scenarios of evolution from the model parameters, trying these way to identify the future evolution patterns of the aerial traffic in the Iberian Península. Before the chapters dedicated to the aerial traffic study, an aproach to the present situation of the Iberian Península related to the aerial traffic and its alternatives are provided.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Evolução do transporte aéreo	1
1.2 Objetivos e estrutura da dissertação	2
2 SITUAÇÃO EXISTENTE	4
2.1 Introdução.....	4
2.2 Descrição da situação existente	5
2.2.1 População.....	5
2.2.2 Situação económica	5
2.2.3 Turismo.....	5
2.2.4 Transporte aéreo	6
3 METODOLOGIA DE ANÁLISE	17
3.1 Revisão bibliográfica.....	17
3.2 Modelo 1.....	17
3.3 Modelo 2.....	19
3.4 Modelo 3.....	20
3.5 Modelo 4.....	22
3.6 Modelo 5.....	23
3.7 Modelo 6.....	24
3.5 Considerações finais	26
4 ESTUDO DO TRÁFEGO AÉREO NA PENÍNSULA IBÉRICA.....	27
4.1 Cenários de evolução.....	27
4.1.1 População.....	27
4.1.2 PIB per capita	28
4.1.3 Preço do combustível.....	28
4.1.4 Ligações ferroviárias	29
4.1.5 Ligações rodoviárias.....	31
4.1.6 Cenários de estudo.....	31
4.2 Estimativas futuras do tráfego aéreo	32
4.2.1 Estimativa 1	32
4.2.2 Estimativa 2	33
4.2.3 Estimativa 3	34
4.2.4 Estimativa 4	35

4.2.5 Estimativa 5	36
4.2.6 Estimativa 6	37
4.2.7 Estimativa 7	38
4.2.8 Estimativa 8	39
4.2.9 Estimativa 9	40
5 CONCLUSÃO	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Imagem de TAP Portugal e Iberia	10
Figura 2.2 – Imagem de Vueling Airlines, Ryanair e Easyjet	11
Figura 2.3 – Mapa rodoviário da Península Ibérica	12
Figura 2.4 – Imagem de CP e Renfe	14
Figura 3.1 – Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 1	19
Figura 3.2 - Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 2	20
Figura 3.3 – Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 3	21
Figura 3.4 - Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 4	23
Figura 3.5 - Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 5	24
Figura 3.6 – Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 6	25
Figura 4.1 – Mapa ferroviário do cenário 1	30
Figura 4.2 - Mapa ferroviário do cenário 2	30
Figura 4.3 - Mapa ferroviário do cenário 3	31
Figura 4.4 – Gráfico com resultados da estimativa 1	33
Figura 4.5 - Gráfico com resultados da estimativa 2	34
Figura 4.6 - Gráfico com resultados da estimativa 3	35
Figura 4.7 - Gráfico com resultados da estimativa 4	36
Figura 4.8 - Gráfico com resultados da estimativa 5	37
Figura 4.9 - Gráfico com resultados da estimativa 6	38
Figura 4.10 - Gráfico com resultados da estimativa 7	39
Figura 4.11 - Gráfico com resultados da estimativa 8	39
Figura 4.12 - Gráfico com resultados da estimativa 9	40

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – População	5
Quadro 2.2 – PIB _{pc} de cada cidade em análise (×103€)	5
Quadro 2.3 – Número de camas de Hotel em cada cidade em análise	6
Quadro 2.4 - Matriz do tráfego aéreo	6
Quadro 2.5 - Matriz dos voos diretos	7
Quadro 2.6 - Tempos de voo	7
Quadro 2.7 - Preços médios (2012)	8
Quadro 2.8 – Frequência anual de voos diretos	9
Quadro 2.9 - Companhias aéreas que voaram em 2012 nas ligações em análise	9
Quadro 2.10 - Matriz preço (mais rápido)	12
Quadro 2.11 - Matriz preço (mais económico)	13
Quadro 2.12 - Matriz tempo (mais rápido)	13
Quadro 2.13 - Matriz tempo (mais económico)	14
Quadro 2.14 - Matriz preço	15
Quadro 2.15 - Matriz tempo	15
Quadro 2.16 - Matriz frequência	16
Quadro 3.1 - Dados sobre regressão do modelo 1	18
Quadro 3.2 - Dados sobre regressão do modelo 2	20
Quadro 3.3 - Dados sobre regressão do modelo 3	21
Quadro 3.4 - Dados sobre regressão do modelo 4	22
Quadro 3.5 - Dados sobre regressão do modelo 5	24
Quadro 3.6 - Dados sobre regressão do modelo 6	25
Quadro 4.1 – Dados sobre a variação populacional	27
Quadro 4.2 – Dados sobre a variação do PIB per capita	28
Quadro 4.3 – Dados sobre a variação do preço do combustível	28
Quadro 4.4 – Cenários sobre a evolução do valor do querosene	29
Quadro 4.5 – Descrição dos cenários de estudo	32

SIMBOLOGIA

$C_{jk}(A)$	- Custo de viajar de avião, com origem em j e destino em k , incluindo o tempo no seu valor;
$c_{jk}(A)$	- Custo de viajar de avião, com origem em j e destino em k ;
$C_{jk}(F)$	- Custo de viajar de comboio, com origem em j e destino em k , incluindo o tempo no seu valor;
$c_{jk}(F)$	- Custo de viajar de comboio, com origem em j e destino em k ;
$C_{jk}(R)$	- Custo de viajar de automóvel, com origem em j e destino em k , incluindo o tempo no seu valor;
$c_{jk}(R)$	- Custo de viajar de automóvel, com origem em j e destino em k ;
$camas_j$	- Número de camas de hotel existente em j ;
$camas_k$	- Número de camas de hotel existente em k ;
LCL	- Limite inferior do intervalo de confiança;
$\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$	- Variável composta pelo mínimo valor de entre as variáveis $C_{jk}(F)$ e $C_{jk}(R)$;
$p - \text{nível}$	- Valor-p de uma variável estimada;
PIB_{pc}	- Produto Interno Bruto por habitante;
$PIB_{pc,j}$	- Produto Interno Bruto por habitante de j ;
$PIB_{pc,k}$	- Produto Interno Bruto por habitante de k ;
P_j	- População de j ;
P_k	- População de k ;
R^2	- Coeficiente de determinação de um modelo estatístico;
T_{jk}	- Tráfego aéreo existente entre j e k ;
t_{jk}	- Tempo de viagem entre j e k ;
$T_{jk}(mod)$	- Tráfego aéreo existente entre j e k proveniente de modelação;
$T_{jk}(obs)$	- Tráfego aéreo existente entre j e k observado;
UCL	- Limite superior do intervalo de confiança;
v	- Valor atribuído a uma hora de viagem.

1 INTRODUÇÃO

O transporte aéreo tem tido uma preponderância crescente no panorama do transporte a nível mundial. Tem existido um crescimento do número de voos ano após ano, seja de passageiros seja de mercadorias estimando-se que desde 1985 até aos dias de hoje o tráfego aéreo mundial tenha triplicado, em grande parte devido ao aumento da competitividade entre companhias e consequente descida de preços. Essa evolução leva-nos a atribuir uma crescente importância aos estudos de procura do transporte aéreo, para poder aumentar a eficiência e reduzir o custo de todo o sistema de transporte aéreo. É neste contexto que surge este trabalho, ao fazer uma análise do transporte aéreo na Península Ibérica, procurando identificar as condicionantes do mesmo para esta realidade e tentando identificar os seus padrões de evolução futuros.

1.1 Evolução do transporte aéreo

Foi no período pós Segunda Guerra Mundial que houve um desenvolvimento mais significativo do transporte aéreo. Através do aproveitamento da evolução tecnológica da aviação militar para a utilização na aviação comercial, foi possível tornar acessível à população este meio de transporte.

Do ponto de vista comercial, houve uma alteração significativa da estrutura das companhias aéreas. Com a desregulação do setor, primeiro nos Estados Unidos da América e depois na União Europeia, verificou-se um aumento da competitividade entre companhias, o que se traduziu numa diminuição dos preços praticados, e consequentemente num aumento do número de pessoas a utilizar o transporte aéreo. No entanto esta evolução provocou uma significativa diminuição das margens de lucro praticadas pelas companhias aéreas, visto que em 1970 as companhias aéreas ganhavam cerca de \$12,5 cêntimos por RPK (milhas pagas voadas), enquanto que em 2001 os proveitos eram menos de metade desse valor (Mason, 2005). Todas estas alterações obrigaram a alterações profundas na estratégia e estrutura das companhias aéreas ao longo do tempo.

No entanto, apesar do crescimento verificado nas últimas décadas, é hoje notório que o mesmo abrandou nos Estados Unidos da América e na Europa. As previsões dos dois maiores construtores de aeronaves para o tráfego aéreo até 2026 são de 4,9% ao ano segundo a Airbus e de 4,5% ao ano segundo a Boeing. É esperado que este crescimento seja mais do que tudo

alavancado pelo crescimento do transporte aéreo nos países emergentes da Ásia, nomeadamente Índia e China, ao contrário da Europa e dos Estados Unidos, país onde o crescimento foi de 15% ao ano na década de 50 e de 5% ao ano na década de 80 (Graham, 2005).

Apesar de termos assistido a um crescimento permanente do tráfego aéreo, seja ele mais ou menos acelerado, existem limites ao crescimento do mesmo. Por um lado devido a fatores de vontade, interesse dos passageiros (medo, opção própria, etc) e da sua capacidade económica (o potencial máximo de passageiros de um país rico é de 80% da sua população (Graham, 2005)), por outro lado devido a constrangimentos da rede – infraestruturas, aeronaves, instalações hoteleiras, e turismo (Graham, 2005).

Relativamente ao tráfego interno da Península Ibérica, verificou-se que existe pouca informação agregada disponível, principalmente por ser um assunto até ao momento pouco estudado. No entanto sabe-se que teve uma evolução de acordo com a generalidade da União Europeia, que por conseguinte seguiu a evolução protagonizada pelos Estados Unidos da América. Nesse sentido, também na Península Ibérica se fez sentir a desregulação do mercado do transporte aéreo, e assim a evolução de preços e características operacionais que daí advêm.

É sabido também que nos últimos anos existiu crescimento no tráfego aéreo em Portugal e Espanha, sendo o mesmo de cerca de 33% em Espanha entre 2000 e 2009 segundo o Ministério do Fomento Espanhol, e de 47% nos aeroportos Francisco Sá Carneiro (Porto) e Portela (Lisboa) no mesmo período segundo o I.N.A.C..

Com a existência de todas estas condicionantes, os estudos de procura de tráfego aéreo ganham assim uma importância reforçada, por serem essenciais para que toda a sustentabilidade do sistema de transporte aéreo seja assegurada. É nesse contexto que este trabalho foi efetuado.

1.2 Objetivos e estrutura da dissertação

Este trabalho pretende fazer uma análise rigorosa da evolução do tráfego aéreo da Península Ibérica, tendo utilizado dados de 2012 como base para o efeito. Foi tido como objetivo identificar quais são as características que mais condicionam a dimensão do tráfego aéreo existente entre duas cidades. Posteriormente procurou-se desenvolver um modelo de estimação da procura, ajustado da melhor forma possível à realidade existente, que nos

permita fazer projeções da realidade futura, de acordo com possíveis alterações do cenário existente.

No segundo capítulo é descrita a situação em que se encontra o tráfego aéreo na Península Ibérica. Procura-se fazer uma descrição detalhada da dimensão populacional das 7 regiões em análise, fazendo-se referência à situação económica que é característica de cada região, bem como à influência que o turismo representa para cada uma das regiões em estudo. Por fim, é descrita a situação da concorrência que existe no transporte aéreo. Na situação de concorrência intramodal é detalhado o mercado das companhias aéreas a atuar em Portugal e Espanha, bem como o seu tipo de atuação no mercado. Na situação intermodal é também descrita a concorrência que existe ao transporte aéreo, seja ela por via rodoviária, seja ela por via ferroviária.

No terceiro capítulo é definido o modelo para a estimação da procura aérea. É primeiramente feita a revisão bibliográfica necessária para o desenvolvimento dos modelos definidos. Posteriormente foram definidos 6 modelos diferentes, de forma evolutiva, onde se identificou aquele que mais se adequa para o estudo a efetuar. Foi utilizado como base o modelo gravitacional, obtendo-se os valores dos seus coeficientes através de regressão linear.

No quarto capítulo é feita a análise evolutiva do tráfego aéreo para 10 anos seguintes à data dos dados utilizados. São definidos vários cenários de evolução das condicionantes do tráfego aéreo identificadas, e utilizando o modelo obtido, foram feitas as projeções. De ressaltar que foram feitas previsões de evolução da população e do PIB_{pc} de cada região, foram traçados cenários hipotéticos para a evolução das linhas de caminho de ferro existentes nas regiões em análise, e foram admitidos cenários para a evolução dos custos da aviação.

2 SITUAÇÃO EXISTENTE

2.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo fazer uma descrição da situação atualmente existente na Península Ibérica relativamente a todos os indicadores que possam ser úteis para a análise a efetuar. Em primeiro lugar é importante referir que se adotaram para este estudo duas cidades Portuguesas e cinco Espanholas, que são elas Lisboa, Porto, Madrid, Barcelona, Bilbao, Valência e Sevilha, por se entender que as mesmas são representativas da generalidade do tráfego da Península Ibérica, e assim indicadas para o estudo a desenvolver. Foi feita uma descrição da situação social que caracteriza as cidades adotadas para análise, descrevendo-se a situação populacional de cada uma, a situação económica que as caracteriza, e apresentando-se também um indicador representativo da influência turística que cada cidade possa ter. Todos estes dados têm como fonte o Instituto Nacional de Estatística(2012), Portugal, e o Instituto Nacional de Estadística(2012), Espanha

Sobre o transporte aéreo procura-se caracterizar a dimensão do mesmo na Península Ibérica, identificando também as ligações aéreas possíveis de ser feitas diretamente e as que necessitam de escalas. Procura-se também descrever o panorama existente do ponto de vista dos preços médios atualmente praticados pelas companhias, bem como descrever os tempos de viagem e frequências de voos. Os dados relativos à aviação utilizados na análise efetuada foram retirados da base de dados da O.A.G.(2012).

É também entendido como relevante fazer uma descrição da competição que existe, seja ela entre companhias aéreas (intramodal), seja ela protagonizada por outros meios de transporte como o transporte ferroviário ou o transporte rodoviário (intermodal). Também em relação a estes meios de transporte se procura fazer uma caracterização profunda relativamente aos tempos de viagem, aos preços que as caracterizam e no caso do transporte ferroviário, às frequências atualmente existentes. Todos os dados necessários a efetuar a análise descrita têm como fonte a CP(2014), a Renfe(2014) e ViaMichelin(2014).

2.2 Descrição da situação existente

2.2.1 População

A População existente em cada cidade foi considerada nesta análise como relevante para se estudar o tráfego aéreo das cidades consideradas. Nesse sentido é apresentado de seguida o quadro 2.1 com o resumo da população existente em cada uma das cidades.

Quadro 2.1 – População

Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
5.552.050	1.158.439	2.822.720	6.498.560	1.282.493	1.938.974	2.580.792

2.2.2 Situação económica

Foi também essencial relacionar o poder de compra das populações das várias cidades com o tráfego aéreo existente, e nesse sentido foi utilizado o indicador PIB_{pc}, apresentado no quadro 2.2.

Quadro 2.2 – PIB_{pc} de cada cidade em análise ($\times 10^3$ €)

Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
26,4	30	21,7	28,9	16,1	16,7	19,5

2.2.3 Turismo

Para ser tido em conta a capacidade de atração turística de cada uma das cidades, foi utilizado o numero de camas de Hotel de cada cidade como indicador. Nesse sentido esse valor é apresentado no quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Número de camas de Hotel em cada cidade em análise

Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
118.265	25.409	39.984	104.691	16.449	26.908	35.618

2.2.4 Transporte aéreo

I - Tráfego e ligações

O tráfego aéreo é visto como de enorme importância na mobilidade de passageiros existente na Península Ibérica. No ano 2012 existiram cerca de 7.220.143 voos individuais efectuados entre as várias cidades em análise, o que demonstra essa mesma importância. É apresentado de seguida, no quadro 2.4, a Matriz do tráfego aéreo que nos informa o número de voos individuais efectuados em 2012 entre as várias cidades em análise.

Quadro 2.4 - Matriz do tráfego aéreo

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
Barcelona	-	252.724	209.541	1.293.838	131.134	366.160	5.344
Bilbao	254.782	-	17.138	400.149	2.325	97.020	33.168
Lisboa	220.532	17.896	-	400.566	55.669	6.480	18.143
Madrid	1.125.416	396.769	389.511	-	172.975	55.873	27.018
Porto	144.638	2.382	62.588	189.272	-	1.225	32.876
Sevilha	373.919	94.932	6.345	57.877	1.004	-	97.369
Valência	4.672	33.627	16.585	21.829	32.322	96.510	-

Podemos verificar, através do quadro 2.4, que as ligações Madrid-Barcelona e Barcelona-Madrid são claramente dominantes entre as várias existentes. Importante também é perceber as ligações diretas existentes entre as várias cidades. Nesse sentido é apresentado no quadro 2.5 a Matriz dos voos diretos, que sendo uma matriz binária é representado por 1 a ligação direta existente, e é representado por 0 a ligação direta inexistente.

Quadro 2.5 - Matriz dos voos diretos

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
Barcelona	-	1	1	1	1	1	1
Bilbao	1	-	1	1	0	1	1
Lisboa	1	1	-	1	1	1	1
Madrid	1	1	1	-	1	1	1
Porto	1	0	1	1	-	0	1
Sevilha	1	1	1	1	0	-	1
Valência	1	1	1	1	1	1	-

Podemos verificar que todas as ligações estudadas têm ligação aérea direta, à exceção de Porto-Bilbao, Bilbao-Porto, Porto-Sevilha e Sevilha-Porto.

II - Tempos e preços

Em relação aos tempos de voo de cada uma das ligações analisadas, podemos verificar que os mesmos são sempre de curta duração (menos de duas horas), exceto quando não existe voo direto. Podemos verificar detalhadamente no quadro 2.6 essas mesmas durações de voo.

Quadro 2.6 - Tempos de voo

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
Barcelona	-	1:10	1:50	1:20	1:55	1:35	1:00
Bilbao	1:10	-	1:35	1:10	4:15	1:20	1:15
Lisboa	1:50	1:35	-	1:20	0:55	1:05	1:35
Madrid	1:20	1:10	1:20	-	1:10	1:10	0:55
Porto	1:55	4:15	0:55	1:10		3:15	1:10
Sevilha	1:30	1:20	1:05	1:10	3:05	-	1:05
Valência	1:00	1:10	1:35	0:55	1:10	1:05	-

Depois de analisados os dados relativamente ao período de 2012, verificamos que a média anual de preço por voo, por pessoa, é de 55,71€. São no entanto apresentadas no quadro 2.7 as médias de preços por pessoa, por voo, de uma forma mais detalhada. De ressaltar que os dados base para esta análise não tiveram em conta os preços das companhias Ryanair e Easyjet, por não terem sido disponibilizados pelas mesmas.

Quadro 2.7 - Preços médios (2012)

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
Barcelona	-	€ 48,57	€ 63,10	€ 33,28	€ 60,38	€ 42,81	€ 42,50
Bilbao	€ 41,16	-	€ 114,68	€ 62,68	€ 69,11	€ 31,47	€ 65,72
Lisboa	€ 55,57	€ 80,47	-	€ 64,83	€ 41,71	€ 53,38	€ 86,27
Madrid	€ 47,82	€ 55,96	€ 71,38	-	€ 57,47	€ 40,98	€ 40,46
Porto	€ 66,43	€ 68,80	€ 48,30	€ 57,95	-	€ 51,93	€ 99,41
Sevilha	€ 36,96	€ 41,42	€ 62,41	€ 42,45	€ 72,01	-	€ 32,94
Valência	€ 58,64	€ 50,17	€ 97,33	€ 44,83	€ 55,49	€ 36,85	-

Foi também analisada a frequência dos voos diretos entre as várias cidades. De ressaltar que as ligações Madrid–Barcelona e Barcelona–Madrid são as duas ligações com clara superioridade, ao nível da frequência de voos, em relação às restantes. Os valores da frequência são apresentados como valores anuais, e apenas dos voos diretos, por existir apenas essa disponibilidade na base de dados acessível.

Quadro 2.8 – Frequência anual de voos diretos

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
Barcelona	-	2910	5046	24359	1802	3661	174
Bilbao	3106	-	667	5845	0	1806	914
Lisboa	5046	667	-	9205	6363	944	753
Madrid	23994	5844	9205	-	3026	3370	2902
Porto	1805	0	6346	3027	-	0	197
Sevilha	3679	1813	908	3528	0	-	1319
Valência	173	913	748	2638	196	1321	-

III - Competição intramodal e intermodal

A competição intramodal na aviação, na Península Ibérica, é considerável. Existem 15 companhias no total, que voaram no ano de 2012, sendo as mesmas apresentadas no quadro 2.9.

Quadro 2.9 - Companhias aéreas que voaram em 2012 nas ligações em análise

Iberia	Air Europa	Blue1
Vueling Airlines	Spanair	American Airlines
Ryanair	TAM Linhas Aereas	Turkish Airlines
TAP Portugal	Tunisair	Helitt Lineas Aereas
Easyjet	Air Transat A.T.Inc.	Sata International

No entanto sabemos que as companhias Iberia, Vueling Airlines, Ryanair, Tap Portugal e Easyjet representam 95% dos voos efectuados, sendo as cinco companhias claramente dominantes na competição por passageiros na península ibérica. Estas cinco companhias representam dois tipos diferentes de abordagem de mercado e de gestão empresarial, caracterizando-se a Iberia e a Tap Portugal como companhias tradicionais, e a Vueling Airlines, Ryanair e Easyjet como companhias Low Cost.

A Tap Portugal é uma companhia aérea Portuguesa, 100% propriedade do Estado Português, tendo atravessado um processo de privatização falhado no ano de 2012. Tem o aeroporto da Portela (Lisboa) como a sua principal base, e caracteriza-se como sendo uma das mais importantes “portas de entrada” na Europa ao cruzar os voos de África, América do Sul e América do Norte. É uma companhia integrante da Star Alliance, a maior aliança de aviação mundial.

A Iberia é uma companhia aérea Espanhola, sendo neste momento detida a 100% por capitais privados, já tendo sido detida em parte pelo Estado Espanhol. Foi anunciada a fusão desta companhia com a British Airways, não estando ainda completo esse processo. A Iberia faz parte da Oneworld, a terceira maior aliança de aviação mundial.



Figura 2.1 – Imagem de TAP Portugal e Iberia

A Vueling Airlines, bem como a Ryanair e a Easyjet, são companhias “Low Cost”, que se caracterizam por prestar serviços menos completos que as companhias de aviação tradicionais, apresentando também preços habitualmente mais reduzidos.

A Vueling Airlines é uma companhia criada em 2004, tendo como base o aeroporto de Barcelona (El Prat). Anunciou em 2009 a sua fusão com a Clickair (companhia “low cost” detida à época pela Iberia).

A Ryanair é uma companhia Irlandesa com base em Dublin. No entanto é uma companhia com bastante implementação na Península Ibérica e em toda a Europa, por ter sido uma das primeiras e mais agressivas companhias aéreas “low cost” a operar.

A Easyjet é uma companhia Britânica com base em Luton que, tal como a Ryanair, tem bastante implementação na Península Ibérica e na Europa por ter sido uma das primeiras companhias “low cost” a operar.



Figura 2.2 – Imagem de Vueling Airlines, Ryanair e Easyjet

Desta forma podemos verificar que a competição existente nas rotas em análise é bastante significativa, existindo disputa de passageiros entre várias companhias, para os diferentes tipos de abordagem ao mercado. Esta situação permite-nos ter a noção de que há condições nas cidades em análise para que as companhias continuem a servir tanto o tradicional passageiro de avião de longa data (executivos, cidadãos com boa capacidade financeira, etc) como o passageiro que apenas recentemente começou a utilizar o avião como meio de transporte (jovens, cidadãos com menor capacidade financeira, etc).

Sobre a alternativa rodoviária existente, podemos considerar a mesma como boa para os padrões de rodovia. Existem muitas autoestradas que ligam as várias cidades Portuguesas e Espanholas em análise, o que permite que o tempo das ligações seja relativamente reduzido. Na figura 2.3 é apresentado o mapa indicativo das ligações rodoviárias existentes atualmente na Península Ibérica.

No entanto a maioria das autoestradas têm o custo adicional do pagamento de portagens, que se reflete no preço final da viagem. Nesse sentido foi feita uma análise para este modo de transporte considerando dois tipos de percurso, o percurso mais rápido e o percurso mais económico.

Para os dois casos são apresentados os dados das várias ligações, seja o tempo de viagem seja o custo de viagem. De ressaltar que os dados foram obtidos tendo em conta que o veículo de transporte seria um automóvel ligeiro, e que o preço por litro de gasolina seria 1,6€. Podemos verificar no quadro 2.10 e no quadro 2.11 os preços dos dois tipos de percursos descritos.



Figura 2.3 – Mapa rodoviário da Península Ibérica

Quadro 2.10 - Matriz preço (mais rápido)

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valência
Barcelona	-	134,32 €	188,93 €	103,65 €	205,99 €	193,32 €	82,29 €
Bilbao	134,32 €	-	146,82 €	67,73 €	116,52 €	120,50 €	102,20 €
Lisboa	188,93 €	146,82 €	-	87,15 €	58,45 €	79,56 €	125,84 €
Madrid	103,65 €	67,73 €	87,15 €	-	93,92 €	60,61 €	40,73 €
Porto	205,99 €	116,52 €	58,45 €	93,92 €	-	133,20 €	134,60 €
Sevilha	193,32 €	120,50 €	79,56 €	60,61 €	133,20 €	-	77,92 €
Valência	82,29 €	102,20 €	125,84 €	40,73 €	134,60 €	77,92 €	-

Quadro 2.11 - Matriz preço (mais económico)

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valencia
Barcelona	-	68,04 €	137,56 €	68,38 €	125,67 €	119,32 €	42,83 €
Bilbao	68,04 €	-	117,96 €	49,07 €	87,64 €	100,54 €	69,25 €
Lisboa	137,56 €	117,96 €	-	70,64 €	60,03 €	44,20 €	110,19 €
Madrid	68,38 €	49,07 €	70,64 €	-	71,50 €	58,32 €	40,72 €
Porto	125,67 €	87,64 €	60,03 €	71,50 €	-	75,69 €	111,54 €
Sevilha	119,32 €	100,54 €	44,20 €	58,32 €	75,69 €	-	72,91 €
Valencia	42,83 €	69,25 €	110,19 €	40,72 €	111,54 €	72,91 €	-

De seguida são apresentados os tempos de viagem, no quadro 2.12 e no quadro 2.13, também segundo os dois tipos de percurso descritos anteriormente

Quadro 2.12 - Matriz tempo (mais rápido)

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valencia
Barcelona	-	6:38	13:20	6:57	12:30	11:53	4:04
Bilbao	6:38	-	9:24	4:31	7:41	9:10	6:37
Lisboa	13:20	9:24	-	6:53	3:51	5:04	10:27
Madrid	6:57	4:31	6:53	-	6:28	5:44	4:03
Porto	12:30	7:41	3:51	6:28	-	7:50	10:13
Sevilha	11:53	9:10	5:04	5:44	7:50	-	7:23
Valencia	4:04	6:37	10:27	4:03	10:13	7:23	-

Quadro 2.13 - Matriz tempo (mais económico)

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valencia
Barcelona	-	7:43	18:10	9:36	15:31	13:46	6:14
Bilbao	7:43	-	12:13	5:27	9:22	10:36	8:47
Lisboa	18:10	12:13	-	9:06	4:03	6:35	12:48
Madrid	9:36	5:27	9:06	-	8:33	7:07	4:04
Porto	15:31	9:22	4:03	8:33	-	9:25	12:20
Sevilha	13:46	10:36	6:35	7:07	9:25	-	8:54
Valencia	6:14	8:47	12:48	4:04	12:20	8:54	-

Quanto à alternativa ferroviária podemos afirmar que a mesma é uma alternativa muito importante ao transporte aéreo. Todas as cidades em análise estão ligadas por vias ferroviárias, seja em Portugal seja em Espanha. Existem duas empresas operadoras de transporte ferroviário de passageiros na península ibérica, são elas a CP – Comboios de Portugal, para as ligações nacionais, e a RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles, para as ligações entre cidades Espanholas.



Figura 2.4 – Imagem de CP e Renfe

Existe uma diferença significativa entre Portugal e Espanha neste meio de transporte, que é a existência de ligações de alta velocidade em Espanha, ao contrário do que se verifica em Portugal. A análise seguinte foi feita tendo em vista as ligações de alta velocidade entre as várias cidades onde essa possibilidade existe, tendo sido utilizado para as ligações entre cidades portuguesas o serviço ALFA PENDULAR por ser o serviço mais rápido existente. Foram apenas utilizados outros serviços nos casos onde nenhum dos indicados anteriormente se encontrava disponível. É apresentado no quadro 2.14 a matriz com os preços indicativos para as várias ligações.

Quadro 2.14 - Matriz preço

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valencia
Barcelona	-	30,00 €	153,10 €	60,00 €	161,20 €	70,00 €	27,50 €
Bilbao	30,00 €	-	128,80 €	38,75 €	134,00 €	70,00 €	36,00 €
Lisboa	153,10 €	128,80 €	-	84,00 €	30,30 €	159,00 €	141,20 €
Madrid	60,00 €	38,75 €	84,00 €	-	101,20 €	59,65 €	50,00 €
Porto	161,20 €	134,00 €	30,30 €	101,20 €	-	143,65 €	158,40 €
Sevilha	70,00 €	70,00 €	159,00 €	59,65 €	143,65 €	-	56,00 €
Valencia	27,50 €	36,00 €	141,20 €	50,00 €	158,40 €	56,00 €	-

Podemos no quadro 2.15 verificar também em detalhe os tempos de viagem praticados para todas as ligações em análise.

Quadro 2.15 - Matriz tempo

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valencia
Barcelona	-	06:40	13:47	02:45	13:00	05:30	03:30
Bilbao	06:40	-	24:32	04:59	16:30	08:17	09:20
Lisboa	13:47	24:32	-	10:52	02:35	14:17	13:00
Madrid	02:45	04:59	10:52	-	10:10	02:30	01:45
Porto	13:00	16:30	02:35	10:10	-	14:00	12:08
Sevilha	05:30	08:17	14:17	02:30	14:00	-	03:50
Valencia	03:30	09:20	13:00	01:45	12:08	03:50	-

É também apresentado de seguida no quadro 2.16 os dados sobre a frequência das ligações diárias entre as várias cidades.

Quadro 2.16 - Matriz frequência

	Barcelona	Bilbao	Lisboa	Madrid	Porto	Sevilha	Valencia
Barcelona	-	2	1	28	1	2	17
Bilbao	2	-	1	2	1	1	1
Lisboa	1	1	-	1	11	1	1
Madrid	28	2	1	-	1	19	15
Porto	1	1	11	1	-	1	1
Sevilha	2	1	1	19	1	-	1
Valencia	17	1	1	15	1	1	-

3 METODOLOGIA DE ANÁLISE

O presente capítulo procura descrever o procedimento efetuado até se identificar as variáveis mais condicionantes do tráfego aéreo em análise, e se definir o modelo exato indicado para a utilização pretendida. É utilizado como base o modelo gravitacional, e de seguida são introduzidas novas variáveis que procuram obter um ajuste o mais adequado possível ao caso concreto que se desenvolve. Foi utilizado um programa de regressão linear múltipla em todos os casos para se obter a expressão final do modelo.

3.1 Revisão bibliográfica

Foi adotado como base para este estudo o modelo gravitacional, por se entender ser o indicado para a análise que se pretende efetuar. Este modelo foi desenvolvido por Philip Verleger aquando do desenvolvimento da sua Tese de Doutoramento, apresentada no MIT em 1971, e caracteriza-se por ser apropriado para utilização em análises origem-destino, exatamente o âmbito do presente trabalho. Nesse contexto é apresentada a seguinte expressão.

$$T_{jk} = \frac{\alpha P^\beta (M_j M_k)^\gamma}{d_{jk}^2} \quad (1)$$

Este modelo tem em conta as variáveis preço (P), distância (d), e também uma variável que é o centróide do modelo gravitacional, sendo função da população e do rendimento médio da cidade de origem (j) e destino (k).

3.2 Modelo 1

O primeiro modelo desenvolvido teve em conta vários dados explicativos do tráfego aéreo que estamos a analisar. Foi tido em conta a população de origem (P_j) e a população de destino (P_k) através da multiplicação dos dois valores ($P_j \times P_k$). Foi também tido em conta o custo de cada meio de transporte, seja o custo de viajar de avião ($C_{jk}(A)$), seja o custo de viajar de comboio e viajar de automóvel ($C_{jk}(F)$ e $C_{jk}(R)$). De ressaltar que o custo de cada meio de transporte reflete não só o preço da viagem, como o tempo da mesma. Foi admitido que cada

hora de viagem teria um valor aproximado de 20€ para cada passageiro ($v = 20€/hora$), calculando-se assim o custo final da viagem. É apresentada a seguinte expressão exemplificativa do cálculo do custo de viajar de avião (verificando-se semelhante o processo de cálculo para os outros meios) sendo t_{jk} o tempo de viagem, e $c_{jk}(A)$ o preço da mesma.

$$C_{jk}(A) = c_{jk}(A) + v \times t_{jk} \quad (2)$$

Seguindo o procedimento descrito acima, é apresentada a expressão (3), que retrata o primeiro modelo identificado.

$$T_{jk} = -140,27 + 0,00 \times (P_j \times P_k) - 0,11 \times C_{jk}(A) - 0,21 \times C_{jk}(F) + 0,5 \times C_{jk}(R) \quad (3)$$

No quadro 3.1 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos através da regressão efetuada.

Quadro 3.1 - Dados sobre regressão do modelo 1

	Coefficiente	LCL	UCL	p-nível	R^2
Ordenada na origem	-140,266	-368,31	87,777	0,22	0,662
$P_j \times P_k$	0,	0,	0,	0,	
$C_{jk}(A)$	-0,109	-2,653	2,435	0,931	
$C_{jk}(F)$	-0,208	-0,75	0,334	0,441	
$C_{jk}(R)$	0,498	-0,131	1,127	0,117	

Na figura 3.1 é apresentado o gráfico $T_{jk}(\text{obs}) - T_{jk}(\text{mod})$ onde se pode observar melhor o ajustamento obtido.

Por fim verificamos que existe uma dispersão considerável dos pontos. A situação ideal seria a de que a globalidade dos pontos estivesse tão perto quanto possível da reta assinalada, mostrando uma proximidade entre o valor observado e o valor modelado. Verificamos também que o sinal positivo do coeficiente de $C_{jk}(R)$ não é coerente com a realidade, sendo mais um indicador de que este não será o modelo ideal. No entanto existem condições de base para que se prossiga com a análise, na procura de uma melhor solução.

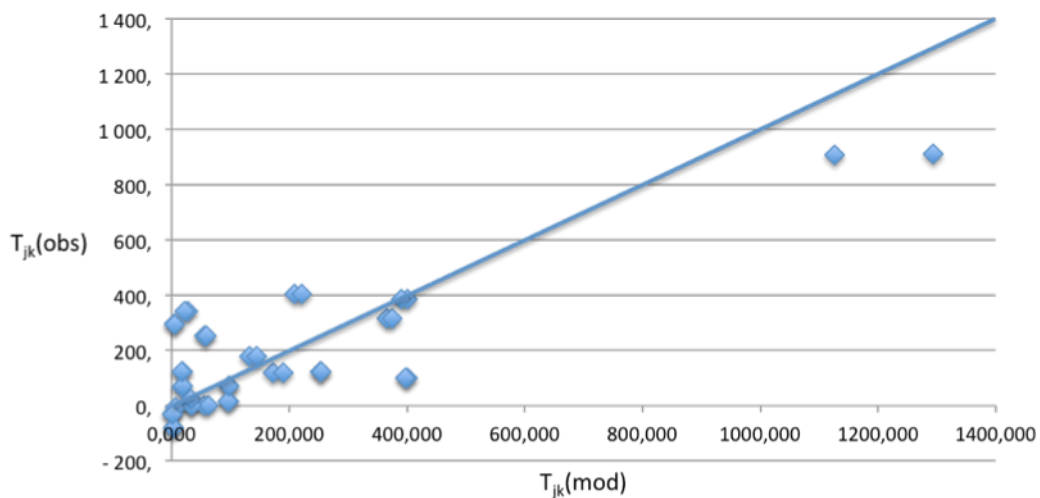


Figura 3.1 – Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 1

3.3 Modelo 2

No desenvolvimento do segundo modelo entendeu-se, como é prática corrente em estudos desta natureza, logaritmizar toda a equação e fazer o desenvolvimento com os valores resultantes dessa operação. Existem algumas vantagens na utilização desta operação sendo uma delas a maior facilidade na interpretação dos dados, e sendo outra a forma como assim se evita que uma minoria de pontos que esteja longe dos valores da clara maioria possa condicionar significativamente o ajustamento da regressão e que seja apresentada uma solução longínqua da pretendida. Nesse sentido, fez-se o mesmo desenvolvimento, com as mesmas variáveis, mas desta vez usando os seus logaritmos. Podemos assim observar na equação (4) o resultado obtido.

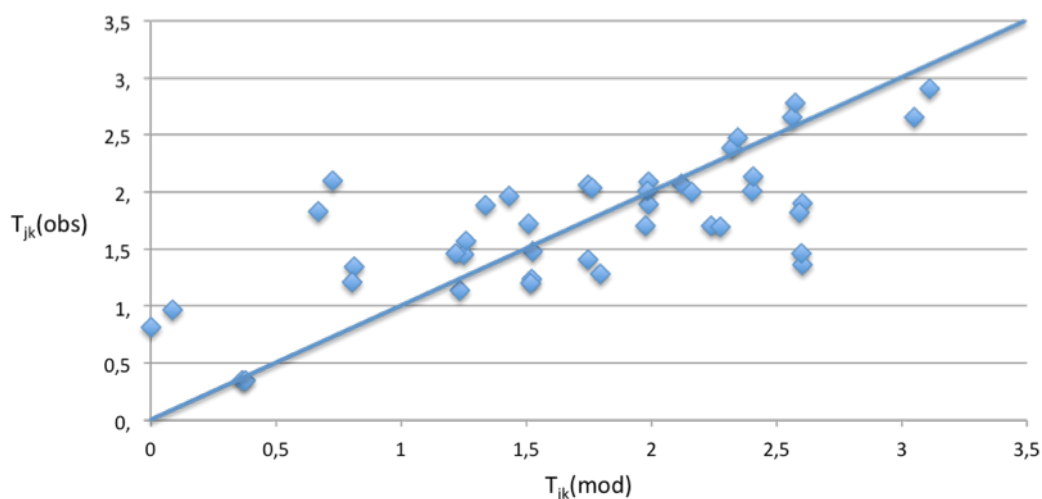
$$T_{jk} = -4,37 + 0,97 \times (P_j \times P_k) - 2,72 \times C_{jk}(A) - 0,36 \times C_{jk}(F) + 2,31 \times C_{jk}(R) \quad (4)$$

No quadro 3.2 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos através da regressão efetuada. Na figura 3.2 é apresentado o gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$, onde se pode observar melhor o ajustamento obtido.

Por fim verificamos que foi obtida, através da transformada logarítmica, uma dispersão de pontos mais coerente, tal como pretendido. No entanto, ainda foram identificadas algumas incoerências, como por exemplo o sinal do coeficiente do custo de viajar de automóvel, que não se considera coerente com a realidade verificada. Nesse sentido entendeu-se que deveria ser prosseguida novamente a análise.

Quadro 3.2 - Dados sobre regressão do modelo 2

	Coefficiente	LCL	UCL	p-nível	R ²
Ordenada na origem	-4,365	-4,365	-4,365	0,137	0,535
$P_j \times P_k$	0,969	0,969	0,969	0,001	
$C_{jk}(A)$	-2,716	-2,716	-2,716	0,008	
$C_{jk}(F)$	-0,358	-0,358	-0,358	0,491	
$C_{jk}(R)$	2,312	2,312	2,312	0,002	

Figura 3.2 - Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 2

3.4 Modelo 3

No seguimento do modelo anterior, entendeu-se que faria sentido utilizar na nossa análise apenas um meio de transporte alternativo ao avião. Desta forma foi definida a variável $\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$ onde foi utilizado para cada par origem-destino o menor valor de custo, entre o custo de viajar por ferrovia ou por rodovia. Nesse sentido chegámos ao terceiro modelo, apresentado na expressão (5).

$$T_{jk} = -2,69 + 1,08 \times (P_j \times P_k) - 3,11 \times C_{jk}(A) + 1,35 \times \min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\} \quad (5)$$

No quadro 3.3 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos através da regressão efetuada.

Quadro 3.3 - Dados sobre regressão do modelo 3

	Coefficiente	LCL	UCL	p-nível	R ²
Ordenada na origem	-2,691	-8,671	3,289	0,368	0,468
$P_j \times P_k$	1,075	0,489	1,662	0,001	
$C_{jk}(A)$	-3,107	-5,084	-1,13	0,003	
$\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$	1,347	0,235	2,458	0,019	

Na figura 3.3 é apresentado o gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$, onde se pode observar melhor o ajustamento obtido.

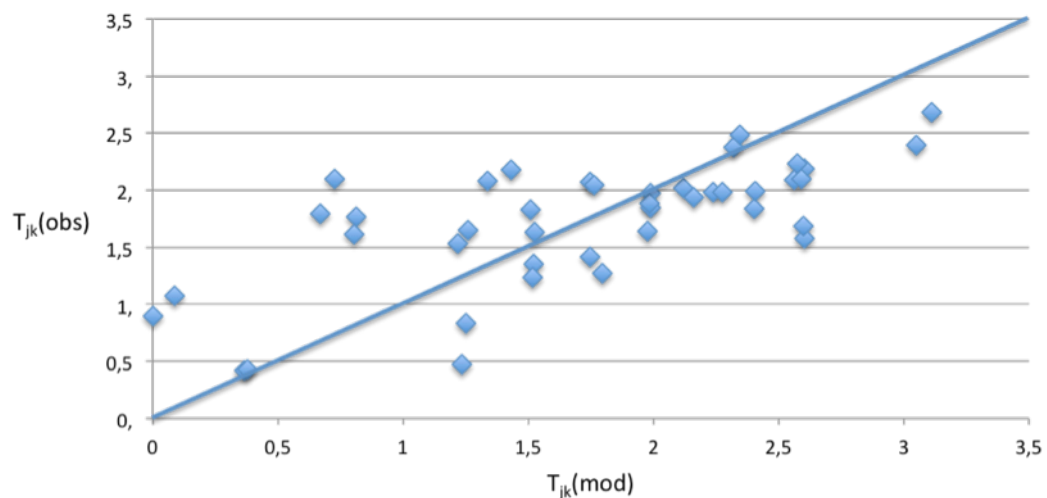


Figura 3.3 – Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 3

Através da utilização da variável $\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$, ao invés de $C_{jk}(F)$ e $C_{jk}(R)$ separadamente, obtemos a coerência no sinal do coeficiente que podemos considerar válido. Podemos verificar também que temos uma dispersão de valores aceitável, e de forma genérica perto da reta que iguala os valores observado e modelado, o que é a situação pretendida. Verificamos no entanto que o R^2 ainda está num valor baixo demais de acordo com o que pretendemos. Nesse sentido iremos prosseguir a análise, na procura de melhorar cada vez mais o nosso modelo.

3.5 Modelo 4

No desenvolvimento deste modelo introduziu-se uma nova variável explicativa, o $PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}$. Desta forma, procuramos mostrar a importância que a riqueza (demonstrada pelo PIB_{pc}) das cidades de origem e destino tem para justificar o tráfego aéreo entre duas cidades. Foi então desta forma obtido o modelo apresentado na equação (6).

$$T_{jk} = -5,87 + 0,57 \times (P_j \times P_k) - 4,01 \times C_{jk}(A) + 1,80 \times \min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\} + 2,70 \times (PIB_j \times PIB_k) \quad (6)$$

No quadro 3.4 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos através da regressão efetuada.

Quadro 3.4 - Dados sobre regressão do modelo 4

	Coefficiente	LCL	UCL	p-nível	R ²
Ordenada na origem	-5,867	-11,127	-0,606	0,03	0,635
$P_j \times P_k$	0,569	0,016	1,121	0,044	
$C_{jk}(A)$	-4,008	-5,727	-2,289	0,	
$\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$	1,801	0,841	2,761	0,001	
$PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}$	2,703	1,373	4,033	0,	

Na figura 3.4 é apresentado o gráfico $T_{jk}(\text{obs}) - T_{jk}(\text{mod})$, onde se pode observar melhor o ajustamento obtido.

Podemos verificar que este modelo apresenta resultados muito próximos do que é pretendido, tendo em conta os objetivos definidos. Todas as variáveis são significativas, os sinais dos coeficientes são todos coerentes, temos uma distribuição dos dados razoavelmente próxima da reta que iguala os valores observados com os valores modelados, e finalmente obtemos um R² claramente superior aos anteriores. No entanto entendemos continuar a nossa análise, na procura de uma solução ainda mais próxima da exatidão da realidade.

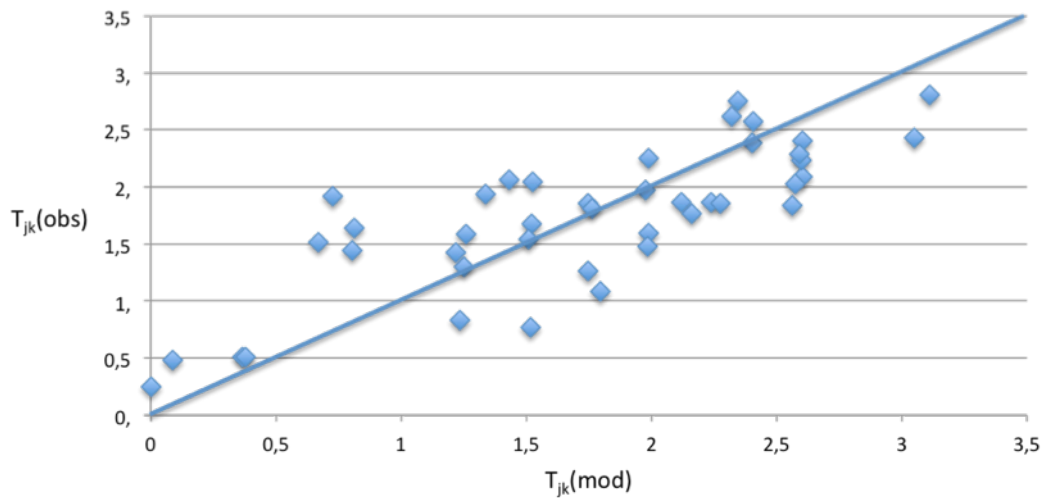


Figura 3.4 - Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 4

3.6 Modelo 5

No desenvolvimento deste modelo, entendeu-se adicionar outra variável explicativa ao modelo 3, sendo neste caso a variável $camas_j \times camas_k$. Foi nossa intenção com esta variável justificar o tráfego aéreo existente entre cada origem e cada destino através do turismo existente nas duas cidades. Sendo assim foi utilizado como dado explicativo dessa realidade o número de camas de hotel existente em cada cidade, na disposição indicada acima. Foi então encontrado o modelo apresentado na equação (7).

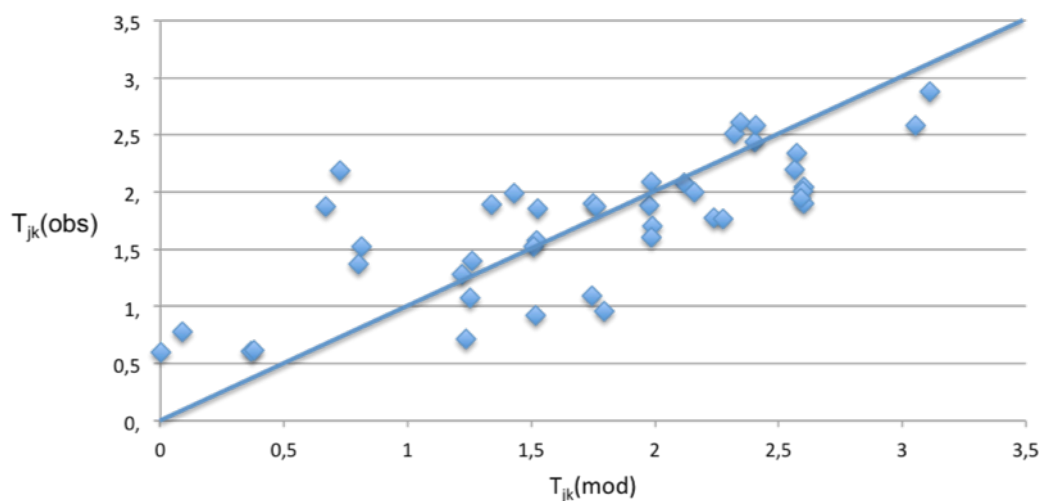
$$T_{jk} = -5,87 + 0,57 \times (P_j \times P_k) - 4,01 \times C_{jk}(A) + 1,80 \times \min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\} + 2,70 \times (camas_j \times camas_k) \quad (7)$$

No quadro 3.5 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos através da regressão efetuada. Na figura 3.5 é apresentado o gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$, onde se pode observar melhor o ajustamento obtido.

Podemos verificar que este modelo, na generalidade, também apresenta características bastante boas. No entanto, quando comparamos com o modelo 4 verificamos que o R^2 é inferior, e que ao contrário do modelo 4 tem uma variável que não é significativa (ordenada na origem). Por conseguinte entendemos ainda prosseguir com a análise.

Quadro 3.5 - Dados sobre regressão do modelo 5

	Coefficiente	LCL	UCL	p-nível	R ²
Ordenada na origem	5,619	-2,142	13,38	0,151	0,574
$P_j \times P_k$	0,98	0,444	1,516	0,001	
$C_{jk}(A)$	-3,105	-4,9	-1,311	0,001	
$\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$	1,386	0,377	2,395	0,008	
$camas_j \times camas_k$	2,159	0,718	3,601	0,004	

Figura 3.5 - Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 5

3.7 Modelo 6

Neste modelo procurou-se juntar ao modelo 3 as duas variáveis utilizadas unicamente no modelo 4 e modelo 5, que procuram justificar a influência da riqueza e do turismo nas viagens de avião entre cada origem e cada destino. Nesse sentido adicionou-se as variáveis $PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}$ e $camas_j \times camas_k$ ao modelo 3. Foi então obtido o modelo apresentado na equação (8).

$$T_{jk} = -6,16 + 0,56 \times (P_j \times P_k) - 4,02 \times C_{jk}(A) + 1,81 \times \min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\} + 2,75 \times PIB_j \times PIB_k - 0,06 \times (camas_j \times camas_k) \quad (8)$$

No quadro 3.6 são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos através da regressão efetuada.

Quadro 3.6 - Dados sobre regressão do modelo 6

	Coefficiente	LCL	UCL	p-nível	R ²
Ordenada na origem	-6,163	-18,315	5,989	0,311	0,635
$P_j \times P_k$	0,562	-0,048	1,172	0,07	
$C_{jk}(A)$	-4,025	-5,873	-2,176	0,	
$\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$	1,808	0,799	2,818	0,001	
$PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}$	2,753	0,481	5,025	0,019	
$camas_j \times camas_k$	-0,062	-2,341	2,217	0,956	

Na figura 3.6 é apresentado o gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$, onde se pode observar melhor o ajustamento obtido.

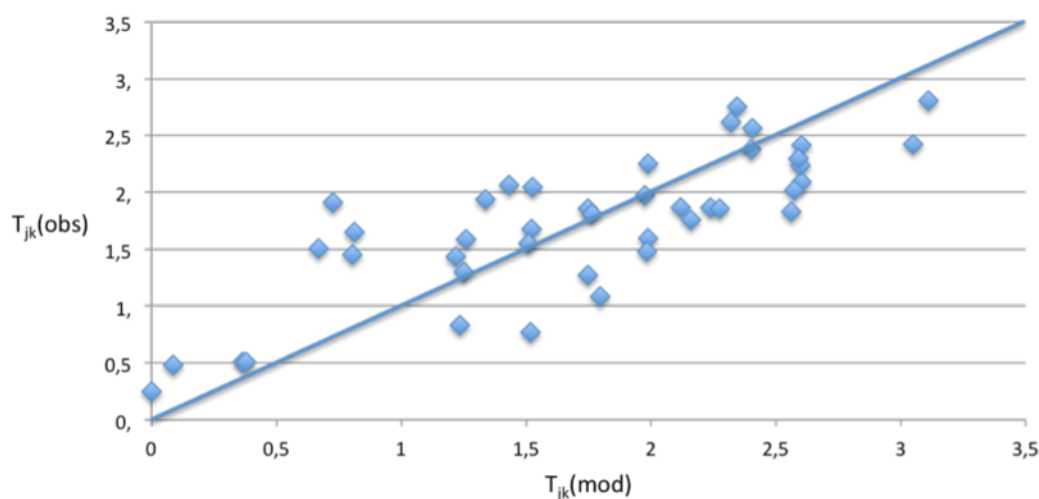


Figura 3.6 – Gráfico $T_{jk}(\text{obs})-T_{jk}(\text{mod})$ do modelo 6

Podemos verificar que este modelo tem o R² bom, no entanto tem três variáveis não significativas, sendo a menos significativa a variável $camas_j \times camas_k$. Desta forma verificamos que na existência da variável $PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}$, a variável $camas_j \times camas_k$ se torna irrelevante para explicar o tráfego aéreo.

3.5 Considerações finais

No final da análise feita e descrita anteriormente podemos verificar que o modelo mais próximo da realidade, de todos os testados, é o modelo 4. De todos é o que tem o R^2 superior e o que tem todas as variáveis significativas. Por isso, iremos utilizar o modelo 4 em todas as estimativas a efetuar, modelo que é novamente apresentado de seguida.

$$T_{jk} = -5,87 + 0,57 \times (P_j \times P_k) - 4,01 \times C_{jk}(A) + 1,80 \times \min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\} + 2,70 \times (PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}) \quad (9)$$

4 ESTUDO DO TRÁFEGO AÉREO NA PENÍNSULA IBÉRICA

4.1 Cenários de evolução

Neste subcapítulo será abordado o processo evolutivo que foi admitido para todas as variáveis condicionantes do tráfego aéreo. Será detalhado o processo de estimativa de evolução de cada uma das variáveis, e serão definidos os cenários globais que foram admitidos para cada uma das estimativas. De referir que a distância temporal adotada para todos os casos é de 10 anos, sendo todas as estimativas efetuadas para o ano de 2022.

4.1.1 População

Sobre a variação populacional entendeu-se verificar a evolução da mesma nos 10 anos anteriores a 2012 e adoptar a mesma taxa de crescimento para os 10 seguintes. De seguida é apresentado o quadro com os dados relativos ao exercício descrito.

Quadro 4.1 – Dados sobre a variação populacional

	2002	2012	Taxa de crescimento	2022
Barcelona	4906117	5552050	13%	6283026
Bilbao	1133444	1158439	2%	1183985
Lisboa	2702293	2822720	4%	2948514
Madrid	5527152	6498560	18%	7640695
Porto	1271603	1282493	1%	1293476
Sevilha	1758720	1938974	10%	2137703
Valência	2267503	2580792	14%	2937366

4.1.2 PIB per capita

Em relação à variação do Produto Interno Bruto per capita a metodologia adotada foi semelhante à já descrita para a variação da população. Foi identificada a taxa de crescimento que se verificou nos 10 anos anteriores à data da análise e projetou-se essa mesma taxa para os 10 anos futuros, admitindo-se um crescimento na mesma razão. Podem ser verificados no quadro 4.2 os dados relativos ao exercício correspondente com a descrição.

Quadro 4.2 – Dados sobre a variação do PIB per capita

	2002	2012	Taxa de crescimento	2022
Barcelona	21,400	26,412	23%	32,60
Bilbao	21,700	30,043	38%	41,59
Lisboa	19,100	21,700	14%	24,65
Madrid	23,500	28,906	23%	35,56
Porto	14,100	16,100	14%	18,38
Sevilha	13,200	16,739	27%	21,23
Valência	16,900	19,480	15%	22,45

4.1.3 Preço do combustível

Sobre a variação do preço do combustível e a sua influencia no custo das viagens de avião, foi feita uma análise tendo em conta a evolução dos preços do querosene (combustível utilizado na aviação). Foi verificada a evolução do preço do querosene nos 10 anos anteriores a 2012 e calculou-se a taxa de crescimento que existiu, tendo servido a mesma para calcular a estimativa do preço do querosene para 2022. Podemos verificar no quadro 4.3 o exercício descrito anteriormente.

Quadro 4.3 – Dados sobre a variação do preço do combustível

	2002 (€/litro)	2012 (€/litro)	Taxa de crescimento (%)	2022 (€/litro)
Querosene	0,147	0,617	321	2,595

Foi admitido que o custo do combustível é responsável por 15% do custo total das viagens de avião, e tendo em conta esse valor, foram criados três cenários de evolução, um em que o preço do querosene se mantém constante nos próximos 10 anos, outro em que esse valor aumenta de forma proporcional ao aumento dos últimos 10 anos, e outro em que o valor do querosene retorna a valores de 2002. Dessa forma é explicativo no quadro seguinte o pormenor dos três cenários descritos.

Quadro 4.4 – Cenários sobre a evolução do valor do querosene

	Variação	Valor (€/litro)
Cenário 1	Nenhuma	0,617
Cenário 2	Positiva	2,595
Cenário 3	Negativa	0,147

4.1.4 Ligações ferroviárias

Em relação às ligações ferroviárias, foi efetuada a análise tendo em conta três cenários. O primeiro cenário é a rede ferroviária tal como existe de momento, o segundo cenário é o de adicionar à rede atual algumas ligações ferroviárias de alta velocidade que sejam previsíveis de vir a existir no médio prazo, e o terceiro cenário o de criar uma rede onde todas as cidades em análise estejam ligadas por rede ferroviária de alta velocidade. Para os casos onde foi necessário simular a ligação ferroviária de alta velocidade foi adotada a metodologia de multiplicar por 1,2 a distância em linha reta entre as duas cidades, sendo essa a distância resultante assumida como real, e foi utilizada a velocidade média de 226km/hora, velocidade essa que foi assumida por ser a existente na linha Madrid-Barcelona. De ressaltar que não foram alterados os preços das viagens ferroviárias por se considerar que a sua alteração não seria significativa.

Na figura 4.1 podemos verificar o mapa ferroviário correspondente à realidade que atualmente existe. Na figura 4.2 podemos observar o mapa ferroviário definido tendo em conta as ligações que se verificaram previstas nos planos de Portugal e Espanha, sendo assim o mapa ferroviário provável de existir no curto/médio prazo.

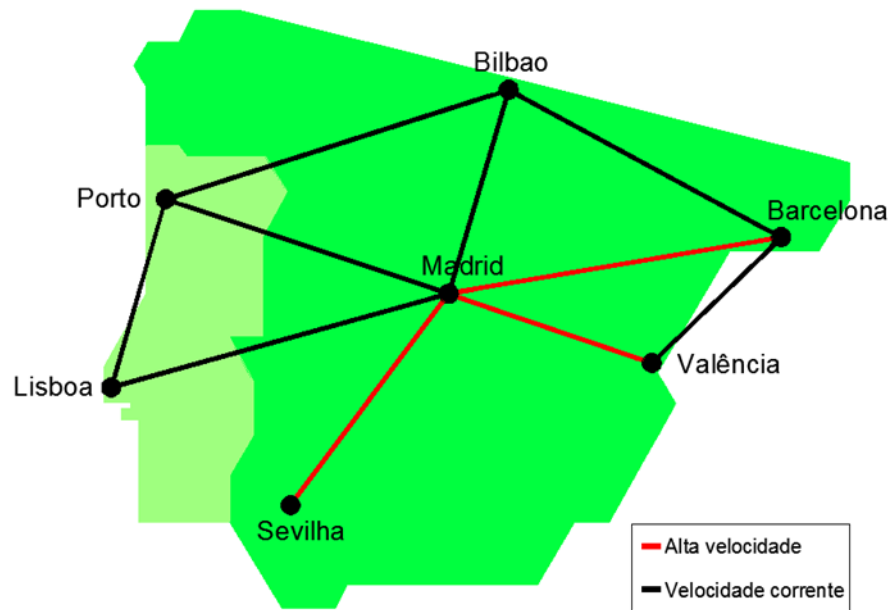


Figura 4.1 – Mapa ferroviário do cenário 1

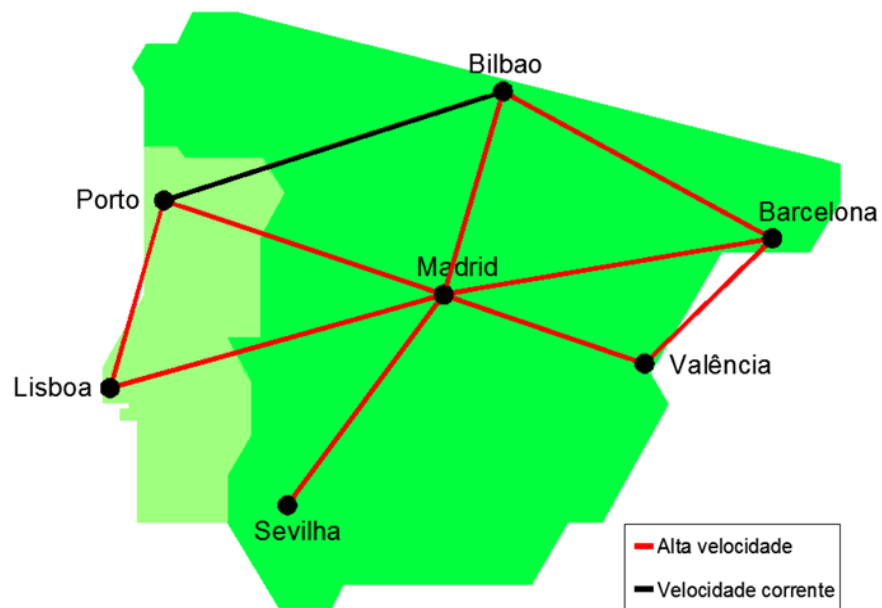


Figura 4.2 - Mapa ferroviário do cenário 2

Na figura 4.3 podemos verificar o mapa ferroviário correspondente a termos todas as cidades ligadas por ligação ferroviária de alta velocidade.

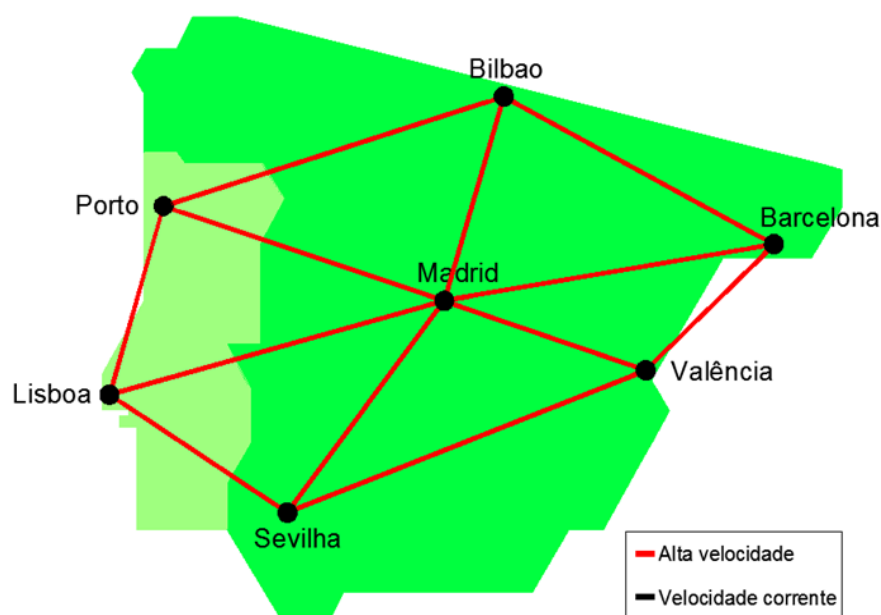


Figura 4.3 - Mapa ferroviário do cenário 3

4.1.5 Ligações rodoviárias

Relativamente às ligações rodoviárias, devido a existir uma qualidade consideravelmente alta das mesmas em toda a península e devido a não existir previsibilidade de alteração do mapa rodoviário, entendeu-se que toda a análise seria feita tendo em conta as ligações já existentes de momento, sem fazer qualquer alteração ao já descrito.

4.1.6 Cenários de estudo

Foram criados nove cenários diferentes de estudo, consoante as várias condicionantes definidas nos subcapítulos anteriores. Foi admitido para todos os cenários que o PIB per capita e a população evoluiria de acordo com o previsto, previamente definido. Sobre os preços de viajar de avião, tal como já definido também, foram admitidos três cenários de evolução de preços, e os mesmos foram combinados com os também três cenários de ligações ferroviárias, criando-se assim os nove cenários indicados. No quadro 4.5 são apresentados os mesmos com todo o detalhe.

Quadro 4.5 – Descrição dos cenários de estudo

	População (ano)	PIB _{pc} (ano)	Custo aviação (variação)	Mapa ferroviário
1º Cenário	2022	2022	Nula	Mapa 1
2º Cenário	2022	2022	Positiva	Mapa 1
3º Cenário	2022	2022	Negativa	Mapa 1
4º Cenário	2022	2022	Nula	Mapa 2
5º Cenário	2022	2022	Positiva	Mapa 2
6º Cenário	2022	2022	Negativa	Mapa 2
7º Cenário	2022	2022	Nula	Mapa 3
8º Cenário	2022	2022	Positiva	Mapa 3
9º Cenário	2022	2022	Negativa	Mapa 3

4.2 Estimativas futuras do tráfego aéreo

Neste subcapítulo serão detalhadas todas as estimativas efetuadas, tendo em conta os cenários descritos anteriormente, procurando-se identificar os resultados mais relevantes que foram obtidos em cada uma das estimativas, e procurando também fazer um enfoque na situação concreta dos voos internos nacionais, dos que têm Portugal como origem e dos que têm Portugal como destino.

4.2.1 Estimativa 1

Esta estimativa foi feita tendo como base o cenário 1 anteriormente descrito, ou seja, considerando a população e o PIB per capita estimados para 2022, considerando que os custos de viajar de avião se manteriam iguais aos do presente, e considerando a rede ferroviária atualmente existente. Podemos verificar na figura 4.4 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado sem alteração de parâmetros.

Através destes resultados verificamos que segundo o cenário identificado temos um crescimento global de 216% dos voos, e portanto que existe um crescimento bastante acentuado do tráfego aéreo nas cidades em análise. Do ponto de vista Português, verificamos

que existe um aumento de 83% do tráfego de partidas dos aeroportos Portugueses, e que existe um crescimento de 89% no tráfego de chegadas. Em relação aos voos internos, verificamos que existe um crescimento de 29%. Nesse sentido é claro que neste cenário Portugal teria um crescimento do seu tráfego aéreo sendo, no entanto, o mesmo consideravelmente inferior aquele que é verificado em Espanha. O tráfego aéreo interno ainda tem um crescimento inferior seja ao que se verifica de forma global, seja o que tem como origem ou destino aeroportos Portugueses.

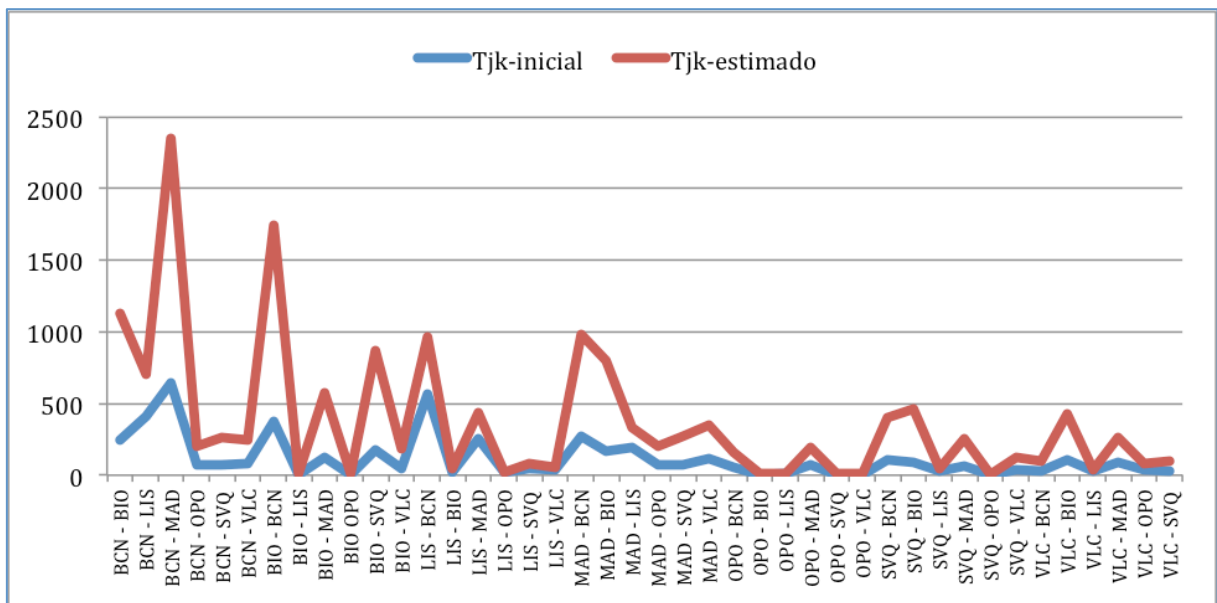


Figura 4.4 – Gráfico com resultados da estimativa 1

4.2.2 Estimativa 2

Para esta estimativa foi considerado o segundo cenário descrito, que se baseia em considerar as estimativas de evolução da população e do PIB per capita já descrita, que considera o custo de viajar de avião a crescer até 2022 com a mesma taxa que se verificou de 2002 a 2012, e que considera o mapa ferroviário tal como existe na atualidade. Podemos verificar na figura 4.5 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

Com este cenário verificamos que existe, de forma global, um crescimento do tráfego aéreo sendo no entanto o mesmo bastante tímido, correspondendo a um crescimento de 9%.

Do ponto de vista Português verificamos que existe um decréscimo do tráfego aéreo a todos os níveis. Relativamente ao tráfego que tem como origem os aeroportos Portugueses a

variação é de -38%, nos que têm como destino os aeroportos Portugueses a mesma variação é de -38% também, e nos voos internos existe um decréscimo de 60%.

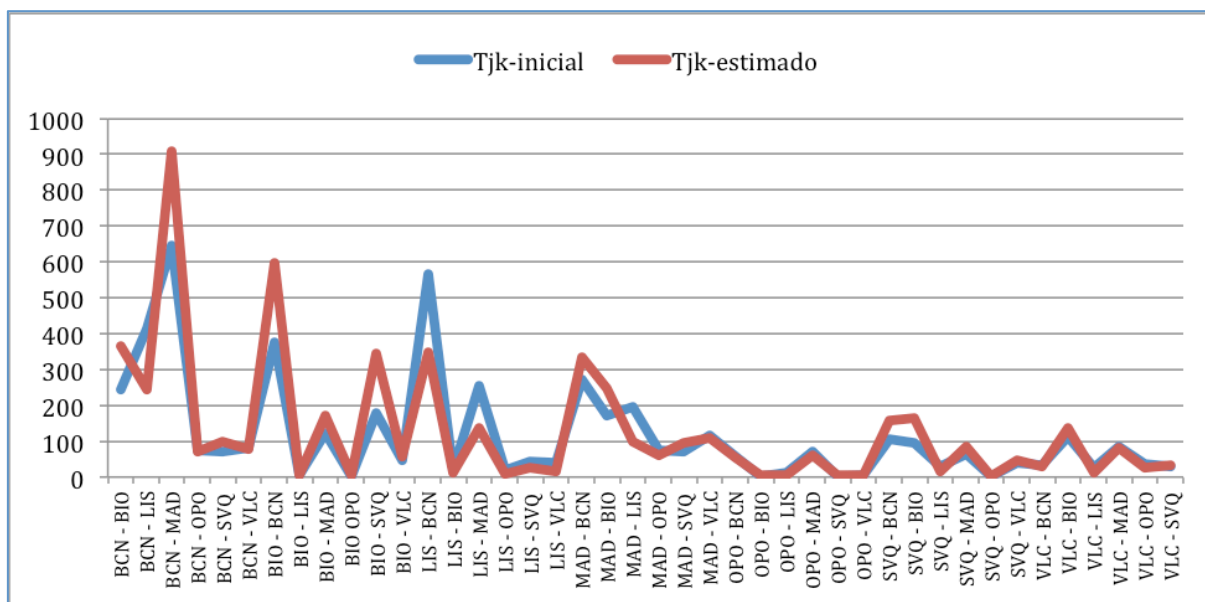


Figura 4.5 - Gráfico com resultados da estimativa 2

4.2.3 Estimativa 3

Neste cenário temos a população e o PIB per capita a evoluir tal como descrito, os custos de viajar de avião existentes em 2002 e o mapa ferroviário atualmente existente. Podemos verificar na figura 4.6 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

Para este caso observamos que existe um crescimento claro do tráfego aéreo do ponto de vista global, correspondendo o mesmo a 328%. No caso Português verificamos que o crescimento não se mostra tão acentuado, sendo de 150% para as viagens com origem em Portugal, 161% para as viagens com destino Portugal, e de ainda menos, 81%, para os voos internos.

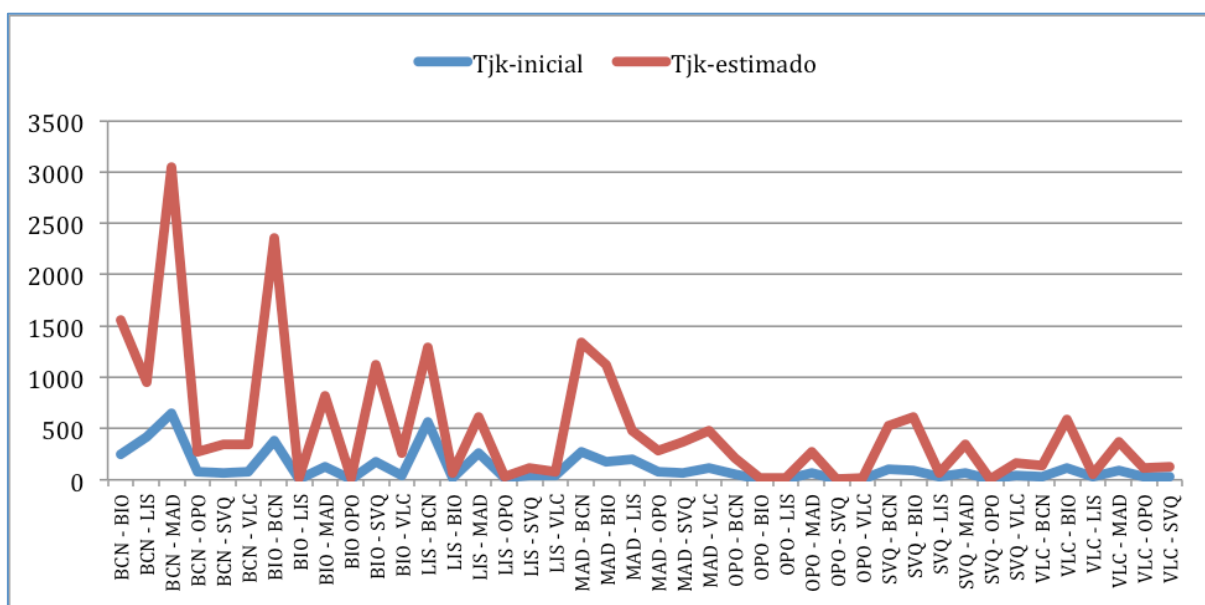


Figura 4.6 - Gráfico com resultados da estimativa 3

4.2.4 Estimativa 4

Para esta estimativa foi já considerado para as ligações ferroviárias o mapa 2. Relativamente à população e ao PIB per capita foi considerada a estimativa para 2022 e para o custo de viajar de avião foi considerado o preço igual ao que se verifica em 2012. Podemos verificar na figura 4.7 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

Desta forma foi verificado que a nível global existiu um crescimento de 89% do tráfego aéreo. No entanto, no caso concreto de Portugal verificamos que essa não é a tendência. Existiu um decréscimo de 9% dos voos com origem nos aeroportos Portugueses, um decréscimo de 10% dos voos com destino nos aeroportos Portugueses, e uma variação de -27% dos voos internos. Verificamos desta forma que a criação de uma ligação ferroviária de alta velocidade ligando Lisboa ao Porto iria reduzir drasticamente o tráfego aéreo entre as duas cidades.

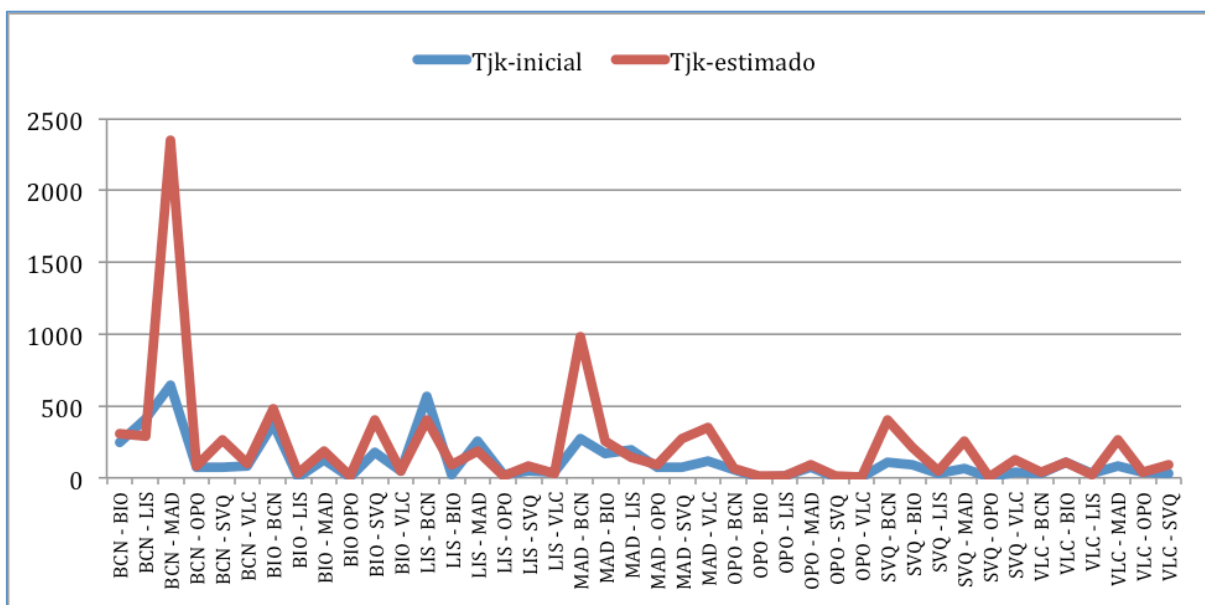


Figura 4.7 - Gráfico com resultados da estimativa 4

4.2.5 Estimativa 5

Para este cenário foi também considerado o mapa ferroviário número dois, a evolução da população e do PIB per capita já descrita e o custo de viajar de avião a aumentar com a mesma taxa de crescimento que se verificou de 2002 a 2012. Podemos verificar na figura 4.8 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

Verificamos que com estas condições existe um decréscimo global de 34% do tráfego aéreo na península ibérica, mostrando assim que uma conjugação de aumento do preço de viajar de avião com o melhoramento das alternativas às viagens de avião se torna bastante prejudicial ao aumento do tráfego aéreo. Para o cenário particular de Portugal verificamos que o decréscimo existente é superior ao que se verifica a nível global, sendo de 70% para os voos de origem em Portugal, 71% para os que têm como destino Portugal, e de 78% para os voos internos.

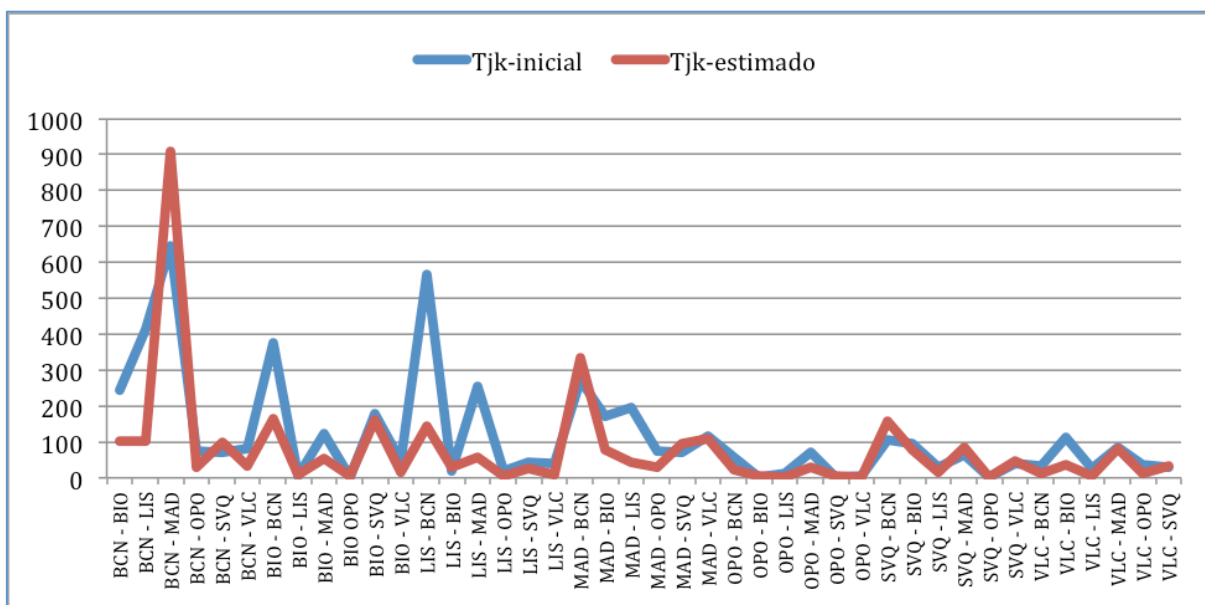


Figura 4.8 - Gráfico com resultados da estimativa 5

4.2.6 Estimativa 6

Neste cenário foi admitida a estimativa de população e PIB per capita para 2012 já definida, foi admitido como custo de referência para viajar de avião o existente em 2002 e foi considerado o mapa ferroviário número dois. Podemos verificar na figura 4.9 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

Para este caso verifica-se um aumento claro, a nível global, do tráfego aéreo, sendo o mesmo de 154%. No entanto em Portugal o mesmo não é tão explícito, sendo de 24% para os voos com origem em Portugal, 24% também para os que têm Portugal como destino, e um aumento de apenas 2% nos voos internos.

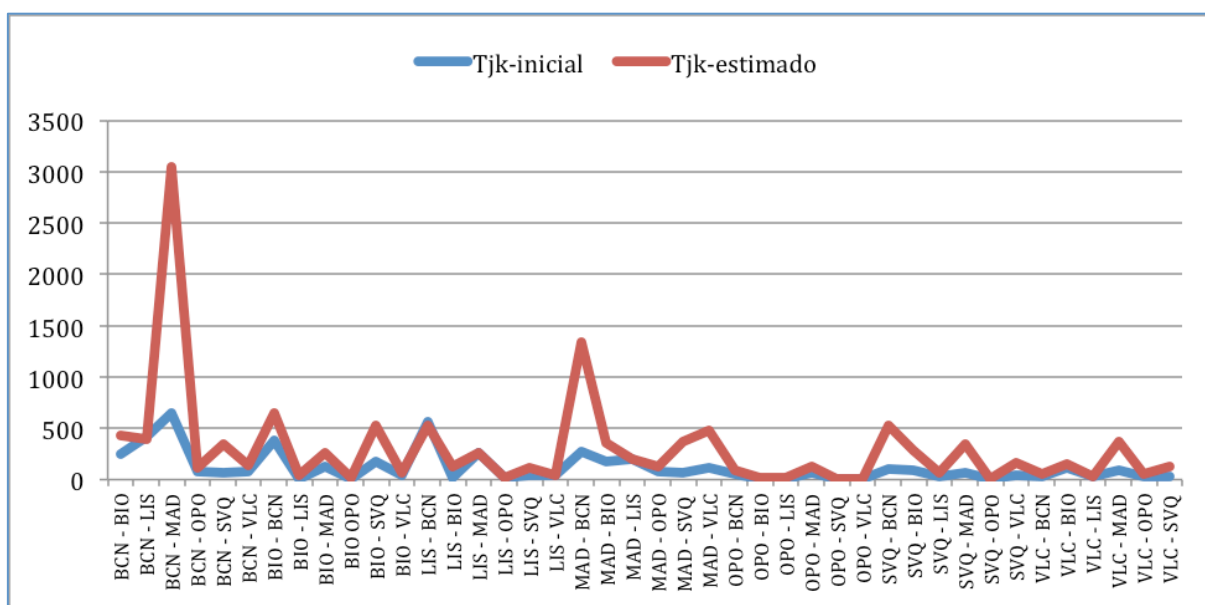


Figura 4.9 - Gráfico com resultados da estimativa 6

4.2.7 Estimativa 7

Para esta estimativa já foi considerado o mapa ferroviário número três, que simula que todas as cidades em análise estejam ligadas por linha ferroviária de alta velocidade. A população e o PIB per capita considerados são os já definidos anteriormente e sobre o custo de viajar de avião, o considerado é o correspondente ao do ano de 2012. Podemos verificar na figura 4.10 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

Podemos verificar por estes resultados que o crescimento global do tráfego aéreo é de 87%. No caso concreto de Portugal temos um decréscimo, ao contrário do que se verifica na globalidade. Para os voos com origem em Portugal a variação é de -10%, para os que têm Portugal como destino a variação é de -11%, e para os voos internos existe uma quebra ainda superior, sendo o decréscimo de 27%.

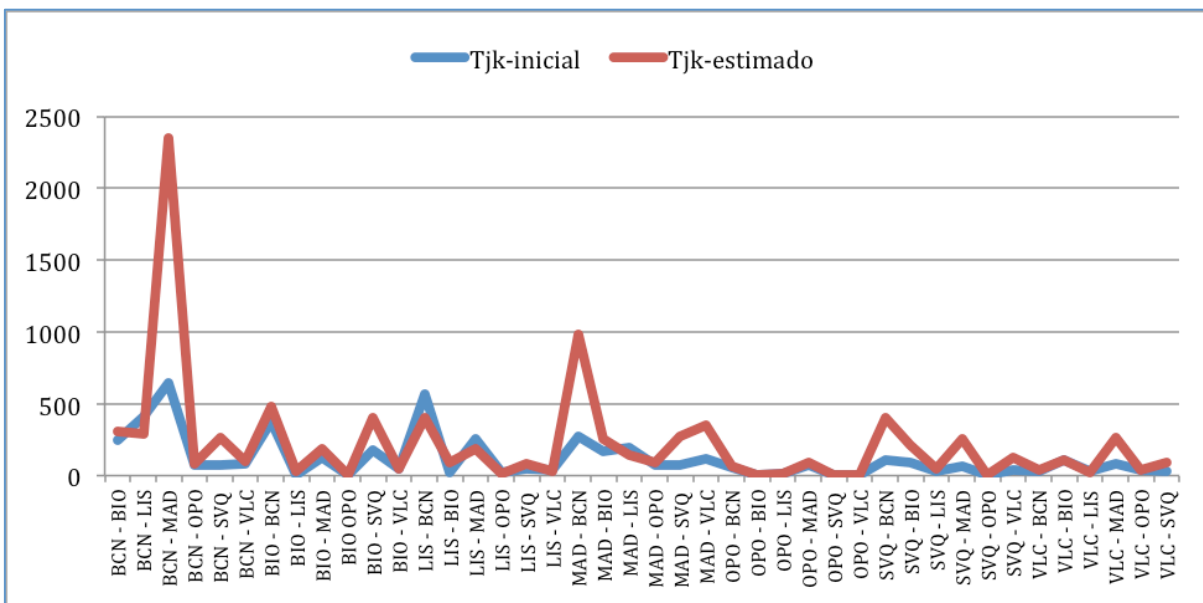


Figura 4.10 - Gráfico com resultados da estimativa 7

4.2.8 Estimativa 8

Para este caso foi considerado o mapa ferroviário numero três, a população e PIB per capita de acordo com o já definido e os preços de avião a aumentar de acordo com a taxa verificada nos anos de 2002 até 2012. Podemos verificar na figura 4.11 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

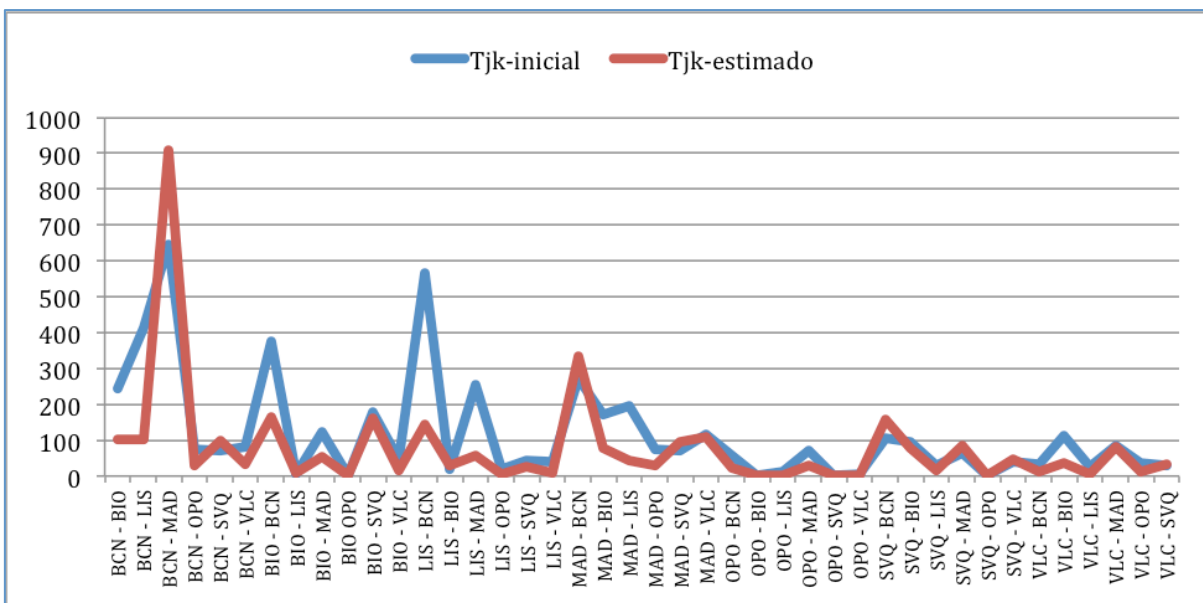


Figura 4.11 - Gráfico com resultados da estimativa 8

Foi verificada uma variação negativa de 34% na totalidade do tráfego aéreo, considerando o cenário descrito. Para o caso concreto de Portugal essa variação foi ainda mais acentuada, sendo a mesma de -70% para os voos com origem em aeroportos Portugueses, de -71% para os que têm Portugal como destino, e de -78% nos voos internos.

4.2.9 Estimativa 9

Para esta estimativa foi considerado o mapa ferroviário numero três, a população e o PIB per capita a serem estimados de acordo com o previamente indicado, e o preço de viajar de avião a tomar os valores existentes em 2002. Podemos verificar na figura 4.12 os resultados da estimativa efetuada e compará-los com o valor estimado inicialmente sem alteração de parâmetros.

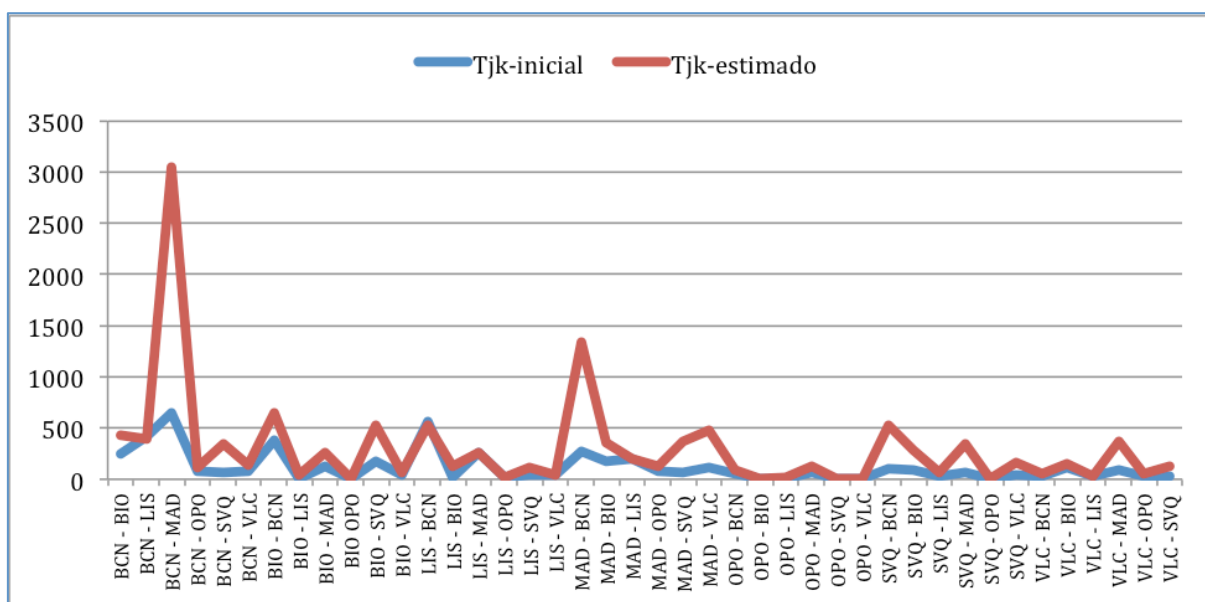


Figura 4.12 - Gráfico com resultados da estimativa 9

Podemos verificar que existiu, com as condições descritas, um crescimento significativo do tráfego aéreo a nível global, sendo o mesmo de 153%. Para o caso concreto Português o mesmo não se verifica tão significativo, sendo o mesmo de 23% para os voos que têm origem em Portugal, de também 23% para os que têm Portugal como destino, e de apenas 2% para os voos internos.

5 CONCLUSÃO

A dissertação pretende fazer uma análise ao tráfego aéreo na Península Ibérica, tendo como objectivo identificar alguns padrões de evolução do mesmo. Procurou-se, em primeiro lugar, identificar um modelo de procura que se ajustasse bem à realidade existente, e de seguida utilizar esse modelo para identificar qual será a evolução do tráfego aéreo, de acordo com alterações aos vários parâmetros que o condicionam.

Para o desenvolvimento do modelo pretendido foi utilizado o modelo gravitacional, característico de estudos desta natureza. Foram testados vários parâmetros para se encontrar os que mais condicionam o tráfego aéreo existente, tendo-se optado por utilizar a população ($P_j \times P_k$), o Produto Interno Bruto por habitante ($PIB_{pc,j} \times PIB_{pc,k}$), o custo de viajar de avião ($C_{jk}(A)$), e o custo da alternativa a viajar de avião ($\min\{C_{jk}(F); C_{jk}(R)\}$). Optou-se por não incluir o parâmetro número de camas de hotel ($camas_j \times camas_k$), representativo da dimensão turística de cada cidade, por se ter verificado não ser significativo quando comparado com os utilizados. Verificou-se assim que a possível justificação do tráfego aéreo existente através da dimensão do turismo de cada cidade já é justificada pela riqueza, representada pelo PIB_{pc} .

Foram posteriormente definidos cenários de evolução dos parâmetros utilizados, tendo em conta a sua evolução passada e a previsibilidade de evolução futura. Todas as estimativas tiveram como horizonte o ano de 2022. Em relação à população de cada cidade e ao seu PIB_{pc} , adotou-se como taxa de crescimento até 2020 a mesma dos 10 anos anteriores à data dos dados utilizados (2012). Para a evolução do preço de andar de avião foram criados 3 cenários evolutivos, um em que o mesmo se mantém constante, outro em que existe um crescimento e outro em que existe um decréscimo do preço, tendo em conta as várias possibilidades de evolução do preço dos combustíveis. Para a alternativa ferroviária à viagem de avião foram criados 3 mapas ferroviários como cenários. O primeiro é igual ao que se verifica na atualidade, o segundo em que são inseridas as ligações alguma vez previstas em planos de Portugal e Espanha, e um terceiro onde se considera todas as cidades em análise ligadas por alta velocidade. O mapa rodoviário não foi alterado por se considerar pouco provável que tal venha a acontecer.

Foi utilizado inicialmente o mapa ferroviário 1, correspondente às ligações ferroviárias atualmente existentes. Com esse cenário, verificou-se que existia crescimento do tráfego aéreo global, independentemente da variação do preço dos combustíveis. No entanto verificou-se também que o crescimento existente nas ligações internas Espanholas é sempre superior ao existente nas ligações internas Portuguesas, e até mesmo que as ligações que têm como origem ou destino uma das cidades nacionais. Esse efeito pode ser justificado pela influência que o PIB_{pc} tem no tráfego aéreo entre duas cidades, visto existir uma tendência de crescimento económico em Espanha superior a Portugal, de acordo com a definição de cálculo adotada. No cenário em que foi considerado que não existiria variação no preço do combustível verificou-se um crescimento considerável do tráfego aéreo, sendo o mesmo de 216%. Quando foi considerado que o valor do combustível iria crescer na mesma razão que o passado recente, verificámos que existiria também crescimento, sendo no entanto ténue e situado na ordem dos 9%. É importante referir que para este cenário o crescimento global se deve ao crescimento existente nas ligações internas Espanholas, visto existir um decréscimo do número de voos que têm origem ou destino Portugal. Quando consideramos uma descida do valor do combustível, o crescimento do tráfego aéreo é claro e acentuado (238%). No entanto também aqui se sente um crescimento superior nos voos internos Espanhóis relativamente aos existentes em Portugal.

Quando é considerado o mapa ferroviário 2 verificamos a existência de previsões consideravelmente diferentes das identificadas com o mapa ferroviário 1. Neste mapa foram consideradas, entre outras, as ligações ferroviárias de alta velocidade Lisboa-Porto e Lisboa-Madrid, onde verificamos que teriam bastante influência no tráfego aéreo em análise. Quando foi utilizado um valor constante dos combustíveis verificou-se um crescimento de 89% do tráfego aéreo global, existindo no entanto um decréscimo do tráfego aéreo interno nacional de 27%, e um decréscimo na ordem dos 10% para os voos com origem ou destino Portugal. Podemos assim verificar que a existência da ligação ferroviária de alta velocidade Lisboa-Porto poderia ser responsável pela diminuição acentuada do tráfego aéreo existente entre Lisboa e Porto. No cenário de aumento dos preços de viajar de avião existe um decréscimo global do tráfego aéreo de 34%, ao ponto que no cenário de diminuição do preço de viajar de avião verificamos um aumento de 154%.

Ao utilizarmos o mapa ferroviário 3 verificámos que existia pouca diferença nos valores do tráfego aéreo, quando comparados com os resultantes da utilização do mapa ferroviário 2. Essa situação é uma evidência de que seriam pouco influentes no tráfego aéreo a criação das linhas ferroviárias de alta velocidade que não estavam presentes no mapa 2. Para o cenário de o valor dos combustíveis se manter constante verificamos um aumento de 88% do tráfego aéreo, no caso de existir um aumento o crescimento é negativo na ordem dos 34%, e para o caso de uma diminuição do valor dos combustíveis verificamos que o crescimento é de 143%. Podemos assim observar que os valores previstos para o tráfego aéreo utilizando o mapa 3 são

idênticos aos provenientes da utilização do mapa 2, reafirmando-se assim a pouca influência que as ligações de alta velocidade adicionadas têm na previsão do tráfego aéreo existente.

Este estudo procurou identificar quais as variáveis que mais influenciam o tráfego aéreo entre cidades da Península Ibérica, tentando a mostrar influência que cada um teria tendo em conta algumas combinações de evolução possíveis. Os resultados provenientes da utilização dos dados de 2012 mostraram-se coerentes com a realidade, no entanto por esta temática não ter ainda sido alvo de muitos estudos é desejável que se prossiga com esta análise utilizando dados mais recentes e procurando verificar se as conclusões futuras são coerentes com as apresentadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Airbus S.A.S. (2007). Global Market Forecast 2007 – 2026. BLAGNAC CEDEX, FRANCE: ART & CARACTÈRE.

Boeing Comercial Airplanes. (2007). Current Market Outlook. Seattle.

CP@ (2014). <http://www.cp.pt/>. Comboios de Portugal, Portugal.

GEMF@ (2014). <http://www.fomento.gob.es/>. Gobierno de España – Ministério de Fomento, Espanha.

Graham, A. (2005). “Demand for leisure air travel and limits to growth”. Journal of Air Transportation Management 6, 109-118.

INE@ (2012). <http://www.ine.es>. Instituto Nacional de Estadística, Espanha.

INE@ (2012). <http://www.ine.pt>. Instituto Nacional de Estatística, Portugal.

Mason, K. J. (2005). “Observations of fundamental changes in the demand for aviation services”. Journal of Air Transportation Management 11, 19-25.

OAG (2012). Official Airline Guide Database, UK.

RENFE@ (2014). <http://www.renfe.com/>. Red Nacional de Ferrocarriles Españoles, Espanha.

Verleger, P. (1972). “Models of the Demand for Air Transportation”. The Bell Journal of Economics and Management Science, Volume 3, Número 2, 437-457.

VIAMICHELIN@ (2014). <http://www.viamichelin.pt/>. Via Michelin, Portugal.