

**RUI JORGE DA TRINDADE FREITAS SAMPAIO
CARRILHO CAVACO**

**OS DETERMINANTES RESPONSÁVEIS PELO
COMPORTAMENTO DAS RECEITAS TOTAIS
NUMA COMPANHIA AÉREA DO TIPO
TRADICIONAL (*LEGACY*): UM ESTUDO
EMPÍRICO USANDO A PLSR**

Orientador: Professor Doutor José Manuel Ivo Carvalho Vicente

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Ciências Económicas e das Organizações

Departamento de Aeronáutica e Transportes

Lisboa

2016

**RUI JORGE DA TRINDADE FREITAS SAMPAIO
CARRILHO CAVACO**

**OS DETERMINANTES RESPONSÁVEIS PELO
COMPORTAMENTO DAS RECEITAS TOTAIS
NUMA COMPANHIA AÉREA DO TIPO
TRADICIONAL (*LEGACY*): UM ESTUDO
EMPÍRICO USANDO A PLSR**

Dissertação defendida em provas públicas para a obtenção do Grau de Mestre em Gestão Aeronáutica no Curso de Mestrado em Gestão Aeronáutica conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias com o despacho de Nomeação de Júri nº 157/2016 de 31 de Março de 2016 com a seguinte composição de Júri:

Presidente-Professor Doutor João Alexandre Medina Corte-Real

Arguente: Professor Doutor Georg Michael Jeremias Dutschke

Orientador: Professor Doutor José Manuel Ivo Carvalho Vicente

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Ciências Económicas e das Organizações

Departamento de Aeronáutica e Transportes

Lisboa

2016

“Nunca ninguém se torna mestre num domínio em que não conheceu a impotência, e, quem aceita esta ideia, saberá também que tal impotência não se encontra nem no começo nem antes do esforço empreendido, mas sim no seu centro.”

Walter Benjamin (1892-1940)

À minha Esposa

Pela presença, pela compreensão, pelos conselhos, pelo apoio, pelo incentivo e pelo Amor permanente ao longo de toda a minha vida!

Agradecimentos

Em primeiro lugar o meu agradecimento dirige-se à Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias e, mais precisamente, ao Departamento de Aeronáutica e Transportes da Escola de Ciências Económicas e das Organizações, por me terem proporcionado a oportunidade de frequentar o Mestrado em Gestão Aeronáutica contendo inúmeras temáticas e perspetivas interessantes no Setor do Transporte Aéreo, ao longo de dois anos. Também pela oportunidade de aliar o interesse por esta área fomentado ao longo de toda a minha vida com um novo ciclo de estudos no ensino superior.

Em segundo lugar ao Professor Doutor José Manuel Ivo Carvalho Vicente pela responsabilidade da orientação e acompanhamento, não só durante a realização da dissertação de mestrado como também ao longo de todo o meu percurso académico nesta instituição de ensino superior. O meu especial agradecimento pelo incentivo e motivação para o desenvolvimento de cada componente do trabalho, pela disponibilidade total e, principalmente, pela partilha dos seus conhecimentos, conselhos e opiniões da sua experiência profissional, académica e pessoal.

Em terceiro lugar, à transportadora que pela gentileza e apoio no fornecimento de dados para a concretização do presente Projeto de Dissertação de Mestrado em Gestão Aeronáutica o tornou possível, em particular à Dr^a Maria João e Dr^a Lúcia cujo profissionalismo e dedicação foram uma referência e incentivo.

Em quarto lugar a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a dedicação e esforço continuado na partilha das suas experiências profissionais, dos seus conhecimentos académicos e na criação de desafios, enriquecendo de inúmeras formas o resultado final obtido com esta dissertação de mestrado.

Em quinto e último lugar mas não menos importante, à Família. Pelo amor, apoio, dedicação, entrega, esforço e incentivo ao longo de toda a minha vida e nomeadamente durante cada etapa do meu percurso académico.

Resumo

A liberalização do transporte aéreo originou um ambiente competitivo numa indústria altamente regulada no plano operacional, condicionando as estruturas de custos das empresas. O fator competitivo desloca-se assim para a gestão de receitas. O paralelo desenvolvimento das indústrias de Informação e Tecnologia cria as condições para o desenvolvimento da “*Industrialização da Gestão de Receitas*”. Nos últimos 30 anos vários estudos e aplicações desenvolvem modelos de otimização da Receita Total, numa primeira fase por voo e atualmente na rede de transportadora. Estes modelos, na sua maioria utiliza informação estatística para, através de processos diversos, permitir a um analista decidir qual o modelo que melhor se adapta à procura existente. O presente trabalho pretende, determinando os fatores que influenciam a Receita Total, contribuir para o estudo do comportamento desta. Deste modo utilizando o método de *Partial Least Squares*, pretendeu-se estudar quais os determinantes e comportamento da Receita total numa companhia do tipo *Legacy* em três tipologias de rotas. Concluímos que é possível a monitorização do comportamento de um sistema de *Revenue Management* através do observação do comportamento da Receita Total durante o período de disponibilidade das tarifas para um determinado voo.

Palavras-chave: Transporte Aéreo, Revenue Management, Receita Total, Partial Least Squares

Abstract

The liberalisation of air transport has led to a competitive environment in a highly regulated industry in the operational plan, conditioning the cost structures of the companies. The competitive factor shifts to the revenue management. The parallel development of Information and Technology (IT) industries creates the conditions for the development of the "*industrialization of revenue management*". Over the past 30 years several studies and develop applications and optimization models of total revenue, in the first instance for one given flight and currently in the carrier network. These models, mostly use statistical information to, through various processes, allow an analyst to decide which model best fits the demand. The present work aims to determine the factors that influence the total revenue and contribute to the study of the behavior of this variable. Thus using the method of Partial Least Squares, it was intended to study what are the determinants and behavior of total revenue of a Legacy carrier in three types of routes. We conclude that it is possible to monitor the behavior of a Revenue Management system through the observation of the behavior of Total revenue during the period of availability of rates for a given flight.

Keywords: Air Transport, Revenue Management, Total Revenue, Partial Least Squares

Índice Geral

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Introdução	2
1.2 Problema de Investigação	2
1.3 Tópicos / Questões a Investigar	3
1.4 Objetivos da Investigação	3
1.5 Estrutura da Dissertação	4
CAPITULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA: GESTÃO DE RECEITAS NO TRANSPORTE AÉREO	6
2.1 Gestão de Receitas no Transporte Aéreo	7
2.2 Desenvolvimento Histórico e o Modelo Regulatório	7
2.3 <i>Revenue Management</i> : Conceito e Evolução	12
2.4 O Racional Económico	19
2.5 Modelos e aplicações do <i>Revenue Management</i>	22
2.6 Impacto da Receita no valor de mercado da Empresa	26
2.7 Estratégias <i>Revenue Management</i> das companhias <i>Low-Cost</i>	27
2.8 Estratégias <i>Revenue Management</i> das companhias do tipo Legacy	32
2.9 O Algoritmo EMSR-b	34
2.10 Síntese	36
CAPITULO 3 – METODOLOGIA	38
3.1 Introdução	39
3.2 Dados	39

3.3 Abordagem Metodológica – PLS (Partial Least Squares)	43
3.4 Aplicabilidade da PLS em vários setores de atividade económica	52
CAPITULO 4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	53
4.1 Introdução	54
4.2 Estatística Descritiva	54
4.3 Teste de validação cruzada	55
4.4 Modelo de Regressão Linear Produzido	56
4.5 Análise dos Coeficientes Padronizados	57
4.6 Análise dos Componentes Padronizados	60
4.7 Síntese	63
CAPITULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.1 Principais Conclusões	65
5.2 Limitações do Estudo	68
5.3 Trabalhos Futuros	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	76
Anexo 1 – Análise de gestão de receita total numa rota do tipo LCC.....	77
Anexo 2 – Extrato DOC 9587 ICAO	78
Anexo 3 – Extrato DOC 9626 ICAO	79

Índice de Figuras

Figura 1. Exemplo Função Procura	21
Figura 2. Organigrama Metodologias RM	25
Figura 3. Gráfico expressão 2.13	31
Figura 4. Evolução da Cota mercado por tipo de companhia, LPPR	32
Figura 5. Esquema do Processo de Investigação da Dissertação de Mestrado	50
Figura 6. RT / Coeficientes padronizados	57
Figura 7. VIP para o primeiro componente	58
Figura 8. VIP para o segundo componente	59
Figura 9. Observações sobre eixos t1 e t2	60
Figura 10. Relação entre a RT observada e a RT prevista pelo modelo	61
Figura 11. Correlações com t sobre eixos t1 e t2	62
Figura 12. Correlação entre cada variável de X	62

Índice de Tabelas

Tabela 1. Parametrização modelo gravitacional IATA	34
Tabela 2. Variáveis utilizadas no estudo	42
Tabela 3. Estatísticas Descritivas	55
Tabela 4. Resultados do Modelo	55

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1 - Introdução

A escolha do tema tem um sentido de oportunidade, um valor académico e prático. Apesar de inúmeros investigadores e especialistas reconhecerem a necessidade e a importância da aplicação de abordagens metodológicas para a análise do impacto da gestão das receitas totais numa companhia aérea para a melhoria de resultados económicos e financeiros, a verdade é que muitas das conclusões apresentadas na literatura existente baseiam-se principalmente em pesquisas teóricas. Como tal, ainda são raros os estudos empíricos e exploratórios desenvolvidos ao longo de inúmeros países e empresas com a mesma metodologia, de forma a extrapolar os resultados obtidos.

A realização desta dissertação de mestrado tem então como objetivo fundamental preencher parte dessa lacuna, nomeadamente no que diz respeito ao contexto português, contribuindo para o enriquecimento científico a nível nacional e permitir a melhoria no auxílio à tomada de decisão.

Com o tema escolhido para a presente dissertação, pretende-se analisar o comportamento da gestão das receitas totais numa companhia aérea do tipo tradicional (*legacy*), companhia aérea que por questões de confidencialidade e ética, não será revelado o seu nome ao longo do presente trabalho de investigação.

A análise do comportamento da gestão das receitas totais numa companhia aérea do tipo tradicional (*legacy*) será descrita sucintamente, através da revisão de literatura e da experiência vivenciada pelo autor. Em seguida, apresentam-se o problema e os objetivos de investigação e, por último, a estrutura e organização da dissertação.

1.2 - Problema de investigação

O problema de investigação escolhido para a presente dissertação prende-se com a análise do comportamento da gestão das receitas totais numa companhia aérea do tipo

tradicional (*legacy*). Pretende-se identificar e analisar quais os determinantes responsáveis pelo comportamento das Receitas Totais, no modelo apresentado.

1.3 - Tópicos/ Questões a Investigar

Identificado o problema, é importante enunciar as questões de partida que vão servir de base para a análise do mesmo. Assim propomos:

1. Quais são os determinantes que afetam o comportamento das Receitas Totais numa companhia aérea do tipo *legacy*?
2. Compreender o comportamento dos principais determinantes que influenciam o comportamento das Receitas Totais numa companhia aérea do tipo *legacy*;
3. Explorar as relações existentes entre as variáveis explicativas e as Receitas Totais, no modelo proposto.

1.4 - Objetivos da Investigação

Como qualquer trabalho de investigação, o presente trabalho tem por objetivos:

1. Determinar quais os determinantes que explicam o comportamento das receitas totais numa companhia aérea do tipo *legacy*;
2. Com recurso à PLSR (*Partial Least Squares Regression*), analisar o comportamento das receitas totais numa companhia aérea do tipo *legacy*, através da análise das relações existentes entre as variáveis explicativas e as Receitas Totais;
3. Quantificar o impacto das variáveis explicativas no processo de gestão de Receitas Totais numa companhia aérea do tipo *legacy*.

Para responder a estes objetivos, adotamos a metodologia da PLS (*Partial Least Squares*) desenvolvida por Wold (1985) e Tenenhaus *et al.* (2005). Este trabalho de investigação visa ajudar a compreender a política da empresa de aviação do tipo *legacy* e a contribuir para o entendimento do problema. Espera-se com este trabalho contribuir para a melhoria dos processos de decisão no que toca à análise das relações existentes entre os determinantes responsáveis pelo comportamento da gestão de Receitas Totais, da companhia aérea. Acredita-se que o estudo de caso poderá trazer benefícios para a companhia e que pode ser útil no futuro, nomeadamente, no melhoramento e aperfeiçoamento do modelo apresentado, bem como na aplicação do mesmo, a outros contextos e operadores aéreos.

1.5 - Estrutura da Dissertação

Trata-se de um trabalho académico, como tal, de um processo de aprendizagem; não só para o indivíduo que a realiza, mas também para a sociedade em geral.

O tema compreende um conjunto de capítulos, desde que o investigador inicia o processo de pesquisa de informação até aos resultados obtidos.

No Capítulo 1 apresenta-se uma introdução ao tema e problema de investigação, bem como, os objetivos a explorar na presente dissertação.

O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura face ao tema escolhido, nomeadamente, ao *revenue management* nas companhias aéreas, bem como às tendências das políticas de *pricing* praticadas pelas mesmas, em termos evolutivos, ou seja, antes e depois da liberalização dos transportes aéreos e como consequência, entrada das LCCs (*Low Cost Carriers*) nos mercados, e as diferentes abordagens metodológicas.

Com a liberalização do transporte aéreo, as companhias aéreas do tipo *legacy* tiveram necessidade de implementar estratégias de reposicionamento no mercado de modo a fazer face à entrada das LCC's. Procura-se assegurar um entendimento sobre a razão da evolução dos sistemas de *revenue management* das companhias aéreas, no geral, determinante para o sucesso no quotidiano.

O Capítulo 3 é dedicado à metodologia de investigação. A PLS como metodologia e os dados. Começa-se por definir os objetivos a que nos propusemos para a obtenção dos resultados. Conceito, evolução, vantagens e aplicabilidade da PLS, e desenho da investigação utilizada para dar resposta aos objetivos propostos. No Capítulo 4 analisam-se e discutem-se os resultados obtidos através do modelo elaborado com recurso ao método PLS.

No Capítulo 5, por último, apresenta-se uma síntese da investigação e dos seus principais resultados. São ainda discutidas as principais limitações da pesquisa e apresentadas sugestões para investigações futuras.

CAPÍTULO 2

Revisão de Literatura: Gestão De Receitas No Transporte Aéreo

2.1 - Gestão De Receitas No Transporte Aéreo

A indústria do transporte aéreo tem sido alvo de várias transformações, sejam tecnológicas, organizacionais, normativas ou regulatórias desde os seus primórdios. A gestão das empresas afetas à indústria teve de encontrar respostas a essas alterações de forma a garantir a sua sobrevivência. O século XX apresenta-se per si como revolucionário no desenvolvimento de uma abordagem científica na gestão das organizações, desde Frederick W. Taylor até Herzberg (Pina e Cunha *et al.*, 2007). Pretendemos no presente capítulo abordar os fatores contribuintes para o desenvolvimento e afirmação do *Revenue Management* enquanto técnica de gestão otimizada na indústria do transporte aéreo e determinante na eficiência da geração de receitas na mesma, assim como descrever os princípios e técnicas adjacentes ao mesmo.

2.2 - Desenvolvimento Histórico e o Modelo Regulatório

A indústria do transporte aéreo teve o seu início na segunda década do século passado sendo o início da atividade atribuído à rota aérea entre Tampa e São Petersburgo nos Estados Unidos, iniciada a 1 de Janeiro de 1914 (Wensveen, 2007). Segundo Wensveen (2007), existem quatro momentos no desenvolvimento do transporte aéreo nos Estados Unidos, sendo eles:

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| 1. Período de desenvolvimento | (1918-1938) |
| 2. Período de expansão | (1938-1958) |
| 3. Período de maturidade | (1958-1978) |
| 4. Período de Liberalização | (após 1978) |

É possível estabelecer um paralelismo no desenvolvimento da indústria de transporte aéreo na Europa, ainda que este seja mais tardio. Em ambos os continentes, o transporte aéreo teve início com a iniciativa privada, sendo adotado pelos Estados nas vertentes entendidas como estratégicas pelos mesmos, tais como o transporte regular de correio nos Estados Unidos, de pessoas e carga pela Imperial Airways (1924), Deutch Lufthansa (1926) ou Air France (1933) (Wragg, 2007). Esta transição deu-se através da criação de Companhias Estatais ou Subsidiadas por Estados, que rapidamente conduziram à falência de empresas de iniciativa privada. O transporte aéreo desde o início dos anos 20 rapidamente se consolida como uma atividade primariamente estatal, sendo a iniciativa privada relegada para setores residuais de mercado.

No campo normativo as estruturas regulatórias desde cedo desenvolveram-se na esfera do Direito Internacional, ao que não é alheio o enquadramento político na Europa marcado pela Primeira Guerra Mundial, o cariz estatal e estratégico, e a velocidade e alcance das aeronaves. A aviação foi transformadora do paradigma do transporte reduzindo os tempos de viagem para valores impensáveis até então. Podemos afirmar que, se os descobrimentos levados a cabo pelos Portugueses no séc. XV foram as sementes da globalização, a aviação vem no séc. XX fornecer a ferramenta com a qual esta se concretiza.

Segundo Luís Tapia Salinas o desenvolvimento e início do período de expansão são regulados por um período por ele definido como segunda etapa da regulamentação aérea internacional (Salinas, 1980), compreendido entre a assinatura da Convenção de Paris (1919) e a Conferência Diplomática de Chicago (1944). Este período é caracterizado pela criação de uma entidade com poderes regulamentares, legislativos e administrativos, a Comissão Internacional de Navegação Aérea (CINA), visando a regulamentação primariamente aspetos técnicos, de licenciamento de pessoal e aeronaves. A Convenção de Paris introduz no Direito Aéreo os princípios de soberania completa e exclusiva de cada Estado sobre o espaço aéreo, acima do seu território e define afirmativamente o direito de sobrevoo não-beligerante, dos territórios nacionais por aeronaves civis (Rodrigues, 2003). Ficam assim estabelecidos os princípios orientadores da regulamentação aérea, uniformização e soberania.

É em 1944 com a Convenção de Chicago que se dá o primeiro passo relevante no sentido de alicerçar uma estrutura regulatória que para além dos aspetos técnicos, regula a

exploração comercial do tráfego aéreo internacional. O estabelecimento de tarifas é efetuado por empresas estatais ou subsidiárias estatais, consolidando normativamente uma estrutura de mercado de oligopólio. O transporte aéreo era um vetor estratégico dos Estados, controlado pelos Estados, deste modo não é de estranhar que a regulação da quinta e seguintes liberdades do ar publicadas no documento 9626 da ICAO, possibilitando a um operador de um Estado contratante da Convenção a operação remunerada entre quaisquer outros dois Estados contratantes partindo ou não do estado de registo, apesar dos esforços de liberalização dos Estados Unidos, fica-se sujeita ao estabelecimento de acordos multilaterais, conforme sustentado pelo art.º 7 do documento 7300 da ICAO. Este cunho político-económico é observado por Jonathas Milhomes na sua comparação com o Direito Comercial Marítimo:

“Em duas coisas pelo menos se diferenciam o Direito Comercial Marítimo e o Direito Aeronáutico: o primeiro é vetusto e rígido; o segundo novo, plástico. O primeiro é de origem tipicamente costumeira, veio de elaboração lenta, secular, através de usos que se repetiam na prática; a origem do segundo é tipicamente político-económica, isto é, a política comercial e de segurança impuseram a adopção imediata das normas que o constituem.” (Milhomens, 1956, in Acesso Básico aos Mercados do Transporte Aéreo Internacional, André Soutelino 2008)

Assim com a Convenção de Chicago a regulamentação económica do transporte aéreo é estabelecida em três níveis: nacional, bilateral e multilateral (Soutelino, 2008). Contudo, tendo sido sentida numa primeira fase, resultante do período de expansão pela necessidade de internacionalização e abrangendo o período de maturidade, a necessidade de regular os aspetos económicos do transporte aéreo, verifica-se que a ICAO (Organização Internacional da Aviação Civil) tende a assumir um papel regulador e uniformizador dos mecanismos de acordo internacional, onde estabelece condições para o estabelecimento de acordos entre Estados que regulam entre si as questões económicas referentes à atividade até 1978. Os períodos de expansão e maturação da indústria são vividos sob a égide de uma proteção Estatal, obedecendo ao princípio de soberania, lendo-se no Capítulo 4 do documento 9587 da ICAO (p.4-1), *“Policy and Guidance Material on Economic Regulation of*

International Air Transport”: “*The Chicago Convention does not contain any provisions concerning the establishment or regulation of international fares and rates.*”

A regulamentação das tarifas é relegada para transportadoras designadas pelos Estados Contratantes para negociar acordos de exploração de rotas optando a ICAO por se revestir de um papel regulador do processo de acordo, e não do objeto do acordo a tarifa. Este papel uniformizador foi adotado desde o início da convenção, contudo desde a liberalização do transporte aéreo em 1978 nos Estados Unidos, verificamos um papel facilitador da ICAO no sentido do desenvolvimento de um mercado livre, patente nos resultados das três conferências sobre transporte aéreo realizadas sob a égide da ICAO em 1977, em 1980 e em 1985 respetivamente. Terminando a própria ICAO por afirmar no Capítulo 4 do documento 9587 da ICAO (p.4-1):

“Since the 1990s, the regulatory importance of tariffs has gradually decreased along with the general trend of air transport liberalization. Many States have relaxed tariff regulation and some have removed all airline pricing restrictions.”

O modelo regulatório dos acordos bilaterais e multilaterais e complementado e desenvolvido no documento 9626 da ICAO. Podemos afirmar que o modelo regulatório das tarifas evoluiu em função do sistema de mercado vigente, acompanhando a transição de um modelo de oligopólio para um modelo de mercado livre, para qual podemos afirmar ainda hoje aparentemente caminhamos, e que levanta profundas questões no setor do transporte aéreo, às quais não é de todo alheia a necessidade de manter níveis sustentáveis de segurança, contudo a sustentabilidade será uma função dos resultados. Sendo os resultados função das receitas por um lado, e dos custos por outro, é determinante que apenas, com uma capacidade tendencialmente uniforme dos reguladores de garantirem o cumprimento dos dispostos técnicos ICAO ou outros mais restritivos, se poderá garantir a uniformização de uma pressão nas estruturas de custos que respeitem os pressupostos de segurança da indústria, e uma saudável concorrência desejável num mercado livre.

O modelo regulatório estabelecido para a atividade do Transporte Aéreo internacional manteve, na Europa, os moldes em que vigorava desde o seu início até 1987 (UE, 1987). Este enquadramento era uma consequência do Modelo Económico vigente, o Mercado Regulado. Neste ambiente os acordos eram estabelecidos por bilateralidade entre os

Estados. Estes eram proprietários das transportadoras ou detinham delas participações maioritárias. Assim a regulamentação emanada, revestia-se de dois propósitos, o de normalização do setor em conformidade com o estabelecido pelos Acordos Internacionais, nomeadamente a Convenção de Chicago (1947), e o de regulação do mesmo enquanto setor económico dada a sua importância para cada Estado motivado pelo seu “real impacto macroeconómico” como referido no boletim notícias TAP nº 44, de 1987. Na Europa o processo de liberalização completado em 1997 no mercado doméstico Europeu fomentou processos de reestruturação em várias empresas, que foram na sua maioria decorrentes do fim dos financiamentos estatais diretos. Aliada à pressão regulatória incrementando custos de exploração, e volatilidade das variáveis de contexto da operação tais como acidentes sanitários, variação do preço do petróleo ou aumento dos custos de capital condiciona as empresas a uma gestão visando “ (...) necessariamente à máxima eficiência, que por sua vez ditará a sobrevivência”, alertando que “ Se não adotadas moratórias, criadas compensações, enfim, usado algum bom senso, esta eficiência extremada desvirtuará a eficácia do Transporte Aéreo” (Moutinho, 2006).

Esta tendência de liberalização da Indústria pode ser definida em continuidade desde os anos 70 nos Estados Unidos da América e final dos anos 80 na Europa. Assim a envolvente regulatória tende a pressionar a privatização das companhias tradicionais, aumentando a sua viabilidade económica e comercial visando o acesso ao mercado comercial de capitais (Conselho Europeu, 1997). Paralelamente a globalização do mercado de capitais tende a vocacionar o gestor para a satisfação dos acionistas, maximizando o valor da empresa (Brealy *et al.*, 2007). Este enquadramento pressiona a necessidade de maximização do lucro. A resposta a esta pressão é dada por um lado na contenção de custos restringida por regulação e por outro na maximização da receita.

"Contudo alguns autores consideram que a Indústria de transporte aéreo apresenta características de mercado de oligopólio" (Wensveen, 2007, p. 176), assim baseando-se em economias de escala, crescimento através de fusões, interdependência e rigidez de preço ou competição por serviço. Assistimos hoje a uma guerra de preços resultante da liberalização da indústria ainda em curso no plano global, gerando um ambiente onde "Alguns analistas acreditam que a indústria deverá ainda sofrer transformações, com a eliminação de algumas transportadoras mais frágeis, antes de assistirmos a fixação de preços de verdadeira

natureza de mercado de oligopólio, como norma” (Wensveen, 2007, p. 186), caso se verifique esta hipótese o processo de liberalização do transporte aéreo não teria sido mais do que um processo concertado ao nível dos estados de reestruturação da indústria, redefinindo o papel e importância de alguns estados, que se destacariam devido a naturais fatores diferenciadores, tais como recursos naturais ou influência diplomática.

A teoria dos jogos apresenta-se como a ferramenta de análise económica que visa responder à escolha de estratégia, no caso de preço, que faz mais sentido, “*admitindo que os seus opositores estão a analisar a sua estratégia e a fazer o que é melhor para eles*” (Samuelson e Nordhaus, 2005, p. 213). Podemos afirmar que as metodologias de gestão de receita são influenciadas, e desse modo sinal das tendências estratégicas dos Estados na regulação do Transporte Aéreo, na modulação do tipo de mercado em que este se insere. Sustentamos assim a relevância do tema da presente investigação no enquadramento regulatório e económico da Indústria.

2.3 - Revenue Management: Conceito e Evolução

Consideramos que maximização da receita no transporte aéreo tem, desde o seu início, sido pautada por uma complexificação resultante de uma diversificação na expectativa por parte dos consumidores. Esta evolução fez-se sentir desde os primórdios sendo o transporte aéreo um bem de luxo, de alto custo, evoluindo no sentido de uma popularização do transporte aéreo enquanto meio de transporte. Nesta evolução considerou-se, no seu início, que a “*discriminação qualitativa, associando a uma tarifa um tipo específico de serviço seria suficiente para evitar a migração de passageiros de alta tarifa para tarifas mais baixas. Este método provou não garantir por si a maximização das receitas do voo*” (Doganis, 2002, p. 282).

Podemos definir *Revenue Management* *lactus sensus* como uma técnica de gestão que visa a maximização da receita na venda de um bem perecível (Revenue Management Society, 2013). É definido também *strictus sensus* como: “Técnica utilizada na otimização da receita de cada voo através da procura sistemática do equilíbrio entre ocupação do voo e as

tarifas oferecidas” (TAP Portugal, 2010). Esta técnica tem a sua origem na Indústria do Transporte Aéreo, tendo sido desenvolvidas soluções para indústrias com produtos de características similares, como o aluguer de viaturas, indústria hoteleira ou cinemas. É definida como a “industrialização do processo de gestão da procura” segundo K. Tallury e G. Ryzin (The theory and practice of revenue management, 2005).

A sua evolução, importância e posicionamento na estratégia das empresas de transporte aéreo varia. A Lufthansa, considerados os relatórios anuais desde 2006, refere o *Revenue Management* em todos os relatórios até 2011 inclusive, não apresentando referências no relatório de 2012. Esta companhia enfatiza a sua posição enquanto prestadora de serviços de *Revenue Management*, através da Lufthansa Consulting. No relatório de 2011 refere a importância do contributo do *Revenue Management* (RM) na rentabilidade da empresa, referindo que “a gestão precisa de preço e capacidade oferecida permitindo um aumento no volume de passageiros transportados de 10% face a 2010, apesar dos efeitos recessivos na economia” (Lufthansa, 2011). Estas condições adversas, pressionam as empresas a aumentar a sua eficiência, tendo impacto direto positivo na venda de serviços de RM, a diminuição das reservas aumentou a procura de serviços de RM, produtos de *Information Technologies* (IT) da Lufthansa Systems tais como o IOCC (*Integrated Operations Control Center*) (Lufthansa, 2008). Assim, apresenta duas dimensões do RM na sua estratégia empresarial, uma endógena, enquanto técnica de gestão visando a otimização da receita, e outra exógena enquanto produtor e fornecedor de serviços na área da inovação e tecnologia, comercializando produtos para aplicação de modelos RM a outras transportadoras como a Virgin Atlantic ou a Atlas Blue (Lufthansa, 2006). Devemos referir que na aplicação de modelos de RM internamente, esta tende à descentralização apostando numa gestão localizada ao nível do *hub* (aeroporto utilizado com centro de conexões da rede de tráfego da transportadora). Das companhias tradicionais analisadas, a Lufthansa é a única que refere nos relatórios anuais a comercialização de produtos RM, apresentando uma diversificação do negócio.

A British Airways tem duas referências nos seus relatórios entre 2001 e 2010. A primeira no relatório de 2003/2004 sobre o protocolo de cooperação estabelecido com a Iberia incluindo a otimização da cooperação ao nível de RM. A segunda no relatório de 2007/2008 reporta a função do Departamento de *Revenue Management* que “ (...) monitora e controla a venda de lugares com o objetivo de maximizar a nossa rentabilidade. Determina a estrutura

de preços das tarifas aplicadas de modo a, em todos os países da nossa rede, oferecermos o conjunto certo de tarifas e uma gama flexível de produtos.” (British Airways, 2008). A sua parceira, a Iberia por outro lado apresenta referências à área de RM em todos os relatórios entre 2006 e 2009, não sendo referido em 2010. No relatório de 2006 descreve a introdução do modelo de controlo de gestão de receita por segmento, considerado na altura como um dos mais evoluídos e ainda hoje utilizado por um número significativo de companhias que utilizam modelos de otimização de receita. Este foi o modelo utilizado pela Iberia entre 1998 e 2006. Em 2006 o Departamento de RM da Iberia inicia um processo de melhoria (Iberia, 2006), através de duas medidas de atualização do modelo e dos respetivos suportes de tecnologia de informação:

- Introdução de um modelo de RM vocacionado para a maximização de receita em operações de rede, do tipo Origem-Destino (O/D);
- Otimização adicional no modelo de segmento ponto a ponto com a integração de um módulo LCC, desenhado para otimização de receita em sectores com elevada concorrência deste tipo de operadores.

O projeto de atualização do sistema de RM da Iberia é reportado nos relatórios anuais de 2007, 2008 e 2009 ano em que fica concluído (Iberia, 2009). A transportadora espanhola Vueling não apresenta qualquer referência ao RM nos seus relatórios de 2007, 2008 e 2009.

No setor das LCC foram pesquisados os relatórios da Ryanair (1999-2010). Em 2000 não apresenta referências a RM, fala numa política rigorosa de *pricing*. Em 2005 refere o possível impacto significativo nos resultados do grupo o sistema de fixação de preços sentido na indústria, referência que se mantém nos relatórios de 2006, 2007 e 2008. Em 2008 aparece a primeira referência à política de *pricing* da Ryanair, apresentando uma diminuição de 1% na tarifa média em relação a 2007 (Ryanair, 2008), apresentando como objetivo estratégico manter-se a operadora com a tarifa média mais baixa da Europa. Neste relatório acusa também a pressão nos custos, motivada pela subida do preço de petróleo e aumento de custos

ambientais a pressionarem os preços para uma tendência de subida. Refere também a previsão de um aumento de procura num cenário recessivo, por transferência de passageiros com maior sensibilidade preço-procura devido ao aumento de tarifas dos concorrentes. Verifica-se no relatório de 2009 uma descida de 8% na tarifa média da Ryanair contrária à previsão de subida do ano anterior, e reafirmação da sua política de *pricing*. Em 2010 afirma “ (...) a competição de preços que se faz sentir pode reduzir o valor das tarifas ou de volume de passageiros nas rotas da companhia, para um nível onde a rentabilidade pode não ser possível.” (Ryanair, 2010). Assim reflete uma política de controlo de alocação baseada no preço, uma característica do modelo LCC (K. Tallury e G. Ryzin, 2004, p.3).

Pesquisamos os relatórios da EasyJet entre 2005 e 2012. Em 2005 existe uma referência à política de preços, nomeadamente a acordos com o serviço de comboios e autocarros em Londres onde a aquisição de bilhetes para ligação ao aeroporto através do *website* da EasyJet permite tarifas mais baixas, neste relatório não é feita referência ao RM. Em 2006 o RM é apontado como um dos fatores no aumento de 11,2% na receita com passageiros no segundo trimestre de 2006, tendo sido também referida a data da Páscoa e condições de mercado a refletirem aumento de procura e aumento de preços. O relatório de 2007 aponta o sistema automatizado e simplificado de *pricing* como responsável da taxa de ocupação de 84.8% que aliada a uma configuração de cabine mais densa de 156 passageiros nos seus A319 permitiu-lhe transportar mais 57% de passageiros por setor do que a média de indústria, na Europa (EasyJet, 2007). O sistema de *pricing* é novamente referido no relatório de 2008. Em 2009 é feita a primeira referência a um sistema de RM com o propósito de aumentar a margem obtida. Baseado num modelo simples e transparente de *pricing*, procura maximizar a receita por setor, mantendo o objetivo estratégico de apresentar tarifas mais baixas que a concorrência nos diversos setores. O RM é aqui um de três vetores de atuação sendo o baixo custo de operação e as receitas complementares os outros dois. Aparece a primeira referência a competição no segmento de baixo preço, praticado em rotas tradicionais, nomeadamente rotas turísticas com origem no Reino Unido. Em 2010 refere novamente a simplicidade e transparência do modelo de *pricing*. Em 2011 é assinalado o investimento na atualização e desenvolvimento de um modelo RM. A aposta é num modelo contínuo com algoritmos otimizados para maximização de receita por rota, utilizando a última tecnologia de inteligência artificial para otimização da receita e gestão de receitas complementares.

Foram pesquisados os relatórios compreendidos entre 2001 e 2011 da TAP Portugal. No relatório de 2001 é referida a “*racionalização da ação comercial, com destaque para o revenue management, o pricing e os custos de distribuição, com impacto no acréscimo das receitas e do yield*” (TAP Portugal, 2001). No relatório de 2002 é referido o *pricing* como forma de compensar desvantagens de posicionamento no mercado, no caso, com o intuito de promover a exportação de bens e carga para o mercado Brasileiro. No relatório de 2003 é referida a estratégia de *pricing* como forma de compensar a contração na economia resultante do SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) e Guerra do Golfo. No relatório de 2004 é referida a criação da TAP Serviços, com a unidade de *pricing* e faturação com a missão de implementar uma estratégia de *pricing* transparente. No relatório de 2005 refere-se que “*No âmbito do Projeto Pricing e Revenue Management, foi efetuada a identificação de aplicações com interesse no tratamento de informação relacionada com operação low cost, tendo sido selecionada e implementada a ferramenta QL 2, que permite efetuar pesquisas na internet sobre as tarifas praticadas, para efeitos de benchmarking*” (TAP Portugal, 2005). No relatório de 2006, perante a implementação de iniciativas ao nível de *pricing*, é sentido um aumento de vendas e forte crescimento de tráfego de e para o Brasil. No relatório de 2007 é referida a migração para o sistema PROS. Na sequência da adesão da TAP, em 2005, ao projeto de utilização de uma plataforma comum para o sistema de Reservas, Inventário e *Departure Control*, o Amadeus Altea, foi apresentado, em 2007, o *Business Case* do projeto de migração, com base numa avaliação detalhada da plataforma, tendo-se dado início ao processo de negociação, com vista a elaboração do contrato para a sua utilização por parte da TAP. No âmbito da evolução dos sistemas de *Revenue Management* – otimização de voos e otimização de grupos, realização dos testes necessários, com vista ao respetivo *upgrade* do PROS. Na Função Receitas de Tráfego foi dada especial atenção a análise de todo o processo, entre a venda e o respetivo recebimento. O envolvimento das áreas de Contas a Receber e de Tesouraria potenciou a identificação de um número significativo de oportunidade de melhorias, tendo sido decidido efetuar o *upgrade* do sistema de processamento de receita do Transporte Aéreo – ARAMIS III, (concluído, em 2008). Ainda, a implementação de um novo sistema para a receita de Carga, integrado com um novo sistema comercial e a suportar a evolução das práticas de negócio de Transporte Aéreo, irá possibilitar a automatização e simplificação do processo, através da captação da informação de vendas na origem. No relatório de 2008 é referido o projeto *Brands*, com o desenho de novos produtos oferecidos,

BASIC/CLASSIC /DISCOUNT/PLUS/EXECUTIVE. Alteração dos módulos do PROS. No relatório de 2009 é referida a conversão do sistema de *Revenue Management* do PROS sendo implementados novos conectores com o sistema CITP. No PROS introduziu-se a funcionalidade *autopilot* que garante a confirmação imediata de pedidos de grupos em função de critérios pré definidos. No relatório de 2010 refere-se o impacto da criação de um novo interface do PROS com o sistema de reservas permitindo a alteração da lógica de otimização do sistema. Finalmente o relatório de 2011, em entrevista a Fernando Pinto, o CEO da TAP Portugal diz, “ (...) através de um revenue management eficaz, conseguimos oferecer passagens com preços muito competitivos, diria que também a baixo custo, mas com níveis de serviço TAP” (TAP Portugal, 2011). Nesse mesmo relatório, é referida a elaboração do *Business Case* e aprovação do projeto de atualização à versão PROS por lógica O-D, sendo prevista a conclusão da migração até o final do 1º semestre de 2012. É também definida a missão do Departamento de Planeamento Estratégico e Performance, sendo:

“Dar suporte na definição da estratégia e orientação de negócio para o Grupo, participando na elaboração do Planeamento Estratégico. Suportar a TAP Serviços, gerindo o relacionamento com os seus Clientes, desenvolvendo o sistema de medição de Performance e o Modelo/Sistema de Custeio, Pricing e Faturação e colaborando, na análise funcional, em projetos de mudança de processos e sistemas” (TAP Portugal, 2011).

Da pesquisa destes relatórios anuais verificamos abordagens distintas em função da estratégia da empresa do sistema de RM. Para a Lufthansa, com o desenvolvimento de uma unidade de negócio na área das Tecnologias de Informação, a Lufthansa Systems, esta assume-se como fornecedor de sistemas e consumidor final, demonstrando ao nível interno tendência de gestão do sistema de RM ao nível dos *hub*, apostando na descentralização. A Iberia apresenta uma aposta no sistema RM desde 1998, tendo implementado o modelo O-D, em 2005. A TAP Portugal implementa diversos projetos de IT desde 2005, caracterizando-se por uma evolução contínua na área de RM até ao último relatório analisado referente a 2011.

As companhias LCC pesquisadas, Vuelling, EasyJet e Ryanair, não publicam grande relevância ao sistema de RM, não sendo efetuadas referências pela primeira nos seus relatórios. A Ryanair assume uma posição pura de competição pelo preço, denotando um sistema de *pricing* provavelmente baseado nos custos, sendo a receita potenciada por produtos complementares. A EasyJet refere nos seus vários relatórios uma política simples e transparente de *pricing* vocacionada para a concorrência pelo preço, começando a referir a utilização de um sistema RM em 2006, afirma a sua atualização no modelo de otimização de receita em 2010.

Em conjunto verifica-se:

- Diferentes abordagens aos sistemas de RM em função do tipo de operador;
- Diferentes abordagens aos sistemas de RM em função da estratégia do operador;
- Evolução do sistema RM para modelos O-D;
- Criação de módulos nos sistemas RM para fazer face à concorrência LCC;
- Criação de módulos nos sistemas RM considerando receitas complementares;
- Automatização dos sistemas RM;
- Evolução na integração dos sistemas RM;
- Personalização do sistema RM por *hub*.

“Verifica-se que os sistemas de RM têm evoluído desenvolvendo-se para fazer face a necessidades específicas e dinâmicas dos seus utilizadores. Coloca-se uma questão, é esta evolução resultado da necessidade de otimizar a eficiência financeira dos operadores como fator de sobrevivência num mercado concorrencial? Ou trata-se de uma técnica resultante do desenvolvimento de uma abordagem matemática baseada em análise estatística do perfil de procura dos serviços de transporte aéreo. Caso a resposta à primeira seja positiva poderemos ver uma evolução dos sistemas de RM até se atingir um ponto de equilíbrio na oferta, consolidando-se as características de oligopólio consideradas por alguns economistas

para a indústria do transporte aéreo” (Wensveen, 2007, p. 176). No caso da segunda será expetável a evolução dos sistemas dos modelos heurísticos para modelos de optimização.

2.4 - O Racional Económico

A formulação da Gestão de Receitas aplicada ao transporte aéreo enquanto problema económico, determina-se pela exposição ao mercado durante um tempo $|t_0-x|$ de um produto perecível (lugar de avião ou espaço de porão) a consumir até o momento t_0 , disponibilizado com um custo c , limitado por conjunto de oferta disponível O_d sendo o mercado constituído por um conjunto de consumidores com características heterogéneas de elasticidade procura C_c .

Se o tempo de exposição, custo e conjunto oferta são variáveis dentro de certos limites controláveis pela companhia aérea, a determinação dos valores de “(..) elasticidade procura vale milhares de milhões de dólares para as companhias aéreas dos Estados Unidos” (Samuelson e Nordhaus, 2005, p. 71). O comportamento da procura altera-se ao longo do tempo de exposição. “A tarifa é considerada por alguns autores como o principal mecanismo de equilíbrio da procura com a oferta” (Doganis, 2002, p. 264).

Um passageiro que planeia as suas férias com antecedência terá maior sensibilidade ao preço praticado, uma vez que pode alterar datas de partida e chegada, ou mesmo optar por um destino alternativo, otimizando a sua escolha. A racionalidade desta decisão será influenciada por fatores culturais. “Existe uma emocionalidade implícita à decisão, esta é a natureza não palpável da decisão económica” (Carvalho, 2009, p. 69). Em rigor o comportamento de procura trata-se de um fenómeno cujas leis económicas explicam o seu comportamento, mas que não é possível conhecer de “forma completamente rigorosa” (Murteira, Ribeiro, Silva, e Pimenta, 2002, p. 1), sendo a finalidade de o explicar, interpretar, prever ou o processo de tomada de decisão matéria da Estatística. A dificuldade de “numa ciência social como a economia, em que lidamos com escolhas e com expetativas” (Louçã e Caldas, 2010, p. 40) não sabermos medir todas as atitudes humanas e sociais, alerta para o carácter de interpretação do fenómeno, mais do que o conhecimento deste. Esta decisão não apresenta qualquer retorno, o consumidor da viagem de turismo procura a satisfação, a

realização de uma expectativa. Alguns passageiros têm a sua escolha limitada pela necessidade. Esta necessidade resulta de condicionantes como horário, dia da viagem ou especificidade do destino. A sua predisposição para pagar uma determinada tarifa é influenciada também pelo seu rendimento disponível. Como vimos não é possível ter num dado momento o retrato real do perfil de consumidores, é contudo possível definir perfis padrão e comparar o comportamento observado do mercado. Analisando o problema da maximização da receita à luz da teoria clássica económica, “*existe uma relação precisa entre o preço do mercado de um bem e a quantidade procurada desse bem, mantendo-se o resto constante*” (Samuelson e Nordhaus, 2005, p. 46). Deste modo, considera-se que a um preço corresponde um e um só valor de procura, e que aumentado o preço a procura diminui. Deste modo podemos ser tentados a considerar que disponibilizando a tarifa mínima que garanta a total ocupação da aeronave, garanto a máxima receita. Contudo são vários os fatores que contribuem para que esta solução não seja verdadeira. “*A indústria do transporte aéreo tende após ciclos de crescimento, a manter uma capacidade excedentária de oferta na sua tentativa de acompanhar o crescimento da procura, esta situação deve-se ao intervalo de tempo que decorre entre a encomenda de um equipamento e a sua colocação em operação, levando as companhias a antecipar encomendas*” (Wensveen, 2007, p. 18). Aumentando a capacidade oferecida pressiona-se o preço. Ilustrando o problema, consideremos uma aeronave com capacidade para 180 passageiros, assumindo o comportamento da procura apresentado no gráfico seguinte, verifica-se que a receita total com uma tarifa suficientemente baixa para conseguir uma taxa de ocupação de 100% é de $65 \times 180 = 11.700$.

Considerando este comportamento de procura, verifica-se que a receita “máxima” é atingida com uma tarifa de 212,00 ou 213,00 Euros correspondendo a uma procura de 107 a 106 passageiros respetivamente, ou seja, mantendo uma ocupação de cerca de 58,88% obtemos uma receita total do voo no valor de 22.578 Euros, melhoramos a nossa receita em 51,82%. O cálculo deste valor corresponde ao retângulo cinzento-escuro assinalado na Figura 1.

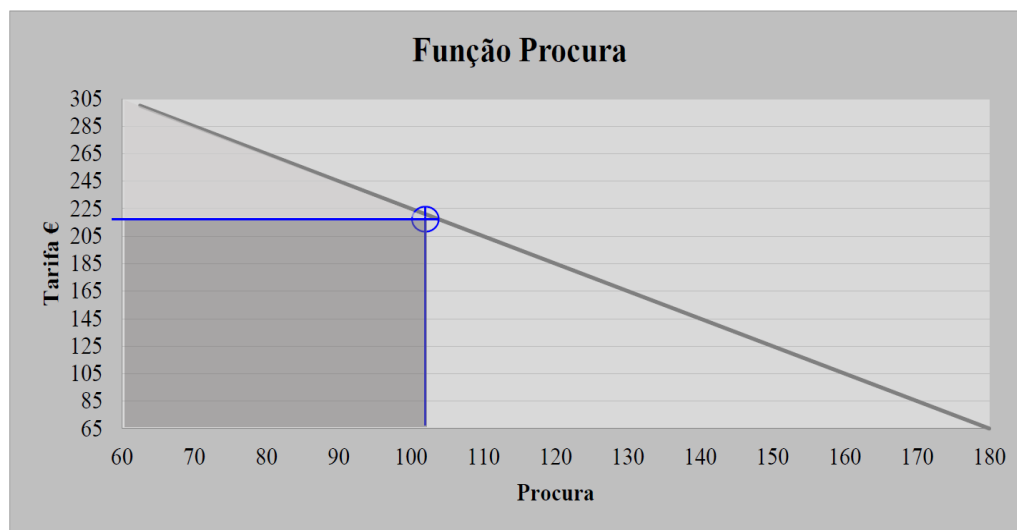


Gráfico 2.1 – Exemplo Função, elaborado pelo autor

FIGURA 1 – Exemplo Função Procura

Nota : Elaborada pelo autor

Verifica-se que parte dos passageiros estavam dispostos a adquirir uma tarifa superior, essa perda corresponde à área do triângulo assinalado, e chama-se excedente do consumidor. Neste caso pode ser calculado em 1.848,00 Euros o que representa uma margem de 8,18% em relação ao valor da receita otimizado de 22.578 euros. Desta forma verificamos que sendo possível uma maior segmentação de tarifas a receita total pode ser melhorada.

Este processo simplificado não considera o mercado existente, ou seja qual a quantidade de indivíduos dispostos a pagar uma determinada tarifa, imaginando que para um determinado voo que cujo comportamento procura obedeça à função ilustrada na Figura 1, não atinge os 106, então a tarifa de 213,00 Euros não maximizaria a receita uma vez que perdíamos procura nos segmentos de tarifa mais baixos.

Assim a receita total de um voo corresponde à soma total de tarifas desse mesmo voo. Como verificamos a maximização da receita é função da otimização do *mixing* de preços disponibilizados para um determinado mercado. Assim é fundamental determinar quais as

variáveis que afetam a tarifa e como se comportam de forma a adaptar o modelo de maximização de receita a um determinado mercado num determinado instante.

Um dos fatores que os modelos utilizados hoje é o tipo de mercado onde se insere a rota. O modelo utilizado num ambiente sem concorrência difere do utilizado num ambiente concorrencial. Verifica-se também que o problema da maximização de receita pode ser encarado na forma de alocação de segmentos de tarifa, no sentido de diminuir o excedente do consumidor.

2.5 - Modelos e Aplicações do *Revenue Management*

Verifica-se assim que o *Revenue Management* é abordado enquanto aplicação de investigação operacional, visando a resolução do problema de alocação da procura a um conjunto finito de oferta. Com base na abordagem efetuada por Kalyan T. Talluri e Garret J. Van Ryzin no seu livro “*The Theory and Practice of Revenue Management*” verificamos que este problema é abordado em três níveis:

- Decisões Estruturais, consistem na definição do produto;
- Decisão Preço, definição do preço referência do produto;
- Decisões Quantidade, definição da alocação do produto à procura.

Os processos utilizados são hoje possíveis devido a avanços significativos nos últimos 40 anos na aplicação das Tecnologias de Informação às áreas da economia, estatística e investigação operacional. É exemplo o sistema DINAMO (*Dynamic Inventory Allocation and Maintenance Optimizer*) desenvolvido em 1978. Encontra-se também na génese do *Revenue Management* a Formulação do problema encontrada por Littlewood que iremos desenvolver no presente capítulo.

Este sistema resolvia o problema de alocação a três dimensões tempo, tipologia de produto e de cliente. Estes modelos iniciais e mesmo muitos dos usados hoje na indústria são modelos de recurso único, apenas consideram um par origem-destino. Contudo com o desenvolvimento das chamadas plataformas giratórias ou *Hubs* um modelo mais complexo foi desenvolvido, o de otimização de rede onde a variável procura origem destino é também otimizada, sendo estes últimos modelos conhecidos como modelos O/D.

Ambos os modelos respondem ao mesmo problema considerando que a alocação é feita ao longo do tempo em função da procura. A procura é caracterizada por um elevado grau de incerteza quanto à quantidade ou composição da procura futura.

A resposta dos modelos é dada através da quantificação de controladores de alocação:

- Limite de reservas por classe de tarifa;
- Nível de proteção por classe de tarifa;

Este processo de controlo deriva da formulação do problema por Ken Littlewood (1972), que se pode resumir dizendo que o acesso a uma classe de tarifa de valor inferior só deverá ser dado se a receita obtida pela venda numa classe de tarifa inferior é superior ou igual ao produto da receita da venda da classe de tarifa superior pela probabilidade de procura da classe superior ser igual ou superior à capacidade sobranete. Expressando matematicamente temos:

$$T_2 \geq T_1 \times \text{PROB}_1$$

Expressão 2.1

Sendo que:

T_1 , Tarifa mais alta

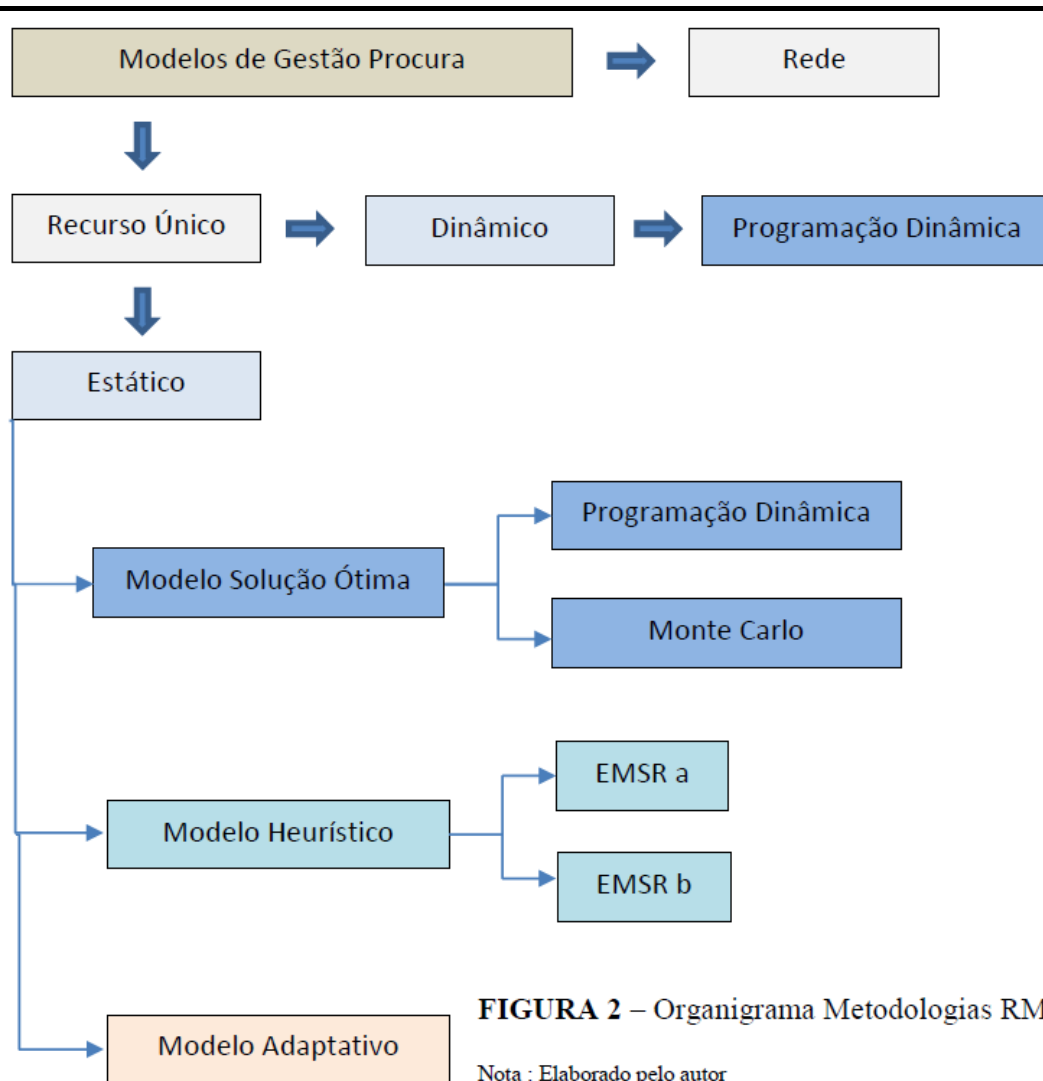
T₂, Tarifa mais baixa

PROB₁ = (Prob (D₁ ≥ x)), a probabilidade de procura da classe superior ser igual ou superior à capacidade sobrança, representada por um valor entre 0 e 1 inclusive. Caso esta probabilidade seja expressa por uma função de distribuição contínua então podemos expressar esta condição pela chamada regra de Littlewood:

$$y_1^* = F_1^{-1}\left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right) \quad \text{Expressão 2.2}$$

Ou seja considerando a função de distribuição contínua $F_1(x)$, o nível de proteção ótimo da classe de tarifa y_1^* é dado por $F_1^{-1}(x)$ para $x = 1 - (P_2/P_1)$.

Os modelos de otimização destes parâmetros podem ser classificados enquanto:



Deste modo num primeiro nível classificamos quanto ao numero de recursos considerados, recurso único como é o caso de um e um só voo entre uma origem e um destino, ou enquanto modelo de gestão de procura em rede, quando consideradas múltiplos voos entre múltiplos destinos e origens.

A classificação seguinte é função das restrições do problema, se consideramos que a procura é efetuada por classes sequenciais estamos perante o modelo estático, quando considerada a chegada da procura de forma arbitrária estamos perante um modelo dinâmico. Esta distinção condiciona os métodos de análise possíveis. Nos modelos estáticos podemos encontrar a solução para os controladores ótimos através de processos matemáticos de otimização caracterizados por se basearem no princípio de otimalidade de Bellman. Os

modelos Heurísticos que se caracterizam por abordarem o problema através de aproximações, normalmente segmentando a resolução com base no princípio de Littlewood. E finalmente os modelos adaptativos baseados em processos estatísticos de revisão cíclica ao longo do período de disponibilização da tarifa.

2.6 - Impacto da Receita no valor de mercado da Empresa

Verificada a tendência de afastamento dos estados do financiamento das transportadoras aéreas, estas têm necessidade de recorrer a processos de financiamento alternativos, sendo uma das opções a capitalização da empresa em Bolsa. Deste modo os fatores que afetam a percepção de valor da empresa no mercado têm impacto direto na sua capacidade de capitalização. Considerando dois modelos de análise de valor de empresa em uso o CAPM (*capital asset pricing model*) e TFM (*three factor pricing model*), verifica-se que o primeiro considera uma relação linear entre o retorno por ação e o risco da ação para um mercado em equilíbrio, o segundo integra o efeito do tipo de portefólio utilizado (Hung e Liu, 2005). Estes autores no seu estudo apresentam como limitação de ambos os modelos os valores elevados de risco apresentados pela indústria com valor de Beta entre 1.2 e 1.4, sendo o valor do risco, maioritariamente função da capacidade de resposta na receita do operador à conjectura de mercado vigente e do nível de alavancagem da empresa.

Desta forma a gestão de receitas é uma ferramenta de valorização da empresa contribuindo para a sua capitalização de forma direta e indireta na através da diminuição da percepção de risco de mercado proporcionando melhores condições de financiamento.

2.7 - Estratégias Revenue Management das companhias *Low-Cost*

Alguns autores consideram que o sucesso das operadoras de baixo custo é o resultado de um equilíbrio entre uma estrutura de baixos custos operacionais, *load factors* e as tarifas com a aplicação cuidada de um método dinâmico de *pricing*, sendo esta abordagem considerada por eles uma característica das transportadoras *Low Cost* (Paolo Maligheti *et al.*, 2009). Também Van Ryzyn considera o controlo de stock por alocação de tarifa uma característica das LCC.

Este tipo de operador caracteriza-se por uma estratégia que visa a redução de custos com o propósito da venda de tarifas com um valor mínimo com o objetivo de captar maior procura. O fundador da EasyJet, Stelios Haji-Ionnou, referia-se à política de *pricing* da sua companhia, dizendo: “*Procuramos uma tarifa que o cliente possa pagar, não aquela que o mercado pode sustentar*”. (Calder, 2002, p.2). Esta estratégia de base denominada como *no-frills* consiste na procura de, através da minimização dos custos, gerar uma tarifa base mínima, à qual se acrescenta um custo por qualquer serviço adicional. Esta estratégia determina que a um aumento de passageiros para um determinado voo corresponde um aumento do custo marginal mínimo para o mesmo voo, assim verifica-se que a maximização do lucro é dependente apenas da maximização da receita.

Segundo Paolo Maligheti *et al.*(2009), a receita de um voo pode ser expressa através da fórmula:

$$R = \sum_{i=1}^T (p_i q_i)$$

Expressão 2.3

Assim dizemos que a receita de um determinado voo (R), é o somatório no intervalo de tempo (i) das tarifas praticadas no dia (p_i) multiplicadas pelos números de reservas

efetuadas nesse mesmo dia (q_i). Verifica-se ainda que a expressão anterior é limitada à capacidade expressa em número de lugares de cabine da aeronave (Q) ou seja:

$$\sum_{i=1}^T q_i \leq Q \quad \text{Expressão 2.4}$$

Estes autores assumindo que o operador tem o poder de modificar a tarifa ao longo do intervalo de tempo entre o início das reservas e a data do voo, ou seja não é obrigado a seguir a alteração de preços da concorrência, consideram desta forma que a empresa não opera num regime de concorrência perfeita. Desta forma a maximização da receita pode ser obtida através de uma função de Lagrange ou lagrangiana, sendo esta:

$$L = \sum_{i=1}^T (p_i q_i) + \mu [Q - \sum_{i=1}^T (q_i)] \quad \text{Expressão 2.5}$$

Nesta expressão o multiplicador de *Kuhn-Tucker* (μ) permite considerar a capacidade máxima da aeronave sendo que:

$$\sum_{i=1}^T q_i < Q \Rightarrow \mu = 0 \quad \text{Expressão 2.6}$$

De forma a determinar o preço ótimo num determinado tempo (i) a derivada da expressão 2.3 em ordem a p_i deve igualar 0, obtendo a expressão:

$$\frac{\partial L}{\partial p_i} = q_i + \sum_{j=1}^T (q_j - \mu) \frac{\partial q_j}{\partial p_i} = 0 \quad \text{sendo que } i \in [1, K, T] \quad \text{Expressão 2.7}$$

Nesta expressão considera-se que a tarifa aplicada durante um determinado período de tempo influencia o número de lugares disponíveis para um outro intervalo de tempo, caso se opte por restringir esta condição através da expressão:

$$i \neq j \Rightarrow \frac{\partial q_j}{\partial p_i} = 0 \quad \text{Expressão 2.8}$$

Podemos simplificar a expressão 2.6 obtendo:

$$q_i + (p_i - \mu) \frac{\partial q_j}{\partial p_i} = 0 \quad \text{sendo que } i \in [1, K, T] \quad \text{Expressão 2.9}$$

Considerando que a procura no transporte aéreo depende do intervalo de tempo entre a data de compra e do voo, considera-se a seguinte expressão para determinar a quantidade de tarifas vendidas no instante (i):

$$q_i = A e^{-\alpha \times p_i \times F(i)} \quad \text{sendo que } i \in [1, K, T] \quad \text{Expressão 2.10}$$

Assim considera-se que a procura diminui de forma exponencial quanto maior for o intervalo de tempo entre a data de reserva e a data do voo.

Da mesma forma considera-se que a tarifa será uma função da utilidade e esta é inversamente proporcional ao intervalo de tempo entre a reserva e o voo, sendo:

$$p_i = \mu + \frac{1}{\alpha \times F(i)} \quad \text{Expressão 2.11}$$

Substituindo na expressão 2.11 a procura pela fórmula de procura em 2.9, obtemos:

$$q_i = Ae^{-\alpha\mu} \equiv Ae^{-1} \quad \text{Expressão 2.12}$$

Desta forma, quando se aplica a tarifa correspondente à otimização máxima da receita a procura varia de modo constante ao longo do tempo. Desta forma o operador varia a sua tarifa diminuindo-a estimulando a procura quando esta diminui e aumenta a tarifa quando a procura aumenta. Duas funções são utilizadas no estudo empírico para determinar a tarifa nos modelos dinâmicos de *pricing*, são elas:

$$p_i = \mu + \frac{1}{\alpha \times (1 + \beta \times i)} \quad \text{Expressão 2.13}$$

$$p_i = \mu + \frac{1}{\alpha \times (1 + \beta \times i + \gamma \times i^2 + \theta \times \sqrt{i})} \quad \text{Expressão 2.14}$$

Ambas as expressões representam funções hiperbólicas que definem a tarifa ótima através da atribuição de valores aos parâmetros $\alpha, \beta, \gamma, \theta$. A figura seguinte, elaborada pelo autor ilustra a função tarifa ótima para a expressão 2.13 atribuindo valores aleatórios às constantes.

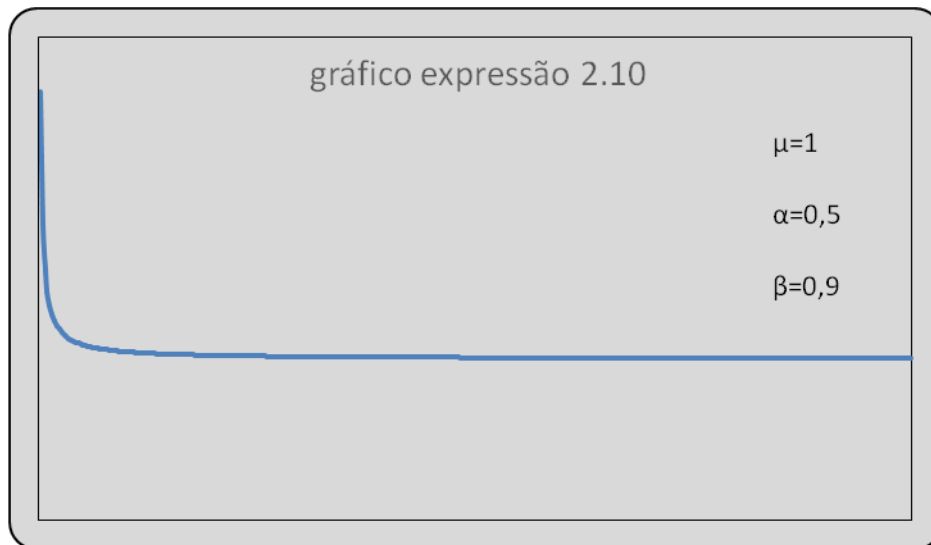


FIGURA 3 – Gráfico expressão 2.13

Nota : Elaborado pelo autor

O comportamento da equação 2.13 em função das variáveis é descrito da seguinte forma:

Parâmetro α = quanto mais baixo mais alta a tarifa à data de partida

Parâmetro β = quanto menor, menor discriminação intertemporal

Parâmetro μ = tanto maior quanto maior a taxa de ocupação média

As variáveis explicativas da tarifa média de uma determinada rota são a distância total da rota, número de frequências diárias, taxa de ocupação da rota, concorrência, valor das taxas aplicadas na rota. Estas são as variáveis explicativas diretamente relacionadas com a rota. Contudo são também consideradas variáveis características dos aeroportos utilizados, como a densidade populacional e produto interno bruto (Malighetti *et al.*, 2009).

Verifica-se assim que a estratégia de *pricing* de uma companhia LCC visa a maximização da receita através da manutenção de um nível constante de procura modulando a tarifa de acordo com uma função do tipo hiperbólica, os parâmetros da função são ajustados de acordo com as variáveis explicativas da tarifa média.

2.8 - Estratégias de *Revenue Management* das Companhias do tipo *Legacy*

As companhias do tipo tradicional vêm, com a liberalização do transporte aéreo, parte do seu mercado mais sensível ao preço migrar para as companhias de baixo custo, como ilustra a Figura 4, representando a evolução da cota de mercado entre os diversos tipos de companhia entre 1999 e 2010.

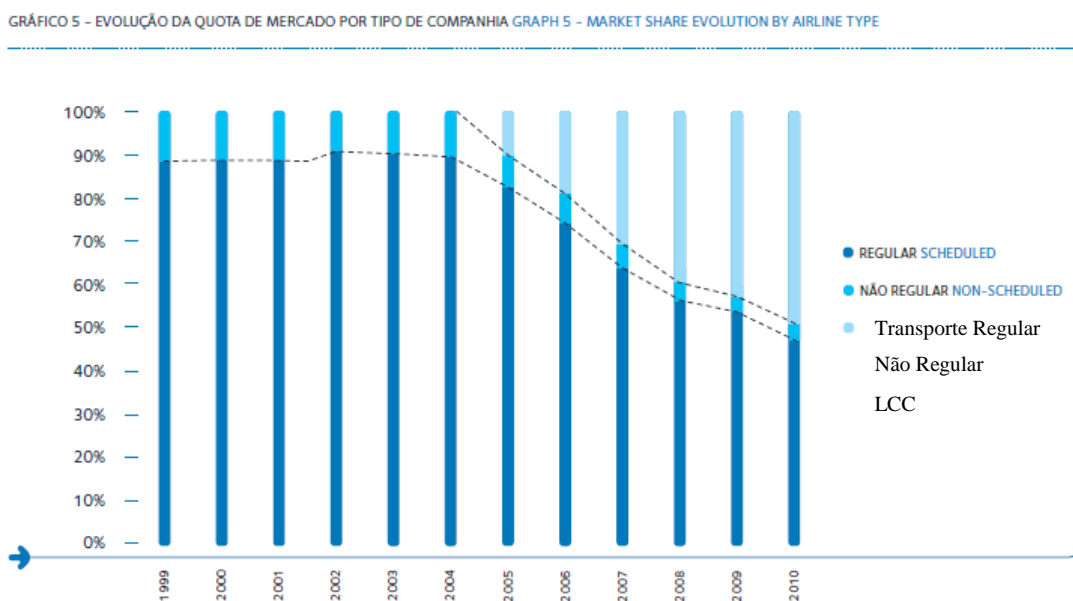


FIGURA 4 – Evolução da Cota mercado por tipo de companhia, LPPR

Fonte: Relatório Anual de Tráfego do Aeroporto Francisco Sá Carneiro (ANA, 2010)

Esta migração coloca numa fase inicial em risco as estruturas de *hub* criadas pelas primeiras, ao retirar da rede parte do tráfego ponto a ponto que alimentava as *feeder routes* (Redondi *et al.*, 2012).

A primeira resposta a este desafio foi dada pela companhia *Air New Zealand* através da criação do sistema de tarifas “*Express*” em 2002, segmentado o sistema de tarifas da companhia em três níveis de serviços, removendo a classe executiva das rotas domésticas (Hazldine, 2011). Reduzindo os serviços e condições associados às tarifas mais baixas e reforçando incentivos de fidelização nas tarifas superiores, permitiu manter o espectro de procura alargado evitando os desperdícios de migração de procura de tarifas mais elevadas para tarifas mais baixas. Contudo o processo *pricing* por produto é no seu essencial idêntico ao sistema utilizado pelas LCC, utilizando o processo de discriminação inter-temporal, como verificado no estudo de caso da rota Amsterdão-Londres, onde operam transportadores do tipo LCC e do tipo tradicional competindo entre si (Alderighi *et al.*, 2011).

As companhias tradicionais ao segmentarem o seu sistema de serviços, vêm-se perante a necessidade de otimizar a distribuição da procura, tem de decidir quais os valores e volume de tarifas a disponibilizar. Podemos que a distribuição de vendas para este efeito se divide entre duas classes, a *premium*, englobando os passageiros de executiva e primeira classe, e a económica que integra todo o conjunto de tarifas aplicadas no setor da cabine com maior densidade de lugares.

Em termos de receita a importância dos passageiros *premium* representava em 2009 para as companhias associadas da IATA (*International Airline Transport Association*), 8% da ocupação e 26% das receitas (IATA, 2011). Um dos indicadores utilizados para quantificar o potencial de volume de passageiros transportados é o TTCI (*Travel and Tourism Competitiveness Index*). A IATA utilizando três dos catorze coeficientes deste índice propõe em 2009 um modelo gravitacional para cálculo da procura de lugares *premium*.

Utilizando o modelo de dados de painel e considerando o número de lugares *premium* utilizados como variável dependente, calcula como modelo explicativo:

$$\log(Pp) = C1 + C2 * \log(GDPi * GDPj) t + C3 * \log(Dist) ijt + C4 * \log(A01) ijt + C5 * \log(B09)ij + C6 * \log(B10) ij + \varepsilonijt + [CX = F]$$

Expressão 2.15

Este modelo foi demonstrado como estatisticamente significativo apresentando um valor de R^2 de 0,68. Descrevemos as variáveis explicativas na tabela seguinte:

	Variáveis explicativas	Coefficientes	Valor T
C1	Constante	3,79	17,41
C2	PIBi * PIBj	0,60	123,54
C3	Distância entre i e j	-0,92	-61,49
C4	A01: Política e regulamentação de transportes	0,45	4,30
C5	B09: Infraestruturas	0,22	4,26
C6	B10: Competitividade preço	1,38	14,19

Nota: Matriz de Base país i/j no tempo t

Tabela 1 – Parametrização modelo gravitacional IATA
Fonte: (IATA, 2011)

2.9 - Algoritmo EMSR-b

O algoritmo EMSR-b (*expected marginal seat revenue*) é o modelo mais popularmente utilizado na indústria do transporte aéreo (Kulkarni *et al.*, 2007). O princípio adjacente é o de considerar o problema de atribuição de preços como um problema de alocação onde um certo número de lugares é atribuído a uma tarifa f_i e todos os restantes lugares disponíveis a uma tarifa superior a f_i . Este algoritmo é o desenvolvimento do mais

simples EMSR-a pelo seu criador, atingindo soluções consistentemente dentro dos 0,5% da solução ótima (Belobaba, 1987).

Assim o problema consiste em calcular o nível de proteção para uma determinada classe de tarifa, desta forma considerando genericamente n classes de tarifas temos que $f_1 < f_2 < \dots < f_n$ sendo f_i uma qualquer classe de tarifa assim a procura agregada para uma determinada classe de tarifa é:

$$Y_i = \sum_{j=i}^n Y_j \quad \text{Expressão 2.16}$$

Ou seja, considera-se que toda a procura de uma tarifa superior é potencialmente a procura para a tarifa considerada. Podemos assim calcular a receita média ponderada de uma qualquer classe de tarifa (i) através da expressão:

$$f_i = \frac{\sum_{j=i}^n f_j \in [Y_j]}{\sum_{j=i}^n \in Y_j} \quad \text{Expressão 2.17}$$

A solução do problema é dada pela aplicação da equação de Littlewood às condições expressas nas expressões 2.13 e 2.14 obtendo $f_i = f_{i+1} \Pr (Y_{i+1} > P_{i+1})$ de onde se obtêm o limite da aceitação para uma determinada classe de tarifa através da expressão:

$$Bl_i = \max \{C - (P_{i+1}, 0)\} \quad \text{Expressão 2.18}$$

Nesta expressão podem ser considerados os cancelamentos de reservas substituindo a variável C (capacidade da aeronave) por $C/(1-q)$ sendo q a probabilidade média de cancelamento para todas as classes de tarifa. Verifica-se que a resolução deste problema só é possível tendo a distribuição da variável Y_i (procura de uma classe de tarifa), esta é obtida através dos métodos estatísticos descritos na seção 2.6 .

2.10 - Síntese

A indústria do transporte aéreo teve o seu início na segunda década do século passado, apresentando desde o seu início uma função política enquanto vetor de relacionamento entre Estados e internamente vetor de mobilidade. Paralelamente apresenta no plano económico o potencial de desenvolvimento de várias atividades, seja diretamente no transporte enquanto serviço, seja indiretamente na construção de infraestruturas ou desenvolvimento tecnológico, ou finalmente induzindo um aumento da atividade económica pelo impacto enquanto vetor de transporte de pessoas e bens. Concordo que é esta dinâmica e importância político-económica que serve de motor ao desenvolvimento das estruturas regulatórias da aviação, consolidadas num ambiente pós guerra, através da Convenção de Chicago, esta sob a égide de um projeto maior de globalização, de unificação dos povos, as Nações Unidas.

Deste modo se assistimos a um primeiro momento caracterizado pela regulação das tarifas pelos Estados, verifica-se após 1978 à deslocação da indústria para a esfera privada transferindo gestão da tarifa para as companhias, assim esta deixa de ser uma função de uma estrutura de custos visando o impacto económico, para ser gerida visando primariamente a maximização da receita. Paralelamente o desenvolvimento de tecnologias de informação, e científico estabelece as condições para o surgimento de uma técnica de cariz multidisciplinar visando a maximização da receita, o *Revenue Management*.

É expectável que o desenvolvimento desta técnica seja, assim função do contexto político e económico global. Assim a eficiência dos modelos adotados, será dependente da

adequação das variáveis explicativas, e estas da tipologia dos serviços prestados pelas transportadoras.

É possível que se evolua no sentido de sistemas integrados, ou seja, a integração de modelos RM com funções de custos visando a maximização da margem.

CAPÍTULO 3

Metodologia

3.1 - Introdução

A elaboração deste terceiro capítulo pretende demonstrar toda a metodologia utilizada para a concretização do estudo de modelação a que se propõe a realização desta dissertação de mestrado. Para tal, encontra-se dividido em duas seções: os dados e a abordagem metodológica usada, a regressão PLS (*Partial Least Squares*) - PLSR.

Apesar de inúmeros investigadores e especialistas reconhecerem a necessidade e a importância da aplicação de abordagens metodológicas para a análise do impacto da gestão das receitas totais numa companhia aérea para a melhoria de resultados económicos e financeiros, a verdade é que muitas das conclusões apresentadas na literatura existente baseiam-se principalmente em pesquisas teóricas. Como tal, ainda são raros os estudos empíricos e exploratórios desenvolvidos ao longo de inúmeros países e empresas, utilizando a metodologia proposta. A realização desta dissertação de mestrado tem como objetivo fundamental preencher parte dessa lacuna, nomeadamente no que diz respeito ao contexto português, contribuindo para o enriquecimento científico e para a melhoria no auxílio à tomada de decisão.

3.2 - Dados

A base de dados usada no presente estudo para analisar o comportamento da gestão das receitas totais numa companhia aérea do tipo tradicional (*legacy*), foi fornecida por uma companhia aérea (por questões de confidencialidade, não revelado o seu nome).

A base de dados original fornecida para o efeito é composta por 348.975 observações, contendo 8 variáveis no período compreendido entre 24 de junho de 2011 e 31 de dezembro de 2012. Todavia, a mesma base de dados por razões de operacionalidade a nível de *software* estatístico e econométrico, devido à sua dimensão (bastante "pesada"), teve

necessidade de sofrer algumas alterações, codificação de variáveis, agrupamento de variáveis, e eliminação de variáveis insignificantes para o estudo. Os dados respeitantes a 2011 não apresentavam a variável horário tendo sido eliminados. Com esta alteração, a nova base de dados considerada, é composta por 347.488 observações. As variáveis fornecidas foram: Dia do voo (DV), Origem-Destino (OD), Tarifa (Tf), Data de Emissão do Bilhete (EB), Horário (Hr), Brand (Br), Tipo de Rota (TR), Distância (Dt). A variável (OD) não se encontra identificada para proteção de dados da companhia, não sendo assim possível efetuar um estudo detalhado associado à mesma, considerando dados socioeconómicos dos pontos de origem e destino. A variável (TR) caracteriza o tipo de rota quanto ao tipo de concorrência: LCC, rota caracterizada por uma forte implementação de concorrência de companhias do tipo *Low Cost Carrier*; Mista, rota caracterizada por concorrência heterogénia de companhias tradicionais e LCC; e, *Legacy*, rota caracterizada por concorrência do tipo tradicional.

A base de dados fornecida, apresenta dados de 3 rotas (O-D) correspondendo a cada uma um e um só tipo de rota (TR), assim não é possível estabelecer se o comportamento de cada tipologia de rota é uma característica dessa tipologia não existindo dados comparativos para validação. Do mesmo modo, a variável distância (Dt) está associada a uma e uma só tipologia de rota. Não sendo assim possível avaliar a sua influência por tipo de rota por não existirem dados comparativos para validação.

A variável Brand (Br) assume um valor de 1 a 5, caracteriza o tipo de produto associado a uma tarifa, no caso de estudo, a companhia vende 5 tipos diferentes de produtos, estando a cada um associadas condições específicas de serviço: a variável Brand (Br) corresponde aos atributos 1 a 4, à ocupação de lugares disponíveis na classe económica, sendo o atributo 5 correspondente à utilização de lugares disponíveis na classe executiva. Não foram fornecidas as capacidades por voo e por classe não sendo possível estudar a taxa de ocupação. Verifica-se assim existirem 4 tipos de tarifas para a classe económica e 1 para a classe executiva.

A base de dados fornecida apresenta por observação o dia (DV) e horário (Hr) em que o voo foi efetuado. A variável cujo comportamento pretendemos estudar é a Receita Total (RT).

Face às alterações já mencionadas, na base de dados original fornecida pela companhia aérea, em função dos objetivos definidos para o estudo, houve a necessidade de criar novas variáveis, estando as mesmas identificadas na tabela seguinte:

Sigla da Variável	Designação da Variável	Tipologia da Variável
DV	Dia do voo.	Quantitativa
ID	Valor correspondente a uma e uma só combinação DV, OD, Hr. Corresponde à identificação do voo.	Quantitativa
RT	Receita total por voo, corresponde ao somatório de Tarifas (Tf) correspondentes a um voo (ID).	Quantitativa
Dt	Distância, em milhas náuticas, associada a uma e uma só tipologia de rota, O-D.	Quantitativa
PT	Passageiros por voo, corresponde ao número de Tarifas (Tf) vendidas correspondentes a um voo (ID).	Quantitativa
DS	Dia da semana, de segunda-feira a domingo a que se efetua um voo (ID).	Qualitativa
Ct	Diferença dias data compra <i>versus</i> data do voo.	Quantitativa
Fr	Frequência, valor numérico correspondente ao número de voo (ID) na mesma Rota (OD) no mesmo dia (DV).	Quantitativa

PD	Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Discount.	Quantitativa
PB	Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Basic.	Quantitativa
PC	Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Classic.	Quantitativa
PP	Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Plus.	Quantitativa
PE	Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Executive.	Quantitativa
Cd	Classificação do dia, em: fim de semana, dia de semana.	Qualitativa
TR	Tipo de rota, expresso em: LCC; Mista; Legacy.	Qualitativa
HV	Horário do voo, expresso em: madrugada_manhã (00:00 e 12:00), e tarde_noite (12:01 e 23:59).	Qualitativa

Tabela 2 – Variáveis utilizadas no estudo

Fonte: Elaborada pelo próprio

Após as diversas alterações na base de dados original fornecida pela companhia aérea, para a realização do presente trabalho, a base de dados final é constituída por 52 IDs e 3.672 observações, compreendidas entre 1 de Janeiro e 31 de Dezembro de 2012.

3.3 - Abordagem Metodológica - PLS (*Partial Least Squares*)

Tendo em conta a grande maioria dos modelos estatísticos e econométricos existentes, utilizados em modelação, é possível verificar que até uma certa altura do século passado, todos eles foram estimados através da utilização de séries seccionais ou por séries temporais. Com a evolução da complexidade destes mesmos modelos foi possível concluir que cada vez mais aplicações não possuíam os seus dados disponíveis para a correta aplicação da metodologia relativa às séries seccionais e/ ou séries temporais, surgindo a necessidade da utilização de uma metodologia mais eficaz (Washington *et al.*, 2003). No presente trabalho também deparamos com esta adversidade relativamente à natureza dos dados, nomeadamente à sua natureza.

Face à tipologia e natureza dos dados, bem como ao objetivo do trabalho, a escolha pela utilização do método da PLS é a mais indicada para o efeito (Wold, 1985).

A PLS (*Partial Least Squares*) é uma técnica também muito usada para estimar os coeficientes do sistema de equações estruturais, através do método dos mínimos quadrados. Esta abordagem da PLS para a modelação de equações estruturais é chamada de Modelação PLS-Path. Considerado o pai da PLS, o Professor Herman Wold, nasceu a 25 de Dezembro de 1908, em Skien, na Noruega; o mais novo de uma família de seis irmãos e irmãs. Em 1912, os seus pais migraram para a Suécia; foi lá que ele recebeu sua educação escolar antes de se tornar um estudante na Universidade de Estocolmo. Ele obteve o seu Doutoramento, na Universidade de Estocolmo, em 1938, com a tese: "*Estudos de Análise Estacionária em Series Temporais*", depois de estudar com o professor Harald Cramér.

Após obter o seu Doutoramento, e antes de se mudar para Uppsala, o trabalho iniciado em análise estatística da procura, encomendado pelo governo sueco foi publicado em livro (*Análise da Procura: Um estudo econométrico*), tornou-se um clássico na área, embora não tenha sido publicado em Inglês até 1952, devido à guerra, embora a Suécia, tivesse assumido uma posição neutra.

Antes de começar a desenvolver os métodos PLS, Wold também fez diversas contribuições sobre a teoria da utilidade, incluindo suas "preferências ordinais ou utilidades cardinais", o que provocou uma resposta muito positiva dos LJ Savage e GLS Manilha.

Passados alguns anos em Estocolmo, Wold tornou-se o primeiro professor de estatística na Universidade de Uppsala em 1942, onde permaneceu até 1970. Nesse ano, mudou-se para Gotemburgo como professor de estatística, permanecendo até 1975, regressando a Uppsala. Casou-se com Anna-Lisa Arrhenius em 1940, e tiveram três filhos: Svante, Maria e Agnes. As três crianças todos se tornaram cientistas.

Por conta das suas inúmeras contribuições para a estatística e econometria, Herman Wold foi eleito como membro do Instituto de Estatística e Matemática, o *American Statistical Association* e da *Academia Sueca de Ciências*; e era membro honorário da *Royal Statistical Society*, a *American Economic Association* e da *Academia Americana de Artes e Ciências*. Ele também foi membro do Comité do Prémio Nobel da Ciência Económica, 1968-1980, tendo proferido o discurso de apresentação para o vencedor do Prémio Nobel da Ciência Económica, Lawrence Klein, em 1980. Ele mesmo, provavelmente, em muitas ocasiões, foi indicado como candidato a esse mesmo prémio, embora esta informação não seja revelada por 50 anos. H. Wold morreu em 16 de Fevereiro 1992, em Uppsala, na Suécia. Herman Wold trabalhou em modelos econométricos relacionados com métodos de estimação para sistemas de equações simultâneas, mas ao contrário dos seus colegas contemporâneos, ele sempre preferiu utilizar os métodos baseados em mínimos quadrados em vez de no máximo verossimilhança. Wold estudou diferentes técnicas de estimação usando procedimentos iterativos, a partir dos quais ele desenvolveu um método especial chamado de ponto fixo. Este método usa um algoritmo iterativo de mínimos quadrados ordinários (OLS) para estimar os coeficientes de um sistema de equações simultâneas. Em 1964, após uma conferência sobre o método de ponto fixo na Universidade da Carolina do Norte, Wold decidiu modificar o seu algoritmo para estendê-lo ao cálculo das componentes principais.

Como admitiu, esta modificação, apresentada em 1966, foi baseada em comentários de um participante da conferência, que deu a Wold uma pista para o cálculo das componentes principais utilizando um processo iterativo.

Logo depois, Wold também aplicou o algoritmo para calcular correlações canônicas. Destes procedimentos, Wynne W. Chin afirmou: *"A abordagem PLS tem as suas origens em 1966 quando Herman Wold apresentou dois procedimentos iterativos usando mínimos quadrados (Least Squares), estimativa para modelos individuais e múltiplos componentes e para a correlação canônica"* (Chin, 1998, 297). Estes dois procedimentos iterativos deram lugar em 1973 para o NIPALS10 (algoritmo iterativo não-linear com mínimos quadrados parciais), com o qual H. Wold mostrou como calcular as componentes principais, com uma sequência iterativa de regressões simples utilizando o método dos mínimos quadrados ordinário (MQO), e também como calcular as correlações canônicas com uma sequência iterativa de regressões múltiplas utilizando OLS. Finalmente, em 1977, o algoritmo PLS apareceu, um algoritmo iterativo para encontrar variáveis latentes, de acordo com Fornell: *"Em 1977, os dois algoritmos iterativos de H. Wold foram seguidos pelo algoritmo PLS geral, originalmente chamado NIPALS para LS (least squares), estimação de modelos de caminhos com variáveis latentes"* (Fornell e Cha, 1994, p. 52); também de acordo com a Geladi e Kowalski (1986) atribui a Herman Wold, no final de 1977, a data de nascimento da PLS, como método de regressão PLS.

Na PLS, o foco será sobre a forma como a PLS-R ou regressão PLS, surgiu a fim de remover o problema de multicolinearidade num modelo de regressão. Quando os coeficientes de um modelo de regressão são para ser avaliados e existe um número relativamente grande de variáveis explicativas X, com uma relação de dependência extrema entre elas, existe multicolinearidade. O problema da multicolinearidade significa que coeficientes de regressão podem ser insignificantes para a variável explicada e isto pode causar dificuldades em interpretar a equação de regressão devido aos sinais dos coeficientes erráticos. Quando este problema aparece, a solução mais direta é a de reduzir a dimensionalidade de X, o conjunto de variáveis explicativas. A questão imediata é então como realizar essa redução. A resposta geralmente envolve encontrar um conjunto de novas variáveis que são criadas como uma combinação linear das originais, de tal maneira que o problema de multicolinearidade seja eliminado. O método das componentes principais tem sido amplamente utilizado há muitos anos e até recentemente era uma referência a apontar entre as técnicas de redução de dimensionalidade.

De acordo com Vicente (2015) e Wold *et al.* (2001), o método de regressão PLS assume-se como uma importante técnica de predição, e não de interpretação, apesar da existência de diversos trabalhos de aplicação de técnicas interpretativas sobre os fatores extraídos através da regressão PLS.

Na década de 1980, os interesses de pesquisa em PLS passou das ciências sociais para aplicações em química para o que agora é conhecido como quimiometria (aplicação de métodos estatísticos para dados químicos).

A pessoa responsável por esta transição foi Svante Wold, filho de Herman Wold. Em 1983, Svante Wold juntamente com Harald Martens, criaram o NIPALS adaptado para resolver o problema de multicolinearidade nos modelos de regressão lineares. Eles desenvolveram ainda um outro ramo das técnicas PLS em química analítica conhecida como regressão PLS (PLS-R).

A PLS é assume-se como uma poderosa ferramenta de análise, devido às suas exigências mínimas em termos de escalas de medição, tamanho da amostra e distribuição residual (Vicente, 2015). A PLS não precisa que os dados sejam de distribuições normais ou conhecidos (Falk e Miller, 1992).

Neste momento existe uma grande confusão em torno da PLS, tanto em relação ao autor (pai ou filho) e a abordagem (Regressão PLS ou Modelagem PLS-Path). Por esta razão, estas abordagens serão agora revistas para compreender o seu relacionamento, diferenças e semelhanças. A Regressão PLS (PLS-R), é uma técnica para a redução da dimensão de múltiplas variáveis, usada para reduzir o número de variáveis explanatórias num problema de regressão, com a objetivo de eliminar multicolinearidade daquele conjunto de variáveis explicativas X , e também de modo que o subconjunto de variáveis explicativas obtidos seja o ideal para a previsão da variável dependente Y .

A Modelagem PLS-Path é a abordagem PLS para modelos de equações estruturais, usada para estimar os coeficientes de um sistema de equações estruturais, com o método parcial dos quadrados mínimos, uma vez que as soluções obtidas são tão fiáveis como aquelas obtidas com a técnica com base na estrutura de covariância, e apresentando menos restrições, especialmente sobre a distribuição de dados e tamanho da amostra.

A metodologia de Modelagem PLS-Path assume que modelos estruturais são lineares, o que significa que todas as técnicas de regressão podem ser utilizadas para estimar coeficientes estruturais. No entanto, o modelo de regressão de mínimos quadrados é mais comum, devido à sua falta de requisitos de aplicação.

Como resultado, a medida utilizada para avaliar a exatidão do ajuste do modelo é o usual, ou seja, o coeficiente de determinação R^2 (ou seja, o quociente entre a variabilidade explicada pela regressão e a variabilidade total). A estimativa do coeficiente pode ser realizada utilizando-se o método comum dos mínimos quadrados, mas se a multicolinearidade está presente no conjunto de variáveis explicativas, quer sob a modelo de mensuração ou no modelo estrutural, o método de regressão dos mínimos quadrados parciais deve ser usado.

Existem vários pacotes de *software* que contêm a metodologia PLS para evitar fazer este trabalho excessivamente longo, esta lista só visa proporcionar uma referência, sem explicar como cada um deles funciona, uma vez que este está fora do escopo deste trabalho. Entre aqueles que incluem o método de regressão PLS, a seguir podem ser destacadas: SAS, muito estendido, especialmente na química e setor farmacêutico, onde PLS de regressão é uma ferramenta muito útil; o SIMCA+P, concebido pelos criadores da técnica (Svante Wold e Harald Martens), e o XLSTAT.

Outras ferramentas de *software* para PLS-Regressão podem ser encontradas em: http://www.cdpcenter.org/research_scientists/plsr/.

Os mínimos quadrados parciais (PLS) são um método para a construção de modelos preditivos quando os fatores são muitos e altamente colineares. Note-se que a ênfase está na previsão das respostas e não necessariamente tentar compreender a relação subjacente entre as variáveis.

Por exemplo, a PLS não é geralmente adequada para triagem de fatores que têm um efeito negligenciável na resposta. No entanto, quando é a predição a meta e não há necessidade prática de limitar o número de fatores medidos, a PLS pode ser uma ferramenta útil.

Resumidamente, o modelo de regressão PLS, apresenta-se como uma técnica de análise de dados multivariada utilizada para relacionar uma ou mais variáveis resposta Y com

diversas variáveis independentes X , baseada no uso de fatores. Além de permitir identificar fatores (combinações lineares das variáveis X) que melhor modelam as variáveis dependentes Y , admite com eficiência, trabalhar com conjuntos de dados onde haja variáveis altamente correlacionadas e que apresentam ruído aleatório considerável (Vicente, 2015).

A PLS, utilizada na análise no presente trabalho, foi desenvolvido por Wold (1985) para a modelação de conjuntos de dados complexos em termos de cadeias de matrizes, o chamado modelo de caminho (por exemplo, Tenenhaus *et al.*, 2005). Segundo Vicente (2015), a PLS atinge os dois objetivos de descrição e previsão, combinando a análise de componentes principais e análise de regressão linear múltipla. O uso da PLS é apropriado na presença de um grande conjunto de variáveis independentes em situações de elevada multicolinearidade (Morellato, 2010). Tenenhaus *et al.* (2007) referiram que a regressão PLS é uma técnica utilizada para sintetizar dois conjuntos de dados, X e Y , por meio de variáveis latentes, tendo em conta que o bloco Y é um conjunto de respostas e o bloco X é um conjunto de indicadores. Os componentes PLS denominados por t_1, \dots, t_h encontram-se relacionados com X e obrigados a ser ortogonais. Já os componentes PLS designados por u_1, \dots, u_c encontram-se relacionados com Y e não apresentam restrições ortogonais. X e Y são blocos centralizados de X e de Y . De acordo com o trabalho desenvolvido por Hoskuldsson (1988) citado por Vicente (2015), a obtenção do componente PLS h , $t = X w$ e $u = Y c$ foi demonstrada com recurso ao critério de maximização de Tucker (1958):

$$\text{cov}(X w, Y c) = \text{var}(X w) \text{corr}(X w, Y c) \text{var}(Y c), \text{ sujeito às restrições } |w| = |c| = 1.$$

Uma visão mais intuitiva da metodologia PLS é fornecido pelo Geladi e Kowalski (1986), segundo os quais a ideia principal de uma estimativa de regressão PLS é construir um modelo que reflita uma relação entre Y e X (como $Y = XB + E$). Deste modo, a PLS produz scores dos componentes como combinações lineares das variáveis originais X para que a correlação entre os componentes identifiquem variáveis utilizadas no modelo final de modo a serem removidas. Para se ter $Y = XB + E$, primeiro é necessário obter $T = XW + F$ (E e F são termos de erro) por extração dos fatores. T é uma matriz de pontuação para um componente W matriz peso adequado, calculada através da maximização da covariância entre as respostas e os scores fatoriais correspondentes. A matriz dos scores T resume as variáveis X .

Posteriormente, o modelo de regressão linear de Y em U é estimado para obter C , contendo as cargas para Y : $L = YC + G$ (G é um termo de erro). Uma vez que as cargas são calculados C , este modelo de regressão é equivalente a $Y = XB + E$, com $B = WC$, o qual pode ser utilizado como um modelo de regressão preditivo (Morellato, 2010).

Para simplificar este modelo, o método VIP (importância variável na projeção) foi utilizado para identificar os preditores mais relevantes, ou seja, todas as variáveis resultam de uma pontuação VIP $>0,8$ (Wold, 1994).

De uma forma geral, é possível referir que esta metodologia consiste numa análise estatística de um conjunto de dados obtidos através da observação repetida ao longo de um determinado período de tempo para um conjunto de variáveis pré-seleccionadas/ indicadas (Wooldridge, 2005; Vicente, 2015). Isto é, através de um modelo definido a partir de um conjunto de variáveis independentes (também denominadas frequentemente por variáveis explicativas) é possível determinar o comportamento do mesmo ao longo do período desejado. Deste modo, uma variação estará diretamente relacionada com as variações ocorridas ao longo das diversas variáveis (Wooldridge, 2005; Vicente, 2015).

Assim sendo, o modelo que será utilizado no quarto capítulo desta dissertação de mestrado é caracterizado como tendo: variável dependente - a receita total (RT); e como variáveis independentes ou explicativas: Distância, em milhas náuticas, associada a uma e uma só tipologia de rota, O-D (Dt), Dia da semana, de segunda-feira a domingo a que se efetua um voo (ID) (DS), Diferença dias data compra *versus* data do voo (Ct), Frequência, valor numérico correspondente ao número de voo (ID) na mesma rota (OD) no mesmo dia (DV) (Fr), Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Discount (PD), Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Basic (PB), Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Classic (PC), Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Plus (PP), Número de tarifas (Tf) vendidas por voo (ID) da marca (Br) Executive (PE), Classificação do dia, em: fim-de-semana, dia de semana (cd), Tipo de rota, expreso em: LCC; Mista; Legacy (TR), Horário do voo, expreso em: madrugada_manhã (00:00 e 12:00), e tarde_noite (12:01 e 23:59) (HV).

O modelo de regressão PLS foi estimado com recurso ao *software* estatístico e econométrico XLSTAT©, versão 2014.06.01.

O presente trabalho de investigação seguiu o processo delineado na figura abaixo:

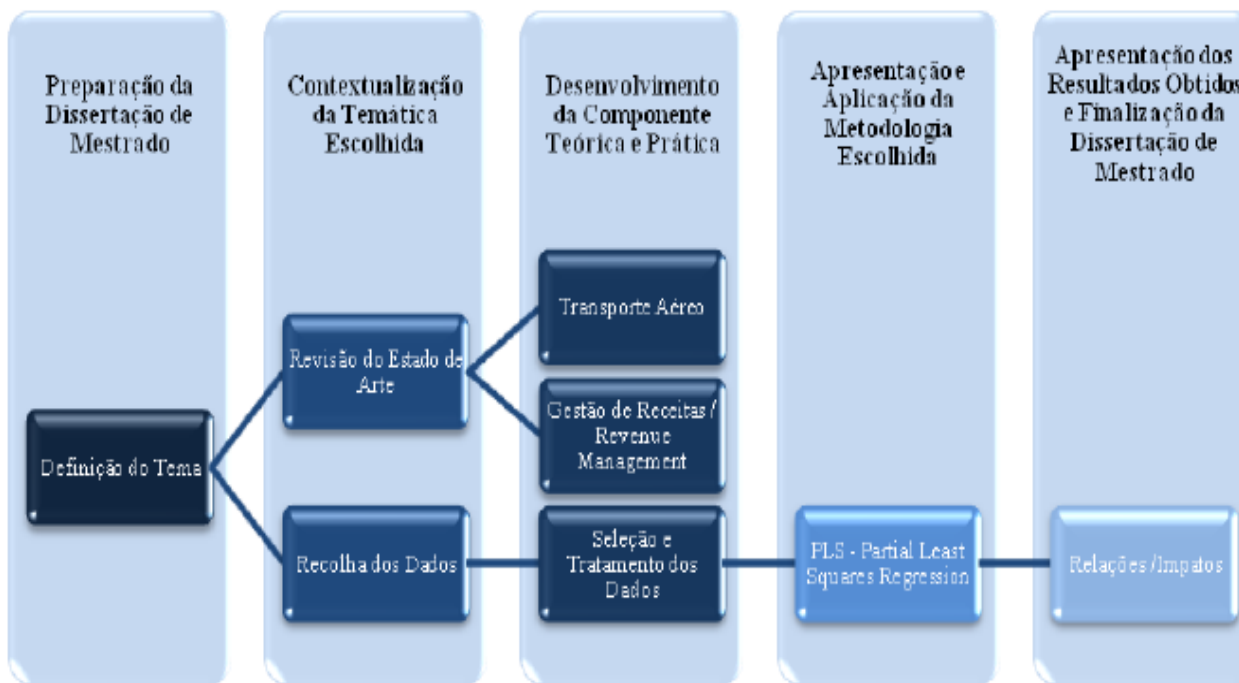


FIGURA 5 – Esquema do Processo de Investigação da Dissertação de Mestrado

Fonte: Elaboração Própria (Adaptado de Vicente, 2010)

A partir da visualização da Figura 5, é possível identificar as cinco fases que compõem o processo de investigação que deu origem à dissertação de mestrado:

1. Preparação da Dissertação de Mestrado (Fase 1);
2. Contextualização da Temática Escolhida (Fase 2);
3. Desenvolvimento da Componente Teórica e Prática (Fase 3);
4. Apresentação e Aplicação da Metodologia Escolhida (Fase 4);
5. Apresentação dos Resultados Obtidos e Finalização da Dissertação de Mestrado (Fase 5).

A Fase 1, tal como o nome indica, representa a etapa inicial de todo este processo de investigação, sendo a mesma constituída pela definição do tema, através da justificação das

razões para a sua escolha, bem como a definição dos objetivos a que se propõe a realização desta dissertação de mestrado.

A Fase 2 tem como objetivo servir de base para a realização da Fase 3 e contém toda a componente de pesquisa e recolha de dados necessários para a constituição da componente teórica e prática desta dissertação de mestrado. Por um lado, foi analisado um vasto conjunto de bibliografia elaborada por especialistas da temática definida anteriormente e, simultaneamente, efetuou-se nesta mesma fase a recolha de dados junto da companhia aérea do tipo tradicional.

A Fase 3, com um carácter puramente teórico, promove uma contextualização da temática escolhida previamente na Fase 1, através da reflexão e contextualização do transporte aéreo e da gestão de receitas/ *revenue management*, imprescindíveis para o tema em causa recorrendo à informação recolhida na Fase 2. Relativamente à componente prática, nesta fase é efetuada uma seleção e respetivo tratamento dos dados recolhidos na fase anterior para que na seguinte fase possam ser utilizados.

A Fase 4, também de carácter teórico inicialmente, contém a apresentação da metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo econométrico, nomeadamente, a análise dos dados usando a PLS, efetuando-se uma contextualização e referência da importância desta metodologia para o setor aeronáutico em que insere a temática em causa. Posteriormente, e na mesma fase, recorrendo à ajuda informática, nomeadamente ao Excel© (versão 2013), foram analisadas, de forma estatística, as diversas variáveis definidas anteriormente mediante diversas especificidades e, por outro lado, foi utilizado o *software* XLSTAT© (versão 2014.06.01), para a aplicação do método de estimação econométrica do modelo em estudo.

Em último lugar, a Fase 5 contém a apresentação de todos os resultados obtidos de forma a determinar que tipo de impacto de um conjunto de variáveis explicativas no comportamento da receita total da companhia aérea do tipo tradicional (*legacy*).

Em termos metodológicos, a utilização da PLS no presente trabalho de investigação, constitui algo inovador, em função da quase inexistência da aplicabilidade do método, em estudos aplicados ao setor aeronáutico, no panorama nacional, seguindo a linha de investigação de Vicente (2015).

3.4 – Aplicabilidade da PLS em vários setores de atividade económica

Esta metodologia tem apresentado provas de robustez preditiva não requerendo as condições de outros métodos de modelação estatística. A PLS enquanto ferramenta de modelação estatística tem sido aplicada em diversas áreas, desde a medicina no estudo de fadiga (Leonard *et al.*, 2007), doenças cardiovasculares (X. Che *et al.*, 2007), Marketing (Ahmad Azmi *et al.*, 2013), Química (Constantinos Georgiou, 2014), Economia (M. Wang *et al.*, 2012), e Segurança (Andreas P. e Nikos Platis, 2007).

CAPÍTULO 4

Análise e Discussão de Resultados

4.1 - Introdução

Neste capítulo apresentamos e analisamos os resultados do modelo estimado. Como referido no capítulo anterior o modelo utilizado foi estimado utilizando o método de regressão PLS, numa primeira fase devemos proceder à validação estatística do modelo, de seguida descrevemos e interpretamos os valores de componentes obtidos.

4.2 - Estatística Descritiva

Apresentamos na tabela 3 as estatísticas descritivas referente às variáveis do modelo estimado, as variáveis apresentadas em fundo branco são quantitativas, as apresentadas em fundo cinza são qualitativas não se aplicando a determinação de média ou desvio padrão e sendo o seu mínimo e máximo substituído por variáveis *dummy* do tipo 0 e 1.

Estatística Descritiva						
Variável	Observações	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	
RT	3672	103,00	108436,43	8870,60	13012,22	
Ct	3672	4,28	207,39	43,20	28,66	
Dt	3672	200,00	3000,00	586,27	750,75	
RT/Dt/PT	3672	0,02	1,22	0,23	0,18	
Fr	3672	1,00	6,00	4,49	1,39	
PD	3672	0,00	91,00	22,22	17,73	
PB	3672	1,00	218,00	53,04	34,88	
PC	3672	0,00	126,00	13,40	15,46	
PP	3672	0,00	31,00	2,68	3,96	
PE	3672	0,00	35,00	3,28	4,06	
TR	LCC	3672	0	1	n/a	n/a
	Legacy	3672	0	1	n/a	n/a
	Mista	3672	0	1	n/a	n/a
DS	Domingo	3672	0	1	n/a	n/a
	Quarta	3672	0	1	n/a	n/a
	Quinta	3672	0	1	n/a	n/a

	Segunda	3672	0	1	n/a	n/a
	Sexta	3672	0	1	n/a	n/a
	Sábado	3672	0	1	n/a	n/a
	Terça	3672	0	1	n/a	n/a
Cd	Dia Semana	3672	0	1	n/a	n/a
	Fim Semana	3672	0	1	n/a	n/a
HV	Madrugada/Manhã	3672	0	1	n/a	n/a
	Tarde/Noite	3672	0	1	n/a	n/a

Tabela 3 – Estatísticas Descritivas

Fonte: Elaborada pelo próprio

Como explicado no capítulo anterior o modelo de regressão PLS sintetiza através da utilização de variáveis latentes duas matrizes, X e Y, sendo X o conjunto de indicadores e Y a matriz resposta para o modelo. Assim devemos primeiro verificar se o modelo obtido tem robustez estatística.

4.3 - Teste de Validação Cruzada

De forma a aferir a qualidade do modelo obtido, é utilizado o método de validação cruzada, definindo a significância das variáveis. Na presente modelação em estudo foi determinado um modelo agregado de duas componentes. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados na tabela seguinte (Tabela 4):

Modelo Componente	R ² X Acumulado	R ² Y acumulado	limite	Q ² acumulado	Signific.
1	0,210	0,855	0,050	0,537	R1
2	0,354	0,904	0,050	0,674	R1

Tabela 4 – Resultados do Modelo

Fonte: Elaborada pelo próprio

O XLSTAT© assume por defeito, a análise para os primeiros dois componentes estatisticamente significativos, ou seja, que passaram o teste de validação cruzada (R1) considerando a restrição $Q^2 > 0.05$, neste caso, assegurando uma qualidade global do modelo de 67,4% ($Q2 = 0,674$). Assim é verificado que os dois primeiros componentes explicam 35,4% da variação da variação de X e 90,4% da variação de Y. Verifica-se que o modelo obtido têm uma elevada capacidade explicativa da variação da Receita Total e apresenta uma capacidade robusta de predição da mesma, existindo espaço para otimização do modelo explicativo, sendo provável que, uma vez que ao descaracterizar as variáveis explicativas por motivos de confidencialidade, não é possível a utilização de variáveis explicativas econométricas extensamente testadas na indústria em modelos gravitacionais, deste modo diminuindo o poder de explicação de X. Por outro lado, é patente a vantagem desta metodologia, apresentando-se como uma importante técnica de predição, e não de interpretação, como referido no capítulo anterior.

4.4 - Modelo de Regressão Linear Produzido

O modelo obtido pode ser escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned} RT_v = & 3389,61784576483 + 39,9308651943656 * Ct + 3,47371606362252 * Dt + \\ & 995,257275509269 * RT/Dt/PT - 1217,74050406496 * Fr - 21,405882856374 * PD + \\ & 63,5492302633786 * PB + 133,940061632273 * PC + 187,31272370984 * PP + 617,008266064819 * PE \\ & - 2469,95364430781 * TR_LCC + 10275,2392152366 * TR_Legacy - 795,610921552322 * TR_Mista - \\ & 115,151049022452 * DS_Domingo + 176,619985582915 * DS_Quarta + \\ & 35,8486628416641 * DS_Quinta + 264,208640566486 * DS_Segunda - 39,0471628129705 * DS_Sexta \\ & - 471,290237507328 * DS_Sábado + 118,243649324502 * DS_Terça + \\ & 340,553410707295 * Cd_Dia_Semana - 340,553410707295 * Cd_Fim_Semana - \\ & 1051,45566204737 * HV_Madrugada_Manha + 1051,45566204737 * HV_Tarde_noite + \epsilon_v \end{aligned}$$

Expressão 2.19

Podemos ler o modelo como uma função linear cuja variável dependente RT de um voo (v) é explicada pela reta definida pela soma do produto dos coeficientes obtidos pela variável explicativa associada, acrescido do erro de ruído do sistema (ϵ_v). A vantagem da

modelação linear é de forma simples podemos avaliar o impacto de cada variável explicativa na variável dependente através da leitura do coeficiente obtido.

4.5 - Análise dos Coeficientes Padronizados

Apresentamos na figura 6, a relação entre os coeficientes padronizados e a variável dependente estudada, o intervalo de confiança do modelo apresentado é de 95%, sendo este apresentado através do método *Jack Knifing*.

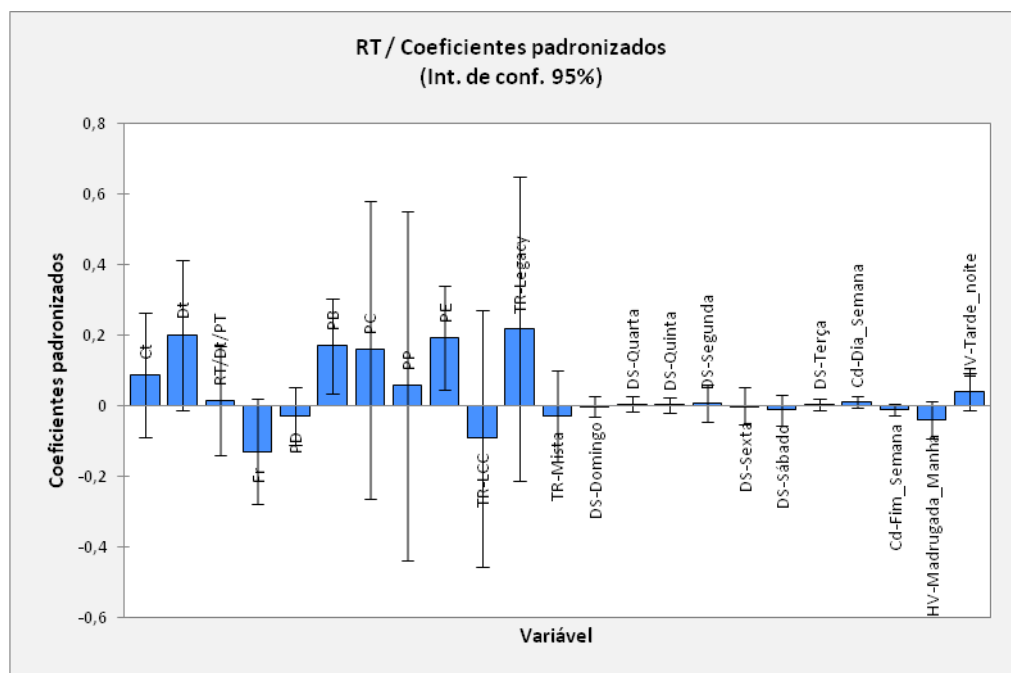


FIGURA 6– RT / Coeficientes padronizados
(Intervalo de Confiança 95%)
Fonte: Elaboração Própria

Podemos concluir numa primeira avaliação, uma clara relação positiva entre a receita total obtida por voo e a operação em rotas sem concorrência de outros modelos de companhia (TR Legacy), verifica-se também que a distância total (Dt) tem também uma relação direta com a receita total. Devido à capacidade da PLS de eliminar os problemas de multicolinearidade do modelo é possível verificar que são as tarifas Basic, Classic e Executive que tem a maior correlação positiva com a receita total, apresentando a tarifa Plus uma correlação também positiva, mas com menor peso associado que as anteriores. A tarifa

Discount apresenta uma correlação negativa, ligeira, com a receita total. As duas variáveis com maior contributo negativo para a receita total são o numero de frequências por rota e a existência de concorrência de operadores do tipo LCC na rota.

No contexto do apoio à decisão através da presente análise podemos inferir uma elevada dependência do tráfego *premium* para a geração de receita no modelo de *revenue management* utilizado pela companhia estuda, da mesma forma denota-se alguma fragilidade na capacidade de gerar receita nos segmentos de mercado LCC. É também possível inferir algum efeito de saturação nas rotas estudadas devido a um volume de frequências de voos acima do ótimo.

De seguida apresentamos graficamente a distribuição dos valores da influência da variável na projeção (VIP), mais uma vez os intervalos de confiança são derivados do método estatístico Jack-Knifing, são consideradas mais relevantes as variáveis que apresenta valores de influência superiores a 0,8 (Wold,1994). Apresentamos os valores obtidos para o primeiro componente e segundo componente.

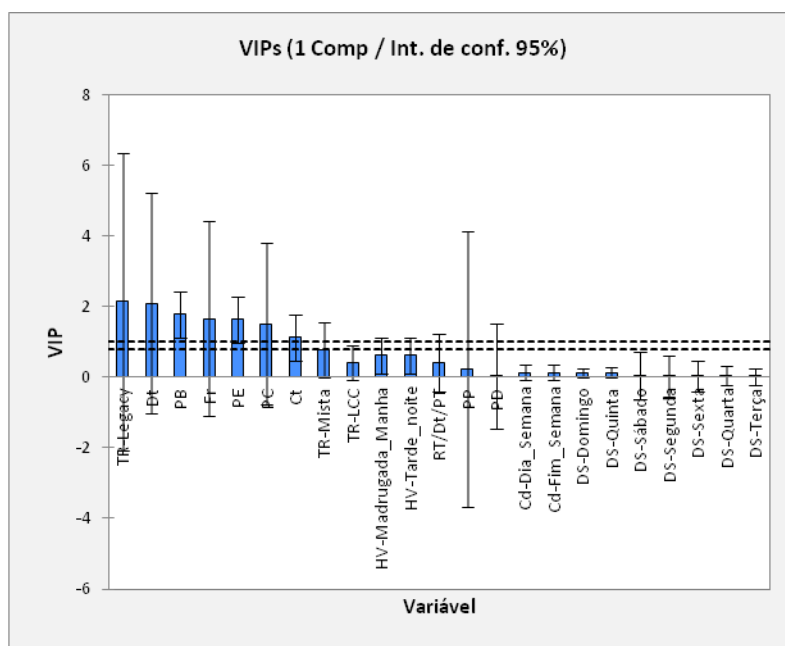


FIGURA 7– VIP para o primeiro componente

Fonte: Elaboração Própria

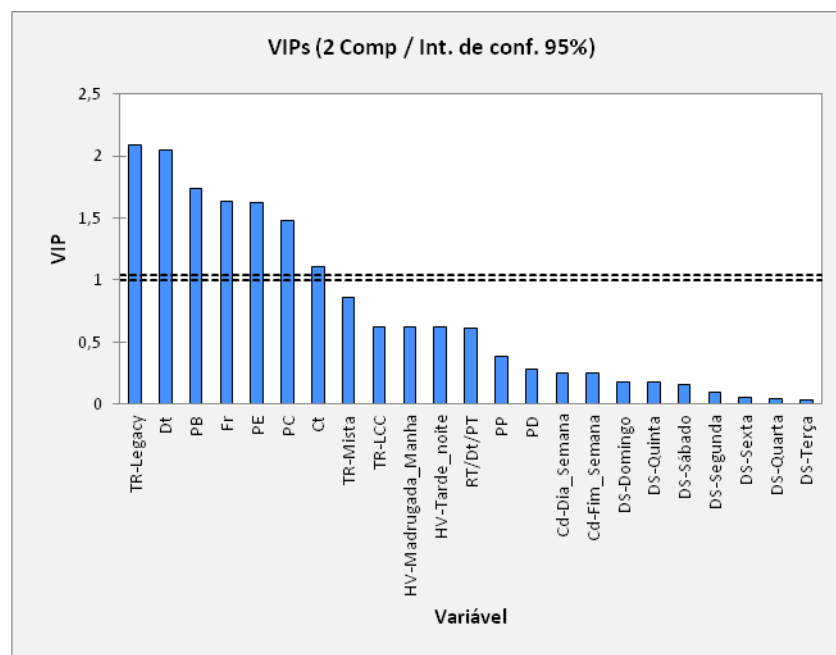


FIGURA 8– VIP para o segundo componente
Fonte: Elaboração Própria

Através das Figuras 7 e 8, apresentados verifica-se que existe uma influência significativa da Distancia total e da tipologia de rota *Legacy* na Receita Total por voo e das vendas nas tarifas Basic, Classic e Executive. Deste modo verifica-se qual o modelo de operação para o qual a companhia se encontra otimizada em termos de receita total e quais os segmentos de mercado que apresentam a melhor resposta. É também verificado um impacto significativo do número de frequências nas rotas, sendo a influência da concorrência LCC inferior em relação a esta última variável, apresentando-se contudo como ainda relevante com valor próximo de 0,8.

Em suma, no campo do desenho de produto, verifica-se uma influência relevante negativa do número de frequências por rota na receita total, considerando esta variável como uma variável tendencialmente positiva na escolha do consumidor implicando maior adaptação do produto às especificidades de horário do consumidor, sendo este considerado como preferencial na escolha de acordo com estudo efetuado pela SAS (Doganis,1985, p.238) assim no caso estudado um maior número de frequências não representa uma vantagem competitiva

contrariando a literatura existente que considera que “quando uma transportadora têm um numero superior de frequências horárias numa dada rota em relação a outra transportadora, a vantagem obtida é mais do que diretamente proporcional.” (Wensveen, 2007, p.188), consideramos assim existir uma segmentação acima do valor ótimo, implicando uma maior distribuição da procura uma menor distribuição de receita unitária. Os resultados no plano de economia do transporte aéreo são consentâneos com a literatura existente, a liberalização do mercado pressiona as receitas por rota através da introdução de concorrência e alteração do modelo de concorrência de monopólio para oligopólio.

4.6 - Análise dos Componentes do Modelo

O modelo de regressão PLS, definidas as matrizes síntese, X e Y, através da utilização de variáveis latentes, produz através dos algoritmos descritos no capítulo anterior, vetores associados a cada uma das matrizes descritas, estes são chamados de componentes. Os componentes t_m ou *scores* permitem a observação do comportamento das variáveis num plano. A Figura 9 apresenta os valores t projetados para ambas as componentes:

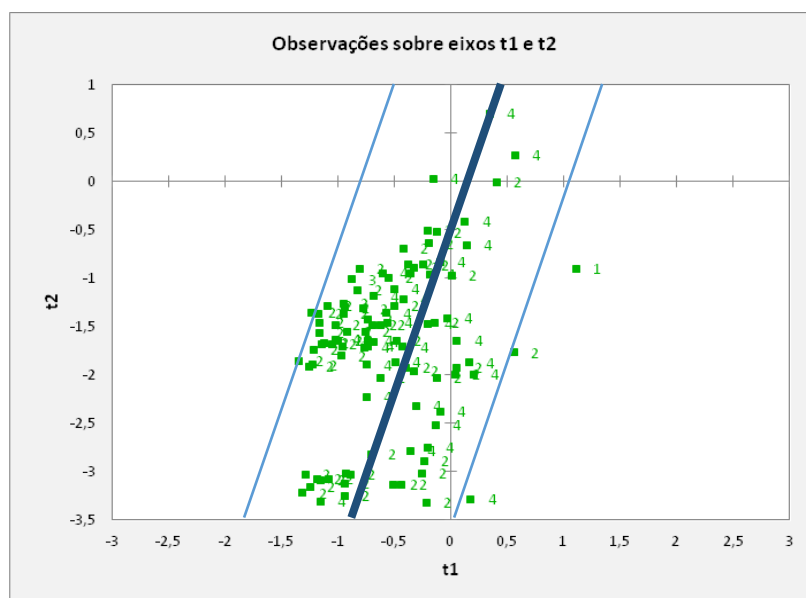


FIGURA 9– Observações sobre eixos t1 e t2

Fonte: Elaboração Própria

Verifica-se um comportamento quase linear, este gráfico permite confirmar a robustez do modelo obtido, apresentando uma concentração dos valores ao longo de uma linha. Esta primeira análise é confirmada através do gráfico seguinte:

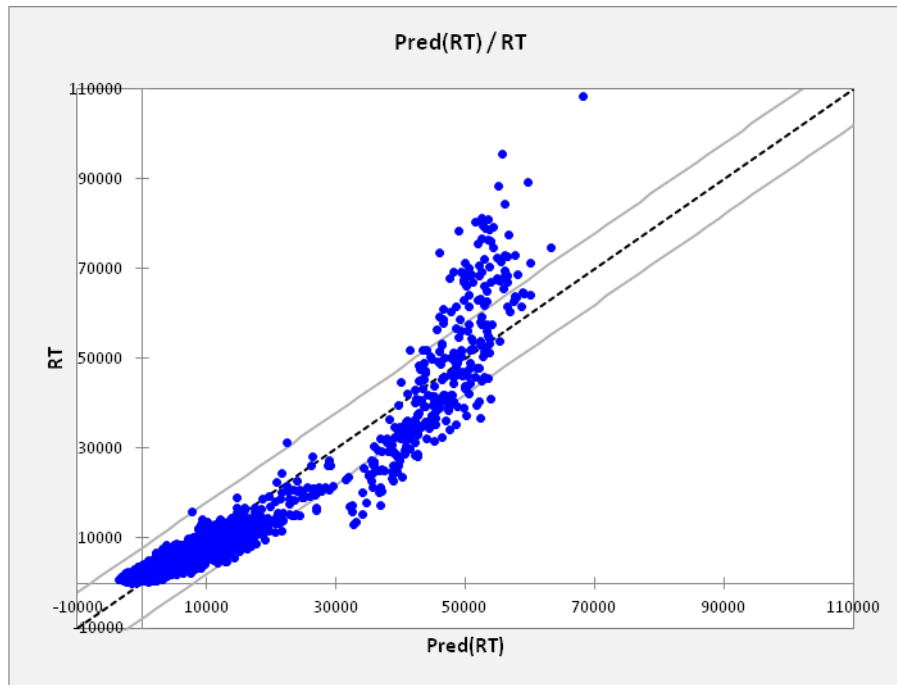


FIGURA 10– Relação entre a RT observada e a RT prevista pelo modelo

A Figura 10 apresenta a relação entre a RT observada e a RT prevista pelo modelo, verifica-se que para $RT < 30,000$ existe um *cluster* com um comportamento altamente correlacionado com os resultados obtidos por modelação. Assim é seguro dizer que o modelo se revela conservador na previsão de RT superiores a 30.000, sendo na generalidade o comportamento preditivo satisfatório. A capacidade preditiva do modelo é também confirmada na seguinte figura, apresentando na generalidade uma distância elevada ao centro de projeção de todas as componentes t, ou seja t_m tende para $|1|$.

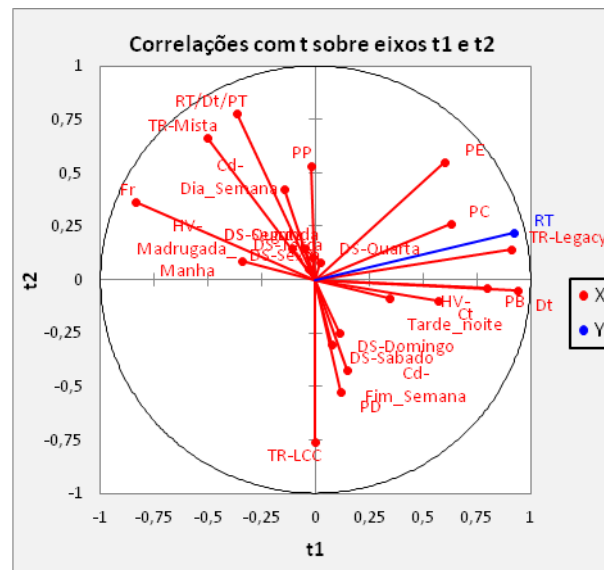


FIGURA 11– Correlações com t sobre eixos t1 e t2.
 Fonte: Elaboração Própria

A estrutura de correlação entre cada variável de X é dada pela figura seguinte:

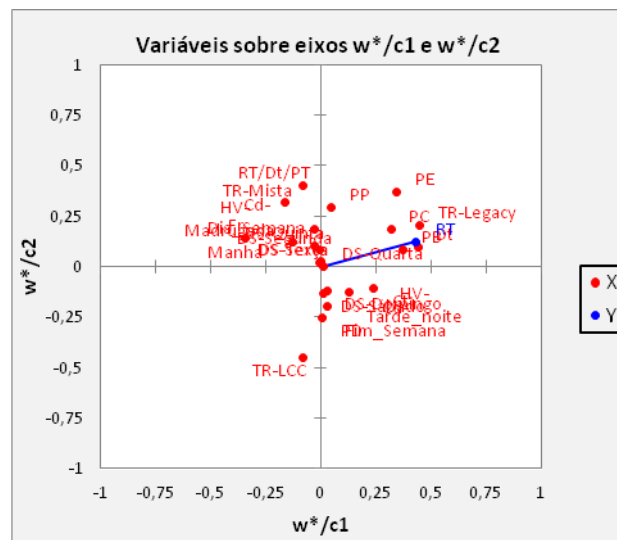


FIGURA 12– Correlação entre cada variável de X
 Fonte: Elaboração Própria

Da análise da figura 12 verifica-se uma correlação positiva em ambas as componentes das rotas do tipo Legacy, da distância total, e dos segmentos Executive, Plus, Classic e Basic com a receita total. Confirma-se uma correlação negativa em ambas as componentes das rotas com concorrência LCC.

4.7 - Síntese

Concluimos neste capítulo que a utilização da técnica de PLS permite a determinação das variáveis explicativas, no presente estudo, do comportamento da Receita Total. Esta metodologia permitirá apoiar os analistas no processo de *revenue management* por permitir uma melhor compreensão dos fatores que afetam o comportamento da receita total e deste modo, conhecendo a sua evolução, otimizar as escolhas de forma a manter uma curva otimizada de receita ao longo do período de disponibilização de tarifas para um dado voo. A PLS permite ainda quantificar a influência dessas variáveis, deste modo é possível o desenvolvimento de módulos de apoio ao decisor, ou a criação de *red flags*, de forma a informar alterações com impacto significativo, especialmente no caso do tratamento de voos sem dados descaraterizados, onde é possível a avaliação de variáveis económicas exógenas. A apresentação gráfica do sistema utilizado permite ainda de forma intuitiva determinar comportamentos não expectáveis alertando e orientando o esforço de análise.

CAPÍTULO 5

Considerações Finais

5.1- Principais Conclusões

Para a realização deste trabalho, a escolha do tema teve um sentido de oportunidade, um valor académico e também prático. A necessidade e a importância da aplicação de abordagens metodológicas para a análise do impacto da gestão das receitas totais numa companhia aérea para a melhoria de resultados económicos e financeiros, é determinante no sucesso empresarial em ambiente competitivo.

A realização desta dissertação de mestrado teve como objetivo fundamental preencher parte da lacuna existente no panorama lusófono, no que toca à utilização de modelos PLSR aplicados ao setor do transporte aéreo, contribuindo para o enriquecimento científico, a nível nacional e permitindo a melhoria no auxílio à tomada de decisão.

Também, com o tema escolhido para a presente dissertação, pretendeu-se analisar o comportamento da gestão das receitas totais numa companhia aérea do tipo tradicional (*legacy*), companhia aérea que por questões de confidencialidade e ética, não foi revelado o seu nome ao longo do presente trabalho de investigação.

Na presente dissertação, os objectivos integrados no problema de investigação, foram os seguintes:

1. Determinar quais os determinantes que explicam o comportamento das receitas totais numa companhia aérea do tipo *legacy*;
2. Com recurso à PLSR (*Partial Least Squares Regression*), analisar o comportamento das receitas totais numa companhia aérea do tipo *legacy*, através da análise das relações existentes entre as variáveis explicativas e as Receitas Totais;
3. Quantificar o impacto das variáveis explicativas no processo de gestão de Receitas Totais numa companhia aérea do tipo *legacy*.

De forma a respondermos aos objetivos propostos, adotamos a metodologia da PLS (*Partial Least Squares*) desenvolvida por Wold (1985) e Tenenhaus *et al.* (2005).

Este trabalho de investigação pretende ajudar a compreender a política da empresa de aviação do tipo *legacy* e a contribuir para o entendimento do problema.

Esperamos com este trabalho contribuir para a melhoria dos processos de decisão no que respeita à análise das relações existentes entre os determinantes responsáveis pelo comportamento da gestão de Receitas Totais de uma companhia aérea através da redução de carga computacional por intermédio de abordagens inovadoras.

Acreditamos que o estudo de caso pode trazer benefícios para a companhia e que pode ser útil no futuro, nomeadamente, no melhoramento e aperfeiçoamento do modelo apresentado na dissertação, bem como na aplicação do mesmo, a outros contextos e operadores aéreos.

Através da análise dos resultados obtidos, com recurso ao *software* XLSTAT®, obteve-se dois componentes estatisticamente significativos, ou seja, que passaram o teste de validação cruzada (R1) considerando a restrição $Q^2 > 0.05$, neste caso, assegurando uma qualidade global do modelo de 67,4% ($Q^2 = 0,674$).

Verificamos que o modelo obtido têm uma elevada capacidade explicativa da variação da Receita Total e apresenta uma capacidade robusta de predição da mesma, existindo espaço para otimização do modelo explicativo, sendo provável que, uma vez que ao descaracterizar as variáveis explicativas por motivos de confidencialidade, não é possível a utilização de variáveis explicativas econométricas extensamente testadas na indústria em modelos gravitacionais, deste modo diminuindo o poder de explicação de X. Por outro lado, é patente a vantagem desta metodologia, apresentando-se como uma importante técnica de predição, e não de interpretação, como referido com maior detalhe no Capítulo 3.

Podemos concluir também, numa primeira avaliação, parece existir uma clara relação positiva entre a receita total obtida por voo e a operação em rotas sem concorrência de outros modelos de companhia (TR *Legacy*), verificando-se também que a distância total (Dt) tem também uma relação direta com a receita total. Devido à capacidade da PLS de eliminar os problemas de multicolinearidade do modelo é possível verificar que são as tarifas Basic, Classic e Executive que tem a maior correlação positiva com a receita total, apresentando a

tarifa Plus uma correlação também positiva, mas com menor peso associado que as anteriores. A tarifa Discount apresenta uma correlação negativa, ligeira, com a receita total. As duas variáveis com maior contributo negativo para a receita total são o número de frequências por rota e a existência de concorrência de operadores do tipo LCC na rota.

No contexto do apoio à tomada de decisão, podemos inferir uma elevada dependência do tráfego *premium* para a geração de receita no modelo de *revenue management* utilizado pela companhia estuda, da mesma forma denotando-se alguma fragilidade na capacidade de gerar receita nos segmentos de mercado LCC. É também possível inferir algum efeito de saturação nas rotas estudadas devido a um volume de frequências de voos acima do ótimo.

Pelos resultados obtidos, verifica-se que existe uma influência significativa da Distância total e da tipologia de rota *Legacy* na Receita Total por voo e das vendas nas tarifas Basic, Classic e Executive. Deste modo, verifica-se qual o modelo de operação para o qual a companhia se encontra otimizada em termos de receita total e quais os segmentos de mercado que apresentam a melhor resposta. Verificamos também um impacto significativo do número de frequências nas rotas, sendo a influência da concorrência LCC inferior em relação a esta última variável, apresentando-se contudo como ainda relevante com valor próximo de 0.8, limite este sugerido por Wold (1994).

Através da análise da relação entre a RT observada e a RT prevista pelo modelo, verificamos que para $RT < 30,000$ existe um *cluster* com um comportamento altamente correlacionado com os resultados obtidos por modelação.

Verificamos, também uma correlação positiva em ambas as componentes das rotas do tipo Legacy, da distância total, e dos segmentos Executive, Plus, Classic e Basic com a receita total. Através dos resultados obtidos, confirmamos uma correlação negativa em ambas as componentes das rotas com concorrência LCC.

Concluimos que a utilização da técnica de PLS permite a determinação das variáveis explicativas, no presente estudo, do comportamento da Receita Total. Através da utilização desta metodologia, permite apoiar os analistas no processo de *revenue management* de forma a contribuir para uma melhor compreensão dos fatores que afetam o comportamento da receita total e deste modo, conhecendo a sua evolução, otimizar as escolhas de forma a manter

uma curva otimizada de receita ao longo do período de disponibilização de tarifas para um dado voo.

5.2- Limitações do Estudo

Nas várias fases inerentes à execução do Projeto de Dissertação, deparamo-nos com algumas limitações, a destacar: dificuldade para a obtenção dos dados para o estudo, por parte da Companhia Aérea, que por razões de confidencialidade, o nome não foi revelado. Esta dificuldade deveu-se ao esforço acrescido por parte da companhia para entrega dos dados descaracterizados, deste modo foi também impossível incluir no estudo a análise de relações exógenas ao nível econométrico. Também há a salientar a natureza e a robustez dos dados; e o acesso a *softwares* estatísticos e econométricos para a modelação dos dados.

5.3- Trabalhos Futuros

Como em qualquer trabalho de índole académica e/ ou científica, o presente trabalho de investigação não pretende terminar por aqui, ou seja, o mesmo será adaptado a formato de artigo para submissão a Revista/ *Journal*.

Também existe interesse em prosseguir com a mesma linha de investigação em outros estudos num futuro próximo, aplicados a contextos e operadores diferentes, de modo a curto e médio prazos, submeter a algumas Conferências Internacionais, alguns trabalhos/estudos.

Bibliografia

- Ahmad Azmi, Ehsaneh N. & Amin Khakizadeh (2013). *The Relationship between Airlines corporate image and the expectation toward inflight hospitality services*. AJIS Vol2 (11), p.175-189.

- Andreas P. & Nikos Platis (2007). *Airline Deregulation, Competitive Environment and Safety*, Rivista di Politica Economica, p. 221-242.

- Bergantino, A. S., & Capozza, C. (2012). *Airline Pricing Behaviour*. Under Limited Intermodal Competition.

- Brealy, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2007). *Princípios de Finanças Empresariais*. Mc Graw-Hill.

- British Airways. (2008). *BA report 2007/2008*. UK.

- Canaday, H. (2012). The "new" revenue management. *Low-Fare and Regional Airlines*, (Agosto/Setembro), p. 21-23.

- Carvalho, J. E. (2009). *Neuro Economia*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.

- Chin, Wynne W. (1998). *The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling, in Modern Methods for Business Research*, edited by G. A. Marcoulides, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, p. 297.

- Concelho Europeu (1997). *Application of articles 92 and 93 of the EC treaty and of article 61.*

- Constantinos Gergiou (2014). *Quantitive Analysis of adulterations in oat flour by FT-NIR spectroscopy, incomplete unbalanced ramdonmized block design, and partial least squares*, JAMC art.393596.

- Doganis, R. (2002). *Flying off Course*. London: HarperCollins Academic.

- Ducan, W. R. (2008). *PMBOK a guide to project management body of knowledge*. Pensilvanya, USA: Project Management Institute, Inc.

- EasyJet (2007). *Annual Report EasyJet 2007*. UK.

- European Union. (2015). *Official Journal of the European Communities of the EEA agreement to state aids in the aviation sector*, 5-18.

- Fornell, C. & J. Cha. (1994). *Partial Least Squares in Advanced Methods of Marketing Research*. Edited by R.P. Bagozzi. Blackwell Publishers. Cambridge, USA, p. 52.

- Iberia (2009). *Iberia Annual Report 2009*. Madrid.

- Iberia (2006). *Iberia Annual Report 2006*. Madrid.

- Infare Solutions [acedido a 23 de março de 2013]. Obtido de Infare Solutions:
<http://www.infare.com/?gclid=CPnYipqek7YCFYfJtAodKXsAwA>

- Kulkarni, K., Gosavi, A., Muray, S., & Gratham, K. (s.d.). *Semi-Markov adaptative critic heuristics with application to airline revenue management*.

- Leonard J. Trejo , Kevin Knuth , Raquel Prado, Roman Rosipal , Karla Kubitz , Rebekah Kochavi, Bryan Matthews, & Yuzheng Zhang (2007). *EEG- Based Estimation of Mental Fatigue: Convergent evidence for a three-state model*, LNAI 4565, p. 201-211.

- Louçã, F., & Caldas, J. C. (2010). *Economia(s)*. Portugal: Edições Afrontamento.

- Lufthansa Systems [acedido a 23 de março de 2013]. *Lufthansa Systems, it makes your life easier*. Obtido de Lufthansa Systems, it makes your life easier:
<https://www.lhsystems.com/solutions-services/airline-solutions-services/commercial-solutions/revenue-management-pricing/revenue-integrity.html>

- Lufhtansa (2011). *Lufthansa Annual Report 2011*. Alemanha.

- Lufthansa. (2008). *Lufthansa Annual report 2008*. Alemanha.

- Lufthansa. (2006). *Lufthansa Annual Report 2006*. Alemanha.

- Minggang Wang & Linxin Tian (2013). *Empirical Study on Influencing factors and fluctuations law of energy Prices based on factor and partial least square regression analisys*, IJNS, vol16, p.72-81.

- Mason, K. J., & Alamdari, F. (2007). *EU network carriers, low cost carriers and consumer behaviour: a Delphi study of future trends*. Journal of Air Transport Management, nº13, p. 299-310.

- Milhomens, J. (1956). *Direito Aeronautico*. Brasil: Editora Nacional de Direito LTDA.

- Morellato, S. 2010. *Modelos de Regressão PLS com Erros Heteroscedásticos*. São Carlos: UFSCar. Tese de Mestrado.

- Moutinho, J. (2006). *O Plano de Voo*. Lisboa: ISEC.

- Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A., & Pimenta, C. (2002). *Introdução à Estatística*. Portugal: McGrawHill.

- Pina e Cunha, M., Campos e Cunha, R., & Cabral-Cardoso, C. (2007). *Manual do Comportamento Organizacional e Gestão*. Lisboa: RH,lda.

- Ponte, J. P. (2006). Estudos de caso em educação matemática. *Estudos de caso em educação matemática*. Bolema. Obtido de Departamento de Educação da Faculdade de ciências: [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/06-Ponte%20\(Estudo%20caso\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/06-Ponte%20(Estudo%20caso).pdf)

- QL2. [acedido a 23 de março de 2013]. *QL2 Real time search, real time advantage*. Obtido de QL2 Real time search, real time advantage: <http://www.ql2.com/industry-solutions/air-travel/>

- Revenue Management Society. [acedido a 26 de março de 2013]. *RM explained*. Obtido de Revenue Management Society: <http://www.revenuemanagement.org.uk/rmexplained>

- Rodrigues, G. (2003). *As Fontes Internacionais do Direito Aéreo*. Lisboa: DisLivro.

- Ryanair. (2010). *Ryanair Annual Report 2010*. Ireland.

- Ryanair. (2008). *Ryanair Annual Report 2008*. Ireland.

- Salinas, L. T. (1980). *Curso de Derecho Aeronautico*. Barcelona: Bosch.

- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2005). *Economia*. Aravanca, Madrid: McGraw Hill.

- Soutelino, A. L. (2008). *Acesso Básico aos mercados nos transporte aéreo internacional*. Pesquisa programa de mestrado em Direito. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Candido Mendes.

- TAP Portugal. (2005). *Relatório e Contas TAP Portugal 2005*. Portugal.

- TAP Portugal. (2001). *Relatório e Contas TAP Portugal 2001*. Portugal.

- TAP Portugal. (2010). *Relatório Anual 2010*. Lisboa.

- TAP Portugal. (2011). *Relatório e Contas TAP Portugal 2011*. Portugal.

- UE. (1987). EEC 3975/87 e EEC 3976/87.

- Vicente, J. 2015. *Três Ensaios Sobre a Aplicação de Modelos Estatísticos em Problemas de Gestão Aeronáutica*. Évora: Universidade de Évora. Tese de Doutoramento.

- Wensveen, J. G. (2007). *Air Transportantion, A Management Perspective*. England: Ashgate.

- Wooldridge, J. M. (2003). *Introductory Econometrics*. Ohio, USA: Thomson.

- Wragg, D. (2007). *The World's Major Airlines*. Gloucestershire: Sutton Publishing.

- Wright, C. P., Groenevelt, H., & Shumsky, R. A. (2009). *Dynamic Revenue Management in Airline Alliances*. *Dynamic Revenue Management in Airline Alliances, Forthcoming*.

- X. Chen; H. Li ; C. W. Yap; C. Y. Ung; L. Jiang; Z. W. Cao; Y. X. Li & Y. Z. Chen. (2007). *Computer Prediction of Cardiovascular and Hematological Agents by Statistical Learning Methods, Caridiovacular & Hematological Agents*, Medicinal Chesmestry, p. 11-19.

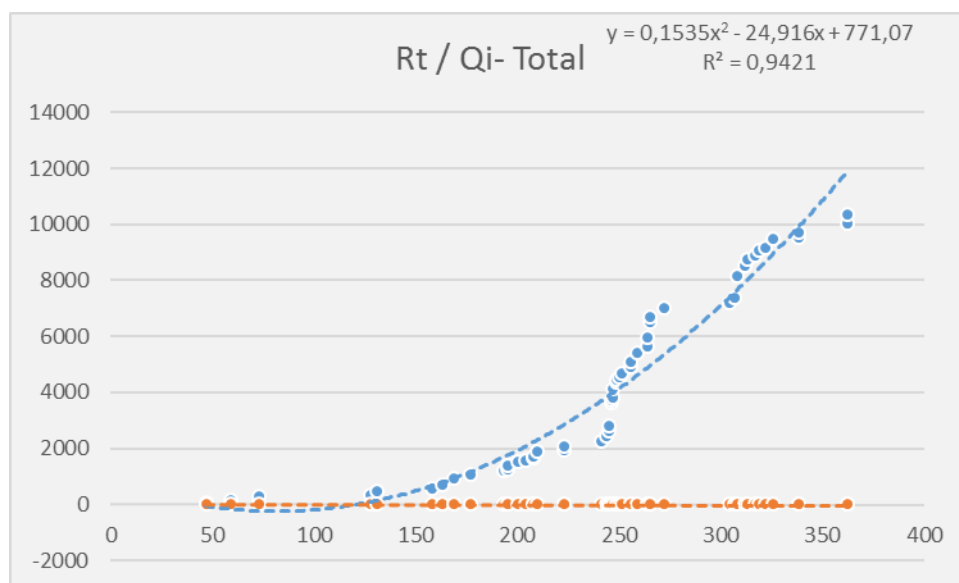
- Yetiskul, E., & Kanafani, A. (2010). *How the presence of low-cost carrier competition schedulling diferentiation*. *Journal of Air Transport Management*, n^o16, p. 7-11.

- Zhang, D., & Cooper, W. L. [acedido a 29 de Novembro de 2006]. Pricing Substituible Flights in Airline Revenue Management. *Pricing Substituible Flights in Airline Revenue Management*.

ANEXOS

ANEXO 1, Análise de gestão de receita total numa rota do tipo LCC

De acordo com o princípio de procura constante verifica-se na figura seguinte que o comportamento da Receita Total para um determinado voo, é descrito para um voo por uma função exponencial, sendo no caso apresentado o comportamento explicado em 94,21 % pela modelação.



Este comportamento é consentâneo com o descrito na expressão 2.1, demonstrando uma relação entre a função utilidade e receita total quando maximizada de acordo com o princípio exposto.

ANEXO 2, Extrato DOC 9587 ICAO

Part 4

INTERNATIONAL FARES AND RATES

4.1 The Chicago Convention does not contain any provisions concerning the establishment or regulation of international fares and rates. Consequently, along with the exchange of routes and rights, and the regulation of capacity, this is a matter for agreement between States. Traditionally most States, through their bilateral agreements, leave the initial responsibility for the development of tariffs to the airlines, which often use the multilateral tariff development mechanism provided by the International Air Transport Association (IATA) for the negotiation of tariffs for scheduled services. In most cases, tariffs, whether agreed by airlines through IATA or developed by other means, are subject to approval by concerned governments, which may be tacit or express.

As one of the three major elements in the regulation of international air transport (the other two being market access and capacity), ICAO did extensive work on tariffs in the 1970s and 1980s. The guidance in this Part of Doc 9587 was initially developed and approved by the Council during the period 1977 to 1989 on the basis of recommendations adopted by the Fares and Rates Panel of Experts, by three Air Transport Conferences (SATC, 1977; AT Conf/2, 1980; and AT Conf/3, 1985) and in some instances, by Assembly resolutions. The Council reviewed this Part in 1997 with the assistance of the Air Transport Regulation Panel and approved changes designed to update the material.

Since the 1990s, the regulatory importance of tariffs has gradually decreased along with the general trend of air transport liberalization. Many States have relaxed tariff regulation and some have removed all airline pricing restrictions. A more detailed description of international fares and rates and their regulation can be found in Part 4, Chapter 3 of Doc 9626 — *Manual on the Regulation of International Air Transport*.

ANEXO 3, Extrato DOC 9626 ICAO

Third, this manual as a whole can be useful as a textbook for academic or other educational and training purposes.

The **scope of the manual** is limited to the economic aspects of international air transport regulation as distinguished from the technical aspects thereof such as those involving navigation, safety and security. Nevertheless, these other areas of regulation are not totally separable from economic regulation and can affect such matters as airline licensing, airport access and the structure of agreed routes. Although air transport regulators sometimes also regulate commercial non-transport operations, such as aerial crop dusting and surveying, as well as non-commercial flying, such as overflight and landing by private, military and State aircraft, both topics are outside the scope of this manual. The term “aviation” is often used incorrectly in lieu of the term “air transport”. While *air transport is more specific, referring to those aspects related to the carriage by air* (usually commercial air transport), *aviation is generic and includes far more topics such as military, state and private flying, aircraft manufacturing, air navigation, non-commercial transport and specialty air services*.

**WHAT IS NEW IN
THE SECOND EDITION**

Along with the trend of globalization and liberalization, international air transport has also undergone significant

changes in the last ten years. This second edition has been updated and expanded to take account of the developments in international air transport and its regulation since 1996 when the manual was first published.

This edition includes many new topics (e.g. State aids, competition laws, airline alliances, franchising, aircraft leasing, passenger rights, and privatization of airports), which are emerging issues drawing increasing regulatory attention. A number of new air transport terms and definitions have been added, including many that were non-existent when the first edition was published (e.g. mega-alliance, e-commence, B2B, etc.). Additionally, new websites and e-mail addresses (primarily of air transport-related international organizations and entities) have been added, enabling computer-equipped readers to vastly expand their knowledge base.

The updating of established topics, as well as the addition of new information, adds significantly to the manual's value as a user-friendly tool for those who are interested in knowing more about the regulatory aspects of international air transport.

This manual both complements and supplements ICAO Doc 9587 — *Policy and Guidance Material on the Economic Regulation of International Air Transport*, which is a compendium of all the formal policies and guidance adopted by ICAO in this field (such as Assembly resolutions, Council decisions, and conclusions and recommendations of air transport conferences).