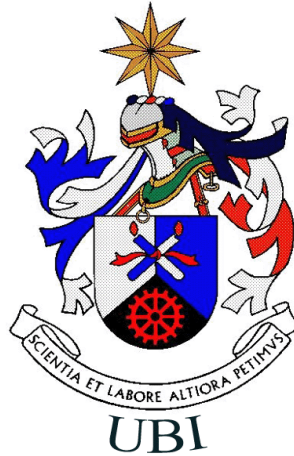


UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AEROESPACIAIS



AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DE EXTERNALIDADES ASSOCIADAS AO TRANSPORTE AÉREO

Mestrado em Engenharia Aeronáutica

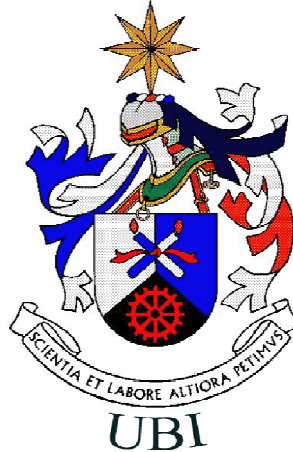
DENILSON GOMES RIBEIRO

COVILHÃ

2008

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AEROESPACIAIS



AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DE EXTERNALIDADES ASSOCIADAS AO TRANSPORTE AÉREO

Mestrado em Engenharia Aeronáutica

DENILSON GOMES RIBEIRO

COVILHÃ

2008

*“Environmental responsibility is a pillar of our industry alongside safety and security.
We are the safest form of transport because of global standards and harmonization.
The same approach is needed to deliver the best results on environment issues.”*

Giovanni Besignani (IATA)

ÍNDICE

Índice Temático.....	I
Índice de Figuras	IV
Índice de Tabelas	VII
Acrónimos e Abreviaturas	IX
Agradecimentos	XII
Resumo	XIII
Abstract	XIV

Índice Temático

Capítulo I. Introdução.....	1
1.1. Contextualização do tema.....	1
1.2. Objectivos do trabalho.....	1
1.3. Estrutura da dissertação.....	2
Capítulo II. Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo	3
2.1. Introdução.....	3
2.2. Transporte em geral.....	3
2.2.1. A internalização dos custos externos.....	6
2.2.2. Metodologias para a estimação e avaliação dos custos externos	8
2.3. Transporte aéreo.....	16
2.3.1. Benefícios.....	17
2.3.2. Custos Externos (“malefícios”).....	22
2.3.2.1. Ruído das aeronaves	28
2.3.2.1.1. Fontes de ruído	28
2.3.2.1.2. Efeitos do ruído	29
2.3.2.1.3. Escalas e técnicas de medição do ruído	30
2.3.2.1.4. Abordagem da ICAO para a gestão do ruído das aeronaves.....	32
2.3.2.2. Poluição atmosférica.....	37
2.3.2.2.1. Análise da poluição do ar.....	39

2.3.2.2.2. Análise do consumo de combustível e eficiência energética	46
2.4. Conclusões.....	48
Capítulo III. Medidas para Mitigar os Impactes Ambientais do Transporte Aéreo	49
3.1. Introdução.....	49
3.2. A problemática.....	49
3.3. Estratégia dos 4 Pilares da IATA.....	52
3.4. Instrumentos económicos	58
3.5. Conclusões.....	62
Capítulo IV. Casos de Estudo: Ruído e Poluição Atmosférica Associados ao Transporte Aéreo em Portugal e Cabo Verde	63
4.1. Introdução.....	63
4.2. Ruído	63
4.2.1. Avaliação monetária dos custos de ruído.....	65
4.2.1.1. Custos de incomodidade	65
4.2.1.2. Custos de saúde	67
4.2.1.3. Resultados	68
4.3. Poluição atmosférica	76
4.3.1. Avaliação monetária dos custos da poluição	77
4.3.2. Resultados	79
4.4. Ruído, Poluição atmosférica e orçamento de Estado	85
4.5. Caso do Transporte Aéreo em Cabo Verde	86
4.5.1. Custos do Ruído	86
4.5.2. Custos da Poluição atmosférica.....	91
4.5.3. Ruído, Poluição atmosférica e orçamento de Estado.....	95
4.6. Conclusões.....	96
Capítulo V. Conclusões.....	98
5.1. Síntese da dissertação.....	98
5.2. Perspectivas de investigação futuras	100
Referências Bibliográficas	102
ANEXOS.....	108

ANEXO I: Movimentos de aeronaves nos Aeroportos de Lisboa, Porto e Faro (2000-2015)	108
ANEXO II: Custos externos do Ruído em Portugal (2000-2015).....	109
ANEXO III: Custos externos da Poluição em Portugal (2000-2015).....	109
ANEXO IV: Orçamento de Estado Português para a Saúde (1998-2015)	110
ANEXO V: % Custos do Ruído e da Poluição atmosférica no Orçamento do Estado Português para a Saúde	110
ANEXO VI: Movimentos de aeronaves no Aeroporto do Sal (1995-2015).....	111
ANEXO VII: Custos externos do Ruído em Cabo Verde (2000-2015).....	111
ANEXO VIII: Custos externos da Poluição em Cabo Verde (2000-2015)	112
ANEXO IX: Orçamento de Estado Caboverdeano para a Saúde (2000-2015).....	112
ANEXO X: % Custos do Ruído e da Poluição atmosférica no Orçamento do Estado Caboverdeano para a Saúde	113

Índice de Figuras

Figura 1-Projecção mundial do volume de tráfego de passageiros	4
Figura 2-Abordagem pelo percurso do impacte para a quantificação dos custos ambientais.....	11
Figura 3-50 anos de desenvolvimento do tráfego aéreo mundial de passageiros.....	16
Figura 4-Impacte económico global – Emprego e PIB, 2006	18
Figura 5-Empregos pelo turismo, 2007.....	20
Figura 6-Previsões da procura mundial de passageiros para aviação	23
Figura 7-Custos totais do transporte aéreo por categoria no ano 2000.....	27
Figura 8-Danos na saúde provocados pelo ruído.....	29
Figura 9-Escala do Decibel e exemplos	32
Figura 10-Comparação do ruído entre a tecnologia dos anos 70 e 90.....	34
Figura 11-População afectada pelo ruído no aeroporto de Heathrow	37
Figura 12-Emissões globais de CO ₂	38
Figura 13-Relação entre a queima de uma tonelada de combustível e a emissão de gases	39
Figura 14-Distribuição da concentração do ozono na atmosfera e os efeitos da aviação	42
Figura 15-Forçamento radiativo da aviação em 1992 e 2000	45
Figura 16-Emissões globais de CO ₂ pelo sector dos transportes	46
Figura 17-Evolução da eficiência energética dos motores com o tempo.....	47
Figura 18-Evolução das emissões e respectiva % em relação aos limites impostos pela ICAO.....	48
Figura 19-Crescimento do tráfego aéreo Vs Crescimento de emissões de CO ₂	51
Figura 20-Crescimento <i>neutro</i> das emissões de carbono.....	52
Figura 21-Abordagens diferentes para a aproximação à pista	54
Figura 22-Níveis diferentes de altitudes de cruzeiro	54
Figura 23-Sistemas automáticos arcaicos usados pelo ATC e pelas companhias (exemplo)	55
Figura 24-Potencial de poupanças no combustível associadas às Operações de Voo...57	
Figura 25-Potencial de poupanças no combustível associadas ao Despacho de Voo...57	

Figura 26-Potencial de poupanças no combustível associadas à Manutenção e Engenharia.....	58
Figura 27-Cálculo dos custos externos do ruído	65
Figura 28-Evolução da DEP em função do rendimento <i>per capita</i>	66
Figura 29-% de pessoas adultas que se sentem pouco incomodadas, incomodadas e muito incomodadas em função dos níveis de ruído pelos diferentes modos de transporte	67
Figura 30-População Portuguesa exposta ao ruído das aeronaves entre 1990/2000	70
Figura 31-População (Lisboa, Porto e Faro) exposta ao ruído do tráfego aéreo em 1997	70
Figura 32-Movimentos de aeronaves em Lisboa, Porto e Faro (2000-2015).....	72
Figura 33-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]55, 60] dB(A)	73
Figura 34-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]60, 65] dB(A)	73
Figura 35-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]65, 70] dB(A)	74
Figura 36-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]70, 75] dB(A)	74
Figura 37-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]75, 80] dB(A)	75
Figura 38-Custos externos totais do ruído gerado pelas aeronaves em Lisboa, Porto e Faro (2000-2015).....	75
Figura 39-Cálculo dos custos externos da poluição atmosférica.....	77
Figura 40-Emissões de poluentes originais pelo transporte aéreo em Portugal em 2000.	79
Figura 41-Custos externos associados às emissões de NO _x em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO).....	82
Figura 42-Custos externos associados às emissões de SO ₂ em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO).....	82
Figura 43-Custos externos associados às emissões de HC (COV) em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO).....	83
Figura 44-Custos externos totais da poluição associados ao transporte aéreo em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO).....	83

Figura 45-Custos externos totais da poluição atmosférica associados ao transporte aéreo em Lisboa Porto e Faro (ExternE)	84
Figura 46-Orçamento do Estado Português para a saúde	85
Figura 47-Peso dos custos do ruído e da poluição atmosférica no orçamento do Estado Português para a Saúde	86
Figura 48-Movimentos de aeronaves no aeroporto do Sal, 1995-2015	88
Figura 49-Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde, entre]55, 60] dB(A)....	88
Figura 50-Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre]60, 65] dB(A)....	89
Figura 51-Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre]65, 70] dB(A)....	89
Figura 52-Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre]65, 70] dB(A)....	90
Figura 53-Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre]65, 70] dB(A)....	90
Figura 54-Custos externos totais do ruído gerado pelas aeronaves no Sal, Cabo Verde	91
Figura 55-Custos externos associados às emissões de NOx para Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO).....	92
Figura 56-Custos externos associados às emissões de SO ₂ para Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO).....	93
Figura 57-Custos externos associados às emissões de HC (COV) para Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO).....	93
Figura 58-Custos externos totais da poluição associados ao transporte aéreo em Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO).....	94
Figura 59-Custos externos totais da poluição associados ao transporte aéreo em Cabo Verde (ExternE).....	95
Figura 60-Orçamentos do Estado Caboverdeano para a Saúde	95
Figura 61-Peso dos custos do ruído e da poluição atmosférica no orçamento do Estado Caboverdeano para a Saúde	96

Índice de Tabelas

Tabela 1-Componentes dos custos externos e nível de externalidade	5
Tabela 2-Métodos de avaliação	9
Tabela 3-Abordagens de boas práticas dos componentes mais importante do custo externo.....	13
Tabela 4-Critérios principais para estimar e avaliar os custos externos	14
Tabela 5-Impactes/problemas ambientais associados com a operação da aviação civil	25
Tabela 6-Comparação dos custos sociais médios a longo prazo de uma viagem aérea com uma viagem numa auto-estrada.....	26
Tabela 7-Valor unitário dos custos externos para o transporte aéreo, por categoria, em €/voo	27
Tabela 8-Valores máximos dos níveis de ruído recomendados pela WHO	30
Tabela 9-Os poluentes e seus efeitos na saúde.....	41
Tabela 10-Previsões do Forçamento Radiativo	46
Tabela 11-Valores monetários para os impactes na saúde devido ao ruído (€ ₂₀₀₀)	67
Tabela 12-Valores monetários médios, na Europa, para avaliar os efeitos na saúde devido ao ruído (€ ₂₀₀₂).....	68
Tabela 13-Custos anuais da exposição ao ruído das aeronaves, por pessoa e por dB(A) em Portugal (€ ₂₀₀₂ PPC)	69
Tabela 14-Custo externos do ruído do tráfego aéreo para Portugal (Lisboa, Porto e Faro) em 2000.....	71
Tabela 15-Valores monetários médios, na Europa para avaliar os impactes na saúde devidos à poluição (€ ₂₀₀₂).....	78
Tabela 16-Valores monetários para avaliar os efeitos na saúde da poluição atmosférica - €, a preços de mercado.....	79
Tabela 17-Custos externos por poluente com base na ExternE (€ ₂₀₀₀).....	80
Tabela 18-Custos externos por poluente com base na CAFE/WHO (€ ₂₀₀₀)	80
Tabela 19-Custos externos da poluição atmosférica associados ao transporte aéreo em Portugal (Lisboa, Porto e Faro), em 2000 (CAFE/WHO)	81
Tabela 20-Custo externos da poluição para Portugal (Lisboa, Porto e Faro) em 2000 (ExternE)	84
Tabela 21-Custo externos do ruído para Cabo Verde em 2000	87

Tabela 22-Custos/movimento (CAFE/WHO) da poluição atmosférica em Cabo Verde (Sal) associado ao transporte aéreo, em 2000	92
Tabela 23-Custos/movimento (ExternE) da poluição atmosférica em Cabo Verde (Sal), associados ao transporte aéreo, em 2000	94

Acrónimos e Abreviaturas

ANA	Aeroportos e Navegação Aérea
AEA	Association of European Airlines
API	Abordagem pelo Percurso do Impacte
APU	Auxiliary Power Unit
ATAG	Air Transport Action Group
ATC	Air Traffic Control
ATM	Air Traffic Management
CAFE	Clean Air For Europe
CDA	Continuous Descend Approach
CE	Comissão Europeia
CH₄	Metano
CNS/ATM	Communication Navigation and Surveillance for Air Traffic Management
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Dióxido de Carbono
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
dB	Decibel
DEA	Disposição Em Aceitar
DEN	Daytime, Evening, Night-time
DENL	Day-Evening-Night Level
DEP	Disposição Em Pagar
DGO	Direcção Geral do Orçamento
DTI	UK Department of Trade and Industry
EDF	US Environmental Defense Fund
EPNdB	Effective Perceived Noise Level scale

EUROSTAT	Organização Estatística da Comunidade Europeia
ExternE	Externalities of Energy
FR	Forçamento Radiativo
GEE	Gases com Efeito de Estufa
HC	Hidrocarbonetos
H₂O	Vapor de água
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
ILS	Instrument Landing System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MFAP	Ministério das Finanças e da Administração Pública
NDSI	Noise Depreciation Sensitivity Index
NNC	Non-Noise Certified
NO_x	Óxidos de Azoto (NO+NO ₂)
NO₂	Dióxido de Azoto
N₂O	Óxido Nitroso
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OEM	Original Equipment Manufacturer
OS	Orçamento para a Saúde
O₃	Ozono
PD	Preferência Declarada
PIB	Produto Interno Bruto
PKT	Passenger-km
PM_{2.5}	Partículas cujo diâmetro é inferior a 2.5 micrómetros
PM₁₀	Partículas cujo diâmetro é inferior a 10 micrómetros
PPC	Paridade do Poder de Compra

RCLE EU	Regime Europeu de Comércio de Licenças de Emissão de Gases com Efeito de Estufa
RNAV	Area Navigation
RNP	Required Navigation Performance
RVSM	Reduced Vertical Separation Minimum
RKM	Revenue-Kilometre
SDC	Sustainable Development Commission
USD	US Dollars
VEV	Valor Estatístico da Vida
WHO	World Health Organization
WTP	Willingness To Pay
€	Euro
£	Libra Esterlina

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Jorge Miguel Reis Silva, quero expressar a minha gratidão pelo grande incentivo, empenho e dedicação na realização desta tese.

Quero agradecer aos meus pais, irmãos e tios que mesmo longe sempre me apoiaram, em todos os sentidos, ajudando-me a prosseguir.

Quero também deixar uma palavra de gratidão aos meus amigos e irmãos na fé que também me estimularam com a sua alegria e companheirismo nos momentos mais difíceis.

À Vanusa quero expressar especial gratidão pelo apoio incondicional e pelo amor.

À nossa filha Denise que estimulou a minha dedicação nesta dissertação.

A todos meu profundo Obrigado!

Resumo

O transporte aéreo é amplamente reconhecido pelos seus benefícios económicos e sociais, tornando-se, actualmente, num meio imprescindível e cada vez mais associado ao desenvolvimento das sociedades em geral. Infelizmente, este também gera externalidades negativas que afectam o bem-estar, não só dos utilizadores mas também de terceiros, sem que haja qualquer compensação ou pagamento. Estudos sobre os impactes das externalidades e os seus efeitos vêm sido abordados há algum tempo, sendo do consenso geral, que estas deveriam ser avaliadas e internalizadas nos custos totais para que esta ineficiência de mercado fosse resolvida e os efeitos adversos fossem reflectidos no preço final garantindo um desenvolvimento sustentável da aviação. Várias medidas tem sido apresentadas como formas de reduzir os impactes negativos do transporte aéreo, no entanto, muitos, incluindo a Comissão Europeia, consideram lenta a implementação destas por parte da indústria de aviação. Daí, surgiram como opção os instrumentos económicos considerados como *“forma mais eficiente para limitar os efeitos adversos do transporte.”*

Neste sentido, realizou-se este estudo com o intuito de analisar e avaliar não só os impactes efectivos de externalidades associadas ao transporte aéreo, como também os instrumentos e as medidas que permitam a respectiva internalização dos custos no preço final. Os resultados obtidos com os casos de estudo indicam com detalhe os valores monetários dos custos externos do ruído e da poluição associados ao transporte aéreo em Portugal e em Cabo Verde, entre 2000 e 2015, e permitem vislumbrar o peso que estes custos terão nos orçamentos para a saúde se se mantiverem as condições actuais.

Palavras-chave: Transporte aéreo, externalidades, ruído, poluição atmosférica, instrumentos económicos.

Abstract

Air transport is widely recognized for its economic and social benefits, becoming, at present, in a vital mean and increasingly associated with the development of the societies. Unfortunately, it also generates negative externalities, which affects not only the users but others, without any payment or compensation. Studies on impacts of externalities and their effects have been addressed for some time; it's from general agreement that these external costs should be evaluated and internalized in the total costs so this market inefficiency were resolved and the adverse effects were reflected in the final price ensuring a sustainable development of aviation. Several measures have been presented as ways to reduce the negative impacts of air transport, however, many, including the European Commission, consider the implementation of these measures by the aviation industry too slow. Hence, economic instruments emerged as alternative and considered as "the most efficient way to limit the adverse effects of transport."

In this sense, this study took place in order to analyze and evaluate not only the actual impacts of the various externalities associated with air transport, but also the instruments and measures enabling the internalization of external costs in the final price. The results of the case studies show in detail the monetary values of the external costs of noise and air pollution associated with air transport in Portugal and Cape Verde, between 2000 and 2015, and allows to glimpse the burden that these costs will have on the budgets for health, if current conditions are maintained.

Keywords: air transport, externalities, noise, air pollution, economic instruments.

Capítulo I. Introdução

1.1. Contextualização do tema

Tal como em qualquer actividade de produção ou consumo o transporte aéreo tem associados custos e benefícios que afectam o bem-estar, não só dos utilizadores mas também de terceiros, e sem que haja qualquer compensação ou pagamento. Esta imposição involuntária de custos e benefícios é designada por “externalidade”, que pode ser positiva ou negativa consoante os efeitos que provoca, e ainda tecnológica ou pecuniária consoante a reflexão ou não no sistema de preços.

Contrariamente às transacções realizadas no mercado, as externalidades envolvem uma imposição involuntária, daí constituírem uma ineficiência do mercado. Perante tal situação cabe ao Estado, através da oferta (ou da criação de incentivos à oferta) de actividades que constituam externalidades positivas, impedir ou inibir a geração de externalidades negativas.

Vários estudos foram conduzidos nos últimos anos focando tanto os benefícios como os custos, muito embora – e de um modo geral, estes últimos sejam considerados menos importantes. Mais recentemente, devido sobretudo às questões ambientais, ao ruído e aos acidentes, a internalização dos custos externos tem sido tema de grande discussão, com o propósito de encontrar formas e instrumentos adequados para que estes possam ser reflectidos no preço final, atenuando assim os seus efeitos adversos e garantindo o desenvolvimento sustentável da aviação.

1.2. Objectivos do trabalho

Pretende-se, com este trabalho, analisar e avaliar não só os impactes efectivos das diversas externalidades associadas ao transporte aéreo, como também os instrumentos e as medidas que permitam a respectiva internalização dos custos externos no preço final.

Finalmente, pretende-se aplicar algumas das principais conclusões deste trabalho à realidade concreta do transporte aéreo tanto em Portugal como em Cabo Verde.

1.3. Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos: no primeiro capítulo é feito o enquadramento do tema, são definidos os principais objectivos do trabalho e por fim é apresentada a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo são analisados os conceitos relacionados com as externalidades, as metodologias assim como as boas práticas usadas para a avaliação dos custos externos. Também são analisados os benefícios associados ao transporte aéreo e os impactes do ruído e da poluição atmosférica.

O terceiro capítulo é dedicado à análise (sintética) das medidas propostas tanto pela indústria como pelos governos para mitigar os impactes ambientais associados ao transporte aéreo.

O quarto capítulo é dedicado á avaliação monetária dos custos externos do Ruído e da Poluição Atmosférica associados ao Transporte Aéreo em Portugal e em Cabo Verde.

Finalmente, no quinto capítulo são apresentadas as principais conclusões da dissertação assim como as perspectivas de investigação futuras deixadas em aberto com este trabalho.

Capítulo II. Externalidades Associadas ao Transporte Aéreo

2.1.Introdução

O sector dos transportes tornou-se indubitavelmente um meio imprescindível ao desenvolvimento económico e social com benefícios internos e externos que se estendem não só à escala local como à escala global. Embora se considerem superiores os benefícios associados a este sector, o facto é que este também impõe custos externos que não são apenas suportados pelos utilizadores mas também afectam terceiros. A necessidade em quantificar estes custos externos assim como o aumento da consciencialização e preocupação em torno deste assunto, devido aos seus grandes impactes ambientais e os milhões de pessoas afectadas, levou ao estudo e desenvolvimento de metodologias para internalização destes custos.

Este capítulo é dedicado à análise das externalidades associadas ao transporte, das metodologias usadas para a internalização destes custos assim como à análise dos benefícios e custos associados ao transporte aéreo.

2.2.Transportes em geral

O desenvolvimento dos transportes durante o século 20 e a sua crescente procura tornaram este sector numa grande indústria que indubitavelmente se encontra ligado à criação de riqueza, geração de emprego, ao aumento da mobilidade e acesso, atracção de investimentos, ... enfim, ao crescimento da economia. Os enormes benefícios económicos e sociais proporcionados pelos transportes fazem com que o desenvolvimento das sociedades, no contexto actual, esteja inseparável do desenvolvimento das suas infra-estruturas de transporte.

O volume de transporte em Europa mais que duplicou desde 1970, segundo dados da EUROSTAT; durante o período de 1970 a 2002, o transporte de passageiros cresceu cerca de 128% na EU-17 enquanto que o transporte de carga cresceu 120%^[1]. As perspectivas futuras, a nível mundial, apontam para um crescimento a um bom ritmo, chegando mesmo a ser 1,5 a 2 vezes o valor do PIB em alguns países em desenvolvimento^[2].

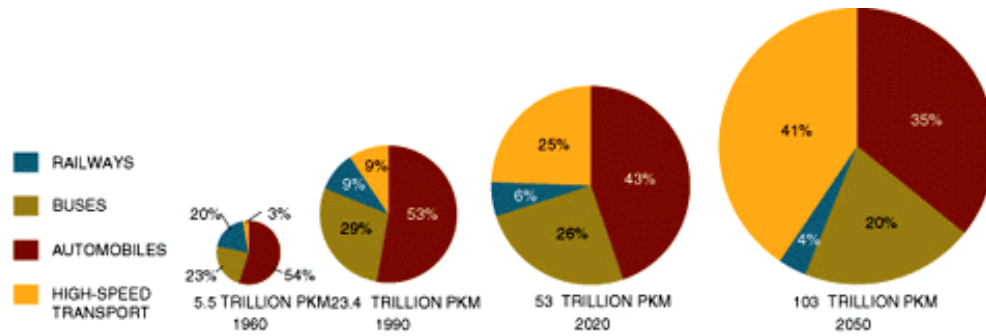


Figura 1- Projecção mundial do volume de tráfego de passageiros^[2]

Apesar de todos os benefícios supracitados, infelizmente, os transportes também afectam a sociedade duma forma negativa. Os custos destes efeitos negativos normalmente não são suportados pelos utilizadores e por isso não são tidos em conta quando tomam uma decisão de transporte. Daí estes efeitos serem denominados como efeitos externos e os custos associados chamados de custos externos ou externalidades. Pode-se assim definir os custos externos como custos para sociedade e - sem intervenção política - não são tomados em conta pelos utilizadores de transporte. Assim sendo, os utilizadores deparam-se com incentivos incorrectos para a procura e oferta de transporte, constituindo uma falha de mercado e conduzindo a perdas de bem-estar. De forma a definir convenientemente as externalidades é importante distinguir custos sociais de custos internos (privados):

- Os custos internos ou privados são aqueles directamente suportados pelos utilizadores, como por exemplo, custos de energia do veículo, taxas, e tarifas.
- Os custos sociais reflectem todos os custos que ocorrem da provisão e uso da infra-estrutura de transporte ou seja é a soma dos custos internos e externos^[3].

A tabela 1 fornece uma descrição geral dos custos externos.

Tabela 1-Componentes dos custos externos e nível de externalidade^[3]

Componente do custo	Custos privados e sociais	Parte externa no geral	Diferenças entre os modos de transporte
Custos de escassez de infra-estrutura (congestionamento)	Todos os custos para a sociedade (tempo, fiabilidade, operação, perdas de actividades económicas) causadas pela elevada densidade do tráfego	Custos extras impostos a todos os outros utilizadores e sociedade, excedendo os próprios custos adicionais	Dentro do transporte não regular (rodoviário), a parte externa é a diferença entre o custo marginal e o custo médio baseado na função de custo do congestionamento. Dentro do transporte regular (ferroviário, aéreo), a parte externa é a disposição para pagar por escassos <i>slots</i> e o custo existente do <i>slot</i> .
Custos de acidente	Todos os custos directos e indirectos de um acidente (material, médico, perda de produção, sofrimento e pesar causado por mortes)	Parte dos custos sociais que não são considerados na antecipação própria e colectiva dos riscos e não são cobertos pelo (terceira parte) seguro	Existe um debate a nível da antecipação do risco colectivo em transporte individual. Os custos de um acidente individual são um caso de antecipação de risco individual ou colectivo. Além disso, há diferentes níveis de responsabilidade entre as seguradoras privadas (transporte rodoviário privado) e as seguradoras para os operadores de transporte (aéreo, ferroviário, marítimo)
Custos ambientais	Todos os danos causados pela perturbação ambiental (custos de saúde, danos materiais e na biosfera, Ruído, riscos de longo prazo)	Parte dos custos sociais que não são considerados (pagos)	Dependente da legislação, o nível de taxação ambiental ou responsabilidade para realizar medidas para prevenção é diferente entre os modos

Os custos ambientais e os custos de acidentes são os que mais contribuem para o total dos custos externos. Os efeitos ambientais podem ser divididos em^[4]:

- Poluição atmosférica: poluentes como monóxido de carbono (CO), dióxido sulfúrico (SO₂), óxidos de azoto (NO_x), etc. são emitidos, transformados em parte quimicamente e dispersos para o ar. Quando encontram os receptores, levam a impactes nos humanos, plantas, animais, e em materiais de construção.
- Mudanças climáticas: a emissão de gases de efeito de estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), etc. causam alterações no clima mundial e regional, levando a um vasto número de impactes na saúde humana, ecossistemas, agricultura, etc..

- Ruído: a emissão de ruído causa incómodo e impactes na saúde humana. As vibrações levam a perdas de amenidade e danos nos edifícios.
- Impactes na natureza e na paisagem: a existência e o uso de infra-estruturas de transporte danificam o ecossistema e alteram a paisagem.
- Deterioração do solo e da água: emissões de poluentes no solo (ex. metais pesados e óleo) e água danificam a flora e a fauna e a saúde humana.

As externalidades associadas ao transporte são largamente reconhecidas como um grande problema, a nível Europeu. De facto, nas últimas décadas têm-se constituído como um objectivo central da política europeia dos transportes que tem procurado quebrar a ligação entre o aumento da procura do transporte e os danos ambientais e na sociedade em geral. Esta política também tem procurado contrabalançar a dimensão do desequilíbrio entre os custos provocados e suportados pela actividade dos transportes ou seja colocar o preço dos transportes de passageiros e cargas em valores mais próximos dos custos que eles impõem à sociedade^[5, 6].

Na verdade, existe actualmente uma grande consciencialização de que “os efeitos positivos da mobilidade são inferiores aos custos externos que gera, como sejam a poluição, o congestionamento de tráfego, a falta de acessibilidade e as elevadas taxas de acidentes”^[7], o que tem conduzido a uma alteração substancial das políticas de transportes, no sentido da redução destes custos externos e da criação de condições que estimulem aumentos não excessivos de mobilidade.

2.2.1. A internalização dos custos externos

A internalização destes efeitos significa tornar-los parte do processo de decisão dos utilizadores do transporte. Isso pode ser feito directamente através da regulamentação, ou indirectamente providenciando melhores incentivos chamados instrumentos baseados no mercado (ex. taxas, subsídios, licenças de emissão). A internalização dos custos externos pelos instrumentos baseados no mercado é geralmente considerado como uma forma eficiente para limitar os efeitos adversos do transporte^[3]. Embora os instrumentos económicos sejam considerados importantes para a resolução do problema

das externalidades (com destaque para o papel da Comissão Europeia), existem outras medidas defendidas por outras entidades, como é o caso da IATA¹, que devem ser consideradas juntamente com os instrumentos económicos como por exemplo: o investimento nas tecnologias, nas infra-estruturas e nas operações de aeronaves. Este tema será melhor analisado no capítulo 3.

Desde o início dos anos 90, tem havido um consenso político a nível europeu de que é possível quebrar a ligação entre o aumento da procura do transporte e os danos ambientais e na sociedade em geral, pelo menos em parte, pela aplicação do princípio poluidor-pagador². Sob este princípio, o sistema de imposto é usado para assegurar que o preço do consumidor reflecte não só os custos directos de produção, como também os custos mais alargados em termos de danos para o ambiente ou a sociedade em geral, mais usualmente referidos como os custos externos. O princípio poluidor-pagador foi formalmente adoptado pela União Europeia em 1992, e incluída na Declaração do Rio³ do mesmo ano.

A Comissão Europeia tem levantado a questão da internalização dos custos externos em vários documentos estratégicos como, o Livro Verde sobre um sistema de preço justo e eficiente, intitulado “*Towards Fair and Efficient Pricing in Transport (1995)*”, cujo argumento base foi que muitos elementos de custo - congestionamento, acidentes, ambiental e manutenção de infra-estruturas - não eram reflectidas em todos os preços correntes ou eram reflectidas apenas em parte. Entretanto, embora o Livro Verde tenha feito sugestões úteis sobre prioridades (por exemplo melhor diferenciação sobre impostos nos veículos pesados de mercadorias de acordo com as externalidades causadas), não estipulou claramente um programa de acção. Isso teve que esperar pelo Livro Branco. Em 1998, a Comissão publicou as suas propostas para a introdução de uma estrutura comum de cobrança nas infra-estruturas de transporte, que colocou uma ênfase adicional sobre a abordagem da determinação de um preço do custo social marginal, embora permitindo indiscriminadamente fixar impostos a serem cobrados

¹ Estratégia dos 4 pilares da IATA: Tecnologia, Infra-estrutura, Operações de Aeronaves e Instrumentos Económicos.

² Princípio político/económico que estipula que o utilizador deve pagar o total do custo social (incluindo os custos ambientais) decorrente da sua actividade.

³ Declaração que sumariza os princípios do desenvolvimento sustentável, elaborada aquando da Conferência das Nações Unidas sobre o ambiente e desenvolvimento no Rio de Janeiro em Junho de 1992.

mesmo onde isto não fosse adequado para a recuperação de todos os custos. Também propôs uma introdução faseada desta abordagem, com melhor diferenciação das cobranças dos custos – como primeiro passo os limites de recuperação, e a determinação do custo social marginal total como objectivo a longo prazo. Quando em 2001, a Comissão reviu a política de transporte num todo, renovou a importância em incluir as externalidades nos preços dos transportes, e prometeu uma estrutura directiva cobrindo todos os modos de transporte, para além dum estudo metodológico cobrindo o cálculo dos custos marginais de todos os modos. No entanto, nenhum dos dois foi apresentado, e o progresso em implementar a política tem sido muito limitado. Parece que apesar da vasta quantidade de trabalho levado pela Comissão e por outros sobre estas matérias nos últimos anos, uma das razões pelo fracasso em progredir é uma contínua dúvida acerca de quando é possível medir e avaliar os custos ambientais do transporte^[4].

2.2.2. Metodologias para a estimação e avaliação dos custos externos

Segundo Maibach M. et al. (2007)^[3], as preferências individuais são os indicadores mais importantes para avaliar os custos impostos à sociedade (externalidades). A melhor solução inicial é estimar os custos dos danos. Para algumas externalidades, que envolvem riscos a longo prazo, as preferências colectivas também têm de ser consideradas. De forma a avaliar as preferências individuais, são consideradas relevantes as seguintes abordagens:

- A disposição em pagar (DEP) por uma melhoria.
- A disposição em aceitar (DEA) uma compensação por uma não-melhoria.

Vários métodos podem ser usados para aproximar directamente os custos dos recursos. Estes podem ser medidos pelo preço de mercado de certo efeito (perdas, compensação). De forma a obter os custos reais, têm de ser aplicados impostos e subsídios usando os custos dos factores. Se os custos de recursos não estão disponíveis, podem ser construídas situações hipotéticas de mercado.

Na tabela 2, encontram-se representados os três métodos de avaliação normalmente abordados. Os métodos de avaliação podem ser distinguidos em primeiro lugar pelo uso das suas preferências em estabelecer valores. Os métodos sem preferência são geralmente considerados de pouca relevância, porque não fazem uso da informação

acerca das ordens de preferência individual com respeito ao efeito que está a ser avaliado^[8].

Tabela 2-Métodos de avaliação^[8]

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	Métodos de preferência revelada ⁴	Métodos de preferência declarada ⁵ , métodos de pesquisa	Métodos sem preferência, baseado em
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preço hedónico ▪ Custo de viagem ▪ Comportamento de prevenção ▪ Factor de produção 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliação contingente ▪ Classificação contingente ▪ Comparação aos pares ▪ Jogos de distribuição (<i>allocation games</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custos de prevenção ▪ Custos de protecção, reparação ou abatimento ▪ Avaliação implícita

Podem ser utilizados diversos métodos, tendo cada um as suas vantagens e desvantagens: o método de preferência declarada usando a **abordagem pela avaliação contingente** mede directamente a DEP, mas depende grandemente do projecto de pesquisa e do nível de informação, e sofre pelo facto de que apenas envolve despesas hipotéticas. Também métodos indirectos como preferência revelada são viáveis (ex. **preço hedónico** onde o diferencial do preço das casas pode ser usado para estimar os custos do ruído).

Para vários custos ambientais (ex. riscos a longo prazo relevantes e perdas de residência), são necessárias abordagens mais diferenciadas, visto que a abordagem pela preferência declarada é apenas útil para a avaliação de valores chaves individuais como o valor da vida humana. De forma a estimar os problemas ambientais de longo prazo (por ex. aquecimento global), é necessário considerar diferentes cenários de risco. Estes contêm custos directos e indirectos para reduzir ou reparar o dano ambiental e os custos futuros de danos que não podem ser reparados. A abordagem mais recomendada é a

⁴ Preferência revelada (*Revealed Preference*): técnica de avaliação em que as escolhas dos consumidores são reveladas no mercado (ex. pela compra de um bem).

⁵ Preferência declarada (*Stated Preference*): técnica de avaliação em que as estimativas monetárias são derivadas a partir de declarações hipotéticas de indivíduos acerca das suas preferências. Um método típico usado é a abordagem pelo questionário (ex. o método contingente).

abordagem pelo percurso do impacte que segue uma função dose-resposta⁶ considerando diversos padrões de impactes na saúde humana e na natureza. Quando há falta de certa informação na função dose-resposta é necessário combinar esta abordagem com uma abordagem de preço padrão. Neste caso, a segunda abordagem recomendável a ser usada é a **abordagem de custos de prevenção**⁷ (custo para evitar um certo nível de poluição)^[3].

A **Avaliação contingente** é um método de pesquisa no qual os inquiridos são questionados a declarar as suas preferências em mercados hipotéticos ou contingentes, permitindo aos analistas estimar a procura de bens e serviços que não são transaccionados no mercado. No geral, a pesquisa baseia numa amostra de indivíduos em que lhes é pedido imaginar que existe um mercado onde podem comprar bens ou serviços estimados. Os indivíduos declaram as suas disposições individuais em pagar por uma mudança na provisão de bens ou serviços, ou em aceitar compensações mínimas (disposição em aceitar) se a mudança não for realizada. As características socioeconómicas dos inquiridos – género, idade, rendimento, educação etc. – e a informação demográfica também são assim obtidas. Se puder ser demonstrado que as preferências individuais não são expressas ao acaso, mas ao contrário variam sistematicamente e são condicionadas por certas características demográficas observáveis, então a informação da população pode ser usada para prever a disposição agregada em pagar por um bem ou serviço estimado. Este método é amplamente usado para estimar os benefícios ambientais^[9].

O **método do preço hedónico** é usado para estimar valores económicos para o ecossistema ou serviços ambientais que directamente afectam os preços de mercado. É mais comumente aplicado às variações dos preços de habitação que reflectem o valor dos atributos ambientais locais. A premissa básica do método é que o preço de um bem comercializado está relacionado com as suas características, ou os serviços que este proporciona. Por exemplo, o preço de um carro reflecte as suas características como conforto, estilo, luxo, economia do combustível, etc.. Então, é possível avaliar as

⁶ A função dose-resposta relaciona a quantidade de poluente que afecta um receptor (por ex. uma população) com o impacte físico nesse receptor (por ex. o aumento do número de hospitalizações).

⁷ Técnica de avaliação para estimar externalidades segundo o qual os custos da prevenção do dano são usados como um substituto para os custos do dano para a sociedade.

características de um carro ou dum outro bem observando como o preço que as pessoas desejam pagar por este muda com a alteração das características. O método do preço hedónico é mais usualmente utilizado para avaliar o conforto ambiental que afecta o preço das características residenciais^[10].

A **Abordagem pelo percurso do impacte** (*impact pathway approach*) é usada para quantificar os impactes ambientais. A figura 2 fornece uma ideia geral da avaliação monetária dos custos ambientais com base neste método.



Figura 2-Abordagem pelo percurso do impacte para a quantificação dos custos ambientais^[11]

Uma actividade de transporte provoca alterações nas pressões ambientais (por ex. emissões de poluentes do ar), que são dispersos, levando a alterações na sobrecarga ambiental e impactes associados em vários receptores, como os seres humanos, colheitas, materiais de construção ou ecossistemas (por ex. emissões de poluentes levando a doenças respiratórias). Esta alteração nos impactes leva a alterações nas funções de utilidade das pessoas afectadas, quer seja directa ou indirectamente. Alterações do bem-estar resultantes destes impactes são transferidas para valores

monetários. Baseado nos conceitos económicos de bem-estar, a avaliação monetária segue a abordagem de ‘Disposição Em Pagar’ pela melhoria da qualidade ambiental. Obviamente nem todos os impactes podem ser modelados detalhadamente para todos os poluentes. Por esta razão, os mais importantes poluentes e categorias de danos (designados “percursos de impactes prioritários”) são seleccionados para análises detalhadas. Uma das vantagens e princípios fundamentais da API é a avaliação de danos (por ex. admissões adicionais no hospital devidas a casos respiratórios) e não de emissões ou efeitos (ex. emissões de partículas finas). A avaliação monetária de casualidades concretas (por ex. admissões hospitalares) é mais confiável e transparente do que derivar uma disposição geral em pagar pela redução da poluição do ar^[11].

A tabela 3 sumariza as abordagens de boas práticas para diferentes categorias de custo apontando as questões mais sensíveis.

A avaliação dos custos externos é um processo bastante complexo pelo carácter implícito e qualitativo da sua análise, pela grande quantidade de informação necessária, pela grande diversidade de métodos e teorias económicas a aplicar e ainda por ser um assunto que apenas recentemente começou a ser abordado pelas entidades políticas e a ser tomado em conta pelo público em geral. Apesar desta situação, passos importantes estão a ser dados de modo a que os custos externos possam ser avaliados monetariamente e internalizados no preço final. O consenso das metodologias a aplicar é um ponto-chave que começa a ser mais visível entre os cientistas. A nível europeu espera-se que brevemente⁸ sejam tomadas medidas importantes.

⁸ Segundo consta no “*Handbook on Estimation of External Cost in the Transport Sector*”, em Junho de 2008, a Comissão Europeia deveria reunir para analisar os diferentes custos abordados neste manual e apresentar um modelo compreensível e transparente para avaliação de todos os custos externos que servisse como base para futuros cálculos de impostos das infra-estruturas.

Tabela 3-Abordagens de boas práticas dos componentes mais importante do custo externo^[3, 12]

Componente do Custo	Abordagem de boas práticas
Custos de escassez de infra-estruturas	DEP para a estimativa do valor do tempo (baseado em abordagens de preferência declarada). Alternativa: DEA. DEP por escassos <i>slots</i> (baseado em PD com abordagens reais ou factícias). Alternativa: DEA.
Custos de acidentes	Custos de recursos pela melhoria na saúde. DEP para a estimativa do Valor Estatístico da Vida ⁹ baseado em PD para a redução dos riscos de tráfego. Alternativa: DEA.
Custos de poluição atmosférica e saúde humana	Abordagem pelo percurso do impacte usando os custos de recursos e DEP pela vida humana (anos de vida perdidos). Alternativa: DEA.
Poluição atmosférica e danos de edifícios/materiais	Abordagem pelo percurso do impacte usando os custos de reparação.
Poluição atmosférica e natureza	Abordagem pelo percurso do impacte usando perdas (por ex. perdas da colheita em factor de custos).
Ruído	Abordagem DEP baseada em preço hediónico (perda de renda que reflecte DEA) ou PD para a redução do ruído. Abordagem pelo percurso do impacte para a saúde humana usando DEP pela vida humana.
Alterações climáticas	Abordagem de custos de precaução baseado em cenários de redução de emissões de gases de efeito de estufa; abordagem de custos de danos ¹⁰ ; preços sombra ¹¹ de um sistema de licenças de emissão.
Natureza e solo	Abordagem de custos de compensação (baseado em custos virtuais de reparação).

A tabela 4 apresenta os principais critérios para estimar e avaliar os custos externos.

⁹ O valor estatístico da vida (VEV) é uma metodologia usada para encontrar um valor monetário equivalente a um ser humano morto ou ferido. O VEV é o custo de oportunidade de salvar uma vida humana.

¹⁰ Custo de dano é o custo incorrido pelas repercussões (efeitos) de impactes ambientais directos (por ex. da emissão de poluentes) tais como a degradação do solo ou humana. É parte dos custos suportados pelos agentes económicos.

¹¹ Preços sombra mostram a valorização dos preços marginais associados a um aumento de determinados limiares fixos. Por exemplo, da taxa de consumo de recursos finitos, ou se se exceder um limiar de concentração de gases poluentes na atmosfera.

Tabela 4-Critérios principais para estimar e avaliar os custos externos^[3]

<i>Cost component</i>	<i>Cost elements</i>	<i>Critical valuation issues</i>	<i>Cost function (costs per vkm)</i>	<i>Data needs</i>	<i>Main cost drivers²</i>
Congestion costs (road)	Time costs/opportunity costs Add. safety and environmental costs	Speed flow relations Valuation of economically relevant value of time (reliability)	Increasing marginal cost	Speed flow data Level of traffic and capacity per road segment	Type of infrastructure Traffic and capacity levels, mainly depending on: – Time of the day – Location – Accidents and constructions
Scarcity costs (scheduled transport)	Delay costs Opportunity costs	Valuation approach as such (measurement of opportunity costs, WTP enlargement costs, optimisation model)	Increasing marginal cost	Level of traffic, slot capacity per infrastructure segment	Type of infrastructure Traffic and capacity levels, mainly depending on: – Time of the day – Location
Accident costs	Medical costs Production losses Loss of human life	Valuation of human life Externality of self accidents Allocation of accidents (causer/victim related)	Weak dependency; difference between marginal and average costs not proven	Accident database Definition of fatalities and heavy/slight injuries very important	Type of infrastructure Traffic volume Vehicle speed Driver characteristics (e.g. age, medical conditions, etc.) Others
Air Pollution	Health costs Years of human life lost Building damages Costs for nature and biosphere	Valuation of life years lost Valuation of building damages Valuation of long term risks in biosphere	Complex: Increasing marginal cost curve	Emission and exposure data (exp. PM, NO _x , Ozone)	Population and settlement density Sensitivity of area Level of emissions, dep.on: – Type and condition of vehicle – Trip length (cold start emissions) – Type of infrastructure – Location – Speed characteristics

Tabela 4-Critérios principais para estimar e avaliar os custos externos (continuação)

<i>Cost component</i>	<i>Cost elements</i>	<i>Critical valuation issues</i>	<i>Cost function (costs per vkm)</i>	<i>Data needs</i>	<i>Main cost drivers³</i>
Noise costs	Rent losses Annoyance costs Health costs	Valuation of annoyances	Decreasing marginal cost curve	Noise exposure data (persons)	Population and settlement density Day/Night Noise emissions level, depending on: – Type of infrastructure – Type and condition of vehicle
Climate change	Prevention costs to reduce risk of climate change Damage costs of increasing temperature	Long term risks of climate change Level of damage in high altitudes (aviation)	Rather proportional (marginal cost close to average cost)	Emission levels	Level of emissions, depending on: – Type of vehicle and add. Equipment (e.g. air conditioning) – Speed characteristics – Driving style – Fuel type (incl. biofuels)
Costs for nature and landscape	Costs to reduce separation effects Compensation costs to ensure biodiversity	Valuation approach as such (replacement versus WTP approach)	Very low marginal cost, but high fixed costs	GIS information on infrastructure	Type of infrastructure Sensitivity of area
Additional environmental cost (water, soil)	Costs to ensure soil and water quality	Valuation approach as such (avoidance versus damage cost approach)	Complex: Increasing marginal cost curve	GIS information infrastructure, emission levels	Level of emissions Type of infrastructure
Additional costs in urban areas	Separation costs for pedestrians Costs of scarcity for non motorised traffic	Valuation approach as such (Avoidance versus WTP approach)	Increasing marginal cost curve	Infrastructure data in urban areas (network data, data on slow traffic)	Type of infrastructure Level of traffic
Up- and downstream processes	Costs of the whole energy cycle (environmental and risk effects of energy supply)	Valuation of long term energy risks, such as climate change and nuclear risk	Rather proportional (marginal cost close to average costs)	Data on energy processes and electricity mix	Level of indirect energy need Electricity mix (level of non renewables)

2.3. Transporte aéreo

A aviação civil teve um grande desenvolvimento desde a 2ª guerra mundial, tornando-se numa grande indústria e num dos sectores de maior crescimento na economia mundial. De facto, o crescimento do transporte aéreo nos últimos 40 anos é impressionante: a procura pelo transporte aéreo vem subindo desde os anos 60 a 70 em que o tráfego internacional, medido em passageiros por quilómetro, quadruplicou, triplicando na década seguinte, aumentando para o dobro na seguinte e outra vez duplicando entre 1990 e 2000^[13]. De acordo com as previsões feitas pela ICAO (2001)^[14], o crescimento anual desde 1997 a 2020 será de 4,5%. Na figura 3 pode ver-se, inclusivamente, o crescimento exponencial do tráfego aéreo mundial de passageiros até 1999.

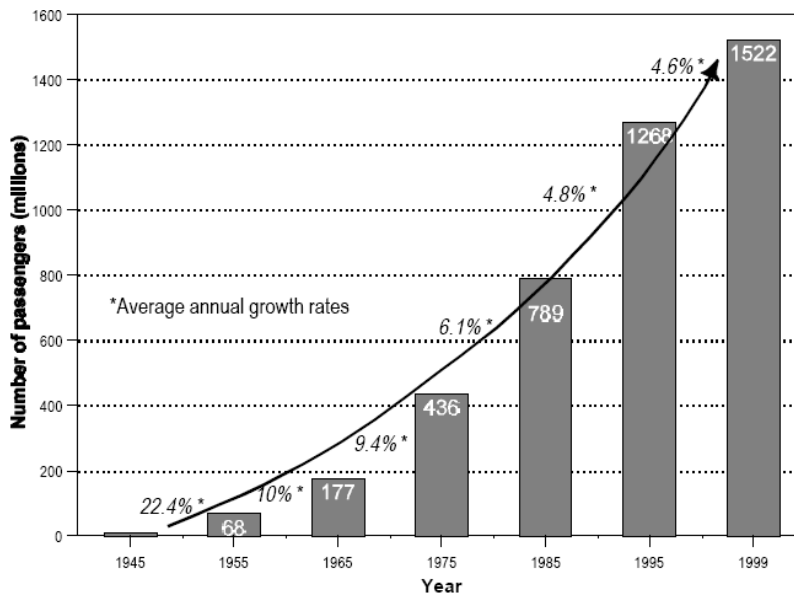


Figura 3- 50 anos de desenvolvimento do tráfego aéreo mundial de passageiros^[14]

Uma visão geral dos resultados actuais deste sector indicam quão massivo tem sido o desenvolvimento: a aviação transporta anualmente mais que 2.200 milhões de passageiros. A indústria do transporte aéreo gera globalmente cerca de 32 milhões de postos de trabalho (directos, indirectos, induzidos e de impactes catalíticos no turismo) com um impacte económico global estimado em cerca de 3.560 mil milhões de USD, o equivalente a 7,5% do Produto Interno Bruto mundial^[15].

O transporte aéreo é considerado um catalítico do progresso económico e social pois estimula a economia, o comércio e o turismo, gera oportunidades de emprego e aumenta

o potencial para a melhoria da qualidade de vida, tanto em regiões desenvolvidas como nas em vias de desenvolvimento^[15]. No entanto, tal como a maioria dos modos de transporte, tem efeitos negativos, dos quais pode-se citar como mais importantes: a poluição atmosférica, o ruído, os acidentes, o congestionamento e os atrasos.

Este subcapítulo será dedicado à análise dos benefícios e dos malefícios impostos pela actividade do transporte aéreo.

2.3.1. Benefícios

Os benefícios económicos e sociais do transporte aéreo são globalmente reconhecidos. A interdependência da economia global, impulsionado pela globalização tornou a aviação como um factor catalítico fundamental para o crescimento da economia, vital para as acessibilidades regionais e desenvolvimento social, assim como, para o desenvolvimento do turismo, chegando mesmo a ser considerado por alguns como o “sistema circulatório da economia global”^[16].

Senão, vejamos os factos que assim o comprovam^[15]:

I. O transporte aéreo gera emprego e riqueza

A indústria do transporte aéreo¹² sozinha é a maior criadora directa de emprego e actividade económica: nas companhias, nas operações e manutenção de aeronaves, no controlo e gestão de tráfego aéreo, e em de outras actividades que servem directamente os passageiros, como *check-in*, *catering*, manuseio de bagagens e comércio.

De acordo com dados da ICAO, a indústria do transporte aéreo transportou em 2006 cerca de 2.200 milhões de passageiros e cerca de 44 milhões de toneladas de carga. Para a prestação destes serviços, contribuíram cerca de 32 milhões de pessoas, empregados directamente, indirectamente, por indução, pelo turismo e outros. O impacte económico

¹² Incluem-se todas as actividades que são dependentes directamente do transporte de pessoas e bens por ar. Os principais sectores são:
O sector da aviação civil: aeroportos, companhias, fornecedores de serviços de navegação aérea e daquelas actividades que servem directamente os passageiros ou proporcionam serviços de carga aérea; e
O sector aeroespacial civil: que inclui a produção e manutenção de sistemas de aeronaves, estruturas e motores assim como equipamentos de solo específicos da aviação.

global desta actividade é estimado em 3.560 mil milhões de USD, o equivalente a 7,5% do Produto Interno Bruto mundial.

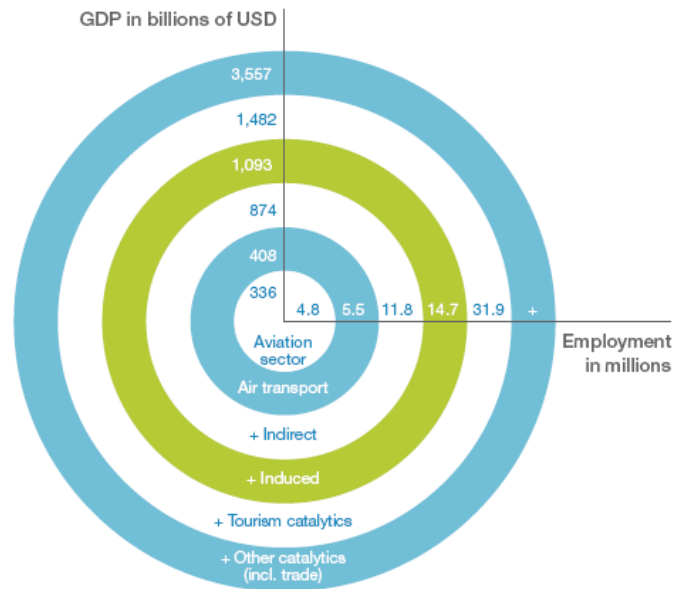


Figura 4-Impacte económico global – Emprego e PIB, 2006^[15]

II. O transporte aéreo gera benefícios catalíticos globais (*spin-off*)

A maior contribuição económica da indústria do transporte aéreo é através do seu impacto no desempenho de outras indústrias e como um promotor do crescimento destas. Estes benefícios catalíticos ou de *spin-off* do transporte aéreo afectam indústrias cuja importância atravessa toda actividade económica.

O transporte aéreo facilita o comércio mundial, ajudando os países a participar no mercado global, aumentando o acesso aos mercados internacionais e permitindo a globalização da produção.

O transporte aéreo é indispensável para o turismo, que é o maior motor do crescimento económico mundial, particularmente em países em desenvolvimento.

O transporte aéreo melhora a produtividade, pelo encorajamento ao investimento e inovação; pelo melhoramento das operações de negócio e da respectiva eficiência; e permitindo às companhias atrair empregados de alta qualidade.

A influência no investimento e inovação

Vários estudos já demonstraram que a decisão e a localização das próprias empresas é influenciada também pelas boas ligações de transporte aéreo, e que as decisões de investimento em determinados países têm sido significativamente afectadas também pela ausência de boas ligações de transporte aéreo.

O impacte nas operações de negócio e respectiva eficiência

- Os serviços aéreos permitem às companhias expandirem-se para mercados distantes. Também as encoraja a serem mais eficientes devido à competição resultante de maior exposição no mercado.
- Os serviços aéreos permitem uma comunicação mais eficiente entre as companhias e os seus clientes.
- Os serviços aéreos permitem aos directores de empresas multinacionais visitar filiais e subsidiárias noutros países, ampliar a gama de fornecedores e parceiros e facilitar a disseminação das boas práticas de operações de negócios.
- Somente o transporte aéreo fornece um serviço que permite o movimento internacional de forma rápida e fiável de bens. Os serviços aéreos permitem às empresas encurtar os tempos de entrega, minimizar os custos de inventário e de rotura de *stock* para a produção.

Incluindo as parcelas do turismo e comércio, o efeito catalítico geral do transporte aéreo no PIB mundial é estimado em cerca de 2.460 mil milhões de USD.

III. O contributo do transporte aéreo para o comércio mundial

O transporte aéreo é um importante promotor do comércio internacional, com isso promovendo o crescimento da economia e o desenvolvimento. 40% do valor do comércio inter-regional em bens produzidos é transportado por ar. Segundo estimativas da IATA^[15], o valor total de bens transportados por via aérea em 2006 foi acima de 3,5 mil milhões de USD, o equivalente a 35% do total do comércio internacional. O transporte aéreo é vital para o comércio internacional de bens sensíveis ao tempo. Entregas rápidas são particularmente importantes para negócios em que os clientes andam lado a lado com os processos de produção ou daqueles que precisam

urgentemente de peças sobressalentes de máquinas ou equipamentos, assim como para exportadores de produtos perecíveis como flores e produtos alimentares.

Serviços aéreos de passageiros são também fundamentais para o comércio internacional: cerca de 2/3 de empresas consideram o serviço aéreo como vital ou muito importante para as vendas, e para o *marketing*, que lhes permite atingir potenciais novos clientes. Os serviços aéreos também são considerados importantes para o crescimento global do comércio em serviços financeiros e de negócios.

IV. O transporte aéreo estimula o turismo

O turismo dá uma grande contribuição à economia global. Contribuiu directamente em cerca de 1.830 mil milhões de USD para a PIB mundial em 2007 e gerou 79 milhões de empregos directos no mundo – 2,8% do total do emprego. Segundo estimativas da World Travel & Tourism Council (WTTC), em 2018 a indústria do turismo empregará directamente mais de 98 milhões de pessoas globalmente^[15].

A indústria do transporte aéreo desempenha um papel importante no apoio ao turismo. Cerca de 40% de turistas internacionais viajam actualmente pelo ar. O turismo é particularmente importante nos países em desenvolvimento, onde é uma estratégia chave para o desenvolvimento da economia. Em África por exemplo, 1,5 milhões de empregos estão relacionados directamente com o turismo suportado por visitantes estrangeiros que chegam pelo ar, o que equivale a 25% do total de emprego gerado pelo turismo em África (ver figura 5).

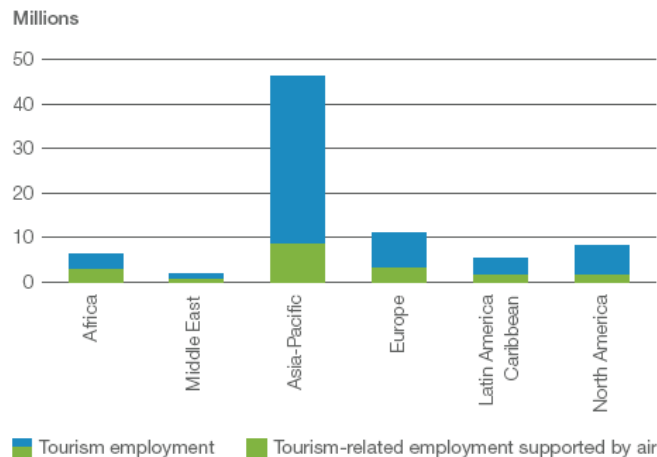


Figura 5-Empregos pelo turismo, 2007^[15]

O transporte aéreo suporta cerca de 17,1 milhões de empregos (directos, indirectos e induzidos) no turismo, contribuindo em cerca de 90 mil milhões de USD por ano para o PIB mundial.

V. O transporte aéreo é um remunerador significativo de impostos

Ao contrário dos outros modos, a indústria do transporte aéreo paga directamente pelos seus custos de infra-estruturas (por ex. pistas, terminais do aeroporto, controlo de tráfego aéreo), em vez destes serem financiados através de impostos e investimento público ou subsídios (como são os casos típicos das estradas e caminhos de ferro). Além disso, as empresas na indústria do transporte aéreo fazem pagamentos significativos de impostos para o tesouro nacional.

Segundo o estudo realizado pelo Mott MacDonald (2005), citado pela ACETA ^[17], o transporte aéreo faz frequentemente contribuições líquidas para os fundos públicos. Este estudo compara os modos rodoviário, ferroviário e aéreo em termos de custos de infra-estruturas *versus* taxas e impostos por 1000 quilómetro-rendimento (000rkm).

Por exemplo, no caso da Alemanha, os custos das infra-estruturas da aviação representam 90 € por 000 rkm, enquanto os impostos e taxas do utilizador geram 101 €, assim resultando num excedente líquido de 11 € por 000 rkm. Pelo contrário, os rendimentos do transporte ferroviário representam 33 € por 000 rkm, enquanto os custos de infra-estruturas rondam os 86 €, resultando num subsídio público de 53 € por 000 rkm.

VI. Os benefícios sociais do transporte aéreo

O impacto da indústria do transporte aéreo não é resultado apenas da actividade económica que este gera ou promove. O transporte aéreo também contribui para a qualidade de vida das pessoas de outras formas que não são capturados pelos indicadores económicos gerais.

O transporte aéreo faz grandes contribuições para o desenvolvimento sustentável pelo suporte e promoção do turismo internacional. O turismo ajuda a reduzir a pobreza pelo crescimento da economia gerada, proporcionando oportunidades de emprego, aumentando a arrecadação de imposto e estimulando o desenvolvimento e conservação

de áreas protegidas e do ambiente. Isto é particularmente importante em África, que tem cerca de 15% do total mundial de áreas protegidas e onde muitos países procuram desenvolver o turismo baseado na natureza, sobretudo tendo em vista para visitantes internacionais.

O transporte aéreo proporciona o acesso a áreas remotas onde outros modos de transporte estão limitados. Muitos serviços essenciais, como a distribuição de alimentos, o fornecimento de medicamentos para hospitais, o acesso à educação e a distribuição de correio, não estariam disponíveis às populações locais sem os serviços aéreos. E os residentes estariam isolados de famílias, amigos e dos contactos de negócios.

Os serviços aéreos desempenham um papel essencial na assistência humanitária através de entregas de carga, transferências de refugiados ou evacuação de pessoas presas por desastres naturais. São particularmente importantes em situações onde o acesso seja um problema. O transporte aéreo também desempenha um papel importante na entrega rápida de materiais médicos e órgãos para transplante à escala mundial.

As viagens e o turismo relacionados com o modo aéreo proporcionam um bem-estar substancial ao respectivo consumidor para além dos benefícios sociais:

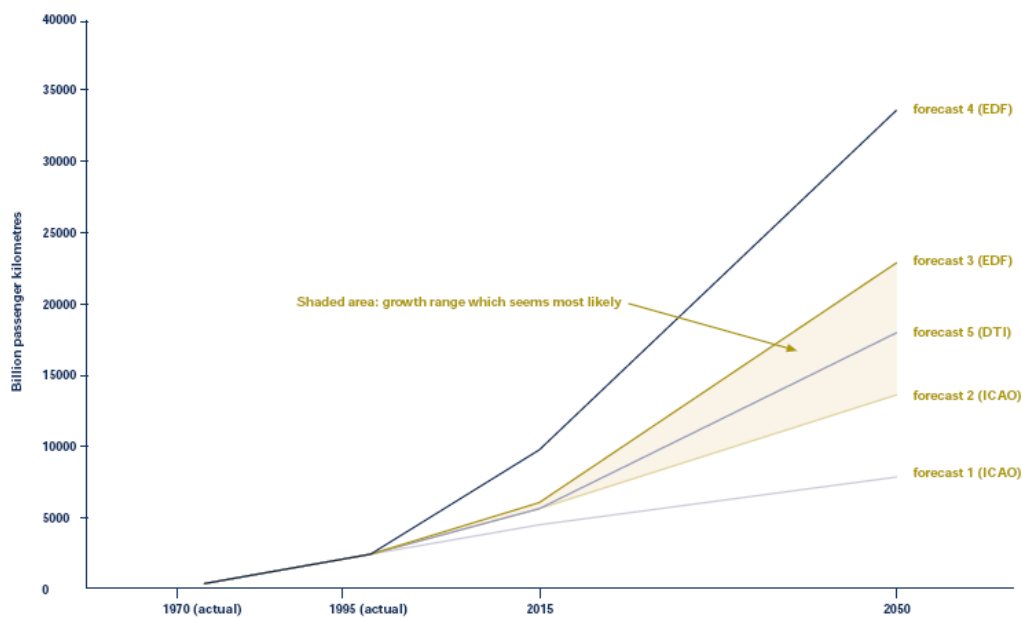
- Tornando disponíveis as viagens para uma vasta gama de destinos.
- Aumentando o entendimento de diferentes culturas e nacionalidades, o que facilita uma integração internacional mais rápida.
- Apoiando o desenvolvimento de sociedades multiculturais – permitindo aos imigrantes manter contacto com os amigos e parentes.
- Melhorando os padrões de vida pelo aumento de escolhas de consumo – por exemplo, frutas e vegetais sazonais são agora disponíveis todo o ano a preços acessíveis. Conhecendo as necessidades de visitantes estrangeiros também ajudou a ampliar a gama de actividades culturais e de lazer disponíveis em muitos países.

2.3.2. Custos Externos (“malefícios”)

Como referido anteriormente, apesar de todos os benefícios económicos e sociais proporcionados pelo transporte aéreo, este infelizmente também acarreta impactes

negativos. Os impactos ambientais são normalmente apontados como os problemas mais graves causados pelo transporte aéreo, em que “o ambiente” é assumido como todo o meio natural ou humano que é afectado adversamente pela presença da aviação^[14].

Na última década a discussão em torno dos problemas ambientais causados pela aviação tem vindo a aumentar visto que estes problemas têm acompanhado o crescimento do sector, o que tem causado maior preocupação ainda devido às previsões de crescimento da aviação. Segundo previsões de vários organismos como a ICAO, EDF, DTI (ver Figura 6), o movimento de passageiros deverá aumentar, em cerca de 81% a 280% entre 1995-2015, e ainda entre 450% e 820% até 2050^[18].



Forecast 1: baixo crescimento da economia e da população (ICAO)

Forecast 2: crescimento médio da economia e da população (ICAO, previsão da IPCC)

Forecast 3: crescimento médio da economia e da população (EDF)

Forecast 4: crescimento médio da economia e baixo crescimento da população (EDF)

Forecast 5: UK Department of Trade and Industry

Figura 6-Previsões da procura mundial de passageiros para aviação^[18]

Tendo em conta o desenvolvimento dos impactos ambientais até agora, isto sugere que uma indústria de transporte aéreo maior implicará maiores problemas ambientais. Daí, essa preocupação por parte de várias entidades, organismos políticos, e indústria aeronáutica, em encontrar soluções para resolver o problema.

Janic M. (1999)^[19], descreve sumariamente as formas como o transporte aéreo afecta o ambiente:

- Primeiro, pode expor pessoas que vivem, trabalham e/ou se divertem perto de um aeroporto a ruído local, poluição atmosférica e risco de morte ou ferimento devido a acidentes de aeronaves;
- Segundo, pode expor directamente algumas pessoas a risco directo de morte ou ferimento devido a acidentes de aeronaves. Neste caso, estas pessoas são os utilizadores dos serviços de aviação mas os custos totais resultantes de potenciais acidentes não estão sendo internalizados através por exemplo de seguros;
- Terceiro, pode causar sofrimento às pessoas pelas emissões globais, que contribuem para as chuvas ácidas (causadas maioritariamente pela emissão de NO_x), o aquecimento global (causado maioritariamente pela emissão do CO₂) e a depleção da camada superior do ozono (causada maioritariamente pela emissão de CFC-clorofluorcarbonetos pelo ar condicionado das aeronaves);
- Quarto, tal como nos outros modos de transporte, o congestionamento e atrasos podem acontecer sempre que a procura pelo serviço excede a capacidade disponível da infra-estrutura de aviação.

Quando os problemas ambientais são analisados sob o conceito de “desenvolvimento sustentável¹³”, tendo em conta o continuo crescimento do tráfego aéreo e a eficiência das medidas aplicadas até agora, a dimensão destes problemas parece ser preocupante, o que levou ao seu reconhecimento e a uma procura de políticas que os pudessem diminuir ou limita-los mas sem afectar o crescimento do transporte aéreo, o mesmo seria dizer sem afectar o crescimento económico e social das sociedades.

Uma das organizações que tem procurado a nível mundial coordenar o trabalho em torno dos problemas ambientais provocados pela aviação é a Organização da Aviação

¹³ De acordo com a SDC, o desenvolvimento sustentável proporciona uma estrutura para redefinir o progresso e redireccionar a economia, permitindo a todas as pessoas satisfazer as suas necessidades básicas e melhorar a sua qualidade de vida, enquanto assegurando que os sistemas, recursos naturais e a diversidade de que eles dependem é mantida e melhorada tanto para benefício próprio como para as gerações futuras.

Civil Internacional. A ICAO fez um inventário dos problemas ambientais que podem estar associados com a aviação civil, apresentados na Tabela 5^[19].

Tabela 5-Impactes/problemas ambientais associados com a operação da aviação civil

Impacte ambiental	Explicação
Poluição atmosférica perto dos aeroportos	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão dos motores das aeronaves. - Emissões dos veículos motorizados que operam nos aeroportos. - Emissões do tráfego devido ao acesso aos aeroportos. - Emissões de outras fontes nos aeroportos.
Emissões globais	<ul style="list-style-type: none"> - Poluição atmosférica de longo alcance (ex. chuvas ácidas). - Efeito de estufa. - Depleção da camada de ozono.
Ruído das aeronaves	<ul style="list-style-type: none"> - Ruído na vizinhança dos aeroportos causado pelos movimentos das aeronaves. - Teste de motores e outras fontes de ruído nos aeroportos. - Ruído causado pela aeronave em rota (excluindo o <i>boom</i> sónico). - <i>Boom</i> sónico causado pelas aeronaves supersónicas.
Acidentes/incidentes com Aeronaves	<ul style="list-style-type: none"> - Acidentes ou incidentes envolvendo a morte, ferimento do passageiro e dano de materiais perigosos transportados como carga. - Outros problemas ambientais que podem originar-se dos acidentes de aeronaves. - Procedimentos de emergência envolvendo o despejo de combustível.
Congestionamento e atrasos	<ul style="list-style-type: none"> - Congestionamento e atrasos nos aeroportos e em rota.
Construção de aeroportos/infra-estruturas	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de paisagem. - Erosão do solo. - Impacte nas águas subterrâneas, fontes de rios e campos de dreno.
Poluição da água/solo perto dos aeroportos	<ul style="list-style-type: none"> - Poluição da água originado pelo tratamento inadequado de contaminantes nas águas residuais dos aeroportos. - Poluição do solo e das águas causado pelos derrames de tanques de armazenamento.
Gestão de resíduos dos aeroportos	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminação de materiais perigosos para o ambiente usados no serviço às aeronaves e pela manutenção. - Eliminação do lixo dos aeroportos e das aeronaves que chegam.

Numa das primeiras iniciativas internacionais com o objectivo de criar um conjunto consistente de medidas globais e específicas para prevenir a poluição atmosférica e o aquecimento global, realizada no Rio de Janeiro em 1992, pela ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento, a ICAO classificou o ruído e as emissões como os principais problemas ambientais da aviação civil^[14].

Pelos resultados de alguns estudos que abordam a questão das externalidades pode ver-se a contribuição destes para o total dos custos externos. Por exemplo, um estudo realizado por Levinson e al. (1998)¹⁴, comparando os custos sociais médios a longo prazo de uma viagem aérea com uma viagem numa auto-estrada, mostra que os custos do ruído e da poluição para o voo equivalem respectivamente a 58% e 7% do total dos custos sociais. O estudo também mostrou que o custo social de uma viagem numa auto-estrada representa 15% do total do custo da viagem enquanto que para uma viagem aérea a parte social representa apenas 5% (ver, a propósito, também a Tabela 6).

Tabela 6-Comparação dos custos sociais médios a longo prazo de uma viagem aérea com uma viagem numa auto-estrada^[19]

Type of cost	Air travel (\$/pkt)	Highway travel (\$/pkt)
Air pollution	0.00090	0.00370
Noise	0.00430	0.00045
Accidents (safety)	0.00050	0.02000
Congestion	0.00170	0.00460
Total	0.00740	0.02888

Estudos mais recentes, a nível europeu, como por exemplo: Maibach M. et al. (2007)^[3] e INFRAS/IWW (2004)^[20] que incluem outros elementos de custos vieram colocar ainda mais ênfase nos custos de ruído e principalmente nos custos associados às emissões como por exemplo, as mudanças climáticas. No estudo realizado pela INFRAS/IWW (2004)^[20] sobre os custos externos do transporte, os custos associados às emissões das aeronaves representavam cerca de 95% do total dos custos associados ao transporte aéreo no ano 2000; Simultaneamente as mudanças climáticas representavam 88% do custo total do transporte aéreo, a poluição atmosférica cerca de 5% e o ruído cerca de 3%. Segundo este estudo, os custos externos totais associados ao transporte aéreo na EU17 correspondiam a cerca de 91 mil milhões de € (ver Figura 7).

¹⁴ Citado por Janic M.^[19]

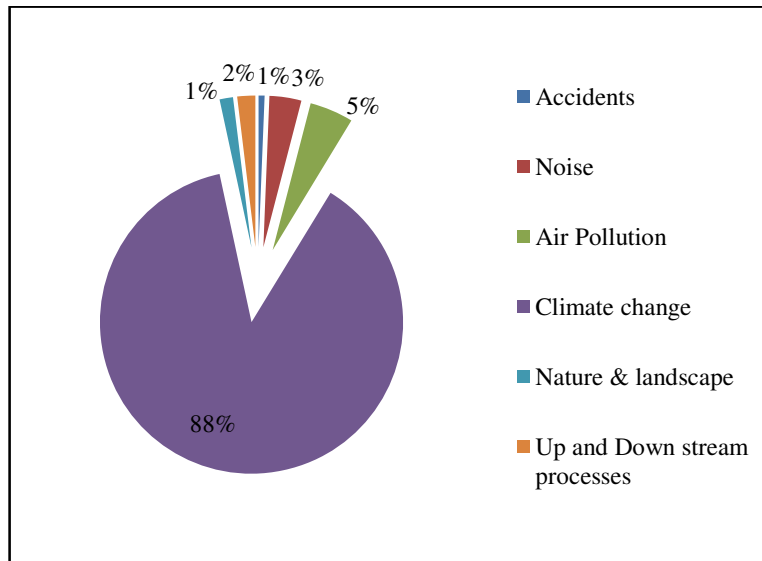


Figura 7- Custos totais do transporte aéreo por categoria no ano 2000^[20]

Um outro estudo, mais recente, Maibach M. et al. (2007)^[31], realizado a pedido da Comissão Europeia mostra também que a maior parte dos custos externos associados ao transporte aéreo, estão relacionados com as emissões, em cerca de 65% (53% para as mudanças climáticas e 12% para a poluição atmosférica). Para os custos de ruído a percentagem nos custos totais é de 23%, e para os custos de acidentes é de cerca de 12%.

A Tabela 7 mostra, segundo [20], o valor unitário dos custos externos em €/voo, ainda que (apenas) para a EU-19.

Tabela 7-Valor unitário dos custos externos para o transporte aéreo, por categoria, em €/voo^[31]

Cost component		<i>Air passenger</i>	
		<i>weighted EU-19 average values</i>	
Noise costs			228
Scarcity costs	Peak		n.a.
	Off-Peak		n.a.
Accident costs			118
Air Pollution			117
Climate change			530
Up- and downstream processes			612
Additional external costs (nature & landscape)			n.a.
Total external costs			993

2.3.2.1. Ruído das aeronaves

O ruído das aeronaves é um dos maiores problemas associados com a aviação, considerado o principal factor de oposição e conflito para a expansão dos aeroportos e mesmo como um dos principais constrangimentos para o desenvolvimento da aviação^[19].

Curiosamente, o próprio desenvolvimento da aviação com o rápido crescimento dos aeroportos, do movimento de aeronaves, do número de jactos nas companhias e ainda a frequente inabilidade no controlo adequado do uso dos terrenos à volta dos aeroportos levaram à necessidade de introdução de medidas para contornar esse problema.

2.3.2.1.1. Fontes de ruído^[21]

O ruído das aeronaves tem dois componentes: *o ruído do motor* produzido pelas partes moventes do motor e pela passagem do ar através do motor, e *o ruído da estrutura da aeronave* causado pela passagem do ar sobre as superfícies da aeronave. Actualmente, devido aos avanços na tecnologia dos motores, pode-se dizer que, o ruído provocado pelo motor e pela estrutura da aeronave contribuem igualmente para o ruído da aeronave na aterragem, no entanto o motor continua sendo a maior fonte de ruído na descolagem^[22]. Existem duas fontes de ruído nos motores das aeronaves: a maquinaria e o ruído primário do jacto. A rotação das partes moventes do motor como a *fan*, o compressor e a turbina dão origem ao ruído da maquinaria. O ruído primário do jacto é gerado pela mistura do gás do escape do motor a alta velocidade com o ar circundante. A principal fonte de ruído do motor durante a descolagem é o ruído do jacto primário. O ruído da maquinaria é a maior fonte durante a aterragem^[19]. O ruído provocado pela estrutura das aeronaves deriva primeiramente pela passagem do escoamento do ar turbulento pelo trem de aterragem, bordos de ataque e de fuga dos dispositivos de alta sustentação, cavidades na aeronave, e projecções a partir da superfície da aeronave.

2.3.2.1.2. Efeitos do ruído^[21]

O ruído provoca diversos efeitos na saúde. Estes efeitos variam consoante o nível de ruído. Um estudo feito pela WHO (1993)¹⁵, analisou este assunto e concluiu que o ruído dá origem a uma série de problemas precisamente relacionados com a saúde. Desde insónia, stress e distúrbios mentais, até problemas do coração e da circulação (doenças cardíacas), (ver Figura 7).

- Hearing impairment
- Hearing pain
- Increased sensitivity to noise and annoyance
- Interference with communication and speech perception
- Sleep disturbance
- Psycho-physiological reactions during sleep (including effects on heart rate, finger pulse and respiration)
- Cardiovascular effects (e.g. Ischaemic heart disease)
- Stress
- Dulled startle reflex and orienting response (the person affected is less likely to respond to noise signals that matter e.g. approaching vehicles and dangerous machinery)
- Other effects on physical and psychological health including: nausea, headaches, irritability, argumentativeness, reduction in sexual drive, anxiety, nervousness, insomnia, abnormal somnolence and loss of appetite
- Mental disorders
- Impaired task performance and productivity
- Deficits in reading acquisition in children
- Damaging effects on positive social behaviour (e.g. willingness to help others)

Figura 8- Danos na saúde provocados pelo ruído^[21]

Este relatório da WHO cita evidências claras, de acordo com estudos específicos, dos danos na saúde. Declara que ambientes com elevado ruído (67-75 dB (A)) geram

¹⁵ Citado por ATAG^[21]

chamadas de emergências relacionadas com doenças cardíacas e compra de medicamentos mais frequentemente do que nos ambientes silenciosos. Este relatório assim como outros demonstraram que o ruído reduz o desempenho de tarefas, da produtividade assim como tem um impacte prejudicial na educação das crianças (problemas de desenvolvimento cognitivo, leitura, compreensão e habilidade da leitura e de memória).

Todos estes efeitos nefastos estimulou a WHO a propor uma gama de padrões de ruído que protegessem a saúde e a reconhecer a vulnerabilidade ao ruído em segmentos específicos da população (por ex. idosos, doentes, crianças na escola). Os valores máximos recomendados encontram-se na Tabela 8, e são mais baixos do que os níveis anteriormente aceites como “ruído seguro”.

Tabela 8- Valores máximos dos níveis de ruído recomendados pela WHO^{16 [21]}

Context	dB(A)
Bedroom	30 Leq
Balconies, terraces, gardens	55 Leq
Outdoors at night time	45 Leq
Schools and classrooms	35 Leq
Outdoor playgrounds	55 Leq
Inside hospitals	35 Leq
Single noise event in dwelling	45 Lmax

2.3.2.1.3. Escalas e técnicas de medição do ruído

A medição do nível de ruído provocado pelas aeronaves torna-se num processo fundamental para estimar o número de pessoas afectadas, avaliar os efeitos, e estimar os custos, assim como para a implementação de medidas de mitigação deste problema.

A avaliação (subjectiva) do ruído ou seja a forma como as pessoas se sentem afectadas pelo som depende de três factores: a intensidade (dB), a frequência ou taxa de vibração (Hz) e a duração no tempo. Existem várias metodologias para a medição do ruído. A medida mais comumente aplicada é a escala dB(A)¹⁷, em decibéis - escala logarítmica

¹⁶ Sobre o significado de L_{eq} e L_{max} , ver a explicação no subcapítulo 2.3.2.1.3.

¹⁷ Um nível de pressão sonora, expresso em decibel (dB), não é verdadeiramente representativo da sensação auditiva humana devido ao facto do ouvido humano ser pouco sensível às frequências muito

designada como *Nível de Pressão Sonora Ponderado A*, em que os valores do som estão compreendidos entre 0 e 130 dB(A). Existe também outra escala importante que é a escala do *Nível de Ruído Efectivamente Percebido*, traduzido do termo em inglês, *Effective Perceived Noise Level scale* (EPNdB). A escala dB(A) mede da mesma forma diferentes frequências geradas por um som específico. A escala EPNdB mede de forma diferenciada as frequências que incomodam os ouvintes para além de incluir os efeitos da duração do som e a presença de “tons puros”. Considerando as sensações subjectivas dos ouvintes em relação à diversidade de frequências e duração do som, a escala dB(A) não correlaciona tão bem como a EPNdB, mas por outro lado a escala dB(A) possui uma importante vantagem em comparação à escala EPNdB porque é uma ferramenta simples para a monitorização do ruído gerado por diferentes aeronaves que operam no mesmo aeroporto ou num aeroporto adjacente. Esta simplicidade e relativa exactidão aumentaram o uso da escala dB(A) para aplicações de planeamento do *uso da terra*¹⁸ (*land-use*). A escala EPNdB, por outro lado, tem sido aplicada na certificação de aeronaves. A relação entre as escalas é a seguinte: $EPNdB \approx dB(A) + 12$ ^[19].

No entanto, a medição do nível do ruído é bastante controverso. Existem diversas técnicas, como a L_{eq} e a L_{max} que favorecem diferentes grupos levando a desacordos na escolha das técnicas. L_{eq} é preferido pela indústria da aviação pois mede o nível médio da intensidade do som durante um certo período de tempo ou seja representa o equivalente ao nível de som contínuo. L_{eq} (8 horas) é usado em muitos padrões de ruído de tráfego pela OCDE e WHO. L_{max} é geralmente preferido por residentes locais pois mede o nível máximo da pressão do som durante um certo período de tempo ou durante um evento de ruído isolado. Na prática, L_{max} permite identificar problemas de ruído que não são identificados pela L_{eq} ^[18]. O L_{10} também é outra técnica que representa o nível de dB(A) que é excedida 10% durante o tempo de medição (normalmente 1 hora). Da mesma forma medidas de, L_{01}, L_{05}, L_{50} , referem-se ao nível de ruído excedido em 1%,

baixas (infra-sons, abaixo dos 20 Hertz) bem como às muito altas (ultra-sons, acima dos 20.000 Hertz). O nível de pressão sonora expresso em dB deve, então, ser ponderado por um coeficiente dependente da frequência, de forma a ter em linha de conta a diferente sensibilidade auditiva humana à frequência. Deve, nomeadamente, penalizar as componentes graves e agudas do som emitido relativamente às médias. Obtém-se assim um nível de pressão sonora expresso em dB(A) – Nível de Pressão Sonora Ponderado A.

¹⁸ O *uso da terra* pode ser entendido como a forma pela qual o espaço é ocupado pelo homem. É a modificação humana do ambiente natural e selvagem em ambientes construídas como campo, pasto e povoações.

5% e 50% do tempo de medição respectivamente. L_{10} é normalmente utilizada para definir o ruído do tráfego. L_{DEN} é uma outra técnica bastante utilizada e aconselhada a nível europeu que é definida em termos de níveis médios durante o dia, entardecer e noite (DEN: daytime, evening, night-time) e aplica uma penalidade de 5 dB ao ruído do entardecer e uma penalidade de 10 dB para o ruído à noite.

$$L_{DEN} = 10 \lg \left[\left(\frac{12}{24} \right) \times 10^{\frac{LD}{10}} + \left(\frac{4}{24} \right) \times 10^{\frac{LE+5}{10}} + \left(\frac{8}{24} \right) \times 10^{\frac{LN+10}{10}} \right]$$

O nível de ruído durante o dia (LD), entardecer (LE) e noite (LN) são os termos longos no nível médio ponderado L_{Aeq} , como definido pela ISO 1996-2:1987 para o dia (7-19h), entardecer (19-23h), e noite (23-7h) determinados sobre a mais exposta fachada do ano^[23].

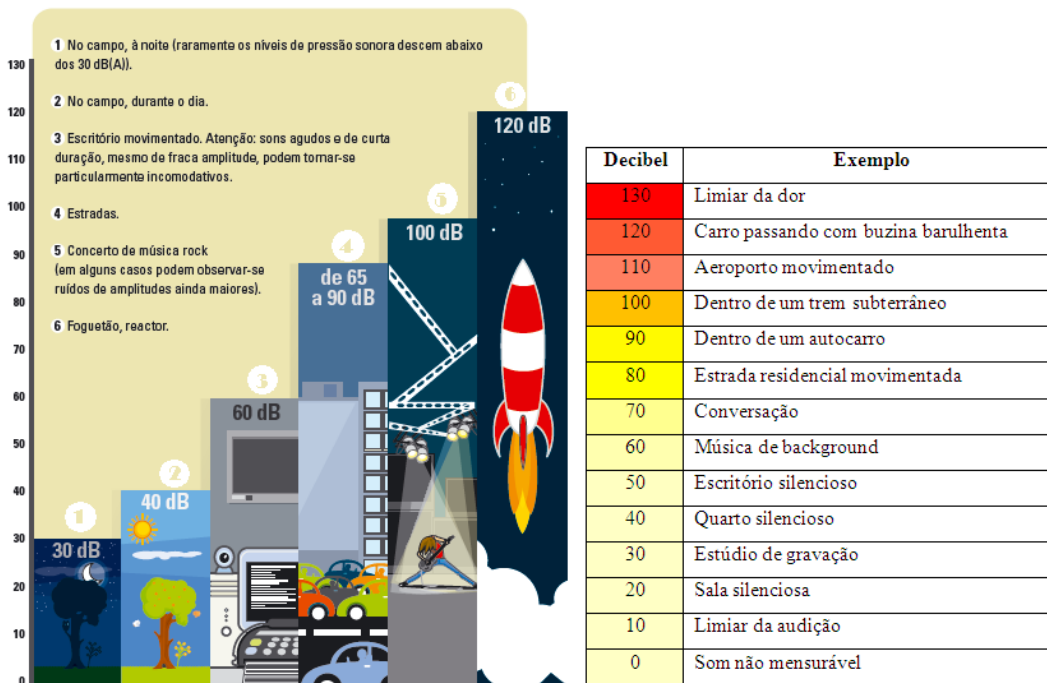


Figura 9-Escala do Decibel e exemplos (adaptado)^[24, 25]

2.3.2.1.4. Abordagem da ICAO para a gestão do ruído das aeronaves

Com o objectivo de dirigir o problema do ruído da forma mais efectiva, a ICAO em 2001 por ocasião da 33ª Assembleia, apontou um conceito para a gestão do ruído das

aeronaves, denominado “*abordagem ponderada*”, reafirmada na Assembleia de 2007. Esta abordagem consiste em identificar o problema do ruído num aeroporto e depois analisar as várias medidas disponíveis para o reduzir através de quatro elementos principais^[26]:

- Redução do ruído na fonte (aeronaves menos ruidosas)
- Planeamento e gestão do uso de terrenos
- Procedimentos operacionais
- Restrições operacionais

Redução do ruído na fonte (aeronaves menos ruidosas)

A regulamentação do ruído pela ICAO é um dos contributos mais importantes para redução do ruído a nível mundial. Em 1959 foi dado o primeiro passo com a introdução de limites de som gerados pelas aeronaves nos aeroportos em que o nível de ruído aceitável foi estabelecido em 120 EPNdB. Em 1971 a ICAO estabeleceu padrões internacionais de certificação para aeronaves comerciais a jacto. Estes estão incluídos no Anexo 16-*Protecção Ambiental*, Volume I. A primeira geração de aeronaves a jacto não foram considerados pelo Anexo 16 e são ali referidos como aeronaves *non-noise certified*-NNC, (por exemplo o Boeing 707). Os padrões iniciais para aeronaves a jacto fabricadas antes de 1977 foram incluídas no Capítulo 2 do Anexo 16 (por exemplo, o Boeing 727). Às aeronaves mais recentes foi-lhes requerido cumprirem padrões mais restritivos contidos no Capítulo 3 (por exemplo, Boeing 767 e Airbus 319). Em 2001, com base nas recomendações feitas pela CAEP (*Committee on Aviation Environmental Protection*), o Conselho da ICAO adoptou um novo Capítulo (4) para um padrão do ruído ainda mais restritivo, desenvolvendo a questão do *phase-out* das aeronaves referido no Capítulo 3. Este novo padrão começou a ser aplicado a partir de 1 de Janeiro de 2006, para as certificações de aeronaves novas e ainda para as re-certificações de aeronaves mais antigas de acordo com o Capítulo 3^[19, 26].

As aeronaves que entram hoje em dia ao serviço das frotas comerciais são tipicamente 20 dB menos ruidosas do que as aeronaves de à 30 anos atrás. Isto corresponde, na prática, a uma redução da incomodidade em cerca de 75%. Espera-se que em 2020, os valores actuais do ruído sofram uma redução de 50% durante as fases de descolagem e

aterragem^[21]. Na Figura 10, pode-se ver a diferença na “pegada do ruído”, durante a decolagem, entre a tecnologia das aeronaves dos anos 70 e a tecnologia das aeronaves dos anos 90.

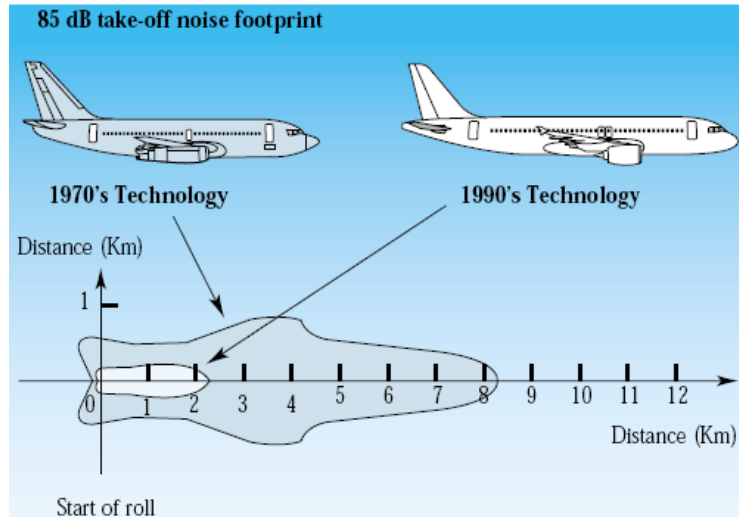


Figura 10 - Comparação do ruído entre a tecnologia dos anos 70 e 90^[21]

Planeamento e gestão do uso de terrenos

Uma outra forma de minimizar o impacto do ruído nas populações é restringindo o uso de terreno à volta dos aeroportos. O controlo do uso de terrenos perto dos aeroportos é fundamental, mesmo para garantir que os ganhos já obtidos para redução do ruído através da última geração de aeronaves, não sejam anulados pelo desenvolvimento residencial e doutros à volta dos aeroportos. A ICAO fornece um guia a esse respeito através do Anexo 16, Volume I, Part IV e ainda no *Airport Planning Manual, Part 2 — Land Use and Environmental Control* (Doc 9184). Este manual dá orientações sobre o uso de várias ferramentas para a minimização, controlo ou prevenção do impacto do ruído das aeronaves na vizinhança dos aeroportos e ainda descreve as práticas adoptadas para o planeamento e gestão do uso de terrenos por alguns países. A ICAO recomenda ainda o documento *Recommended Method for Computing Noise Contours around Airports* (Circular 205), com o objectivo de promover um método uniforme na avaliação do ruído à volta dos aeroportos. Teoricamente, acredita-se que pela restrita aplicação desta medida se pode eliminar a incomodidade do ruído à volta dum aeroporto. No entanto, as características específicas de cada aeroporto como, o contexto político, económico e social, a história e a geográfica física assim como os

procedimentos de gestão do uso de terrenos (específicos) de cada país, impõem limites a esta política e mesmo à sua standardização. A aplicação desta medida, mantendo populações a uma certa distância dos aeroportos e conservando uma zona de protecção (*buffer*) livre de residências, afectará também o desempenho futuro dos aeroportos, daí a importância em que este tipo de planeamento seja incluída nos Planos Directores dos Aeroportos^[19,21,26].

Procedimentos operacionais

As medidas operacionais de combate ao ruído permitem reduzir o ruído das aeronaves a um custo relativamente baixo. Existem vários métodos utilizados como por exemplo, privilégios concedidos a determinada pista ou rota, e procedimentos específicos na descolagem, aproximação e aterragem. No entanto, o sucesso destas medidas depende do *lay-out* físico do aeroporto assim como do espaço circundante a este, sem esquecer a segurança (*safety*) que é sempre prioritária. Os procedimentos recomendados pelas ICAO encontram-se no Anexo 16, Volume I, *Part V and Procedures for Air Navigation Services — Aircraft Operations* (PANS-OPS, Doc 8168), Volume I — *Flight Procedures, Part V*^[29].

Os procedimentos de combate ao ruído consistem normalmente em dois componentes: tempo e espaço. A componente *tempo* normalmente inclui restrições por parte de aeronaves ruidosas no uso do aeroporto durante um certo período de tempo. Por exemplo, em muitos aeroportos, as operações de aeronaves têm sido integralmente banidas durante a noite (das 22 às 6 horas). A componente *espaço* refere-se a percursos das aeronaves de/para aeroportos que lhes permitem evitar áreas sensíveis ao ruído. Durante a aproximação, o perfil do percurso de combate ao ruído é mais ou menos ditado pela necessidade de associar a trajectória ao Sistema de Aterragem por Instrumentos (ILS). Os procedimentos durante a descolagem são mais complicados porque requerem o desenvolvimento de técnicas de voo também mais complicadas durante o percurso de subida.^[19]

Restrições operacionais

As apreensões em relação aos problemas provocados pelo ruído levaram a que alguns países, principalmente os mais desenvolvidos, tomassem em consideração banir a

operação de aeronaves mais ruidosas em aeroportos também mais sensíveis ao ruído. Em 1980, o foco era as aeronaves NNC; em 1990, essa atenção deslocou-se para as aeronaves do Capítulo 2; hoje, a atenção é dada às aeronaves do Capítulo 3. Enquanto alguns apontam benefícios na aplicação destas restrições operacionais, outros apontam grandes implicações económicas nas companhias aéreas (particularmente dos países em desenvolvimento). Na Assembleia de ICAO em 1990, foi proposto que os Estados podiam inicializar as operações para a retirada das aeronaves do Capítulo 2 a partir de 1 de Abril de 1995, de modo a que todas estivessem retiradas de serviço em 31 de Março de 2002. No entanto, antes desta data tinha sido garantido que as aeronaves do Capítulo 2 poderiam estar em serviço 25 anos após a emissão do primeiro certificado de aeronavegabilidade. Logo, as aeronaves abrangidas pelo Capítulo 2 não foram afectadas imediatamente por este requerimento já que em 1 de Abril de 1995 muitas delas tinham menos de 25 anos de serviço. Da mesma forma, aeronaves de larga fuselagem (*wide body*) abrangidas pelo Capítulo 2 e/ou as ainda equipadas com motores menos ruidosos (elevado rácio do *by-pass*) não foram também imediatamente afectadas depois da data estabelecida. Relativamente às aeronaves referidas no Capítulo 3, não foram introduzidas quaisquer restrições operacionais em qualquer aeroporto, isto devido ao encorajamento da ICAO aos Estados para que o problema do ruído dum aeroporto em particular fosse avaliado sob todas as medidas disponíveis de acordo com a “abordagem ponderada”^[29].

A renovação das frotas, baseada na introdução de aeronaves novas e mais silenciosas e as medidas operacionais de combate ao ruído, reduziram significativamente o número de pessoas afectadas pelo ruído das aeronaves. Por exemplo, embora o número de voos a partir do aeroporto de Heathrow tenha aumentado em 60% desde 1974, o número de pessoas perturbadas pelo ruído diminuiu em mais de 70%^[21] (Figura 11).

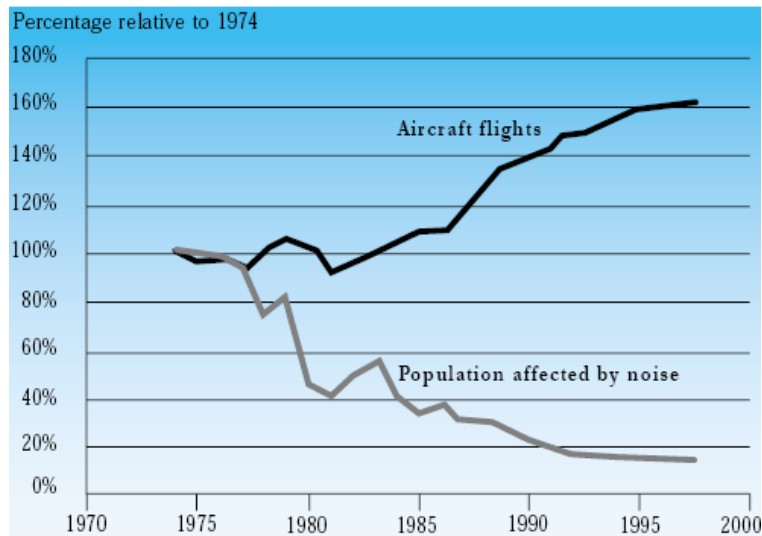


Figura 11-População afectada pelo ruído no aeroporto de Heathrow^[21]

2.3.2.2. Poluição atmosférica

Tal como o ruído, as emissões das aeronaves são um dos principais problemas associados ao transporte aéreo que tem ganho cada vez mais destaque no sector dos transportes devido à sua particularidade, com efeitos sobre a qualidade do ar local mas também com impactes a nível global, como por exemplo as mudanças climáticas e o aquecimento global do planeta.

As emissões das aeronaves são únicas porque são depositadas directamente na camada superior da atmosfera:

- As aeronaves subsónicas emitem gases e partículas directamente para as camadas inferiores da estratosfera e para as camadas superiores da troposfera;
- As emissões das aeronaves supersónicas são depositadas a altitudes superiores.

A contribuição do transporte aéreo para as emissões globais de poluentes é relativamente pequena se comparada com outros modos, no entanto o crescimento rápido até agora, assim como as previsões futuras de crescimento do transporte aéreo e a tendência das emissões acompanharem a curva do crescimento do sector, levantaram sérias discussões em torno do assunto, a nível global, regional e na própria indústria de

aviação, com o objectivo de procurar encontrar medidas para mitigar este problema. Vejamos alguns dados^[27]:

- ✓ A contribuição do transporte aéreo para as emissões globais de CO₂ é de apenas 2%. Segundo previsões da IPCC¹⁹, serão de 3% em 2050 ou seja cerca de 1.468 milhões de toneladas.

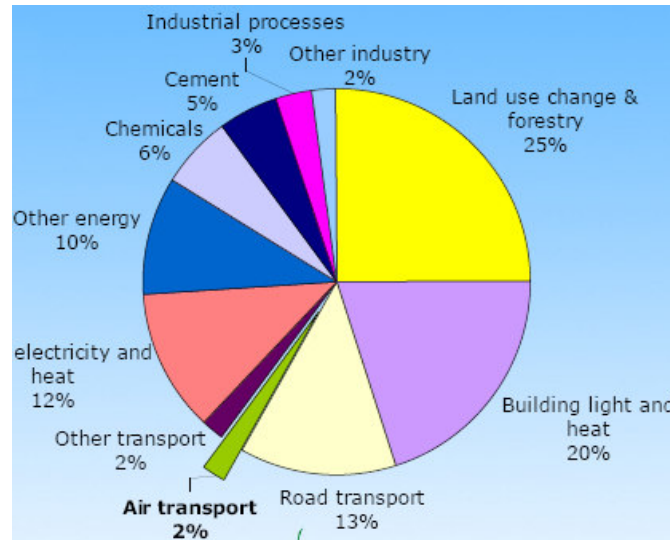


Figura 12- Emissões globais de CO₂^[28]

- ✓ A aviação contribui com cerca de 10% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), num sector dos transportes que contribui globalmente em cerca de 23% para os GEE.
- ✓ 80% das emissões de GEE imputadas ao transporte aéreo estão relacionados com voos de passageiros que excedem 1.500 km, para os quais praticamente não existem alternativas.

A análise da poluição atmosférica gerada pelo transporte aéreo pode ser vista em duas partes. A primeira é a análise da poluição do ar e a segunda é a análise do consumo de combustível e eficiência energética do sector^[19].

¹⁹ Citado por Enviro^[27]

2.3.2.2.1. Análise da poluição do ar

A poluição do ar causada pela aviação depende de quatro factores: a intensidade e volume dos movimentos das aeronaves, o consumo de combustível e a eficiência energética, a taxa de renovação das frotas (pela introdução aeronaves “mais limpas”), e o tipo, a concentração espacial e a distribuição dos poluentes.

A queima de combustível na turbina a gás de uma aeronave representa uma mistura de hidrocarbonetos em que durante o processo de combustão, o combustível se mistura com o ar. Os resultados deste processo são a energia que move a aeronave para frente e a emissão de gases para a atmosfera. Entre estes destacam-se: o dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrogénio ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), Hidrocarbonetos Não Queimados (UHC), vapor de água (H_2O), partículas e fumo. O dióxido de carbono (CO_2) está associado com todas as fases de voo. Os óxidos de nitrogénio (NO_x) são emitidos principalmente durante a operação dos motores a alta potência e durante o voo de cruzeiro. O monóxido de carbono (CO) e os Hidrocarbonetos Não Queimados (UHC) são emitidos sobretudo quando se operam os motores das aeronaves a baixa potência, i.e. em marcha lenta no solo (por ex. *taxi*). O fumo é associado com as operações dos motores durante as fases de descolagem e subida. Actualmente, a queima de uma tonelada de combustível origina cerca de 3,15 t de CO_2 , 1,24 t de H_2O , 3-30 Kg de NO_x e quantidades de outros gases embora em quantidades inferiores^[19,29].

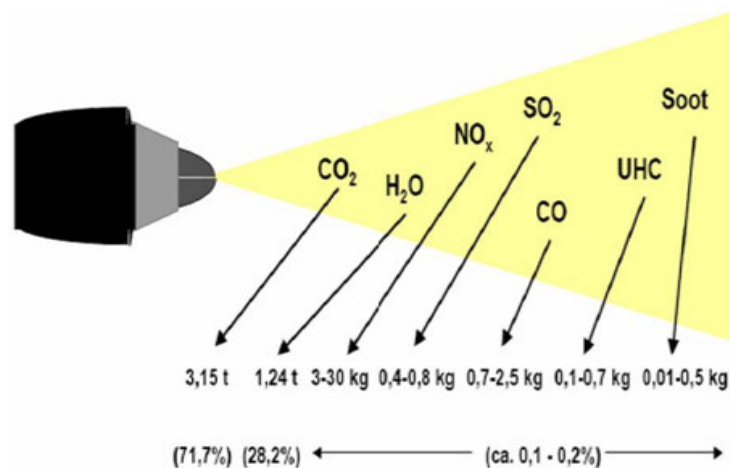


Figura 13- Relação entre a queima de uma tonelada de combustível e a emissão de gases^[29]

Para além das emissões causadas pelos motores das aeronaves, os aeroportos também contribuem para a poluição do ar através de fontes que não estão relacionadas directamente com as emissões das aeronaves. Pode-se indicar três grandes fontes: primeiro, existe uma oferta complexa e manutenção exaustiva de equipamentos e instalações que provêm as aeronaves no solo; segundo, há grandes depósitos de combustível com tanques de armazenamento, linhas de combustível e instalações de reabastecimento das quais ocorre uma significativa evaporação dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV). A terceira fonte diz respeito ao tráfego rodoviário intenso gerado pelos aeroportos.

Assim, outros poluentes se acrescentam aos outros já referidos; os COV e o ozono (reação entre os COV e os óxidos de azoto) a nível do solo²⁰.

Um estudo realizado sobre o Aeroporto de Frankfurt, o maior aeroporto de Alemanha, mostrou que esta infraestrutura era responsável por 74% de Hidrocarbonetos Não Queimados-UHC (classificados como COV) na área de Frankfurt, e 40-44% de CO, SO₂ e NO₂^[21].

Na Tabela 9, encontram-se resumidos alguns efeitos na saúde e no ambiente provocados pelos diversos poluentes.

²⁰ Na presença de luz solar, os COV e os óxidos de azoto a nível do solo reagem e formam o ozono. Contrariamente ao ozono da camada de ozono propriamente dita que nos protege dos raios ultra-violetas do sol, o ozono a nível do solo é altamente prejudicial à saúde humana.

Tabela 9-Os poluentes e seus efeitos na saúde^[18]

Poluente	Efeitos
Óxidos de Enxofre (SOx)	-Afectam o sistema respiratório (bronquite crónica); podem desencadear rapidamente um ataque às pessoas que sofrem de asma. -Chuvas ácidas. -Danos em materiais.
Óxidos de Azoto (Nox)	-Afectam o sistema respiratório (asma, bronquite crónica, constipações etc.). -Podem danificar as células do sistema imunitário. -Podem combinar-se com partículas tornando-se mais tóxicas. -Chuvas ácidas.
Monóxido de Carbono (CO)	-Reduz a capacidade de transporte de oxigénio no sangue. -A baixos níveis pode causar sonolência, náusea, dores de cabeça e reflexos lentos; a níveis altos pode matar.
Dióxido de Carbono (CO₂)	-Efeito de estufa
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)²¹	-Poluição fotoquímica (incluem-se compostos tóxicos e carcinogénicos ²²). -Risco de leucemia (associado ao poluente benzeno). -Irritação da pele, dificuldades respiratórias (associado aos HC)
Partículas²³	-Sintomas respiratórios (sinusite, constipações, tosse, dores no peito, asma, fleuma, bronquite, enfisema pulmonar e redução da eficiência pulmonar). -Exposição a longo prazo pode aumentar o risco de doenças pulmonares e cardíacas. -Podem levar materiais carcinogénicos para os pulmões
Ozono a nível do solo	-Afecta o funcionamento dos pulmões acompanhado por dores no peito, tosse, náusea, congestionamento, asma. -Exposição a longo prazo pode levar a danos permanentes nos pulmões. - Pode aumentar a susceptibilidade a infecções

Tal como referido anteriormente, as emissões de gases poluentes das aeronaves causam impactes ao nível planetário. Estes constituem-se principalmente no aquecimento global e mudanças climáticas. Pode-se ainda dividir estes efeitos em alteração da camada de ozono e efeito de estufa.

²¹ Esta categoria inclui milhares de químicos diferentes alguns dos quais são reconhecidos como altamente nefastos à saúde humana: em particular, formaldeído, benzeno e 1.3-butadieno. Muitos hidrocarbonetos são classificados como COV.

²² O termo carcinogénico refere-se a qualquer substância, radioisótopo ou radiação com envolvimento directo na promoção do cancro ou que facilita a sua propagação.

²³ Acredita-se que as partículas são responsáveis por 64.000 mortes prematuras por ano nos EUA.

Alteração da camada de ozono

A presença do ozono (O_3) na estratosfera funciona como uma barreira à penetração da radiação ultravioleta, tornando-se assim essencial para a manutenção da vida na superfície terrestre. O ozono pode ser considerado uma fonte renovável pelo facto de que vem sendo constantemente destruído e reconstituído. Antes dos impactos dos poluentes de mão - humana, existia um nível de equilíbrio da camada de ozono que absorvia a maioria das ondas negativas ultra-violetas da luz solar. As emissões das aeronaves deram início a reacções químicas complexas (Figura 14). O NO_x emitido pelas aeronaves contribuiu para dois efeitos diferentes no ozono. Primeiro, em altitudes de 1 a 12 km (i.e. a troposfera onde acontecem os voos subsónicos) aumentou a concentração do ozono, actuando como um gás de efeito de estufa. Segundo, nas altas altitudes, de 15 a 30 km, região dos voos supersónicos, reduziu a camada de ozono. As recentes investigações estimaram que as aeronaves a jacto produzem apenas 2%-4% das emissões de NO_x produzidas por mão humana. Também o impacto destes NO_x no aquecimento global parece ser relativamente baixo: cerca de 5% num período de 20 anos e apenas 2%-4% a longo prazo^[19].

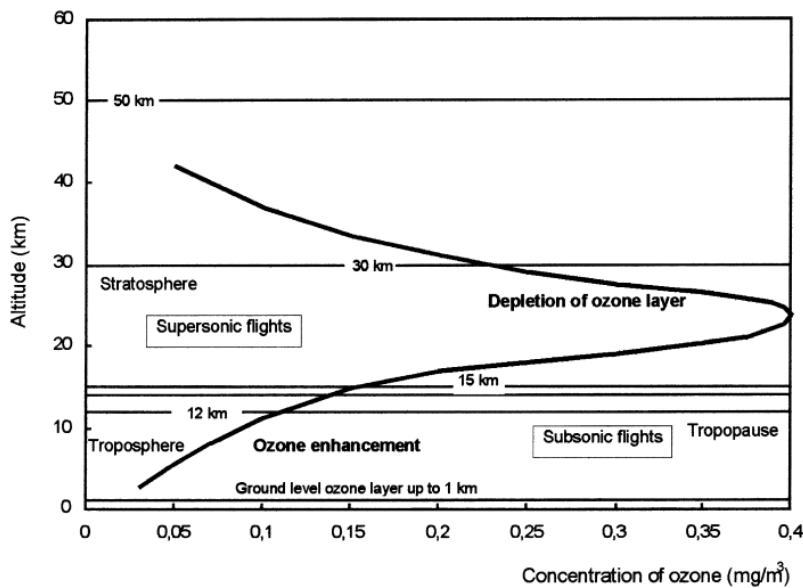


Figura 14-Distribuição da concentração do ozono na atmosfera e os efeitos da aviação^[19]

Efeito de estufa

Alguns gases que estão de forma natural na atmosfera, como o dióxido de carbono e o metano funcionam como os vidros de uma estufa: deixam passar a radiação solar que aquece o solo e retêm a radiação terrestre. Desta forma estes gases aprisionam o calor na atmosfera e assim mantêm a superfície da terra com uma temperatura média de 33°C, mais quente do que seria de esperar. Este efeito é conhecido como efeito de estufa. Os gases que têm este efeito são chamados gases de efeito de estufa. O aumento na concentração destes gases tem como consequência o aumento da temperatura média da terra. Este aquecimento (extra) parece estar associado com o aumento da frequência e severidade de fenómenos como furacões, inundações e secas. Também pode alterar as correntes marítimas, que por sua vez podem mudar os climas regionais. O aumento da temperatura do globo terá como consequências prováveis o aumento das áreas desérticas bem como o degelo das calotes polares com a consequente subida do nível médio das águas dos oceanos^[21].

Poluentes e mudanças climáticas^[18, 21]

Dióxido de carbono (CO₂): o CO₂ emitido pelas aeronaves tem o mesmo impacto no clima que o CO₂ emitido por outras fontes. O CO₂ acumula-se na atmosfera onde tem efeito directo no aquecimento. As emissões do CO₂ são as mais significativas de todos os elementos da aviação que contribuem para as mudanças climáticas. Como referido anteriormente, a taxa de produção do CO₂ nas aeronaves é estimado em 3 vezes a taxa de consumo de combustível. No entanto, a sua contribuição para as emissões globais de CO₂ é de apenas 2%.

Óxidos de azoto (NO_x): os motores a jactos emitem quantidades substanciais de óxidos de azoto porque operam a altas temperaturas e elevadas pressões. Quanto mais elevado for a temperatura e a pressão do motor maior é a quantidade de NO_x emitida. Os óxidos de azoto têm dois impactes decisivos na mudança climática: geram o ozono e destroem o metano. As emissões de NO_x dos voos de cruzeiro a altas altitudes aumentam a concentração do ozono na troposfera superior e na estratosfera inferior. O ozono é particularmente um gás potente de efeito de estufa. Estimativas apontam para o seu crescimento em 6% nas áreas principais de tráfego, durante o Verão. As emissões de NO_x também destroem o metano presente na atmosfera. Uma vez que o metano é um

GEE, isto tem o efeito de arrefecimento na temperatura global. Globalmente, o efeito de arrefecimento pela destruição do metano e o efeito de aquecimento pela criação do ozono são grosseiramente iguais em dimensão e opostos em sentido. No entanto, a criação do O₃ acontece maioritariamente no hemisfério Norte enquanto a destruição do metano acontece de forma similar em todo o globo, criando um desequilíbrio assinalável.

Vapor de água (H₂O): em altitudes de cruzeiro o vapor de água emitida pelas aeronaves a jacto congela em pequenas partículas, formando rastos de condensação e nuvens de cirros²⁴. Ambos têm um efeito de estufa pois tendem a reter parte da radiação solar reflectida pela superfície terrestre. Nos corredores de voo mais utilizados, como aqueles sobre a Europa e América do Norte, os rastos de condensação e as nuvens de cirros assim formados podem cobrir 5% do céu.

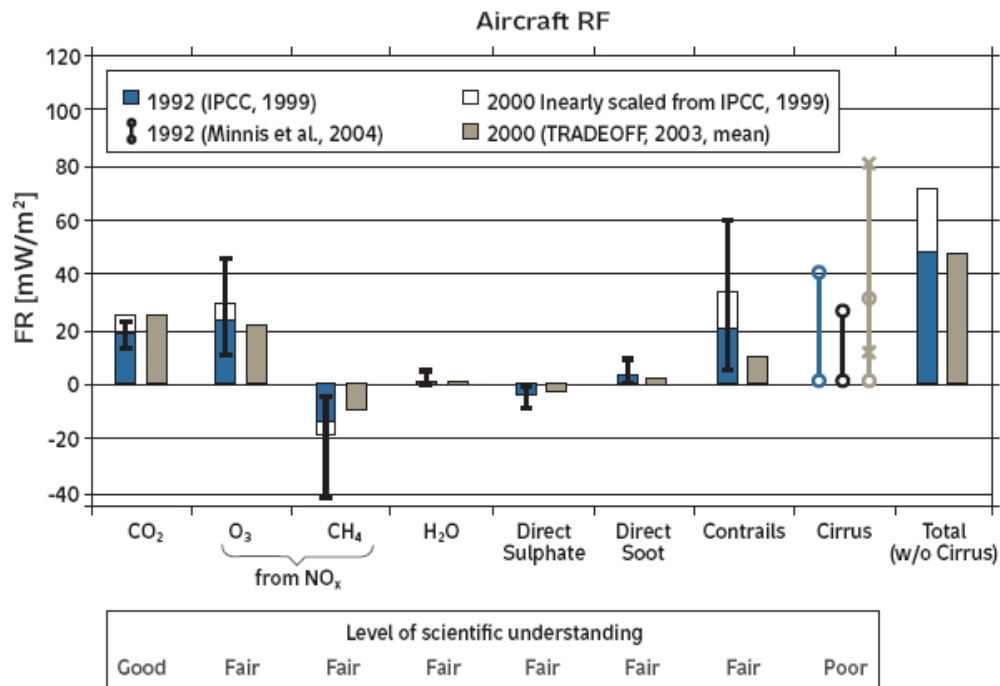
Cálculo do efeito total das mudanças climáticas

O impacto no clima causado pela emissão de diferentes partículas e gases pode ser comparado uns com os outros e ambos com os efeitos climáticos de outros sectores usando o conceito de “forçamento radiativo (*radiative forcing*)”. O forçamento radiativo (FR) é uma medida desenvolvida pela IPCC que expressa a perturbação ou a mudança no balanço energético do sistema terra-atmosfera em *watts* por metro quadrado (w/m²). Os valores positivos do FR indicam um aquecimento enquanto os valores negativos indicam um arrefecimento. Nas emissões das aeronaves os maiores contribuidores para o FR são o dióxido de carbono, o ozono, o metano (efeito negativo) e os rastos de condensação, e os menores contribuidores são o vapor de água, os aerossóis de sulfato (efeito negativo) e a fuligem. A contribuição das nuvens cirros é projectada como positiva e podia ser significativa, mas a falta de conhecimento científico actual sobre a matéria elimina qualquer avaliação quantitativa séria da sua contribuição.

²⁴ São nuvens que se formam na alta troposfera, tipicamente a uns 8 mil metros de altitude, numa temperatura ambiente inferior a 0°C. São por isso constituídas por cristais de gelo microscópicos, que devido à acção dos ventos de grande altitude ficam com a aparência de novelos muito finos de cabelo branco.

O FR global da aviação é determinado pelo somatório do FR de cada efeito de aquecimento ou arrefecimento causado pelas emissões. O uso do FR como medida deste impacte é particularmente importante para a aviação porque a maioria das emissões das aeronaves são libertadas na atmosfera a altas altitudes, onde estas tem maior efeito de aquecimento. Não é correcto avaliar o impacte da aviação nas mudanças climáticas simplesmente olhando para o nível de emissões de CO₂^[18, 30].

Um estudo realizado pela IPCC^[30] no ano 1999 estimava que o FR causado pelas emissões das aeronaves em 1992, era de 0,048 W/m². A aviação foi responsável por 3,5% do total de FR adicionado à atmosfera nesse ano (Figura 15).



As linhas com círculos assim como a linha com cruzeiros indicam diferentes estimativas para a possível gama de FR de nuvens cirros causados pela aviação. O total da FR não inclui a contribuição das nuvens cirros. O nível de conhecimento científico é indicado pelas classificações subjectivas *Good*, *Fair*, e *Poor*.

Figura 15- Forçamento radiativo da aviação em 1992 e 2000^[31]

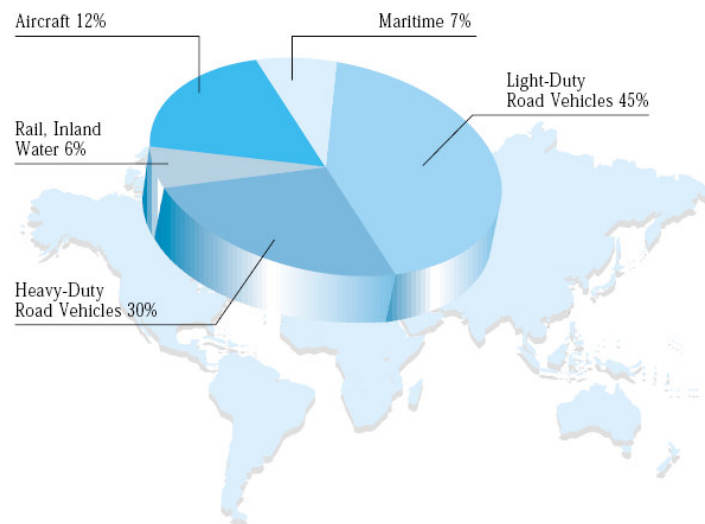
As previsões feitas pela IPCC^[30] apontam para que em 2025 o forçamento radiativo seja 285% maior do de 1990 e 402% em 2050. Em 2050, a aviação contribuirá em quase 6% para o total do aquecimento global gerado pelas actividades humanas (Tabela 10).

Tabela 10-Previsões do Forçamento Radiativo^[30]

Forçamento radiativo (w/m ²)					
Ano	1990	2000	2015	2025	2050
Aviação	0,048	0,071	0,114	0,137	0,193
Todas as fontes antropogénicas	1,38	1,72	2,26	2,68	3,38

2.3.2.2.2. Análise do consumo de combustível e eficiência energética

A aviação ainda depende inteiramente de combustíveis à base de petróleo com baixo teor de enxofre e consome 2%-3% de todo o combustível fóssil. O sector do transporte consome cerca de 20%-25% de todo o combustível fóssil. Destes, a aviação consome 12%, comparado com os 75% consumidos pelo transporte rodoviário (Figura 16). Curiosamente, a relação entre o consumo global de combustível fóssil e a aviação é similar àquela entre a aviação e as emissões de CO₂. O que nos leva a referir, tal como Giovanni Bisignani, CEO da IATA, que: “A questão do CO₂ é uma questão de combustível: se queirmos menos combustível, emitimos menos CO₂”^[32:2].

Figura 16-Emissões globais de CO₂ pelo sector dos transportes^[21]

O combustível representa cerca de 30% dos custos operacionais das companhias aéreas e segundo estimativas actuais a factura total dos combustíveis em 2008 será de 156 mil milhões de USD^[32].

Actualmente, as aeronaves que entram no mercado oferecem uma eficiência acima dos 70%, no que respeita ao consumo do combustível, relativamente às aeronaves de há 40 anos. Isto deve-se às melhorias na aerodinâmica, na tecnologia dos motores e no aumento dos factores de carga. Mais de metade desta melhoria resultam dos grandes avanços que se fizeram ao nível da tecnologia dos motores. As aeronaves modernas atingem uma eficiência em termos de consumo de combustível de 3,5 litros por 100 passageiros – quilómetro. Como se pode ver na Figura 17, trata-se de um desenvolvimento considerável ao longo do tempo. Espera-se que a nova geração de aeronaves (Airbus A380 e Boeing 787) use menos de 3 litros de combustível por 100 passageiros – quilómetro^[21, 27].

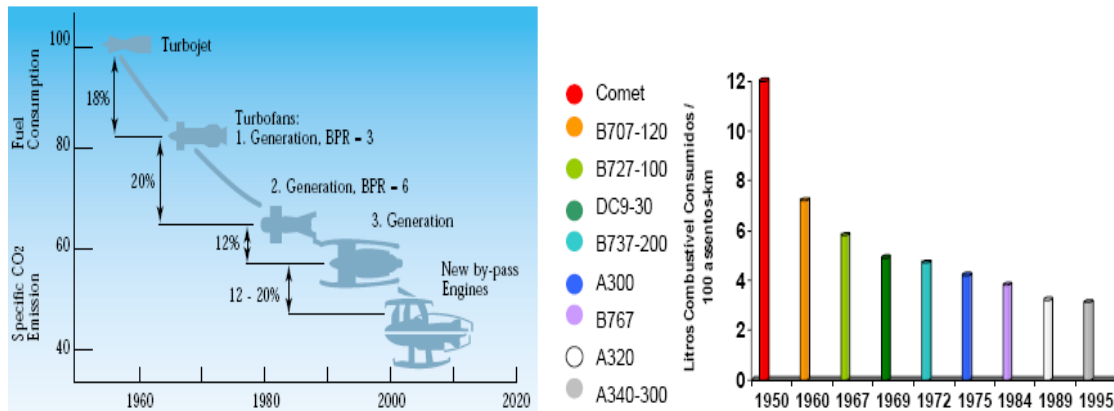


Figura 17-Evolução da eficiência energética dos motores com o tempo^[21, 33]

Segundo estimativas da IATA^[34], espera-se que em 2020, os motores aumentem em 25% a respectiva eficiência energética.

O aumento da eficiência energética está também associado aos próprios requisitos impostos pela ICAO para a certificação dos motores. Estes requisitos encontram-se definidos no Anexo 16 — *Environmental Protection, Volume II — Aircraft Engine Emissions*. Os requisitos referem-se principalmente a limites técnicos de emissões de óxidos de azoto, monóxido de carbono, hidrocarbonetos não-queimados e fumo para o ciclo de decolagem e aterragem abaixo dos 915 metros de altitude. Embora estes padrões estejam baseados nas fases de voo de decolagem e aterragem de uma aeronave, também ajudam a limitar as emissões em altitude^[30].

Nos últimos 40 anos, as emissões de monóxido de carbono diminuíram em cerca de 50% e as de hidrocarbonetos em cerca de 90%. As emissões de óxidos de azoto foram reduzidas em cerca de 50%, nos últimos 15 anos^[27] (ver Figura 18).

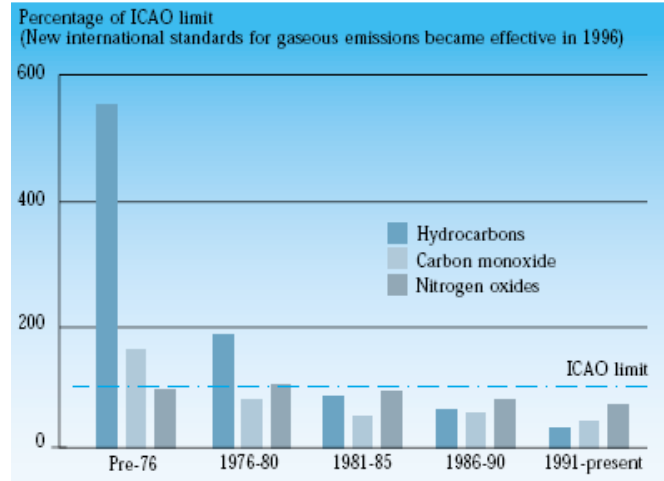


Figura 18- Evolução das emissões e respectiva % em relação aos limites impostos pela ICAO^[21]

2.4. Conclusões

O transporte aéreo proporciona benefícios económicos e sociais que o tornaram num meio imprescindível para o desenvolvimento local, regional, nacional e com certeza também no plano mundial. Infelizmente, estes benefícios são acompanhados por custos externos que também tem crescido com o rápido aumento do tráfego aéreo. As contestações em torno dos seus impactes ambientais começam a aumentar acompanhando a preocupação actual sobre o impacte da acção humana no ambiente. A resposta a estas contestações passa pelo desenvolvimento e implementação de medidas efectivas que possam mitigar os problemas provocados pelo transporte aéreo. Estas medidas serão discutidas no capítulo seguinte.

Capítulo III. Medidas para Mitigar os Impactes Ambientais do Transporte Aéreo

3.1.Introdução

O debate em torno dos impactes ambientais causados pela indústria da aviação levou à criação, desenvolvimento e implementação de medidas estratégicas para mitigar estes problemas e dar resposta à crescente oposição ao crescimento do sector.

Estas medidas tem sido direccionadas nas seguintes frentes: investimento na tecnologia, nas infra-estruturas, na operação das aeronaves e ainda em instrumentos económicos de controlo.

A implementação destas medidas não se deve apenas à crescente pressão sobre o sector mas também ao despertar da indústria da aviação para a sua responsabilidade ambiental e para o seu papel na redução destes impactes intrínsecos ao seu (próprio) desenvolvimento.

Este capítulo foca não só essas medidas implementadas até agora mas também aponta os passos futuros na abordagem desta problemática.

3.2.A problemática

“The rapid growth of air traffic throughout the world is one of the most sever threats to the global environment today. It causes noise and air pollution, and exacerbates local traffic congestion on the land.”^[35:2]

“Aviation is the most highly-polluting transport mode on earth. Its pollution translates into hidden economic costs which are paid not by the industry itself but by society as a whole.”^[36:5]

“...an unquestioning attitude toward future growth in air travel, and an acceptance that the projected demand for additional facilities must be met, are incompatible with the aims of sustainable development.”^[36:5]

Estes são alguns exemplos das vozes que se tem levantado para criticar a indústria da aviação, o seu desempenho ambiental e as políticas para redução dos seus impactes. Embora certas afirmações tenham algum fundamento, também é verdade que a aviação

tem feito muito para melhorar o seu desempenho e com um bom currículo na matéria. Vejamos alguns factos:

- O transporte aéreo contribui em cerca de 2% para as emissões globais de CO₂. As emissões serão pequenas no futuro, 3% em 2050, segundo o IPCC,
- A aviação contribui com cerca de 10% das emissões de gases com efeito de estufa (GEE); 80% dessas emissões de GEE estão relacionados com voos de passageiros que excedem 1.500 km, para os quais praticamente não existem alternativas,
- Nos últimos 40 anos, a fuligem foi praticamente eliminada,
- O ruído foi reduzido em 75%,
- A eficiência energética foi melhorada em 70%,
- As emissões de monóxido de carbono diminuíram em cerca de 50% e as emissões de hidrocarbonetos foram reduzidos em cerca de 90%,
- As emissões de óxidos de azoto foram reduzidas em cerca de 50%, nos últimos 15 anos.

Apesar destes resultados, existem ainda alguns factores que continuam a dar razão aos críticos. São os casos de^[35,36]:

- a) Subsídios ocultos, relacionados por exemplo com o facto do combustível de aviação não estar sujeito a impostos.

Segundo algumas estimativas^[36], se o combustível das aeronaves fosse sujeita a impostos na mesma taxa que a gasolina sem chumbo, se o IVA fosse cobrado a uma taxa padrão e se as *duty-free* fossem abolidas, o imposto a cobrar rondaria os £10,3 biliões por ano.

- b) Custos ocultos, relacionados com a não internalização das externalidades.

Segundo o estudo da INFRAS/IWW (2004)^[20], os custos externos do transporte aéreo na Europa, equivaliam a cerca de 90.914 milhões de Euros, no ano 2000, distribuídos pelas categorias indicadas na Figura 7.

- c) O crescimento acelerado do tráfego aéreo (5% por ano).

As emissões de CO₂ acompanham o crescimento do sector, como se pode ver na Figura 19. Como referido no Capítulo 2, cada tonelada de combustível queimado gera cerca de 3 toneladas de CO₂ e as emissões de CO₂ têm efeito directo no aquecimento global; daí o crescimento acelerado do transporte aéreo se constituir como um dos pontos de crítica ao sector.

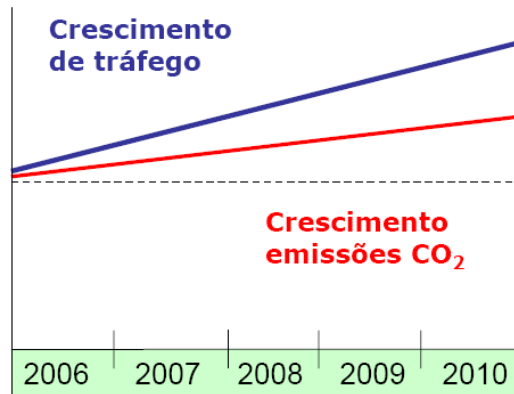


Figura 19- Crescimento do tráfego aéreo Vs Crescimento de emissões de CO₂^[29]

Em resposta a estas questões, a indústria de aviação aponta os passos importantes, já referidos, dados na melhoria contínua do seu desempenho ambiental, embora reconheça que a tecnologia não tem conseguido dar resposta a um dos maiores problemas que é conter as emissões de CO₂ resultantes do crescimento do tráfego aéreo ou seja desacoplar as emissões de CO₂ do crescimento desse tráfego. Por isso, desenvolveu uma estratégia baseada em 4 pilares:

- Investimento na tecnologia,
- Melhoria das infra-estruturas,
- Melhoria da operação das aeronaves,
- Implementação de instrumentos económicos de controlo.

O objectivo imediato é o crescimento *nulo* das emissões do carbono, embora o objectivo principal no futuro seja o da ausência total de tais emissões. O precursor deste grande desafio, Giovanni Bisignani (CEO da IATA), aponta 2050 como o ano em que este objectivo central poderá ser alcançado^[32].

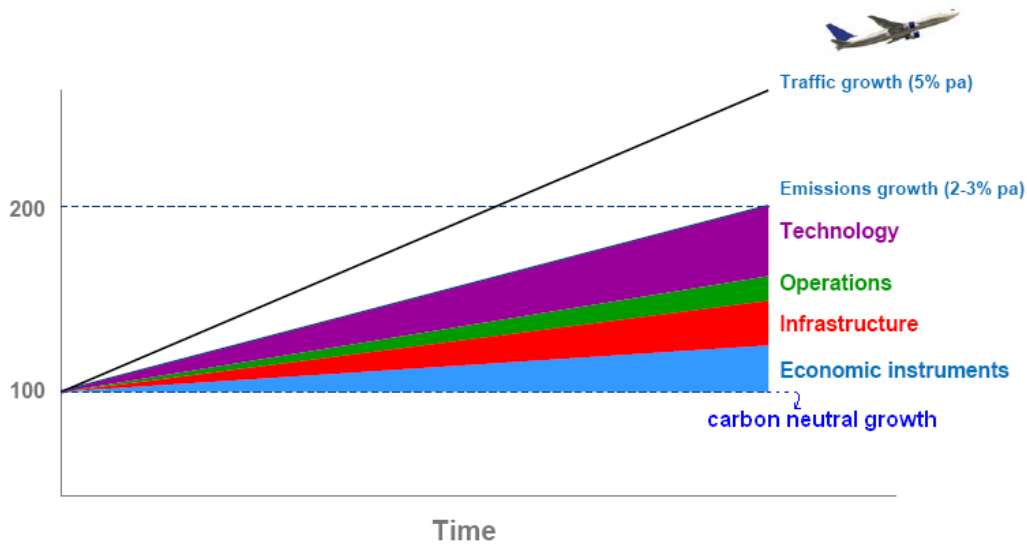


Figura 20-Crescimento *neutro* das emissões de carbono^[34]

3.3. Estratégia dos 4 Pilares da IATA

Investimento na tecnologia

Neste âmbito, as medidas prioritárias concentram-se na coordenação e reforço de investigação e desenvolvimento de novas tecnologias que possam reduzir o consumo de combustível assim como a utilização de combustíveis alternativos que influenciarão directamente a redução das emissões de CO₂ e H₂O.

De uma forma geral estas medidas têm como objectivo a optimização da propulsão e a redução do peso das aeronaves e do atrito através da adopção de novas tecnologias para o desenvolvimento de novos motores assim como de novas matérias e de novos *designs*, que permitam reduzir o peso em vazio das aeronaves.

Esperam-se que os resultados venham estruturados ao longo do tempo da seguinte forma^[34]:

- **A curto prazo:** melhorias aerodinâmicas, redução do peso, aperfeiçoamento dos motores (*upgrade*),
- **A médio prazo (até 2020):** novos perfis de asas e fuselagens, próxima geração de motores,
- **A longo prazo:** novo *design* completo das aeronaves.

Para medir o progresso das iniciativas, foram estabelecidos alvos específicos de acordo com os objectivos acima referidos, como por exemplo:

- 10% de utilização de combustíveis alternativos em 2017,
- 25%-50% de redução do combustível actual e do CO₂, assim como 80% de redução dos NO_x em 2020,
- Em 50 anos, Avião a carbono “zero” ou a energias renováveis.

Diversas iniciativas foram já tomadas neste sentido por parte da indústria. Começa-se mesmo a notar uma proliferação de medidas que demonstram pelo menos a actual seriedade que a indústria coloca em cumprir com os planos ambientais. Vejamos os seguintes exemplos:

- A EMBRAER foi a primeira OEM a desenvolver e a certificar uma aeronave 100% motorizada a biocombustível (2002);
- Em Fevereiro de 2008, assistiu-se ao primeiro voo a biocombustível de uma companhia comercial, a Virgin Atlantic;
- Em Abril de 2008, assistiu-se também pela primeira vez ao voo de uma aeronave tripulada motorizada a células de combustível alimentadas a hidrogénio. Um projecto desenvolvido pela Boeing;
- Começam a aparecer iniciativas também em torno da energia solar; uma das mais recentes e inovadoras é o projecto *Solar Impulse* que pretende fazer em 2011 uma travessia do Oceano Atlântico numa aeronave tripulada, movida somente a energia solar. Este projecto teve início em 2003.

Melhoria das infra-estruturas

As medidas prioritárias neste âmbito têm como objectivo melhorar as rotas aéreas e os procedimentos nos aeroportos e na gestão do tráfego aéreo (ATM).

Estima-se que 12% das emissões de CO₂ estão associadas a ineficiências na gestão do tráfego aéreo. Existe uma série de limites impostos pela ATM que dificultam a redução do consumo de combustível assim como das respectivas emissões, tais como as relacionadas com o tempo de *taxi* ou de espera nos aeroportos, com a altitude óptima de

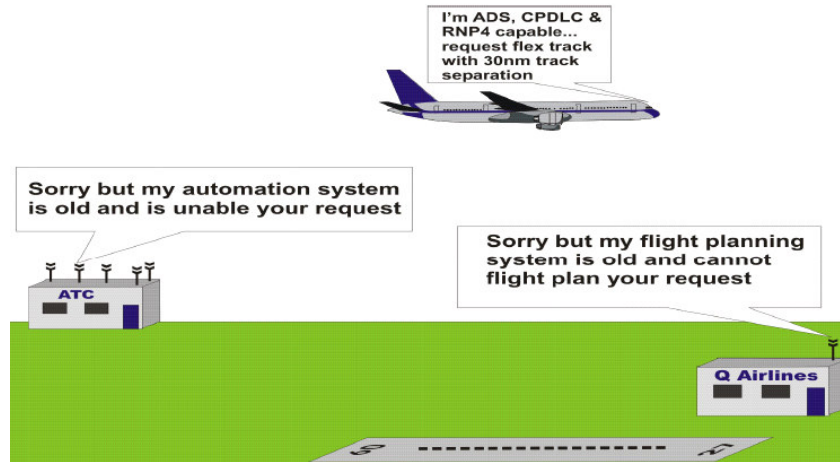


Figura 23-Sistemas automáticos arcaicos usados pelo ATC e pelas companhias (exemplo)^[38]

- Espaços aéreos militares restritos;
- Barreiras políticas ainda existentes para passagens entre fronteiras (Céu Único Europeu)

Tendo em conta estas limitações, a IATA aponta como medidas de mitigação as seguintes:

- Novos procedimentos em rota e aproximação, e de separação (RNAV/RNP²⁵, CDA²⁶, RVSM²⁷);
- Melhorias nas infra-estruturas aeroportuárias;
- Melhorias na coordenação dos espaços aéreos civis e militares;
- Modernização do ATC/ATM.

²⁵ RNAV (Area Navigation) é um procedimento de navegação que permite a operação de uma aeronave em qualquer rota desejável dentro da cobertura dos sinais de navegação referenciada a uma estação ou dentro dos limites da capacidade do seu sistema, ou a combinação de ambos.

RNP (Required Navigation Performance) é um procedimento de implementação de rotas que difere de outros por não ter apenas associado a especificação do desempenho que uma aeronave deve ter em um determinado percurso de voo mas também ter que monitorizar esse desempenho e fornecer um alerta na eventualidade de uma falha para atingir tais especificações.

²⁶ CDA (Continuous Descend Approach) é procedimento de aproximação à pista que traz benefícios como a redução do ruído, das emissões e mesmo do tempo de voo.

²⁷ RVSM (Reduced Vertical Separation Minimum) é um termo utilizado para descrever a redução da separação padrão vertical exigida entre aeronaves que voam entre os níveis FL290 e FL410, de 610 metros para 305 metros. Já em 1988, a ICAO apontava como viável e segura a redução para os 305 metros. Um estudo da EUROCONTROL em 2002, concluiu que a implementação da RVSM trouxe ganhos na redução das emissões assim como na queima de combustível na ordem dos 1,6-2,3% por ano.

O Céu único Europeu é apontado como um dos grandes contributos nesta matéria. Estima-se que com a sua implementação os valores de redução das emissões de CO₂ rondem os 6 % em 2012 (emissão anual de menos 35 milhões de toneladas de CO₂).

Segundo a IATA^[34], relativamente à optimização em rotas e nas áreas terminais, em 2007 conseguiram-se reduções de combustível (para 80 aeroportos e 377 rotas) que se traduziram nas seguintes poupanças:

- 817 mil milhões de USD;
- 3,73 milhões de toneladas de CO₂.

Melhoria da operação das aeronaves

O combustível representa cerca de 30% dos custos operacionais das companhias aéreas e segundo estimativas da IATA a factura total dos combustíveis em 2008 será de \$156 mil milhões de USD. Por isso a IATA criou dois programas, *Fuel Efficiency Gap Assessments* (FEGA, para os membros da IATA) e *Fuel Efficiency Consulting* (FEC para as não membros), de suporte às companhias aéreas na poupança do combustível.

As visitas realizadas pela IATA a cerca de 75 companhias, desde 2005 a 2007, demonstraram um potencial de redução na ordem dos 2%-15% no orçamento total do combustível assim como uma redução de cerca de 6,7 milhões de toneladas de CO₂. O potencial de redução encontra-se distribuído pelas seguintes áreas: Operações de Voo (43%), Manutenção e Engenharia (20%) e Despacho de Voo (37%). As poupanças ou reduções de combustível podem ser alocadas a todas as actividades operacionais de qualquer uma destas áreas^[34, 38, 39].

Operações de Voo (Figura 24): uso do *Auxiliary Power Unit*, uso do *flap*, velocidade de subida e descida, gestão do vento, procedimentos para desligar o motor durante o *táxi*, índice de custo, técnica do piloto, etc..

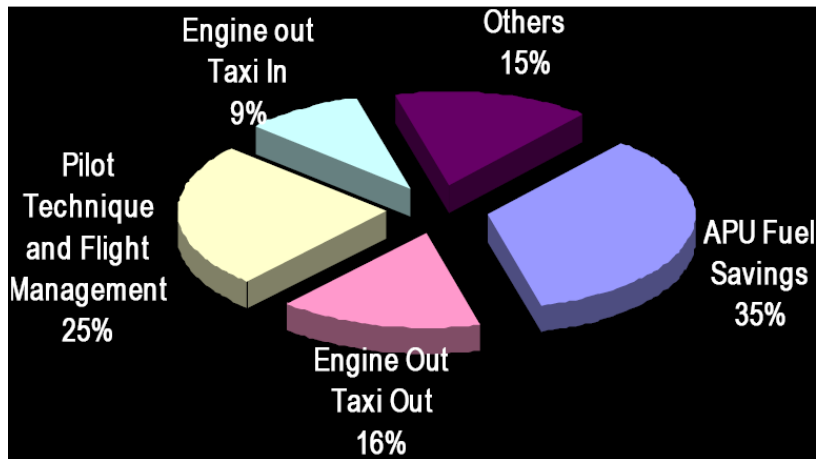


Figura 24-Potencial de poupanças no combustível associadas às Operações de Voo^[38]

Despacho de Voo (planeamento de voo, eficiência operacional e ATC) (Figura 25): duração de voo, planeamento de rota, selecção de aeroporto alternativo, precisão de peso zero de combustível, política da reserva de combustível, sistema de planeamento de voo, base de dados de gestão da informação do combustível, etc..

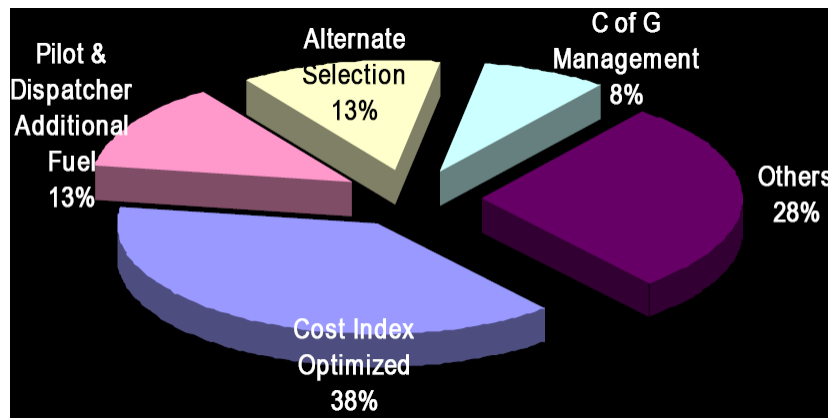


Figura 25- Potencial de poupanças no combustível associadas ao Despacho de Voo^[38]

Manutenção e Engenharia (Figura 26): medidas do desempenho da aeronave, programas de manutenção, planeamento da revisão dos motores, formação na poupança do combustível, etc.

Operações de cabine: redução do peso, *Inflight Entertainment*, etc.

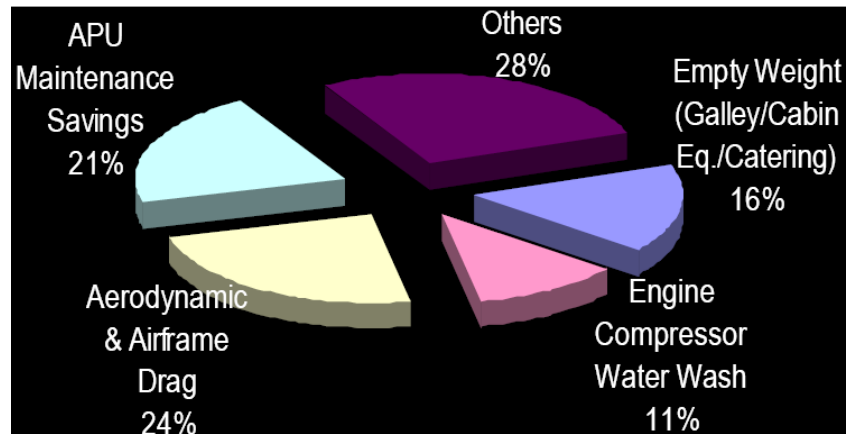


Figura 26- Potencial de poupanças no combustível associadas à Manutenção e Engenharia^[38]

A ICAO também providenciou material de guia para redução das emissões das aeronaves através das respectivas operações^[26]. Em 2004, através do circular 303-AN/176 indicou as oportunidades operacionais para minimizar o uso do combustível e reduzir as emissões, que incluía informação sobre as operações em voo e no solo, assim como o equipamento de serviço no solo e APU's. Uma medida que a ICAO enfatizou como meio efectivo para reduzir a queima de combustível e evitar as emissões desnecessárias foi a implementação desde cedo de novos sistemas de comunicações, navegação, vigilância e gestão do tráfego aéreo (CNS/ATM).

3.4. Instrumentos económicos

“The air transport industry is growing faster than we are currently producing and introducing technological and operational advances which reduce the environmental impact source.”^[36:15]

Uma vez que as soluções dadas até agora pela indústria da aviação não têm conseguido limitar o crescimento das emissões dos GEE, principalmente as emissões do CO₂, os instrumentos económicos baseados no mercado tiveram que emergir como forma mais eficiente, justa e segura de assegurar a redução das emissões destes gases poluentes. O desenvolvimento de estratégias mais efectivas para a redução das emissões vem sendo discutidas desde há algum tempo como aconteceu por exemplo, na Cimeira no Rio de Janeiro em 1992, assim como em 1997 na de Quioto. O protocolo de Quioto incluiu as emissões da aviação interna a cada país mas não as da aviação internacional deixando

que fossem encontradas soluções através da ICAO. Esperava-se que na Assembleia de 2001, fossem acordadas políticas para endereçar este assunto mas tal não aconteceu; no entanto foram abordados os instrumentos económicos baseados no mercado e até foram pedidos mais estudos sobre esta matéria. Uma das constatações que resultou destes estudos é que o sistema de comércio de emissões poderia servir como medida para limitar ou reduzir as emissões de CO₂. Durante a Sexta Reunião do Comité para a Protecção Ambiental na Aviação da ICAO, em 2004, foi acordado que um sistema de comércio de licenças de emissão específico para o sector da aviação, com base num novo instrumento jurídico sob os auspícios da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) "(...)seria tão pouco atractivo que não justifica a continuação da discussão"^[40:2]. Em vez disso, a Resolução 35-5 da Assembleia da ICAO manifestou o seu apoio a um sistema aberto de comércio de emissões e solicitou o desenvolvimento de orientações não vinculativas a utilizar pelos Estados, conforme adequado, para incorporarem as emissões da aviação internacional nos respectivos regimes de comércio de emissões. Esperava-se que na Assembleia de 2007 este tema fosse mais debatido e os trabalhos concluídos, o que não aconteceu efectivamente. Os membros acordaram que deveria haver acções mais efectivas e em conjunto para reduzir a “pegada do carbono” assim como que as ferramentas tecnológicas, operacionais e económicas deveriam ser empregues, incluindo o sistema de comércio de licenças de emissão. Mas o desacordo na forma de aplicar este sistema, sobretudo alegando-se que o sistema não deveria ser aplicado por um estado-membro a um operador de outro estado-membro a não ser na base de acordo mútuo, levou uma vez mais a pedidos de mais estudos sobre o assunto, que agora deverá ser abordado agora somente nos finais de 2009 ou início de 2010^[31, 40].

Toda esta situação e a pressão por parte de outras entidades para que este sector não ficasse de fora das medidas para redução das emissões e com base no princípio poluidor-pagador para internalização dos custos externos (ou seja, para que todos os custos internos e externos se reflectissem no custo de voo), levaram ao aparecimento de uma série de instrumentos económicos baseados no mercado para resolução destes problemas.

Essas medidas económicas incluem^[41]:

- Medidas voluntárias;
- Incentivos económicos positivos;

- Incentivos económicos negativos.

Em regra, a indústria da aviação encara positivamente os programas de compensação de carbono²⁸ (*carbon offset*), e negativamente os impostos, as taxas e o comércio de licenças de emissão como formas de redução das emissões.

A opinião da indústria sobre as taxas e impostos é que não contribuem em nada para o ambiente. São ineficientes, reduzem a capacidade da indústria em reinvestir em outras medidas, são arbitrárias e discriminatórias uma vez permitem somente aos mais ricos voar e ainda, visto serem rendimentos gerais não deslocados para uma função particular, não têm impacte automático ou imediato no ambiente. Outro aspecto apontado é que o enfraquecimento da procura ou seja do transporte aéreo tem consequências negativas no desenvolvimento da própria economia^[34,41,42].

Os programas de compensação de carbono são os instrumentos mais apoiados pela aviação, pois consideram-nos os mais eficazes porquanto influenciam o comportamento do consumidor^[34]. Também apelam a este tipo de medidas voluntárias pelo facto de terem feito e continuarem a fazer muito pelas mudanças climáticas sem a intervenção governamental^[41]. A IATA considera ainda que a compensação de carbono deveria ser usada como uma ferramenta de transição, uma *ponte* até a chegada de novas tecnologias embora considere que precise mais reconhecimento e harmonização. No entanto, os críticos dizem que as compensações de carbono dão às pessoas que se negam a mudar seu estilo de vida, um pretexto fácil (e monetário) de fugir às suas responsabilidades reais, o que não leva verdadeiramente a mudanças de comportamento^[29,42].

A integração da aviação no comércio de licenças de emissão é o instrumento proposto mais recente mas que conta também com uma forte objecção por parte da aviação. A

²⁸ A compensação de carbono é uma acção de contrapartida às emissões de GEE. Embora existam cerca de 6 categorias primárias de GEE, a compensação de carbono é medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}). Uma compensação de carbono representa a redução de uma tonelada de CO₂, ou o seu equivalente noutro GEE. As compensações são compradas e vendidas através de um número de correctores internacionais, retalhistas *online*, e plataformas de comércio. Existem basicamente dois mercados de compensação de carbono: nos grandes mercados, as empresas, governos ou outras entidades compram compensações de carbono para cumprir com os níveis máximos (*caps*) sobre a quantia total de CO₂ que lhes é permitido emitir. Nos mercados voluntários mais pequenos, indivíduos, empresas, ou governos compram as compensações de carbono para reduzir as suas próprias emissões de GEE pelo transporte, uso da electricidade, e outras fontes. Por exemplo, no limite um indivíduo pode comprar compensações de carbono por causa das emissões causadas numa viagem aérea.

ideia consiste na criação de um mercado com limites superiores de emissões para a indústria e para as companhias que poderiam comprar e vender licenças não só entre si mas também com outros sectores (sistema aberto). Esta ideia é defendida mais na Europa do que nas outras regiões do globo e encontra forte apoio na Comissão Europeia que propôs a integração da aviação no Regime Europeu de Comércio de Licenças de Emissão de Gases com Efeito de Estufa e que espera essa integração na segunda fase RCLE EU (2008-2012). Os motivos pelos quais a CE defende esta medida é porque não consegue arranjar um imposto sobre o carbono, ela apresenta a melhor relação custo-eficiência, e não dá lugar a grandes transferências para os cofres dos estados e porque há necessidade que a indústria (e outros sectores) viva num mercado de carbono restringido. Outro facto muito realçado é que durante o período entre 1990-2004 as emissões de GEE da aviação internacional na EU aumentaram 87%, enquanto que durante o mesmo período, a acção política resultou numa redução das emissões globais noutros sectores de actividade. Daí a necessidade de incluir a aviação neste regime tendo em conta as previsões de crescimento do tráfego aéreo: *“Se não forem aplicadas novas políticas, o aumento das emissões continuará a comprometer os esforços realizados noutros sectores”*^{[40:3] [43]}.

Segundo a proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Directiva 2003/87/CE de modo a incluir as actividades da aviação no RCLE EU, os preços das licenças de emissão rondariam entre 6 euros e 30 euros correspondentes aos limites inferior e superior respectivamente e a repercussão da totalidade dos custos no consumidor faria com que, até 2020, o preço dos bilhetes de avião de ida e volta (em todos os voos que partissem ou que chegassem dos/aos aeroportos comunitários) aumentasse entre 4,6 euros e 39,6 euros, dependendo da distância percorrida. Isto para o valor máximo da licença de emissão (30 euros). A proposta ainda prevê que a procura não seja muito afectada, não havendo portanto grandes impactes na economia, no turismo e nas regiões ultraperiféricas^[40].

A indústria da aviação considera que o comércio de emissões é uma medida que pode funcionar mas somente se for devidamente planeada. Este é o caso, segundo a IATA e a AEA, do sistema europeu para integração da aviação no seu regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa. Os argumentos apontados pela indústria referem que estes sistemas devem ser globais, uma vez que as alterações

climáticas são um problema mundial e por isso requerem soluções globais alinhadas com regras globais, definidas pela ICAO. E apontam como exemplo os níveis de segurança (*safety*) atingidos pelo transporte aéreo a nível mundial através da ICAO; outros argumentos referem que esta medida não deve limitar o crescimento da aviação europeia nem criar distorção concorrencial dos operadores na EU face aos de fora da EU.

Estes são alguns dos aspectos apontados por muitos responsáveis no sector para melhorar a proposta legislativa da CE^[29]:

- Nível de referência (emissões médias) para atribuição de licenças ao sector (2004-2006);
- Tecto de emissão (2004-2006); não considera o crescimento do transporte aéreo;
- *Auctioning* (compra em leilão das licenças)
- Relacionamento com países terceiros.

3.5. Conclusões

A estratégia dos quatro pilares é reconhecida por toda a indústria da aviação como uma solução credível para os problemas ambientais. Na última cimeira da ATAG, IATA et al. sobre a aviação e ambiente realizado em Geneva (2008) foram destacadas duas principais áreas de acção: **Investigação e Desenvolvimento** na tecnologia e **Melhoramento da Gestão do Espaço Aéreo**. Os instrumentos económicos baseados no mercado são apontados como parte da solução mas enquanto a indústria apela a mais estudos sobre a matéria a tendência política e os ambientalistas defendem a sua implementação, o mais breve possível alegando que as medidas implementadas pela aviação não tem conseguido limitar os efeitos ambientais ao nível desejado.

Capítulo IV. Casos de Estudo: Ruído e Poluição Atmosférica Associados ao Transporte Aéreo em Portugal e Cabo Verde

4.1.Introdução

O conceito de que o preço de um voo deve reflectir todos os seus custos (internos e externos) levou à criação de instrumentos económicos baseados no mercado (impostos, taxas, comércio de emissões) considerados capazes de internalizar as externalidades. Para que as externalidades possam ser internalizadas, são necessários estudos de avaliação monetária dos efeitos negativos provocados pela aviação que permitam estimar o seu valor e incluí-lo no preço de voo, fazendo com que o utilizador tenha tais efeitos em consideração no processo de decisão e contribua assim para os reduzir (princípio do poluidor-pagador).

A internalização requer uma avaliação detalhada e confiável dos custos externos. Existem diversas metodologias que permitem estimar o valor das externalidades que por seu lado exigem informação específica, em quantidade e por vezes subjectiva fazendo com que tais metodologias apareçam aliadas a incertezas que de alguma forma têm contribuído para o adiamento na aplicação dos instrumentos económicos baseados no mercado.

A evolução no estudo destas metodologias e a aproximação aos conceitos científicos fazem com que actualmente para certas categorias de externalidades se considere já bastante aceitável o nível de rigor científico aplicado assim como as incertezas associadas.

Este trabalho incide sobretudo no estudo do ruído e da poluição atmosférica/alterações climáticas por serem aquelas externalidades consideradas das mais importantes e sobre as quais existe mais informação disponível.

4.2.Ruído

O ruído pode ser definido como um som desagradável ou indesejável ao ser humano cujos efeitos fisiológicos ou psicológicos variam com a frequência, amplitude e

duração. No geral, podem ser distinguidos dois tipos de impactes negativos causados pelo ruído do transporte:

- *Custos de incomodidade*, relacionados com imposição involuntária de distúrbios, que resultam em custos sociais e económicos como restrições no gozo de actividades de lazer, desconforto, etc.
- *Custos de saúde*, relacionados com a exposição ao ruído a longo prazo, principalmente efeitos na saúde relacionados com o *stress* como hipertensão e o enfarto do miocárdio.

Como referido no Capítulo 2, o índice de medida do ruído geralmente utilizado é o decibel dB(A) - escala logarítmica designada como *Nível de Pressão Sonora Ponderado A*, que reflecte a forma logarítmica como o ouvido humano responde à pressão sonora. Os impactes do ruído assim como custos associados variam consoante o nível de ruído, referido como o nível de ruído equivalente - L_{Aeq} . O L_{DEN} é um indicador composto que inclui diferentes indicadores de nível de ruído equivalente conforme as horas do dia: $L_{Aeq}(7h.00-19h.00)$, $L_{Aeq}(19h.00-23h.00)$, e $L_{Aeq}(23h.00-7h.00)$.

Para a avaliação dos custos de ruído são necessários dados sobre o número de pessoas expostas. Deste modo torna-se necessário a construção de mapas de ruído que permitam assim saber o número de pessoas afectadas de acordo com o nível de ruído. Pela Directiva Comunitária 2002/49/CE^[44] espera-se que a nível europeu todos os países venham a ter muito em breve essa informação disponível. Estes mapas fornecerão dados sobre a exposição ao ruído (número de pessoas por banda de nível de ruído) em todas as aglomerações com mais de 100.000 habitantes aplicável também a aeroportos com mais de 50.000 movimentos por ano. No caso de Portugal, o único aeroporto que cumpre esse requisito é o Aeroporto de Lisboa; no entanto, de acordo com Plano de Gestão de Ruído da ANA, em 2006 foram realizadas mapas de ruído nos principais aeroportos^[45, 46].

A metodologia geralmente utilizada para o cálculo dos custos externos do ruído depende dos seguintes factores: número de pessoas expostas de acordo com o nível de ruído, a disposição em pagar/aceitar ou não pela redução do incómodo e os custos médicos (Figura 27).

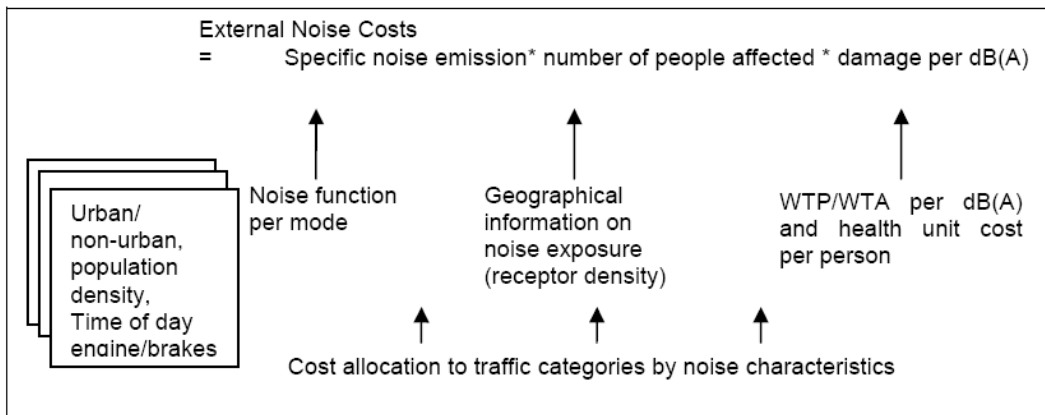


Figura 27- Cálculo dos custos externos do ruído^[3]

4.2.1. Avaliação monetária dos custos de ruído

4.2.1.1. Custos de incomodidade

Existem vários métodos para avaliar os efeitos do transporte, tal como indicado na Tabela 2. Para alguns casos podem ser usados preços de mercado; no entanto, para os efeitos de incomodidade não existem preços de mercado, e por isso é utilizado o valor da disposição em pagar. O método de preço hedónico é o preferido para a quantificação das perdas de comodidade devido ao ruído, em que é utilizado um índice denominado *Noise Depreciation Sensitivity Index (NDSI)* que fornece a percentagem média de alterações nos preços de propriedades por decibel. O método de avaliação contingente também é utilizado com alguma frequência.

Já que os valores da DEP reflectem preferências individuais, a comparação dos valores entre países é difícil e por isso os dados são fixados em relação ao rendimento *per capita*. Na Figura 28 estão representados valores da DEP apurados em alguns estudos europeus. Note-se que os valores do nível de ruído estão acima dos 50 dB(A), isto porque normalmente é este o valor limite inferior a partir do qual o ruído é considerado incomodativo. Segundo Maibach M. et al. (2007)^[3], deve usar-se um valor anual da DEP igual 0,09%-0,11% do rendimento *per capita* por dB.

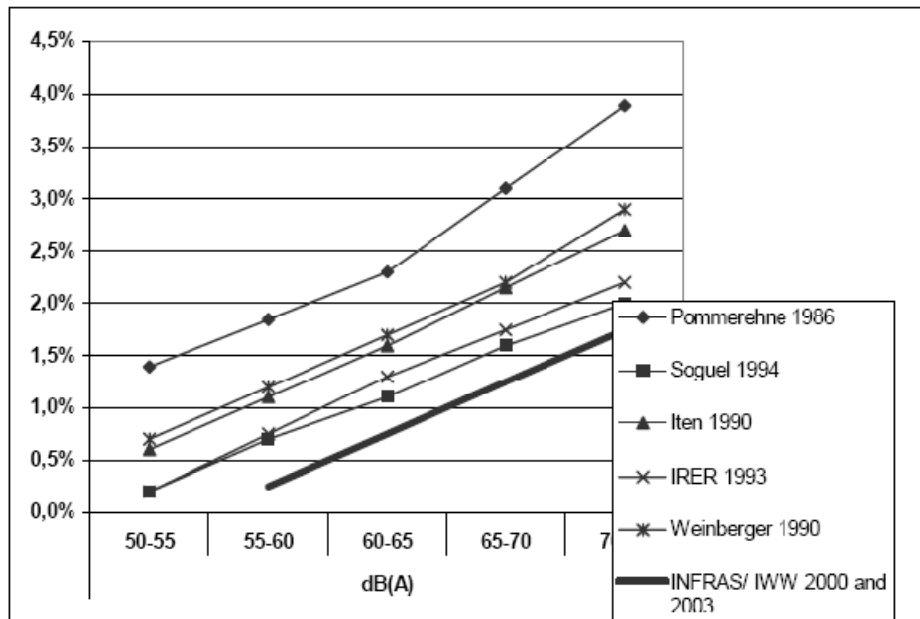


Figura 28-Evolução da DEP em função do rendimento *per capita*^[20]

Do ponto de vista teórico, os valores da DEP que derivam de diferentes níveis de incomodidade parecem preferíveis aos valores da DEP por dB; no entanto, existem poucos trabalhos que o confirmam. O estudo feito pela HEATCO (2006)^[11], fornece ainda assim alguns dados a esse respeito, a nível europeu, considerando os níveis: altamente incomodado, incomodado e pouco incomodado.

O estudo feito pela Comissão Europeia em 2002^[23], indica a relação entre a percentagem de pessoas adultas pouco incomodadas (LA), incomodadas (A) e muito incomodadas (HA) em função dos níveis de ruído pelos diferentes modos de transporte. Na Figura 29, encontram-se representadas estas relações, cujas equações para o modo aéreo são dadas por:

- $%LA = -6.158 \cdot 10^{-4} (DENL-32)^3 + 3.410 \cdot 10^{-2} (DENL-32)^2 + 1.738 (DENL-32);$
- $%A = 8.588 \cdot 10^{-6} (DENL-37)^3 + 1.777 \cdot 10^{-2} (DENL-37)^2 + 1.221 (DENL-37);$
- $%HA = -9.199 \cdot 10^{-5} (DENL-42)^3 + 3.932 \cdot 10^{-2} (DENL-42)^2 + 0.2939 (DENL-42);$

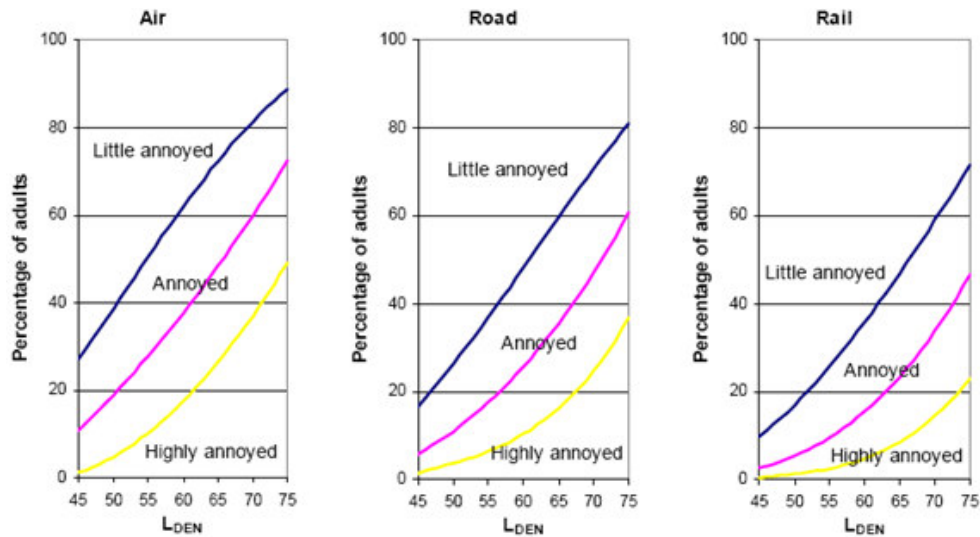


Figura 29-% de pessoas adultas que se sentem pouco incomodadas, incomodadas e muito incomodadas em função dos níveis de ruído pelos diferentes modos de transporte^[23]

4.2.1.2.Custos de saúde

Os custos de saúde incluem os custos médicos e os de absentismo. De acordo com Maibach M. et al. (2007)^[3], é recomendado usar um valor da perda de um ano de vida entre 50.000 €-75.000 €, correspondente a um Valor de Vida Estatística de 1 milhão de €. Os custos de saúde resumem-se a cerca de quatro impactes principais descritos na Tabela 11.

Tabela 11-Valores monetários para os impactes na saúde devido ao ruído (€₂₀₀₀)^[3]

Myocardial infarction (non-fatal, 8 days in hospital, 24 days at home)	
Medical costs	4,700
Absentee costs	2,800
WTP	15,000
Total per case	22,500
Angina Pectoris (severe, non-fatal, 5 days in hospital, 15 days at home)	
Medical costs	2,950
Absentee costs	1,750
WTP	9,400
Total per case	14,100
Hypertension (hospital treatment, 6 days in hospital, 12 days at home)	
Medical costs	1,800
Absentee costs	1,575
WTP	550
Total per case	3,925
Medical costs due to sleep disturbances (per year)	200

A Tabela 12, apresenta os valores médios europeus para a avaliação dos efeitos na saúde de acordo com HEATCO (2006)^[11] que também tem em conta os efeitos na saúde apontados na Tabela 11. Para calcular os valores para um determinado país Europeu, segundo HEATCO, foi assumido que a DEP varia de acordo com o PIB *per capita* desse país; assim, o valor da DEP para um país específico é igual ao (valor médio europeu/PIB *per capita* na EU25)*PIB *per capita* do país em estudo.

Tabela 12-Valores monetários médios, na Europa, para avaliar os efeitos na saúde devido ao ruído
(€₂₀₀₂)^[11]

Impact	€₂₀₀₂ per unit
Year of life lost (YOLL) due to long-term exposure	40300
Hospital day	310
Hospital day cardiology	590
Absentee costs per day	84

4.2.1.3.Resultados

De acordo com estudos²⁹ de Preferência Declarada conduzidos pelo Working Group on Health and Socio-Economic Aspects (2003) - *Valores médios*, HEATCO (2006) - *Nova abordagem*, e estudos sobre o Preço Hedónico conduzidos por Bickel P. et al. (2003) - *Valores superiores*, foram estimados os custos para toda a Europa sobre a DEP para a redução do ruído. Na Tabela 13 estão representados os custos anuais da exposição ao ruído das aeronaves por pessoa e por dB(A) em Portugal.

²⁹ Citado por Bickel P. et al.^[11]

Tabela 13-Custos anuais da exposição ao ruído das aeronaves, por pessoa e por dB(A) em Portugal (€₂₀₀₂ PPC)^[11]

L_{den} dB(A)	Valores médios	Nova abordagem	Valores superiores
≥51	10	12	22
≥52	19	13	44
≥53	29	14	66
≥54	38	15	88
≥55	48	16	110
≥56	58	17	132
≥57	67	18	154
≥58	77	18	175
≥59	86	19	197
≥60	96	20	219
≥61	106	21	241
≥62	115	22	263
≥63	125	23	285
≥64	134	24	307
≥65	144	25	329
≥66	154	25	351
≥67	163	26	373
≥68	173	27	395
≥69	182	28	417
≥70	192	29	439
≥71	236	64	495
≥72	250	69	521
≥73	264	74	547
≥74	277	79	573
≥75	291	84	599
≥76	305	89	625
≥77	319	94	652
≥78	332	99	678
≥79	346	104	704
≥80	360	109	730
≥81	374	114	756

Valores utilizados posteriormente no cálculo do custo médio/pessoa (Tabela 14)

Uma avaliação monetária rigorosa requer informação detalhada sobre o número de pessoas expostas ao ruído e distribuídas pelos diferentes níveis. Para isso há a necessidade de se construírem mapas de ruído. Apenas muito recentemente se começaram a construir estes mapas e a acessibilidade a eles não é muito facilitada; por isso os cálculos realizados não incluem essa informação precisa mas sim estimativas de outros estudos sobre o número de pessoas eventualmente expostas. O estudo da

INFRAS/IWW (2004)^[20] estima que em Portugal as pessoas expostas ao ruído das aeronaves sejam as descritas na Figura 30.

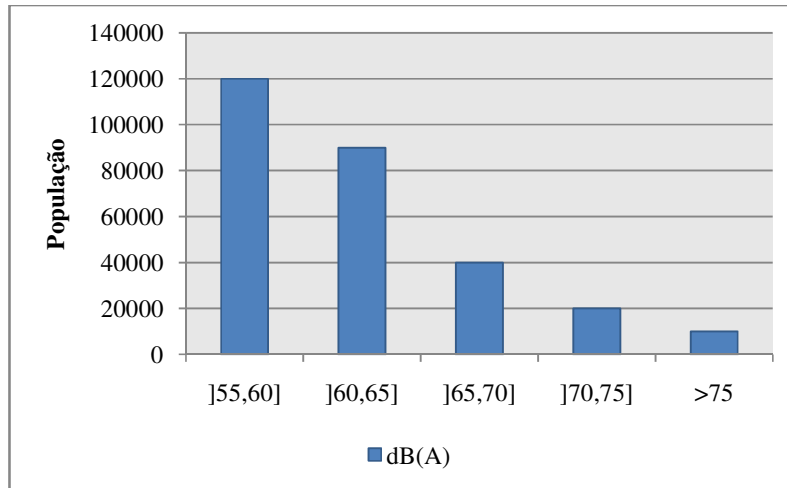


Figura 30-População Portuguesa exposta ao ruído das aeronaves entre 1990/2000^[20]

Um estudo desenvolvido por Guedes M. et al. em 1997^[47], indicava que cerca de 3% da população em Portugal (285.000 pessoas) se encontrava exposta ao ruído proveniente das operações de tráfego aéreo nos três aeroportos internacionais do Continente, nomeadamente Lisboa, Porto e Faro. A Figura 31 mostra a distribuição percentual, pelas classes acústicas consideradas, da população afectada segundo este estudo.

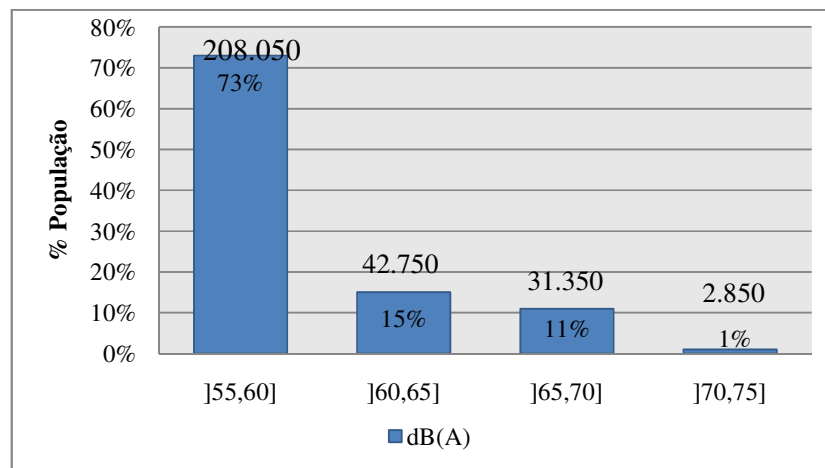


Figura 31-População (Lisboa, Porto e Faro) exposta ao ruído do tráfego aéreo em 1997^[47]

Vistos os valores das pessoas afectadas pelo ruído em 1997 serem próximos dos valores apontados pela INFRAS/IWW^[20] para o ano 2000 e sendo que os valores em 1997

apenas se referiam aos aeroportos de Lisboa, Porto e Faro então foi assumido que os valores referentes a 2000 estariam também afectos apenas a estes três aeroportos.

Uma vez tendo os custos médios por pessoa por níveis de ruído assim como o número total de pessoas afectadas por níveis de ruído então, estavam reunidas as condições para efectuar os cálculos dos custos externos associados ao ruído por movimento em torno daqueles aeroportos. Inicialmente determinaram-se os custos referentes ao ano 2000 (ano base) e posteriormente fez-se uma projecção até 2015.

Na Tabela 14 estão representados os resultados obtidos para o ano 2000. De realçar o facto do valor total do custo/movimento obtido neste ano, cerca de 184,73 €, ser próximo daquele calculado para Alemanha por Maibach M. et al. (2007)^[31] (228 €), o que leva a concluir que os nossos resultados estarão dentro de padrões aceitáveis.

Tabela 14-Custo externos do ruído do tráfego aéreo para Portugal (Lisboa, Porto e Faro) em 2000

Níveis de ruído	Custo médio/pessoa (€)	Pessoas afectadas	Custo total (€)	Movimentos de aeronaves	Custo/movimento (€)
]55-60]	70,947	120.000	8.513.667,279	179.806	47,349
]60-65]	115,289	90.000	10.376.031,997	179.806	57,707
]65-70]	159,631	40.000	6.385.250,459	179.806	35,512
]70-75]	243,512	20.000	4.870.231,543	179.806	27,086
]75-80]	307,068	10.000	3.070.684,683	179.806	17,078
Total		280.000	33.215.865,960	179.806	184,731

As projecções até 2015 dos custos do ruído foram feitas assumindo como constante o custo/movimento do ano 2000, uma vez que apenas temos dados de custo/pessoa e de pessoas afectadas referentes a esse ano. Assim as projecções foram baseadas na seguinte equação, aplicada a cada nível de ruído:

$$\text{Custo}_{\text{Ano } x} = \text{Custo/movimento}_{2000} * \text{Movimentos}_{\text{Ano } x}$$

Os “movimentos” referem-se aqui a movimentos das aeronaves nos aeroportos de Lisboa, Porto e Faro assim como as pessoas ao número de pessoas ali afectadas. Uma vez que não existem previsões a partir de 2007 englobando estes três aeroportos, foram

efectuadas também projecções destes movimentos. Recorrendo à função PREVISÃO do *Microsoft Office Excel* foram obtidos os valores indicados na Figura 32³⁰. Os valores de R^2 - coeficiente de determinação, indicam a fiabilidade da linha de tendência com os dados iniciais (de 2000 a 2006) e assim a fidedignidade da projecção. R^2 varia entre 0 e 1.

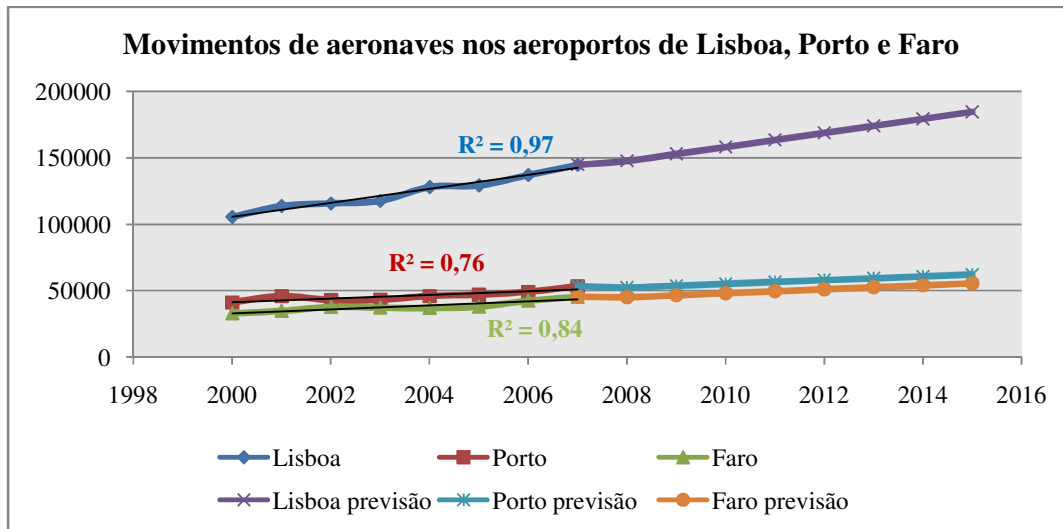


Figura 32-Movimentos de aeronaves em Lisboa, Porto e Faro (2000-2015)^[48, 49]

A seguir são apresentados os resultados obtidos para os custos nos diversos intervalos de níveis de ruído (Figuras 33 a 37). Os resultados aparecem divididos em: custo total³¹ e custo total incluindo uma taxa de redução do ruído. Esta taxa refere-se àquela estimada pela ATAG^[21] em cerca de 50% até ao 2020, isto é, uma redução (de ruído e, necessariamente, dos respectivos custos) de 2,5% ao ano!

³⁰ Ver Anexo I.
³¹ Ver Anexo II.

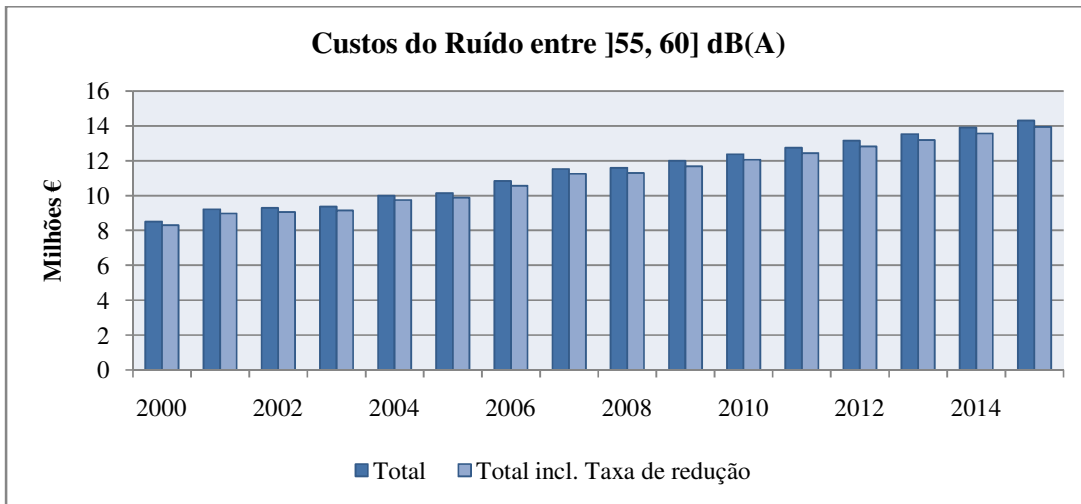


Figura 33-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]55, 60] dB(A)

O intervalo de ruído entre os]55, 60] dB(A) é aquele onde os custos por pessoa são os mais baixos, no entanto, é onde o número de pessoas afectadas é maior (Figura 33).

Na Figura 34, encontram-se representados valores, para os diferentes anos, dos custos externos associados ao ruído entre os]60, 65] dB(A). Neste intervalo verificam-se os maiores custos de entre os demais intervalos.

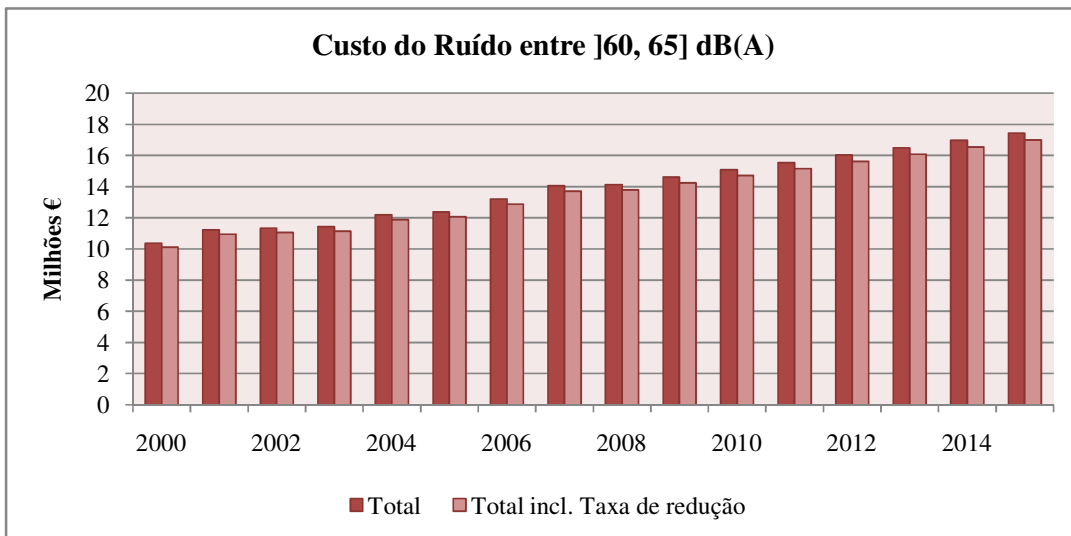


Figura 34- Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]60, 65] dB(A)

Entre os]65, 70] dB(A), os custos são inferiores aos dos dois intervalos precedentes (Figura 35).

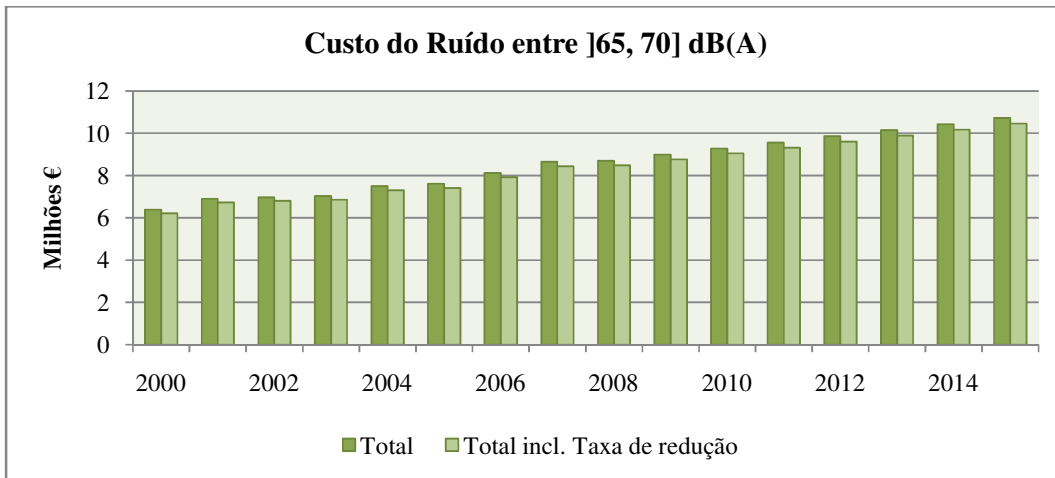


Figura 35-Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]65, 70] dB(A)

No intervalo entre os]70, 75] dB(A) (Figura 36), os custos são inferiores aos dos níveis precedentes de ruído.

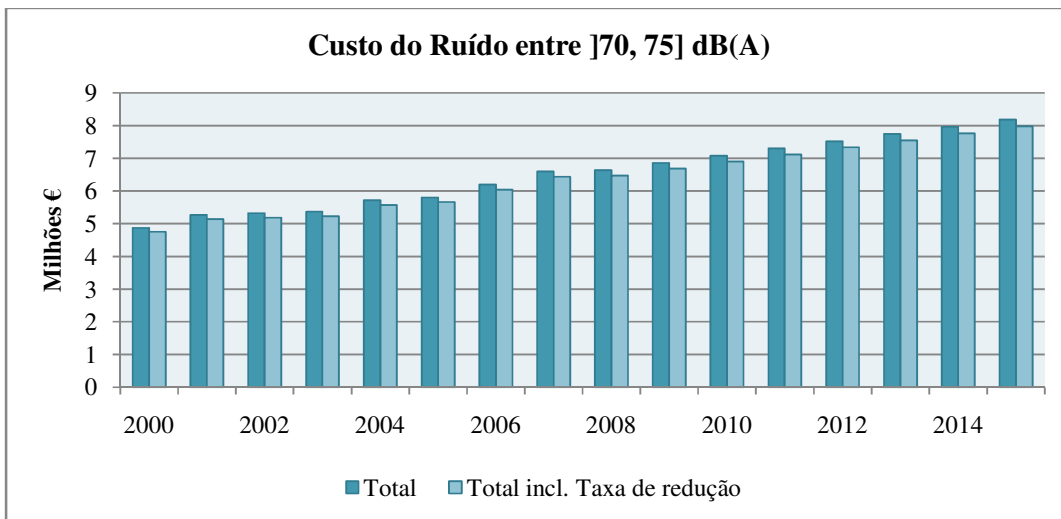


Figura 36- Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]70, 75] dB(A)

Por fim, o intervalo entre os]75, 80] dB(A) é aquele onde os custos totais são os menores, embora com um custo/pessoa de 307 €. Isto deve-se ao facto de apenas 10.000 pessoas estarem afectadas por estes níveis de ruído.

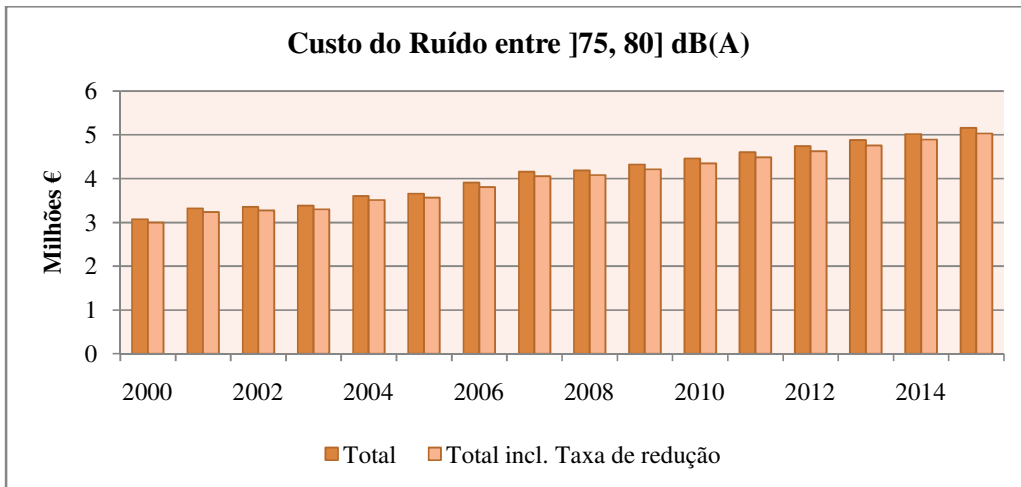


Figura 37- Custo externo do ruído gerado em Lisboa, Porto e Faro entre]75, 80] dB(A)

Na Figura 38, apresentam-se os totais dos custos externos do ruído associados ao transporte aéreo em Portugal (Lisboa, Porto e Faro). Note-se que, segundo o estudo da INFRAS/IWW (2004)^[20], no ano 2000, os custos externos totais do ruído associados ao transporte aéreo de passageiros e cargas na EU17, correspondiam a cerca de 3.098 milhões de €. Neste mesmo ano, para aqueles aeroportos em Portugal, os custos totais do ruído correspondiam a cerca de 33 milhões de €, valor que ainda assim representava 1,065% do total calculado para a EU17.

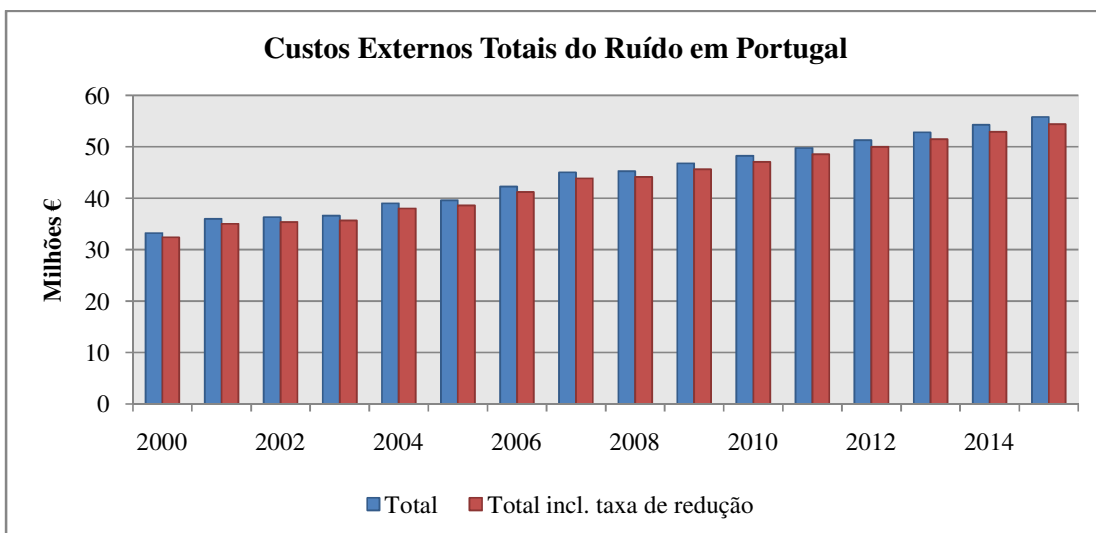


Figura 38-Custos externos totais do ruído gerado pelas aeronaves em Lisboa, Porto e Faro (2000-2015)

4.3. Poluição atmosférica

A poluição atmosférica causa impactes na saúde, danos em materiais e edifícios, perdas de colheitas e danos no ecossistema (biosfera, solo, água). A poluição atmosférica é causada principalmente pela emissão de poluentes como: partículas ($PM_{2.5}$, PM_{10}), óxidos de azoto (NO_x , NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), compostos orgânicos voláteis (COV) e ozono (O_3)^[31].

- *Custos de saúde*: impactes na saúde humana devido à aspiração de partículas finas ($PM_{2.5}/PM_{10}$, outros poluentes) e do ozono.
- *Danos em materiais e edifícios*: impactes nos edifícios e materiais devido aos poluentes atmosféricos. Pode-se falar em dois efeitos principais: o manchar das fachadas dos edifícios, e o degradar dos materiais e fachadas dos edifícios pelos processos corrosivos desencadeados por poluentes ácidos como o NO_x e o SO_2 .
- *Perdas de colheitas e impactes na biosfera*: a deposição ácida, a exposição ao ozono e ao SO_2 deterioram as colheitas assim como as florestas e demais ecossistemas.
- *Impactes na biodiversidade e ecossistemas (solo e águas/lençol freático)*: os impactes no solo e no lençol freático são causados principalmente pela eutrofização³² e acidificação devido à deposição de óxidos de azoto e à contaminação por metais pesados.

A abordagem normalmente utilizada para estimar os custos associados à poluição atmosférica é a do Percurso do Impacte ou *Impact Pathway Approach* (ver Figura 2), anteriormente descrita. A avaliação monetária requer a disponibilidade de informação sobre DEP/DEA, custos dos danos e custos de reparação.

Assim, o método de cálculo seguirá a fórmula apontada na Figura 39, em que os custos da poluição atmosférica dependem de duas variáveis: da emissão de poluentes (factor de emissão) e dos custos associados a estes.

³² Enriquecimento do meio aquático com nutrientes, sobretudo compostos de azoto e/ou fósforo, que provoque crescimento acelerado de algas e formas superiores de algas aquáticas perturbando o equilíbrio biológico e a qualidade das águas em causa.

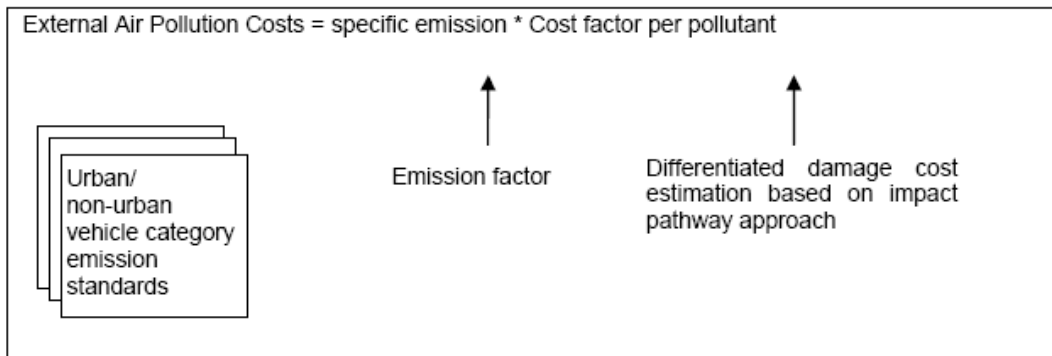


Figura 39- Cálculo dos custos externos da poluição atmosférica^[3]

4.3.1. Avaliação monetária dos custos da poluição

Os trabalhos mais recentes nesta secção são aqueles desenvolvidos pela HEATCO (2006)³³, CAFE CBA (2005)³³ e ExternE (2005)³⁴.

Na Tabela 15 são apresentados valores detalhados obtidos no âmbito da HEATCO^[11] para os efeitos na saúde, danos nas colheitas e em materiais/edifícios para a EU25. Tal como para o ruído e segundo a HEATCO, para se calcularem valores para um país Europeu em particular, foi assumido que a DEP variava de acordo com o respectivo PIB *per capita*; assim, o valor da DEP para um país específico é igual ao (valor médio europeu/PIB *per capita* na EU25*PIB *per capita* do país em estudo^[11]).

³³ Conduzido por Bickel P. et al.^[11]

³⁴ Citado por Maibach M. et al.^[3] e Holland M. et al.^[50]

Tabela 15- Valores monetários médios, na Europa para avaliar os impactes na saúde devidos à poluição
(€₂₀₀₂)^[11]

Impact	€₂₀₀₂ per unit
Human health, effects in respective units	
Acute mortality - Years of life lost due to acute exposure	60500
Chronic mortality - Years of life lost (YOLL) due to chronic exposure	40300
New cases of chronic bronchitis	153000
Hospital admissions (respiratory and attributable emergency cardiac)	1900
Restricted activity days	76
Minor restricted activity days; cough days; symptom days (lower respiratory symptoms including cough); days of lower respiratory symptoms (excluding cough); days of lower respiratory symptoms, including cough, in children in the general population, i.e. extra symptoms days	31
Days of bronchodilator usage	1.0
Crops, yield loss in decitonnes	
Barley – yield loss	6.3
Oats – yield loss	6.6
Potato – yield loss	9.6
Rice – yield loss	254.9
Rye – yield loss	18.3
Sugar beet – yield loss	6.6
Sunflower seed – yield loss	25.8
Tobacco – yield loss	3414
Wheat – yield loss	11.3
Fertiliser	53
Lime	1.8
Material, maintenance area in m²	
Galvanised steel	country specific (14 – 45)
Limestone	299
Mortar	33
Natural stone	299
Paint	13
Rendering	33
Sandstone	299
Zinc	27

Este estudo apresenta ainda valores de custos, por tonelada de emissão, para os modos rodoviário e ferroviário assim para alguns tipos de fábricas.

Na Tabela 16 é apresentado um resumo dos valores normalmente utilizados para a avaliação dos efeitos na saúde provocados pela poluição atmosférica segundo a CAFE CBA (2005)³⁵. Este estudo não inclui valores para os danos nas colheitas e materiais apenas avalia os impactes na saúde e no ozono.

³⁵ Citado por Maibach M. et al.^[3]

Tabela 16-Valores monetários para avaliar os efeitos na saúde da poluição atmosférica - €, a preços de mercado^[3]

Mortality	Based on median values (€)		Based on mean values (€)
Infant mortality	1,500,000/death		4,000,000/death
Value of statistical life	980,000/death		2,000,000/death
Value of a life year	52,000/death		120,000/year
Morbidity	Low (€)	Central (€)	High (€)
Chronic bronchitis	120,000/case	190,000/case	250,000/case
Respiratory, cardiac hospital admission		2,000/admission	
Consultations with primary care physicians		53/consultation	
Restricted activity day (day when person needs to stay in bed)		130/day	
Restricted activity day (adjusted)		83/day	
Minor restricted activity day		38/day	
Use of respiratory medication		1/day	
Symptom days		38/day	

4.3.2. Resultados

Como referido anteriormente uma avaliação rigorosa necessita de informação quer sobre emissões dos poluentes quer sobre os custos associados a estes. Dos principais poluentes (PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x, SO₂, COV e O₃), obtiveram-se para o transporte aéreo em Portugal (Lisboa, Porto e Faro), apenas dados relativamente aos representados na Figura 33^[23, 51].

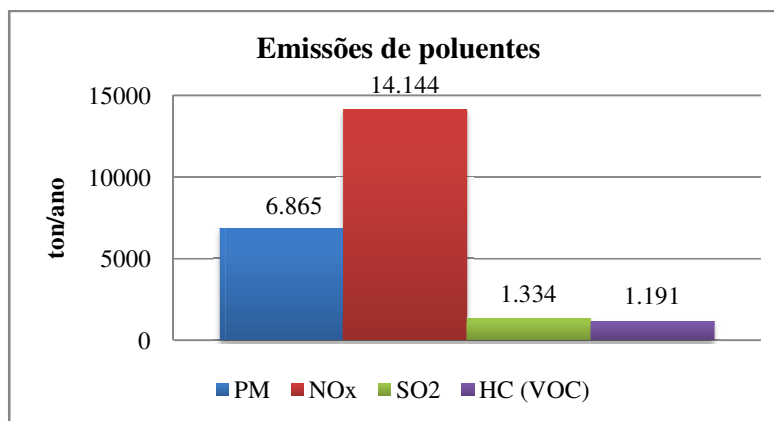


Figura 40-Emissões de poluentes originas pelo transporte aéreo em Portugal em 2000^[20, 51]

Para valores dos custos relacionados com cada poluente (€/ton) recorreu-se a uma ferramenta desenvolvida para a Comissão Europeia, denominada BeTa-MethodEx^[50]

que fornece estimativas dos custos externos por tonelada de emissão de vários poluentes para diferentes países na Europa. BeTa (the Benefits Table database) - MethodEx (Methods and data on environment and health externalities) tem como base principal os estudos desenvolvidos pela ExternE e CAFE/WHO^[50].

Na Tabela 17, encontram-se representados os valores obtidos para os custos externos de diferentes poluentes tendo como base as funções e valores da ExternE^[50].

Tabela 17-Custos externos por poluente com base na ExternE (€₂₀₀₀)^[50]

RESULTS (€/tonne),					
Effect / assumptions	NH₃	NO_x	PM_{2,5}	SO₂	VOC
Monetised damage, all core functions	1.544	483	20.284	1.901	287
Monetised damage, all core and sensitivity functions	1.612	543	21.248	1.949	501

Na Tabela 18, encontram-se representados os valores obtidos para os custos externos de diferentes poluentes tendo como base as funções e valores da CAFE/WHO^[50].

Tabela 18- Custos externos por poluente com base na CAFE/WHO (€₂₀₀₀)^[50]

RESULTS (€/tonne)					
Effect / assumptions	NH₃	NO_x	PM_{2,5}	SO₂	VOC
Monetised damage, all core functions	3.736	1.278	22.055	3.484	498
Monetised damage, all core and sensitivity functions	3.894	1.372	23.019	3.593	721

Realça-se que nestas tabelas aparece o NH₃, poluente cujos valores das emissões não se obtiveram para Portugal. Também aparecem os custos externos associados a PM_{2,5} (partículas cujo diâmetro é inferior a 2,5 micrómetros), muito embora os dados obtidos para as emissões em Portugal apenas se referissem a partículas (PM) no geral, sem especificar o diâmetro. Razões pelos quais os cálculos posteriores não incluem estes dois poluentes.

Uma vez tendo as quantidades de emissões (tons) dos poluentes associados ao transporte aéreo assim como os custos/toneladas, então, estavam reunidas as condições para efectuar os cálculos dos custos externos associados à poluição atmosférica em Portugal e relacionada precisamente com o transporte aéreo. Inicialmente determinaram-se os custos referentes ao ano 2000 (ano base) e posteriormente fez-se uma projecção até 2015.

Na Tabela 19, estão representados os resultados dos custos externos da poluição atmosférica em Portugal originada pelo transporte aéreo em torno dos aeroportos de Lisboa, Porto e Faro, em 2000, tendo como base as funções e valores de CAFE/WHO^[50].

Tabela 19- Custos externos da poluição atmosférica associados ao transporte aéreo em Portugal (Lisboa, Porto e Faro), em 2000 (CAFE/WHO)

Poluentes	Emissão (toneladas)	Custo/tonelada ³⁶ (€/ton)	Custo total (€)	Movimentos de aeronaves	Custo/movimento (€)
NOx	14.144	1.372	19.403.285,669	179.806	107,912
SO ₂	1.334	3.593	4.793.252,328	179.806	26,658
HC (COV)	1.191	721	858.316,886	179.806	4,774
Total	16.669		25.054.854,883	179.806	139,344

Tal como para as projecções feitas para os custos do ruído, foram efectuados os cálculos dos custos da poluição para os diferentes anos, tomando em atenção que:

$$\text{Custos}_{\text{Ano } x} = \text{Custo/movimento}_{2000} * \text{Movimentos}_{\text{Ano } x}$$

Na Figura 41, estão representados os custos externos associados às emissões de NOx, para Portugal (Lisboa, Porto e Faro) entre 2000-2015. Comparativamente aos outros poluentes, estes custos são consideravelmente superiores. Isto, deve-se à grande quantidade de NOx emitida pelos motores das aeronaves, em relação aos restantes poluentes considerados. Da mesma forma que nos cálculos para o ruído, os resultados aparecem divididos em: custo total e o custo total incluindo uma taxa de redução da poluição. Esta taxa refere-se a uma projecção feita pela IATA^[34] de que, até 2020, a eficiência energética aumentará em cerca de 25%, o que significa uma redução das emissões poluentes de 1,25% ao ano!

³⁶ Valores da Tabela 18, referentes aos custos mais elevados. Aliás, os valores da Tabela 18 são todos mais elevados que os respectivos da Tabela 17.

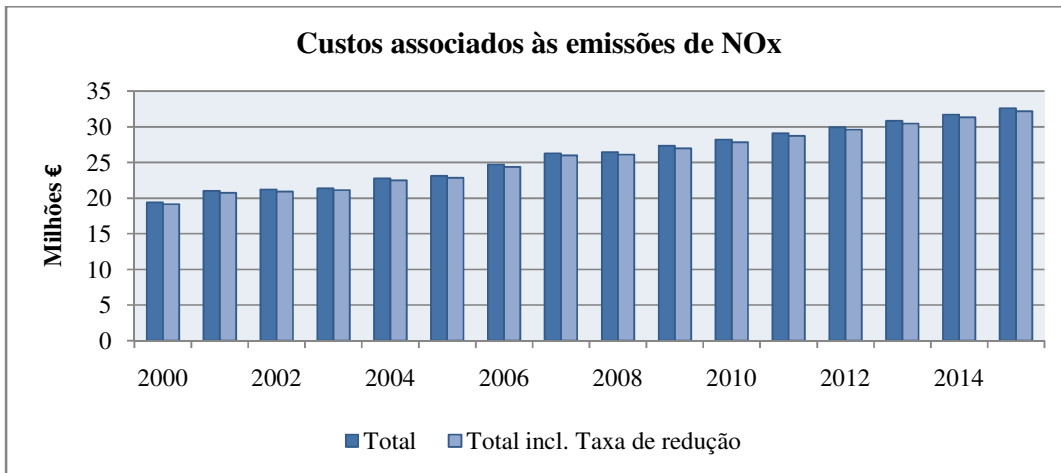


Figura 41-Custos externos associados às emissões de NOx em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO)

Os custos associados com as emissões de SO₂ (Figura 42) são bastantes inferiores às do NOx. Embora, os custos/tonelada deste poluente sejam consideravelmente superiores, as emissões são também consideravelmente inferiores.

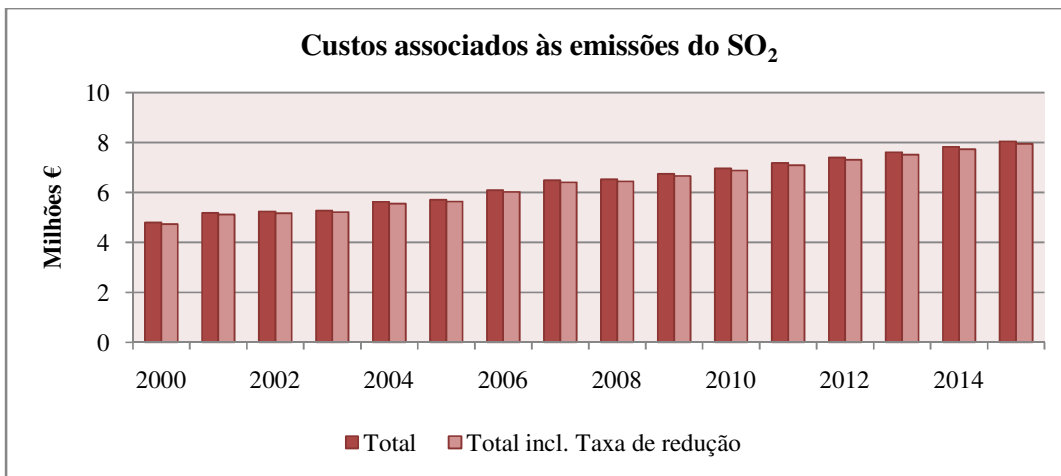


Figura 42-Custos externos associados às emissões de SO₂ em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO)

Por fim, são apresentados os custos externos da poluição associados às emissões de Hidrocarbonetos (Figura 43). Estes valores são significativamente inferiores aos dos restantes poluentes, porque quer as emissões quer os custos/toneladas são muito inferiores.

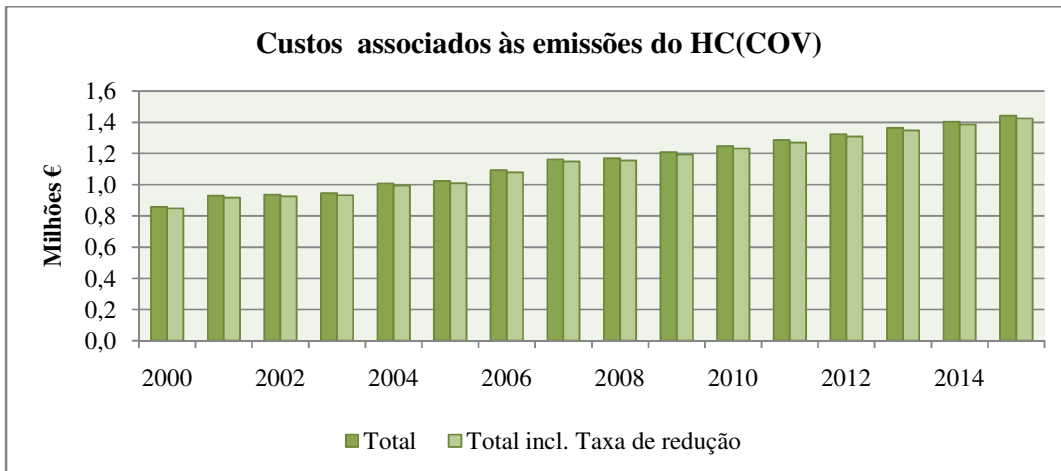


Figura 43- Custos externos associados às emissões de HC (COV) em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO)

Na Figura 44, apresentam-se os custos externos totais da poluição atmosférica associados ao transporte aéreo em Portugal (Lisboa, Porto e Faro). Note que, segundo o estudo da INFRAS/IWW (2004)^[20], no ano 2000, os custos externos da poluição atmosférica associados ao transporte aéreo de passageiros e mercadorias na EU17, correspondiam a cerca de 4.235 milhões de €. Neste mesmo ano, para Portugal, estes custos totais correspondiam a cerca de 25 milhões de €, valor que ainda assim representava 0,59% do total calculado para EU17.

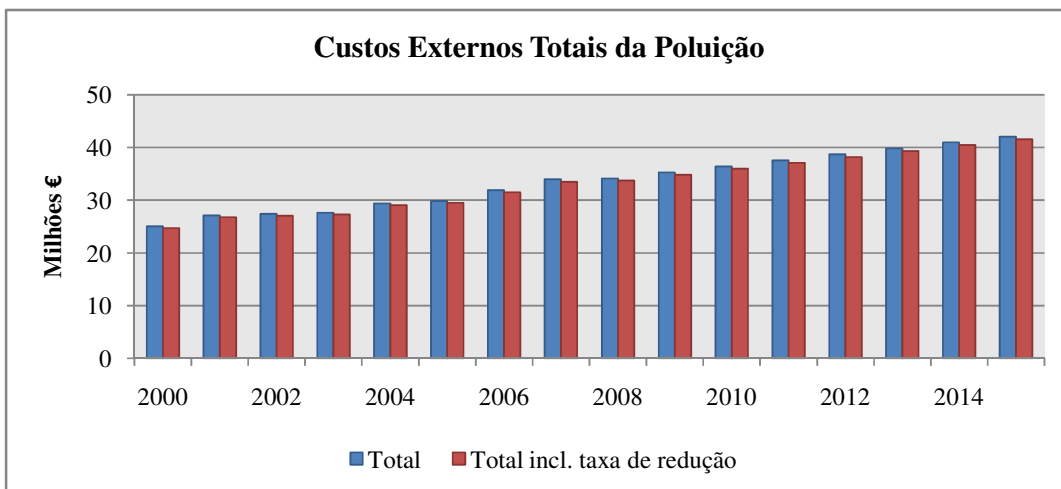


Figura 44- Custos externos totais da poluição associados ao transporte aéreo em Lisboa Porto e Faro (CAFE/WHO)

Na Tabela 20, estão representados os resultados dos cálculos dos custos externos da poluição em Portugal, para o ano 2000, tendo como base agora as funções e valores da ExternE^[50].

Tabela 20- Custo externos da poluição para Portugal (Lisboa, Porto e Faro) em 2000 (ExternE)

Poluentes	Emissão (toneladas)	Custo/tonelada (€/ton)	Custo total (€)	Movimentos de aeronaves	Custo/movimento (€)
NOx	14.144	543	7.676.044,840	179.806	42,691
SO2	1.334	1.949	2.599.499,624	179.806	14,457
HC (VOC)	1.191	501	596.362,792	179.806	3,317
Total	16.669		10.871.907,256	179.806	60,465

Como se pode notar, os valores dos custos/movimento tendo agora por base a ExternE são bastantes inferiores àqueles com base nas funções e valores da CAFE/WHO. As curvas dos custos com base em ExternE exibem um comportamento semelhante às curvas com base em CAFE/WHO mas com valores substancialmente inferiores. Por isso, são apresentados apenas na Figura 45, os custos totais da poluição atmosférica.

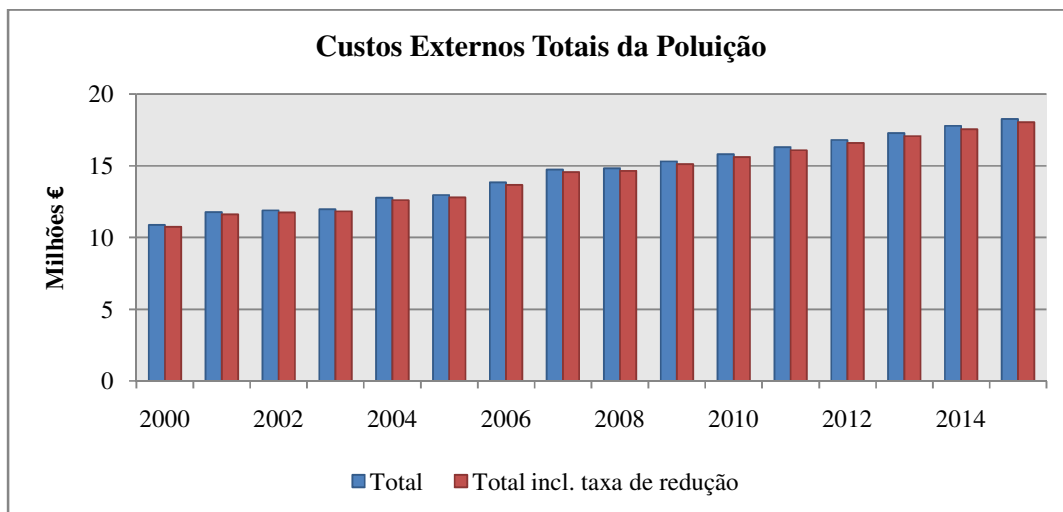


Figura 45- Custos externos totais da poluição atmosférica associados ao transporte aéreo em Lisboa Porto e Faro (ExternE)

4.4. Ruído, Poluição atmosférica e orçamento de Estado

De modo a perceber a relevância destes custos externos do ruído e da poluição atmosférica, pensou-se em verificar qual o peso respectivo no orçamento do Estado Português para a Saúde. Assim, recorrendo aos dados estatísticos disponíveis (1998 a 2008)^[52] calcularam-se as projecções até 2015 do orçamento de Estado para a saúde (Anexo IV, Figura 46).

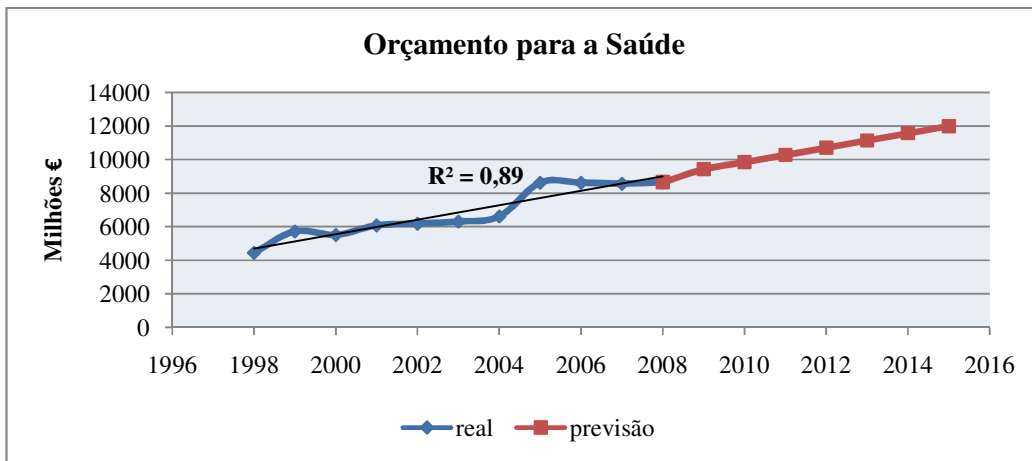


Figura 46-Orçamento do Estado Português para a saúde^[52]

Verificou-se (Figura 47, Anexo V) que se estes custos do ruído e da poluição com base em CAFE/WHO fossem integrados nos orçamentos do Estado para a Saúde, representariam, em média, cerca de 0,89% do total. Por outro lado, usando os valores dos custos do ruído e da poluição com base em ExternE, eles representariam em média, cerca de 0,67% do total. Embora estes valores possam ser relativamente pequenos, (Figuras 38, 44 e 45), são consideráveis em termos absolutos e ainda falta acrescentar que tanto os custos do ruído como os da poluição atmosférica poderão estar estimados por defeito, uma vez que englobam apenas os aeroportos de Lisboa, Porto e Faro e abrangem apenas três poluentes.

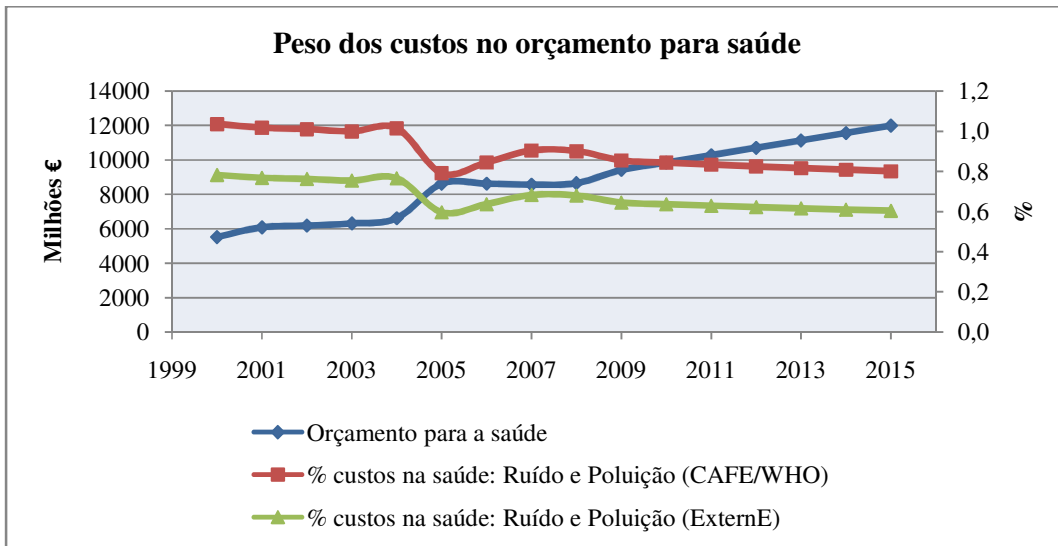


Figura 47-Peso dos custos do ruído e da poluição atmosférica no orçamento do Estado Português para a Saúde

4.5.Caso do Transporte Aéreo em Cabo Verde

Um dos objectivos deste trabalho consistia em verificar a aplicabilidade das conclusões anteriores ao caso do Transporte Aéreo em Cabo Verde. Ao longo da revisão bibliográfica verificou-se no entanto que este objectivo poderia estar comprometido, visto que estudos do género exigem informações bastante específicas e a nível mundial são poucos os países que as possuem. Por exemplo, no caso de Portugal, os valores dos custos de ruído/ foram calculados a partir de valores médios Europeus estudados para noutros países. Assim, de modo a podermos calcular os custos de ruído e poluição atmosférica em Cabo Verde foram estimados alguns dados tendo como base valores fixados para Portugal.

Tal como para Portugal, os cálculos referem aos aeroportos internacionais de Lisboa, Porto e Faro, assim, para Cabo Verde, os cálculos referem ao aeroporto internacional do Sal pois reunia as melhores condições para se poder efectuar os cálculos.

4.5.1. Custos do Ruído

Da mesma forma que para Portugal, determinaram-se os custos/movimento para Cabo Verde no ano 2000, valores que serviram de base para as projecções até 2015. Para isso, e devido à falta de dados, foram assumidas as seguintes condições:

- Os custos/pessoa (saúde e DEP) seriam iguais,
- A população afectada pelo ruído corresponderia a toda população residente perto do aeroporto do Sal, ou seja, a residente na Vila dos Espargos, cerca de 5.456 pessoas,
- A distribuição das pessoas afectadas em Cabo Verde (Ilha do Sal/Vila dos Espargos) pelos diferentes níveis de ruído foi efectuada com base na mesma proporção do número total de pessoas afectadas nos diferentes níveis em Portugal.

Assim, obtiveram-se os seguintes valores para os custos totais do ruído em Cabo Verde no ano 2000 (Tabela 21):

Tabela 21- Custo externos do ruído para Cabo Verde em 2000

Níveis	Pessoas afectadas Portugal	% Pessoas afectadas Portugal	Pessoas afectadas Sal	Custos/pessoa (€)	Custo total (€)	Movimentos de aeronaves	Custo/Movimento (€)
]55-60]	120.000	42,86	2.338	70,947	165.894,888	14.692	11,292
]60-65]	90.000	32,14	1.754	115,289	202.184,395	14.692	13,762
]65-70]	40.000	14,29	779	159,631	124.421,166	14.692	8,469
]70-75]	20.000	7,14	390	243,512	94.899,940	14.692	6,459
]75-80]	10.000	3,57	195	307,068	59.834,484	14.692	4,073
Total	280.000	100,00	5.456		647.234,874	14.692	44,054

Para a determinação das projecções dos custos do ruído também foi necessário calcular as previsões de movimentos de aeronaves (2006-2015), cujos resultados se encontram na Figura 48 (Anexo VI).

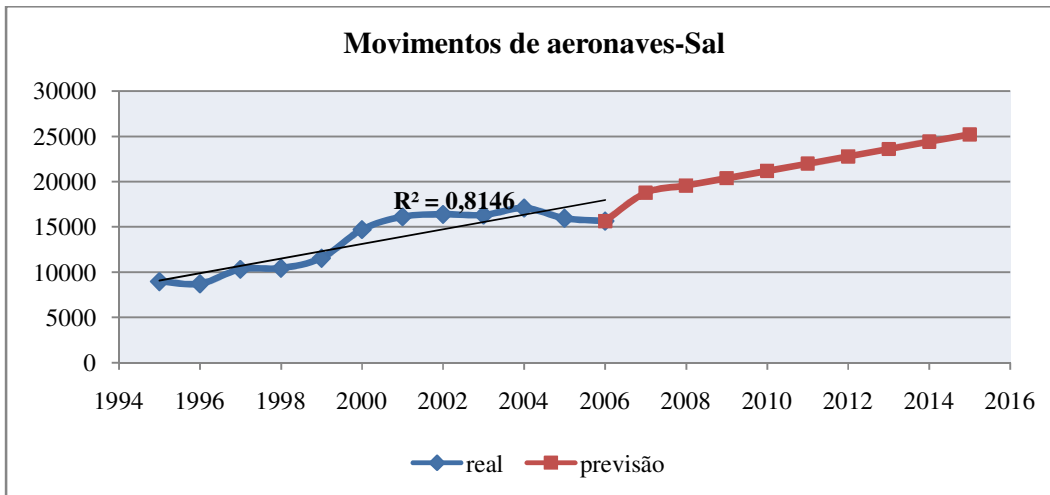


Figura 48-Movimentos de aeronaves no aeroporto do Sal, 1995-2015^[53]

A seguir são apresentados os custos do ruído por níveis (Figuras 49 a 53) que exibem um comportamento semelhante ao de Portugal, embora com valores muito inferiores. Entre 2005 e 2006, há que registar uma pequena diminuição nos custos porque ocorre também uma ligeira diminuição nos movimentos de aeronaves (Anexo VII).

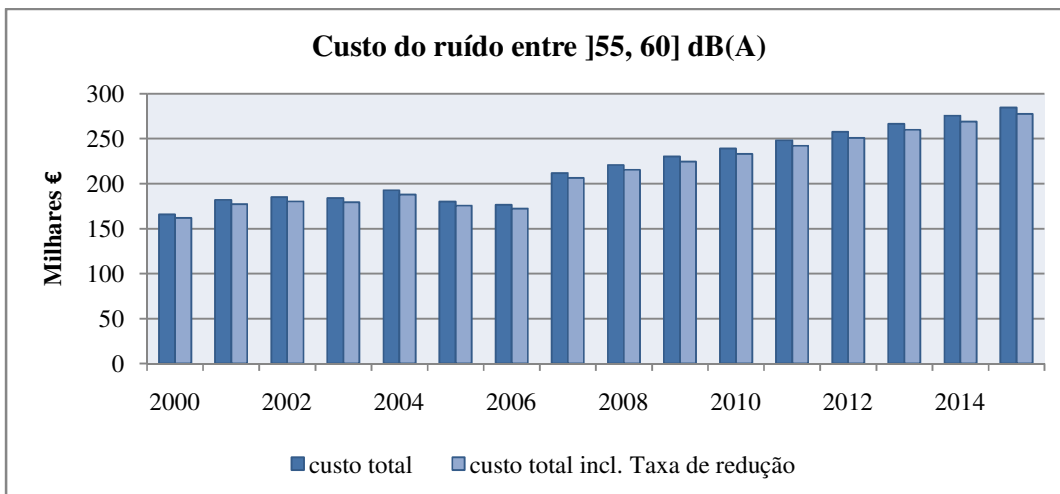


Figura 49- Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde, entre]55, 60] dB(A)

Os valores dos custos do ruído entre os]60, 65] dB(A) (Figura 50) são os mais elevados pelo facto deste intervalo ter um maior número de pessoas afectadas relativamente aos níveis posteriores, embora, com custos/pessoa inferiores. O intervalo anterior de]55, 60] dB(A) (Figura 49), afecta o maior número de pessoas, é certo, mas, os custos/pessoa são inferiores aos demais intervalos de ruído.

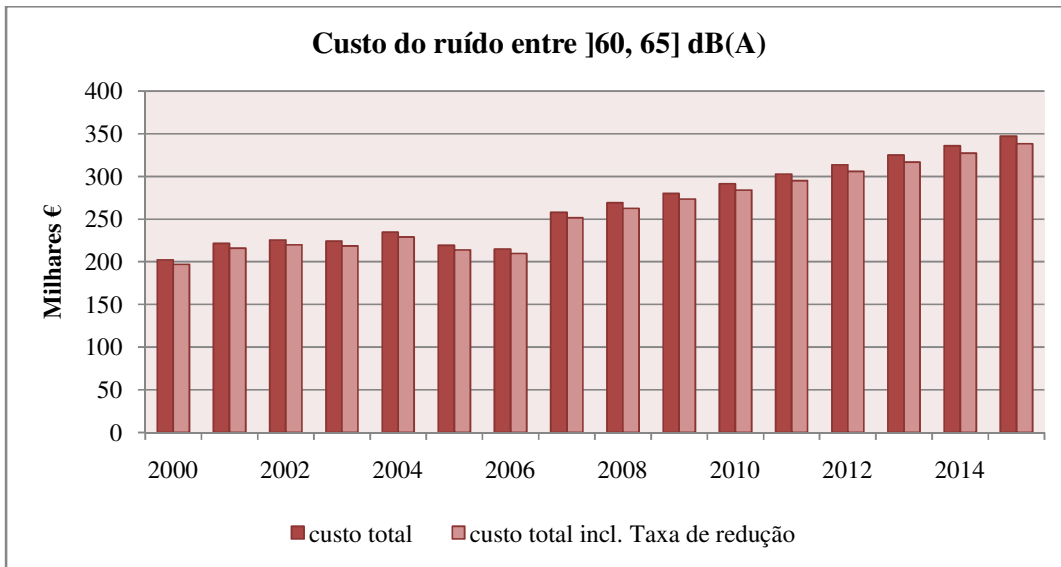


Figura 50- Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre [60, 65] dB(A)

Entre os [65, 70] dB(A) (Figura 51), os custos diminuem e para níveis inferiores aos do intervalo [55, 60] dB(A), pois há uma grande queda no número de pessoas afectadas, ainda que os custos/pessoa sejam superiores.

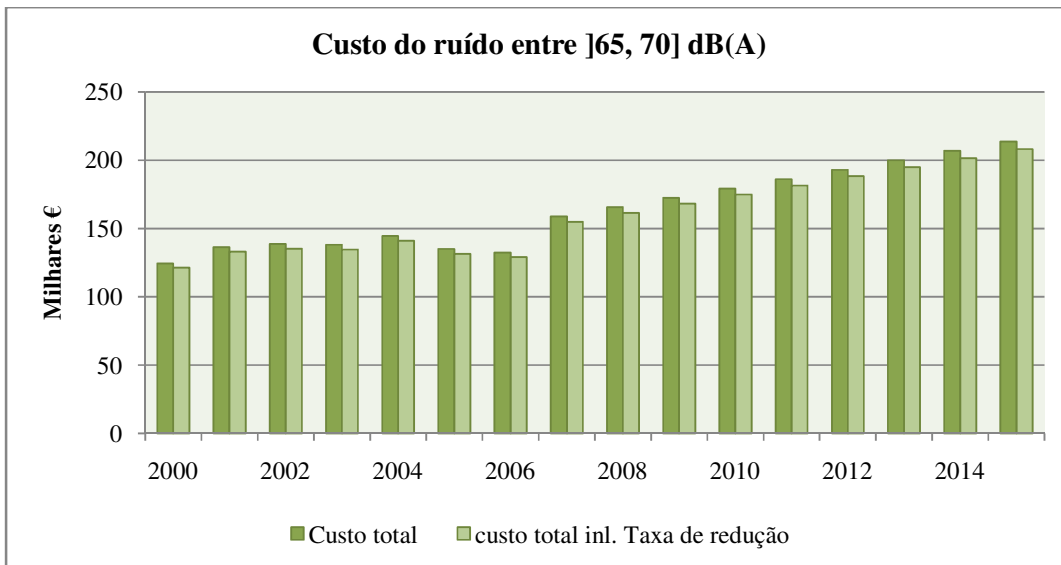


Figura 51- Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre [65, 70] dB(A)

Nos intervalos de ruído mais elevados (Figuras 52 e 53), os custos continuam a diminuir, pois, o número de pessoas afectadas também vai diminuindo, e o aumento dos custos/pessoa não é suficiente para inverter a tendência.

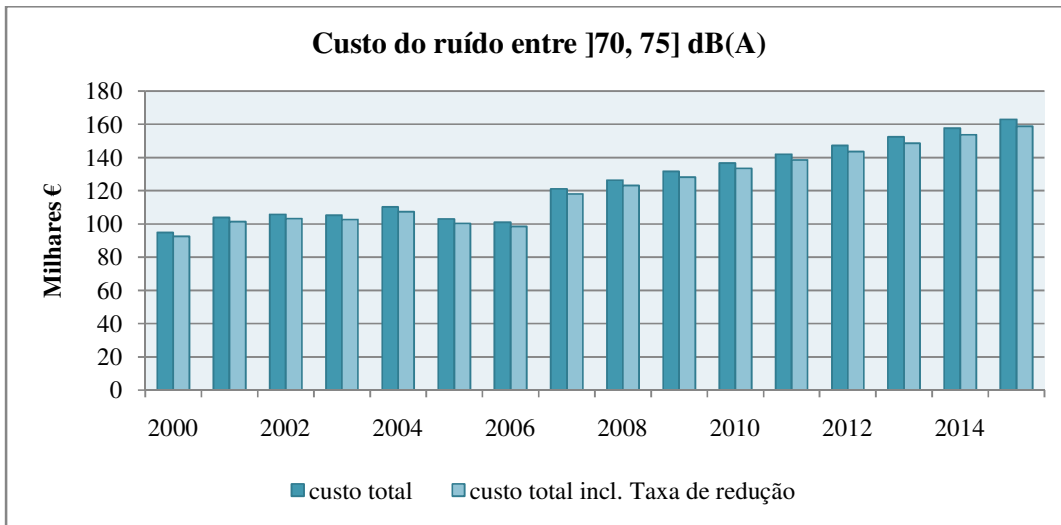


Figura 52- Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre [65, 70] dB(A)

Por fim, no intervalo (Figura 53) que maior impacte tem nas populações (307 €/pessoa), os custos são inferiores aos verificados entre os [60, 65] dB(A) pois o número de pessoas afectadas também é bastante reduzido, isto é, apenas 195 indivíduos.

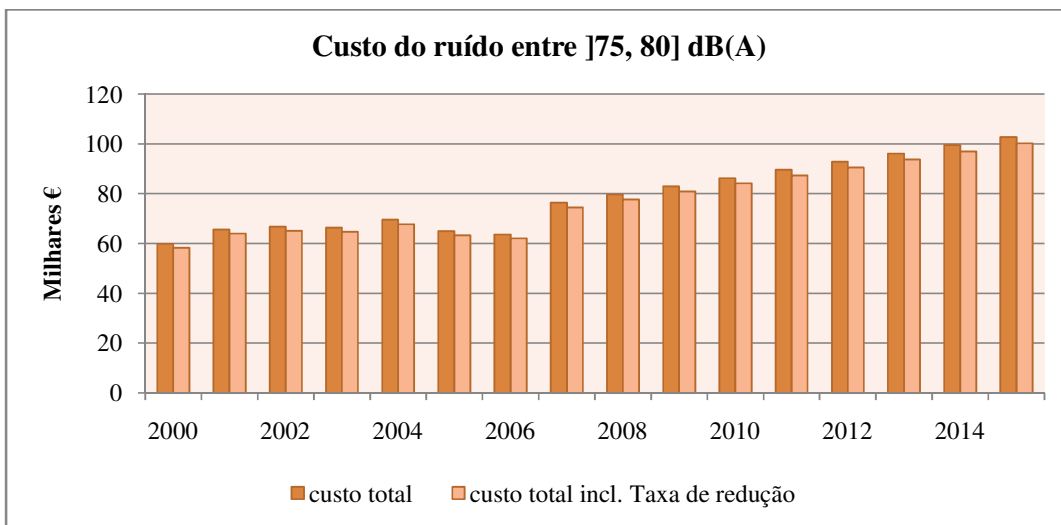


Figura 53- Custo externo do ruído gerado no Sal, Cabo Verde entre [65, 70] dB(A)

Na figura 54, são apresentados os custos totais do ruído associados com o Transporte Aéreo em Cabo Verde (Ilha do Sal). Valores que terão um maior impacte no orçamento da saúde deste país do que os encontrados para Portugal. Estes valores corresponderão, em média, a cerca de 4,7% do orçamento da Saúde de Cabo Verde (Anexo X), enquanto

que para Portugal, os custos respectivos correspondem em média a cerca de 0,5% (Anexo V).

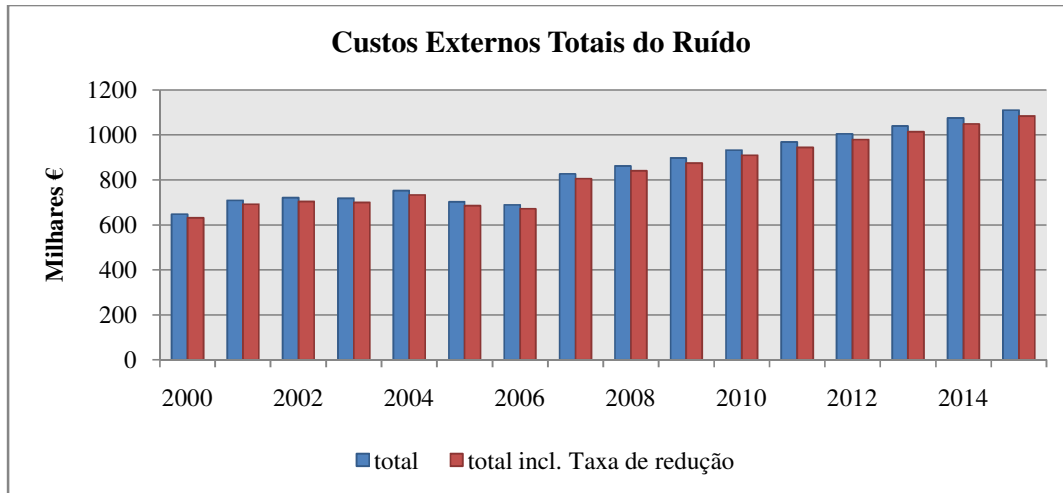


Figura 54-Custos externos totais do ruído gerado pelas aeronaves no Sal, Cabo Verde

4.5.2. Custos da Poluição atmosférica

De forma análoga aos cálculos dos custos da poluição atmosférica em Portugal procurou-se também aplicar estes cálculos ao caso do Transporte Aéreo em Cabo Verde. Os cálculos da poluição atmosférica dependem de duas bases de funções e dados: CAFE/WHO e ExternE, de acordo com a ferramenta *BeTa-MethodEx*^[50]. O cálculo dos custos totais da poluição depende da determinação dos custos/movimento de um ano base (2000), a partir do qual são feitas as previsões dos custos. Tal como nos cálculos dos custos do ruído, a falta de dados em Cabo Verde fez com que fossem procuradas alternativas tendo por base os valores estimados para Portugal. A metodologia³⁷ utilizada para efectuar os cálculos foi, recorrendo aos valores dos

³⁷ Uma das metodologias testadas consistiu em aplicar uma relação directa entre os movimentos de aeronaves em Portugal e Cabo Verde e as emissões dos poluentes. Os custos/movimento (CAFE/WHO) foram semelhantes aos de Portugal, e assim, o impacte médio no orçamento para a saúde em Cabo Verde, entre 2000 e 2015, seria de 15%. Valor considerado elevado, tendo em conta, por exemplo, que para Portugal, o valor médio estimado era de 0,4%.

Outra metodologia utilizada consistiu em relacionar as emissões dos poluentes e o número de pessoas afectadas, tendo por base as pessoas afectadas pelo ruído das aeronaves, tanto em Portugal como em Cabo Verde. Os valores obtidos dos custos/movimento (CAFE/WHO) foram considerados mais realistas, uma vez que o impacte médio no orçamento para a saúde em Cabo Verde corresponderia a cerca de 3,3%. Mas devido a incertezas relacionados com o número de pessoas afectadas pelos poluentes, esta metodologia foi abandonada.

custos/movimento encontrados em Portugal, aplicar uma correspondência directa entre estes custos e os movimentos de aeronaves nos dois países (Anexos I e VI).

Na Tabela 22, são apresentados os custos/movimento relacionados com a poluição atmosférica (CAFE/WHO) para Cabo Verde (Sal, aeroporto).

Tabela 22- Custos/movimento (CAFE/WHO) da poluição atmosférica em Cabo Verde (Sal) associado ao transporte aéreo, em 2000

Poluentes	Emissão (toneladas)	Custo/tonelada (CAFE/WHO) (€/ton)	custo/movimento (Portugal) (€)	custo/movimento (Cabo Verde) (€)
NOx	14.144	1.372	107,912	8,818
SO2	1.334	3.593	26,658	2,178
HC (VOC)	1.191	721	4,774	0,390
Total	16.669		139,344	11,386

Os resultados dos custos associados às emissões³⁸ de NOx são os apresentados na Figura 55. Estes valores são os mais elevados de entre os demais poluentes.

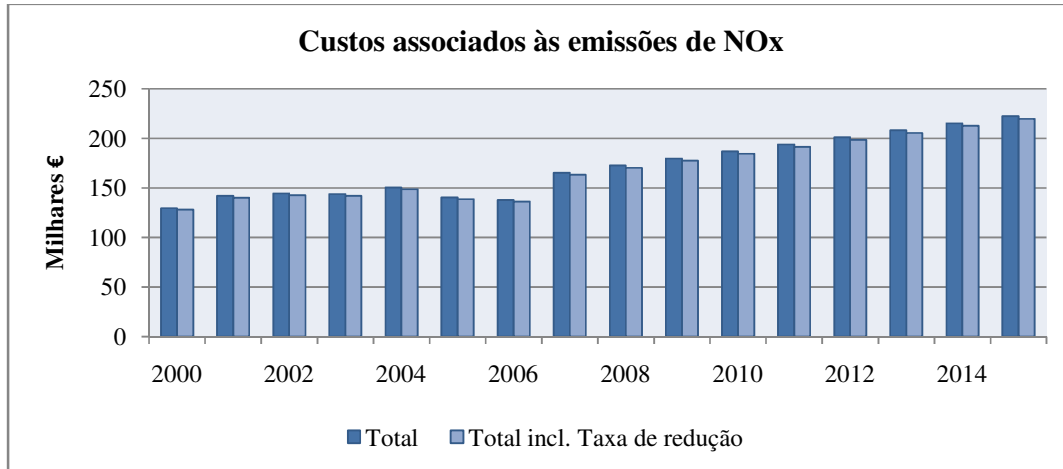


Figura 55- Custos externos associados às emissões de NOx para Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO)

Os custos associados às emissões de SO₂ (Figura 56) são significativamente inferiores aos verificados para as de NOx.

³⁸ Os resultados relativos aos custos externos da poluição atmosférica em Cabo Verde (Ilha do Sal, Aeroporto) constam do Anexo VIII.

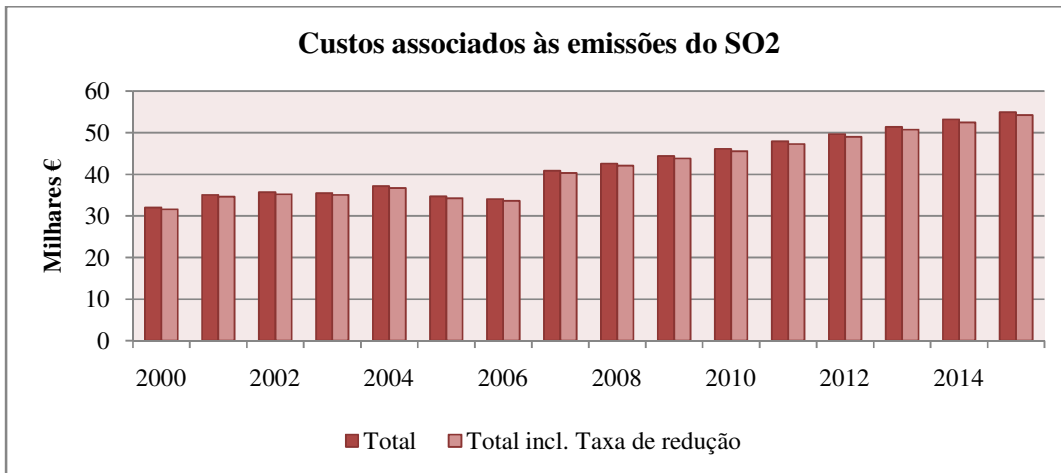


Figura 56- Custos externos associados às emissões de SO₂ para Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO)

Na Figura 57 são apresentados os custos das emissões do HC (COV), que são também consideravelmente inferiores aos verificados para as de SO₂.

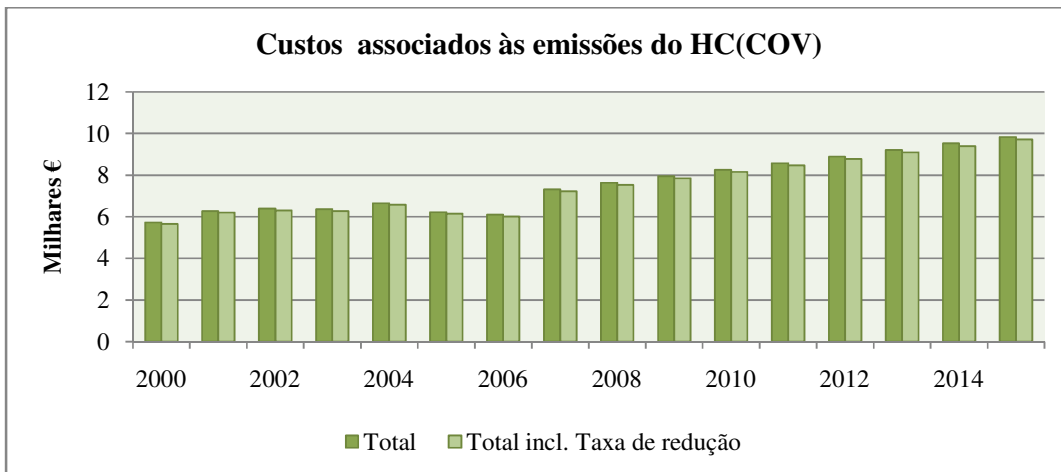


Figura 57- Custos externos associados às emissões de HC (COV) para Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO)

A soma dos custos associados a estes três poluentes (Figura 58) é, obviamente bastante diferente da encontrada para Portugal. Se estes valores fossem considerados no orçamento do Estado Caboverdeano para a Saúde teriam um peso médio de 1,23% (Anexo X). Para Portugal estes custos representam em média cerca de 0,39% (Anexo V).

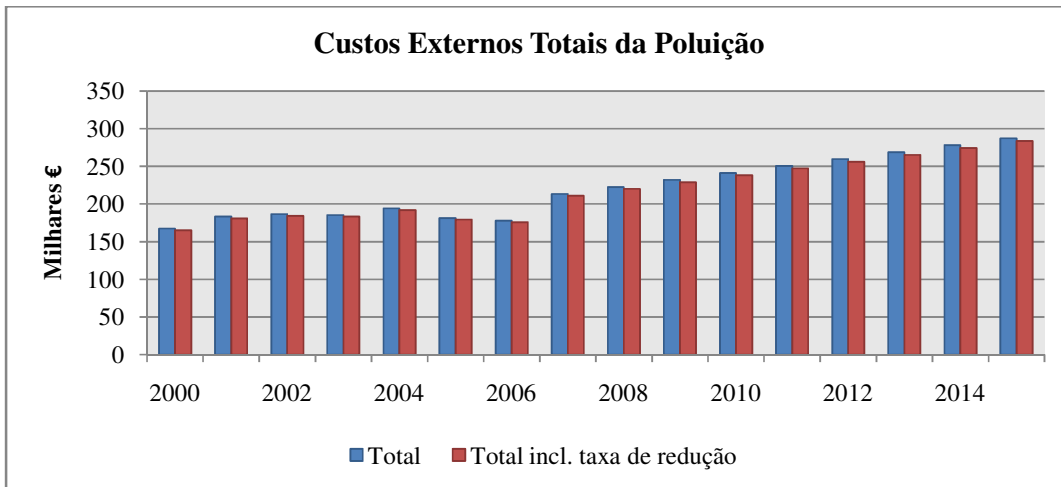


Figura 58-Custos externos totais da poluição associados ao transporte aéreo em Cabo Verde (Sal) (CAFE/WHO)

Na Tabela 23, são apresentados os resultados dos cálculos dos custos/movimento da poluição atmosférica para Cabo Verde segundo a ExternE. Valores que analogamente aos calculados com base em CAFE/WHO foram utilizados para efectuar as projecções dos custos externos da poluição atmosférica.

Tabela 23- Custos/movimento (ExternE) da poluição atmosférica em Cabo Verde (Sal), associados ao transporte aéreo, em 2000

Poluentes	Emissão (toneladas)	Custo/tonelada (ExternE) (€/ton)	Custo/movimento (Portugal) (€)	Custo/movimento (Cabo Verde) (€)
NOx	14.144	543	42,691	3,488
SO2	1.334	1.949	14,457	1,181
HC (VOC)	1.191	501	3,317	0,271
Total	16.669		60,465	4,941

Como se pode notar, os valores dos custos/movimento tendo por base a ExternE são bastantes inferiores àqueles com base nas funções e valores da CAFE/WHO. As curvas dos custos com base em ExternE exibem um comportamento semelhante às curvas com base em CAFE/WHO mas com valores substancialmente inferiores. Por isso, são apresentados apenas na Figura 59, os custos externos totais da poluição atmosférica.

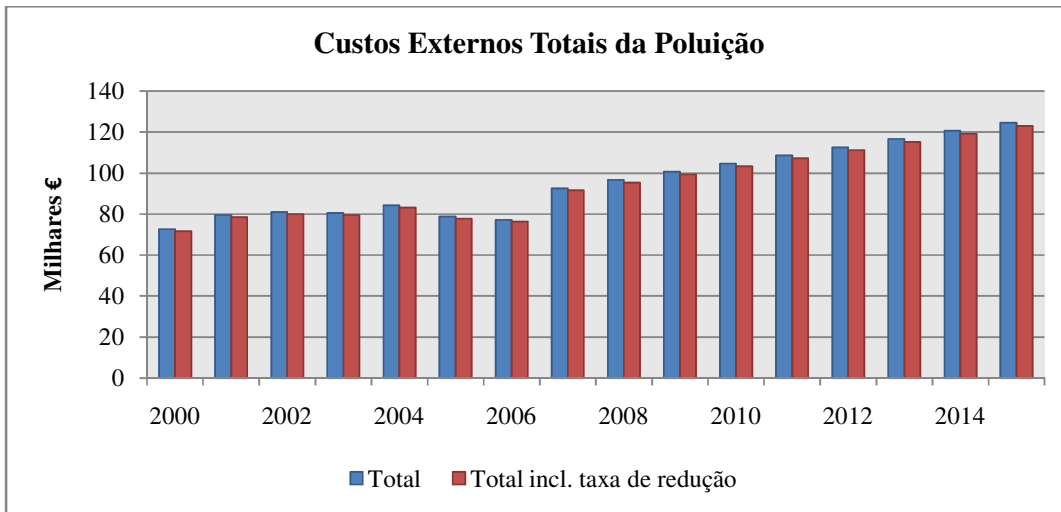


Figura 59- Custos externos totais da poluição associados ao transporte aéreo em Cabo Verde (ExternE)

4.5.3. Ruído, Poluição atmosférica e orçamento de Estado

De modo a perceber a relevância destes custos externos do ruído e da poluição atmosférica, tal como para o caso de Portugal, recorreu-se ao orçamento do Estado Caboverdeano para a Saúde para tentarmos perceber qual o peso que estes custos teriam. Assim, recorrendo aos dados estatísticos disponíveis^[54, 55], calcularam-se as previsões até 2015 do orçamento de Estado para a Saúde (Figura 60, Anexo IX).

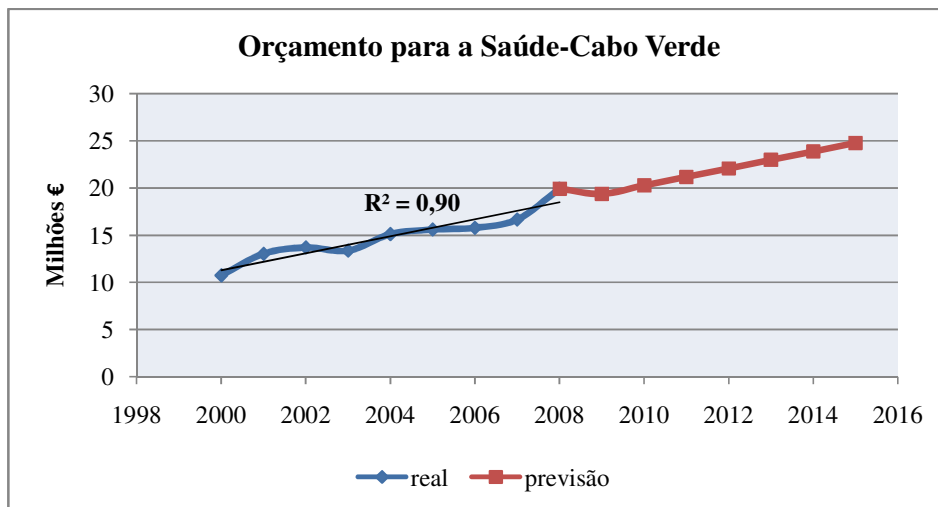


Figura 60-Orçamentos do Estado Caboverdeano para a Saúde^[54, 55]

Verificou-se (Figura 61, Anexo X) que se estes custos do ruído e da poluição com base em (CAFE/WHO) fossem integrados nos orçamentos do Estado para a Saúde, representariam, em média, cerca de 5,93% do total. Por outro lado, usando os valores dos custos do ruído e da poluição com base em ExternE, eles representariam em média, cerca de 5,23% do total. Comparando com os resultados obtidos para Portugal, nota-se que aqui estes valores têm maior peso no orçamento de Estado para a Saúde: enquanto que para Portugal os valores não alcançam 1%, em Cabo Verde são de quase 6%. É de realçar, no entanto que estes valores poderão estar estimados por excesso, uma vez que têm por base não só informação de custos na saúde e DEP para a redução do ruído e da poluição, mas também emissões de poluentes e número de pessoas eventualmente afectadas em Portugal. País com maior número, quer de movimentos de aeronaves nos principais aeroportos do continente (Lisboa, Porto e Faro), quer de população que habita em seu redor.

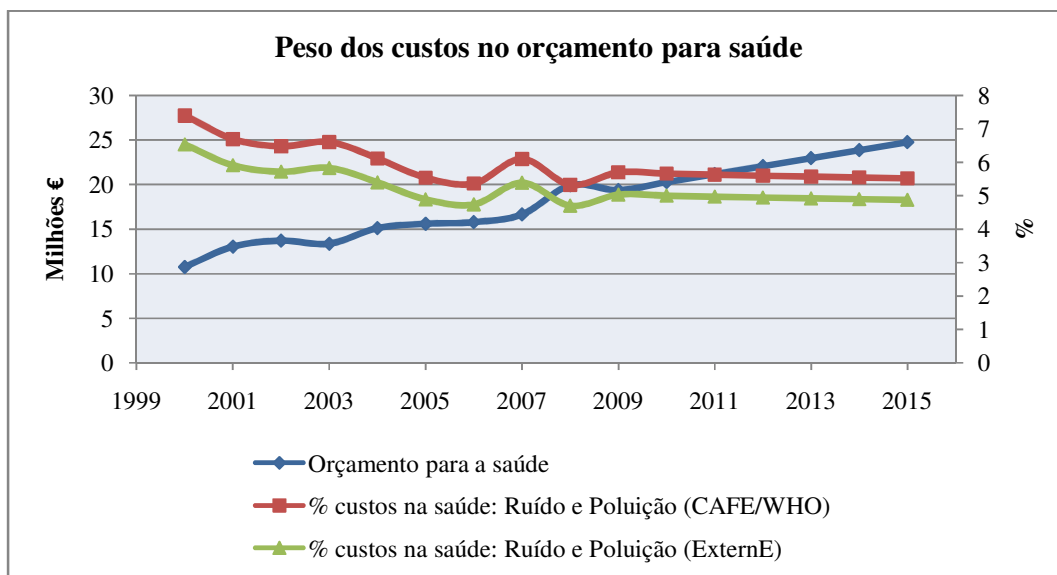


Figura 61- Peso dos custos do ruído e da poluição atmosférica no orçamento do Estado Caboverdeano para a Saúde

4.6. Conclusões

Os cálculos dos custos externos do ruído e da poluição atmosférica exigem um elevado número de informação, e um conhecimento exaustivo sobre as diversas metodologias,

fazendo com que todo o processo seja bastante meticuloso. A falta de estudos específicos sobre cada país assim como a escassez de dados que permitam tais cálculos tornam ainda mais difícil este processo. No caso de Portugal, a maioria dos dados foi obtida através de estudos realizados a nível Europeu que também estimaram estes dados para Portugal a partir de informação noutros países; pois, ainda não se encontram disponíveis em Portugal estudos que englobam o cálculo destas externalidades.

Os resultados obtidos para Portugal indiciam uma provável estimação por defeito, uma vez que, por exemplo, quando comparados com os obtidos por INFRAS/IWW (2004)^[20] na EU17, os custos totais do ruído em Portugal representam apenas 1,1% dos custos totais do ruído na EU17, e os custos totais da poluição atmosférica representam apenas 0,6% dos custos totais da poluição atmosférica na EU17. Daí também, provavelmente, o pequeno impacte no orçamento de Estado para a Saúde. Note-se também que os resultados englobam apenas os aeroportos de Lisboa, Porto e Faro, portanto os valores dos custos do ruído estão limitados em termos de número de pessoas afectadas; e ainda que os custos da poluição atmosférica apenas englobam três poluentes.

Os resultados obtidos para Cabo Verde, como têm por base dados estimados para Portugal, poderão estar estimados por excesso. Como se pôde notar na Figura 61, o impacte no orçamento da de Estado da Saúde é bastante superior ao impacte dos custos externos em Portugal (ainda que não exista nenhuma relação entre os orçamentos). Note-se também que apenas englobam o aeroporto do Sal. Mas, como foi referido anteriormente, a falta de dados definiu, desde o início, o processo dos cálculos, contudo, pensa-se que estes resultados poderão servir como um primeiro vislumbre dos custos destas externalidades em Cabo Verde e ainda como “plataforma de lançamento” para análises futuras mais detalhadas, com base em dados estimados no terreno que reflectam com maior fidedignidade tais impactes.

Capítulo V. Conclusões

5.1. Síntese da dissertação

No capítulo 2 comprovou-se o rápido desenvolvimento que o transporte aéreo tem vindo a verificar, tornando-se indubitavelmente num meio imprescindível ao desenvolvimento económico e social, com benefícios internos e externos que se estendem não só à escala local como à escala global. Da análise aos benefícios viu-se que o transporte aéreo gera riqueza, emprego, incentivando o comércio, o turismo e novas formas de negócio, aumenta a qualidade de vida das pessoas e promove a integração social. No entanto, estes benefícios são acompanhados por custos externos que também tem crescido com o rápido crescimento do tráfego aéreo. De acordo com INFRAS/IWW (2004)^[20], os custos externos associados ao transporte aéreo em 2000 correspondiam a cerca de 91 mil milhões de € na EU17, dos quais se destacavam os custos do ruído e das emissões de poluentes. Esta é uma das razões pelo qual esta dissertação se dedicou à análise dos custos externos associados ao ruído e à poluição atmosférica. A análise dos efeitos na saúde provocados pelo ruído e pelas emissões poluentes demonstrou que podem ter impactes graves, daí, a necessidade em combater estes problemas. Um facto importante é que as aeronaves actuais reduziram em 75% a incomodidade do ruído gerada por aeronaves de há 30 anos atrás, assim como, relativamente às emissões se viu que nos últimos 40 anos, as aeronaves aumentaram a eficiência energética em 70%. E ainda com base nestes desenvolvimentos, espera-se que até 2020, o ruído diminua em 50% e a eficiência energética dos motores aumente em 25%. Muitas destas melhorias têm sido coordenadas mundialmente pela ICAO incentivando a aplicação de medidas importantes relativamente à regulamentação das aeronaves, ao planeamento e gestão do uso de terrenos, aos procedimentos operacionais e às restrições operacionais. Embora, os valores associados aos custos externos do transporte aéreo sejam elevados, o facto é que comparando-os com os de outros modos, principalmente o rodoviário, vê-se que a aviação contribui com uma pequena parte para o total do sector dos transportes. Por exemplo, do estudo supracitado^[20], concluíam-se que os valores dos custos externos da aviação correspondiam apenas a 14% do total dos custos associados ao transporte.

No terceiro capítulo, viu-se que actualmente têm aumentado as críticas em tornos dos impactes ambientais causados pelo transporte aéreo e uma das razões prende-se com o facto da indústria do transporte aéreo estar a crescer muito mais rapidamente do que consegue produzir e introduzir tecnologias e avanços operacionais que consigam reduzir os impactes ambientais. A própria indústria avançou com uma estratégia, denominada dos 4 pilares: investimento na tecnologia, melhoria das infra-estruturas, melhoria das operações de aeronaves e implementação de instrumentos económicos, considerada por muitos, como a solução para os problemas ambientais. Na última cimeira sobre a aviação e ambiente promovida pela IATA, ATAG e outros foram destacadas duas principais áreas de acção: **Investigação e Desenvolvimento** na tecnologia (por exemplo: combustíveis alternativos, novos materiais, novos *designs* da estrutura das aeronaves) e **Melhoramento da Gestão do Espaço Aéreo** (por exemplo: implementação das novas tecnologias CNS/ATM, Céu Único Europeu). Os instrumentos baseados no mercado são apontados como boa parte da solução mas a indústria apela a mais estudos sobre o assunto enquanto que a tendência política e os ambientalistas defendem, a sua implementação, o mais breve possível, alegando que as medidas adoptadas até agora pela aviação não têm conseguido limitar os efeitos ambientais ao nível desejado. Um dos instrumentos económicos mais recente e controverso é a integração da aviação no comércio de licenças de emissão que conta com uma forte objecção por parte da aviação mas encontra um forte apoio pela Comissão Europeia que propôs a integração da aviação no Regime Europeu de Comércio de Licenças de Emissão de Gases com Efeito de Estufa e que espera essa integração na segunda fase RCLE EU (2008-2012).

O principal objectivo deste estudo era a avaliação monetária dos custos de ruído e de poluição atmosférica, a que dedicamos o Capítulo 4. Esta avaliação revelou-se um grande desafio devido aos seguintes pontos:

- ✓ Embora há já algum tempo que este assunto é discutido, há diversas metodologias que exigem informação específica, em quantidade e em qualidade aliadas a muitas incertezas que dificultam, de certa forma, a escolha da mais adequada. A evolução nos estudos destas metodologias e a aproximação aos conceitos científicos fazem com que actualmente para certas categorias de externalidades se considere já bastante aceitáveis os níveis de rigor científico e

de incertezas. Daí, por exemplo, a elaboração em 2008 de um “Manual sobre Custos Externos” pela Comissão Europeia^[3].

- ✓ O maior obstáculo à realização desta avaliação monetária foi a falta de dados específicos sobre cada país, por exemplo: pessoas afectadas pelo ruído e emissão de poluentes. No caso de Portugal, a maioria dos dados foi obtido através de estudos realizados a nível Europeu que também estimaram estes dados para Portugal, a partir de informação recolhida noutros países; pois, ainda não se encontram disponíveis em Portugal estudos que englobam o cálculo destas externalidades. No caso de Cabo Verde, os dados anteriormente referidos, foram obtidos através de relações com a informação em Portugal. Por exemplo: o número de movimentos de aeronaves.

Os dados sobre custos/pessoas afectadas e custos/toneladas de poluentes atmosféricos foram obtidos através da ferramenta *BeTa-MethoEx* que com base em funções e valores de dois estudos importantes a nível Europeu (CAFE/WHO e ExternE), estimou os valores destes custos para vários países na Europa.

Para Portugal, obteve-se que os custos de ruído e da poluição atmosférica terão em média um impacte de 1% no orçamento de Estado para a Saúde enquanto que para Cabo Verde o impacte médio destes custos rondará os 6%. Os resultados obtidos para Portugal indiciam uma provável subestimação pois englobam apenas os Aeroportos de Lisboa, Porto e Faro e englobam apenas três poluentes. Pelo contrário, os resultados obtidos para Cabo Verde poderão estar estimados por excesso muito embora apenas englobem o Aeroporto do Sal. Mas, como foi referido anteriormente, a falta de dados definiu, desde o início, o processo dos cálculos. Contudo, pensa-se que estes resultados poderão servir como um primeiro vislumbre dos custos destas externalidades em Cabo Verde e ainda como “plataforma de lançamento” para análises futuras mais detalhadas, com base em dados estimados no terreno que possam reflectir com maior fidedignidade tais impactes.

5.2.Perspectivas de investigação futuras

Analisando posteriormente este trabalho este estudo fica enfatizado que os dados necessários à avaliação monetária são o ponto essencial para se atingir os objectivos,

inicialmente propostos. Por isso, as perspectivas de investigação futuras estão relacionadas directamente com a melhoria das bases de dados utilizadas.

Embora, para Portugal existam alguns dados estimados com base em estudos a nível Europeu, mas ainda assim alguns já se encontram desactualizados ou não abrangem todos os aspectos necessários. Portanto, há necessidade de que estes dados sejam actualizados ou mesmo recalculados com base em dados obtidos no próprio país.

Em relação a Cabo Verde, nota-se que existe um maior percurso a percorrer que passa pela elaboração da maioria dos dados necessários à avaliação monetária, tais como: mapas de ruído, valores sobre as emissões de poluentes provocadas pelas aeronaves, custos unitários dos impactes do ruído e da poluição atmosférica na saúde, e pesquisas sobre disposição em pagar/aceitar pela redução do ruído e da poluição atmosférica.

Obviamente que para a elaboração destes dados há que acontecer uma “consciencialização” por parte das entidades aeronáuticas responsáveis e do próprio Estado dos efeitos destas externalidades na população e da importância em avaliar estes custos. Daí que este estudo possa servir primeiro como vislumbre dos custos externos em Portugal e principalmente em Cabo Verde e depois como “plataforma de lançamento” para análises futuras mais detalhadas, com base em dados estimados no terreno que possam reflectir com maior fidedignidade os impactes das externalidades associadas ao transporte aéreo.

Referências Bibliográficas

- [1] UIC, CER (2004), *The True Cost of Transport, Time to Act*, disponível em: <http://www.cer.be/>, último acesso: 15 de Abril de 2008
- [2] World Global Trends (2008), *Transportation*, disponível em: <http://t21.ca/transport/index.htm>, último acesso: 05 de Maio de 2008
- [3] Maibach M., C. Schreyer, D. Sutter, H.P. van Essen, B.H. Boon, R. Smokers, A. Schroten, C. Doll, B. Pawlowska e M. Bak (2007), *Handbook On Estimation Of External Cost In The Transport Sector*, CE Delft
- [4] Bickel P., R. Friedrich, H. Link, L. Stewart e C. Nash (2006), *Introducing Environmental Externalities into Transport Pricing: Measurement and Implications*, Transport Reviews, Volume 26, Issue 4 , 389 – 415
- [5] European Commission - DG VII (1995), *Towards a Fair and Efficient Pricing in Transport*, Directorate-General for Transport, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, ISBN 92-827-8682-X
- [6] Marrana J. (2003), *Economia Dos Transportes - Custos Externos*, Universidade Portucalense Infante D. Henrique, Porto
- [7] Bannister, D. et al. (2000), *European Transport Policy and Sustainable Mobility*, E & FN Spoon, London
- [8] Schipper Y., P. Rietveld e P. Nijkamp (2001), *Environmental Externalities in Air Transport Markets*, Journal of Air Transport Management 7, 169-179
- [9] European Commission (2005), *ExternE: Externalities of Energy, Methodology 2005 Update*, Directorate-General for Transport, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, ISBN 92-79-00423-9
- [10] King D. e J. Mazzotta (2000), *Ecosystem Valuation : Hedonic Pricing Method*, US Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service and National Oceanographic and Atmospheric Administration, disponível em: http://www.ecosystemvaluation.org/hedonic_pricing.htm, último acesso: 12 de Maio de 2008

- [11] Bickel P. et al. (2006), *Developing HEATCO - Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*, Deliverable D5: Proposal for Harmonised Guidelines, IER, Germany, Stuttgart
- [12] Maibach M., C. Schreyer, H.P. van Essen, B.H. Boon, (2007), *Methodologies For External Cost Estimates And Internalization Scenarios*, CE Delft
- [13] Davies R. (2000), *Os Rumos do Transporte Aéreo no Século XXI: Licções da história, Perspectivas Económicas, Transporte Internacional: Movendo Adiante a Economia Global*, Publicação Electrónica do Departamento de Estado dos EUA- Volume 5, Número 3, disponível em: <http://usinfo.state.gov/journals/ites/1000/ijep/ijep1000.pdf>, último acesso 8 de Julho de 2007
- [14] ICAO (2001), , *Aviation and Sustainable Development*, Department of Economic and Social Affairs, Commission on Sustainable Development, Background Paper nº9, New York
- [15] ATAG (2008), *The Economic and Social Benefits of Air Transport 2008*, disponível em: www.atag.org, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [16] Larson A. (2000), *O futuro da liberalização dos serviços aéreos*, Revista Eletrónica da Departamento de Estados dos EUA, Vol. 5, Nº 3, disponível em: <http://usinfo.state.gov/journals/ites/1000/ijep/toc.htm>, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [17] ACETA (2008), *Nuevas Fuentes de Financiación al Desarrollo*, disponível em: http://www.aceta.es/Repositorio/recursos/files/C_d97168c6-34bc-42fe-92ee-0cbfb9fd41c1/FUENTES%20FINANCIACION.pdf, último acesso: 13 de Julho de 2008
- [18] Whitelegg J. e N. Williams (2000), *The Plane Truth: Aviation and the Environment*, Transport 2000 and The Ashden Trust, ISBN 1 901 351 386
- [19] Janic M. (1999), *Aviation and externalities: the accomplishments and problems*, Transportation Research, Part D 4, 159-180

- [20] INFRAS/IWW (2004), *External costs of transport: update study*, Karlsruhe/Zürich/Paris : The International Union of Railways (UIC)
- [21] ATAG (2000), *Aviation & the Environment*, Environmental Department of International Air Transport Association, Switzerland
- [22] Wells A. (1996), *Airport Planning & Management*, 3rd Ed., McGraw-Hill, ISBN 0-07-069319-6
- [23] European Commission (2002), *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*, Office for Official Publications of the European Communities, ISBN 92-894-3894-0, Luxembourg
- [24] Victoria Transport Policy Institute (2006), *Transportation Cost and Benefit Analysis – Noise Costs*, disponível em: www.vtpi.org, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [25] Valadas B. e M. Leite (2004), *O Ruído e a Cidade*, Instituto do Ambiente, ISBN 972-8419-91-0
- [26] ICAO (2008), *Environmental Unit-Aircraft Noise*, Air Transport Bureau, disponível em: <http://www.icao.int/env/>, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [27] Enviro (2008), *Facts & Figures*, disponível em: <http://www.enviro.aero/FactsandFigures.aspx>, último acesso: 26 de Maio de 2008
- [28] Pinto F. (2008), *Aviation & Climate Change, Communicating Effectively and Working in Partnership*, Third Aviation & Environment Summit, Geneva
- [29] Calha M. (2007), *O Comércio Europeu de Licenças de Emissão e a Integração da Aviação, A perspectiva da Indústria do Transporte Aéreo*, Workshop “A Aviação e as Alterações Climáticas”, Lisboa
- [30] IPCC (1999), *Aviation and the Global Atmosphere*, Cambridge University Press, disponível em: <http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm>, último acesso: 26 de Maio de 2008

- [31] ICAO Journal (2007), *36th Assembly Review*, volume 62, number 5, ISSN 0018 8778, Montreal
- [32] Bisignani G. (2008), Discurso de abertura na Terceira Cimeira de Aviação e Ambiente, Geneva
- [33] ANA (2007), *Os Aeroportos e o Ambiente*, Workshop “A Aviação e as Alterações Climáticas”, Lisboa
- [34] IATA (2008), *Aviation & Climate Change*, Presentation to GIACC, Montreal, disponível em: <http://www.icao.int/env/meetings/Giacc/IATA.pdf>, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [35] Sustainable Development Commission (2004), *Missed Opportunity: Summary Critique of the Air Transport White*, disponível em: [Paperhttp://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/Missed%20Opportunity-Combined.pdf](http://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/Missed%20Opportunity-Combined.pdf), último acesso: 13 de Maio de 2008
- [36] Whitelegg J., S. Fitz-Gibbon e S. Crook (2003), *Aviation's Economic Downside*, Green Party of England & Wales, London
- [37] Metz B., O. Davidson, P. Bosch, R. Dave e L. Meyer (eds), (2007), *Transport And Its Infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation*, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge,
- [38] Matschnigg G. (2008), *Getting The Best of Infrastructure and Operations*, IATA Environment Management System, Third Aviation & Environment Summit, Geneva
- [39] IATA (2007), *Fuel Conservation Projects*, Commercial Presentation, IATA Consulting, disponível em: http://www.apec-tptwg.org.cn/new/Archives/tptwg30/Aviation/AEGSAF/08_tptwg_aeg_saf_Item%205.7%20FEGA%20Implementation%20Commercial%20Presentation.pdf, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [40] Comissão das Comunidades Europeias (2006), Documento de Acompanhamento da Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do

- Conselho que altera a Directiva 2003/87/CE de modo a incluir as actividades da aviação no regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade, Resumo da Avaliação de Impacte, SEC (2006) 1685, Bruxelas
- [41] Young N. (2008), *Evaluating economic instruments*, Air Transport Association, Third Aviation & Environment Summit, Geneva
- [42] Schulte-Strathaus U. (2008), *Evaluating economic instruments*, Association of European Airlines, Third Aviation & Environment Summit, Geneva
- [43] Barata P. (2007), *EU ETS Review - Implications for aviation*, Ecoprogresso, Workshop on Aviation and Climate Change, Lisboa
- [44] Jornal Oficial das Comunidades Europeias (2002), *Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 Junho de 2002*, L 189/12
- [45] BCSD Portugal e ANA (2005), *Aeroportos e Ruído: Uma Gestão de Compromisso*, disponível em: <http://www.bcsdportugal.org/files/670.pdf>, último acesso: 13 de Julho de 2008
- [46] ANA (2006), *Relatório de Ambiente*, disponível em: http://www.ana.pt/portal/page/portal/ANA/PAGINA_CONTINUIDADE_EMPRESA/?EMP_CT=155148&actualmenu=95476&cboui=155148, último acesso: 13 de Julho de 2008
- [47] Guedes M. et al. (1997), *Exposição ao ruído da população em Portugal*, disponível em: www.sea-acustica.es/publicaciones/4350qp052.pdf, último acesso: 13 de Maio de 2008
- [48] Miguel R. (2006), *Transporte aéreo em Portugal*, Projecto I e II, Departamento de Ciências Aeroespaciais, Universidade da Beira Interior, Covilhã
- [49] ANA (2008), *Estatística de tráfego (2004 – 2007)*, Direcção de Estratégia e Marketing Aeroportuário, disponível em: <http://www.ana.pt/portal/page/portal/ANA/ESTATISTICA>, último acesso: 13 de Maio de 2008

- [50] Holland M. e P. Watkiss (2007), *BeTa-MethodEx v2*, disponível em: <http://www.methodex.org/BeTa-Methodex%20v2.xls>, último acesso: 15 de Maio de 2008
- [51] Ferreira V., T. Pereira, T. Seabra, P. Torres e H. Maciel (2007), *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2005*, Instituto do Ambiente, Amadora
- [52] Direcção Geral do Orçamento (2008), *Orçamentos do Estado (1998-2008)*, Ministério das Finanças e da Administração Pública, disponível em: <http://www.dgo.pt/OE/index.htm>, último acesso: 15 de Junho de 2008
- [53] Ribeiro D. (2006), *Mercados Emergentes de Tráfego Aéreo no Continente Africano: o Caso de Cabo Verde*, Projecto I e II, Departamento de Ciências Aeroespaciais, Universidade da Beira Interior, Covilhã
- [54] Silva R. (2008), *Sistema Nacional de Saúde de Cabo Verde*, Mestrado em Saúde e Desenvolvimento, Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa
- [55] Ministério das Finanças e da Administração Pública (2008), *Orçamentos do Estado (2006-2008)*, disponível em: <http://www.minfin.cv/>, último acesso: 15 de Junho de 2008

ANEXOS

ANEXO I: Movimentos de aeronaves nos Aeroportos de Lisboa, Porto e Faro (2000-2015)^[48, 49]

Movimentos de aeronaves				
Anos	Aeroporto Lisboa	Aeroporto Porto	Aeroporto Faro	Total
2000	105.580	41.253	32.974	179.806
2001	113.782	45.953	34.796	194.531
2002	115.746	42.892	37.819	196.457
2003	117.658	43.144	37.278	198.080
2004	128.085	46.021	36.968	211.074
2005	129.267	46.999	38.023	214.289
2006	137.109	49.205	42.493	228.807
2007	144.800	53.411	45.428	243.639
2008	147.691	52.354	44.971	245.016
2009	152.955	53.742	46.470	253.167
2010	158.219	55.130	47.970	261.318
2011	163.483	56.517	49.469	269.469
2012	168.746	57.905	50.969	277.620
2013	174.010	59.293	52.469	285.772
2014	179.274	60.680	53.968	293.923
2015	184.538	62.068	55.468	302.074

Valores estimados

ANEXO II: Custos externos do Ruído em Portugal (2000-2015)

Anos	Níveis de Ruído dB(A)					Custo total (€)
	[55-60]	[60-65]	[65-70]	[70-75]	[75-80]	
2000	8.513.667	10.376.032	6.385.250	4.870.232	3.070.685	33.215.866
2001	9.210.869	11.225.747	6.908.152	5.269.065	3.322.149	35.935.983
2002	9.302.064	11.336.890	6.976.548	5.321.233	3.355.041	36.291.776
2003	9.378.911	11.430.548	7.034.184	5.365.193	3.382.758	36.591.595
2004	9.994.166	12.180.389	7.495.624	5.717.149	3.604.667	38.991.994
2005	10.146.393	12.365.917	7.609.795	5.804.230	3.659.571	39.585.906
2006	10.833.807	13.203.703	8.125.356	6.197.464	3.907.506	42.267.836
2007	11.536.089	14.059.609	8.652.067	6.599.204	4.160.803	45.007.772
2008	11.601.276	14.139.055	8.700.957	6.636.494	4.184.314	45.262.095
2009	11.987.227	14.609.432	8.990.420	6.857.276	4.323.518	46.767.873
2010	12.373.178	15.079.810	9.279.883	7.078.059	4.462.722	48.273.652
2011	12.759.129	15.550.188	9.569.347	7.298.842	4.601.925	49.779.430
2012	13.145.080	16.020.566	9.858.810	7.519.625	4.741.129	51.285.209
2013	13.531.031	16.490.944	10.148.273	7.740.407	4.880.333	52.790.988
2014	13.916.982	16.961.322	10.437.736	7.961.190	5.019.536	54.296.766
2015	14.302.933	17.431.699	10.727.200	8.181.973	5.158.740	55.802.545

ANEXO III: Custos externos da Poluição em Portugal (2000-2015)

Ano	Poluentes			Custo Total (€)
	NOx	SO2	HC (VOC)	
2000	19.403.286	4.793.252	858.317	25.054.855
2001	20.992.261	5.185.782	928.606	27.106.650
2002	21.200.100	5.237.125	937.800	27.375.025
2003	21.375.242	5.280.391	945.548	27.601.180
2004	22.777.452	5.626.783	1.007.575	29.411.811
2005	23.124.390	5.712.488	1.022.922	29.859.800
2006	24.691.059	6.099.507	1.092.225	31.882.791
2007	26.291.612	6.494.896	1.163.026	33.949.535
2008	26.440.176	6.531.597	1.169.598	34.141.371
2009	27.319.788	6.748.890	1.208.508	35.277.186
2010	28.199.399	6.966.183	1.247.419	36.413.000
2011	29.079.010	7.183.476	1.286.329	37.548.815
2012	29.958.622	7.400.769	1.325.239	38.684.630
2013	30.838.233	7.618.062	1.364.149	39.820.444
2014	31.717.844	7.835.355	1.403.059	40.956.259
2015	32.597.456	8.052.648	1.441.970	42.092.073

ANEXO IV: Orçamento de Estado Português para a Saúde (1998-2015)^[52]

Anos	Orçamento para a Saúde (€)
1998	4.448.778.444
1999	5.721.211.879
2000	5.515.707.146
2001	6.077.600.000
2002	6.181.900.000
2003	6.302.300.000
2004	6.611.900.000
2005	8.617.900.000
2006	8.616.000.000
2007	8.564.400.000
2008	8.645.600.000
2009	9.418.572.797
2010	9.847.375.877
2011	10.276.178.957
2012	10.704.982.037
2013	11.133.785.118
2014	11.562.588.198
2015	11.991.391.278

Valores estimados

ANEXO V: % Custos do Ruído e da Poluição atmosférica no Orçamento do Estado Português para a Saúde

Anos	% Ruído no OS	% Poluição no OS (CAFE/WHO)	% Poluição no OS (ExternE)	% Custos totais no OS	% Custos totais no OS
2000	0,59	0,45	0,19	1,04	0,78
2001	0,58	0,44	0,19	1,02	0,77
2002	0,57	0,44	0,19	1,01	0,76
2003	0,57	0,43	0,19	1,00	0,75
2004	0,57	0,44	0,19	1,01	0,77
2005	0,45	0,34	0,15	0,79	0,60
2006	0,48	0,37	0,16	0,84	0,64
2007	0,51	0,39	0,17	0,90	0,68
2008	0,51	0,39	0,17	0,90	0,68
2009	0,48	0,37	0,16	0,85	0,64
2010	0,48	0,37	0,16	0,84	0,64
2011	0,47	0,36	0,16	0,83	0,63
2012	0,47	0,36	0,15	0,82	0,62
2013	0,46	0,35	0,15	0,82	0,62
2014	0,46	0,35	0,15	0,81	0,61
2015	0,45	0,35	0,15	0,80	0,60

ANEXO VI: Movimentos de aeronaves no Aeroporto do Sal (1995-2015)^[53]

Movimentos de aeronaves	
Anos	Aeroporto do Sal
1995	8.955
1996	8.702
1997	10.307
1998	10.431
1999	11.536
2000	14.692
2001	16.103
2002	16.382
2003	16.295
2004	17.062
2005	15.939
2006	15.630
2007	18.755
2008	19.563
2009	20.372
2010	21.180
2011	21.988
2012	22.796
2013	23.604
2014	24.412
2015	25.220

Valores estimados

ANEXO VII: Custos externos do Ruído em Cabo Verde (2000-2015)

Anos	Níveis de Ruído dB(A)					Custo Total (€)
	[55-60]	[60-65]	[65-70]	[70-75]	[75-80]	
2000	165.895	202.184	124.421	94.900	59.834	647.235
2001	181.827	221.602	136.370	104.014	65.581	709.394
2002	184.978	225.441	138.733	105.816	66.717	721.685
2003	183.995	224.244	137.996	105.254	66.363	717.853
2004	192.656	234.799	144.492	110.208	69.487	751.642
2005	179.975	219.345	134.982	102.955	64.913	702.170
2006	176.486	215.093	132.365	100.959	63.655	688.557
2007	211.777	258.103	158.832	121.146	76.383	826.241
2008	220.901	269.223	165.676	126.366	79.674	861.840
2009	230.026	280.344	172.519	131.586	82.965	897.439
2010	239.150	291.464	179.363	136.805	86.256	933.038
2011	248.275	302.585	186.206	142.025	89.547	968.637
2012	257.399	313.705	193.049	147.245	92.838	1.004.236
2013	266.524	324.826	199.893	152.464	96.129	1.039.835
2014	275.648	335.946	206.736	157.684	99.420	1.075.434
2015	284.772	347.066	213.579	162.904	102.711	1.111.033

ANEXO VIII: Custos externos da Poluição em Cabo Verde (2000-2015)

Ano	Poluentes			CustoTotal (€)
	NOx	SO2	HC (VOC)	
2000	129.547	32.002	5.731	167.280
2001	141.989	35.076	6.281	183.345
2002	144.449	35.684	6.390	186.522
2003	143.681	35.494	6.356	185.531
2004	150.445	37.165	6.655	194.264
2005	140.542	34.719	6.217	181.478
2006	137.818	34.046	6.096	177.960
2007	165.376	40.853	7.316	213.545
2008	172.501	42.613	7.631	222.745
2009	179.627	44.374	7.946	231.946
2010	186.752	46.134	8.261	241.147
2011	193.877	47.894	8.576	250.347
2012	201.002	49.654	8.891	259.548
2013	208.128	51.414	9.207	268.749
2014	215.253	53.175	9.522	277.949
2015	222.378	54.935	9.837	287.150

ANEXO IX: Orçamento de Estado Caboverdeano para a Saúde (2000-2015)^[54, 55]

Anos	Orçamento para a Saúde (€)
2000	10.760.186,823
2001	13.037.981,227
2002	13.707.504,648
2003	13.371.949,395
2004	15.121.434,725
2005	15.598.784,746
2006	15.783.663,193
2007	16.657.360,287
2008	19.916.139,618
2009	19.372.314,474
2010	20.269.999,487
2011	21.167.684,500
2012	22.065.369,514
2013	22.963.054,527
2014	23.860.739,541
2015	24.758.424,554

Valores estimados

ANEXO X: % Custos do Ruído e da Poluição atmosférica no Orçamento do Estado Caboverdeano para a Saúde

Anos	% Ruído no OS	% Poluição no OS (CAFE/WHO)	% Poluição no OS (ExternE)	% Custos totais no OS	% Custos totais no OS
2000	5,86	1,54	0,67	7,40	6,53
2001	5,30	1,39	0,60	6,69	5,91
2002	5,13	1,34	0,58	6,48	5,72
2003	5,23	1,37	0,59	6,60	5,83
2004	4,85	1,27	0,55	6,12	5,40
2005	4,39	1,15	0,50	5,54	4,89
2006	4,25	1,11	0,48	5,37	4,74
2007	4,84	1,27	0,55	6,10	5,39
2008	4,22	1,10	0,48	5,32	4,70
2009	4,52	1,18	0,51	5,70	5,03
2010	4,49	1,17	0,51	5,66	5,00
2011	4,46	1,17	0,51	5,63	4,97
2012	4,44	1,16	0,50	5,60	4,94
2013	4,42	1,16	0,50	5,57	4,92
2014	4,39	1,15	0,50	5,54	4,89
2015	4,38	1,15	0,50	5,52	4,87

