



ÍNDICE DE PERCEPÇÃO DE AEROPORTOS.
MODELO DE MENSURAÇÃO DE PERCEPÇÕES SOBRE PERFORMANCE DE
AEROPORTOS EM ESCALA GLOBAL. UMA ABORDAGEM FUZZY

Luís Odair Azevedo Gomes Raymundo

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Rio de Janeiro
Março de 2016

ÍNDICE DE PERCEPÇÃO DE AEROPORTOS.
MODELO DE MENSURAÇÃO DE PERCEPÇÕES SOBRE PERFORMANCE DE
AEROPORTOS EM ESCALA GLOBAL. UMA ABORDAGEM FUZZY

Lúis Odair Azevedo Gomes Raymundo

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. David Edward Pitfield, Ph.D.

Prof. Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria, D.Sc.

Prof. Ricardo Silva Kubrusly, D.Sc.

Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D.Sc.

Prof. Claudio Henrique dos Santos Grecco, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2016

Raymundo, Luís Odair Azevedo Gomes

Índice de Percepção de Aeroportos. Modelo de Mensuração de Percepções sobre Performance de Aeroportos em Escala Global. Uma Abordagem Fuzzy / Luís Odair Azevedo Gomes Raymundo – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

XVI,180 p.:il.;29,7cm.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE / Programa de Engenharia de Produção, 2016.

Referências Bibliográficas: p.154-167

1. Aeroporto. 2. Modelagem Fuzzy. 3. Algoritmo da Percepção. I. Cosenza, Carlos Alberto Nunes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

“Falamos não apenas para dizer aos outros o que pensamos, mas para dizer a nós mesmos o que pensamos. A fala é uma parte do pensamento”
Oliver Sacks

Dedicado a
Lysette Raymundo
e
Fernanda, Maria e Rafael

AGRADECIMENTOS

São muitos os agradecimentos que devo fazer na conclusão dessa etapa de vida. Para a minha felicidade, foram muitas as pessoas que me ajudaram. A lista é grande. Espero poder retribuir, a quem quer que seja à altura do que recebi. Os agradecimentos que aqui faço em texto referem-se aos que tenho por dever citar, tamanha sua significância, sem que isso subalterne minha gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, me fizeram chegar a esse momento. Obrigado a todos.

Por toda uma vida, à minha querida mãe, Lysette Raymundo, a quem dedico este trabalho, pelo importante e fundamental incentivo às lides do aprimoramento acadêmico, além do exemplo de vida que sempre me foi.

À minha família. Minha mulher, Fernanda Mendonça, pelo apoio em todos os momentos e aos meus filhos, Maria e Rafael, razão de ser da imensa maioria de minhas ações, pelo natural incentivo vindo dos seus olhos a cada manhã.

Ao meu orientador Professor Carlos Alberto Nunes Cosenza, pela aceitação, ensinamentos, amizade, confiança, incentivo e excepcional generosidade que tanto me faz admirá-lo. Mais do que um orientador, um exemplo a ser seguido.

Ao meu coorientador durante estágio na Loughborough University, Professor David Pitfield, pela acolhida, orientação estratégica, apoio e amizade, de fundamental importância para o complemento da minha pesquisa.

À minha amiga Elizabeth Fajersztajn, pelo essencial incentivo para meu ingresso ao programa de doutorado. Foi o início de tudo.

A toda equipe do Departamento de Engenharia de Produção da COPPE, e, em particular, à área de Engenharia Econômica e Ambiental e ao LabFuzzy – corpo docente, discente e administrativo. Os momentos vividos e os debates acadêmicos realizados são registros perenes em minha memória. Cito, em especial, o Prof. Francisco Doria, o Prof. Samuel Jurkiewicz, os amigos de classe Fábio Krykhtine e Luís Sá Fortes e o apoio administrativo das Sras. Lindalva, Perla, Roberta e Claudete.

Aos funcionários Júlio Marques e Elaine Goulart da Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa (PR/2), pelo desvelo com que trataram o processo de meu estágio no exterior.

À Loughborough University, pela generosidade de permitir a extensão de meus estudos sem qualquer ônus. Nessa instituição, destaco, por razões diversas, o Professor

Tony Thorpe, dean of The School of Building and Civil Engineering, o Sr. David Chapman, international officer, e ao amigo de programa Higor Leite.

Aos amigos Henrique Ewbank e Erivelton Silva, pela contribuição ao essencial software de apoio essencial ao modelo.

Aos profissionais de aeroportos visitados para a condução prática da pesquisa, pela acolhida. Em especial, aos Srs. Jack Bailey e Tim Ward (Manchester Airport), cujos *insights* foram muito importantes ao aperfeiçoamento da modelagem.

Aos professores que compõem a banca, pelo aceite do convite e pelas orientações formuladas.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro, ainda que parcial, contribuindo para que esta pesquisa fosse possível.

Obrigado, meu Deus, por esse momento.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ÍNDICE DE PERCEPÇÃO DE AEROPORTOS.
MODELO DE MENSURAÇÃO DE PERCEPÇÕES SOBRE PERFORMANCE DE
AEROPORTOS EM ESCALA GLOBAL. UMA ABORDAGEM FUZZY

Luís Odair Azevedo Gomes Raymundo

Março / 2016

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho dedica-se a apresentar um modelo multicritério para avaliação de desempenho, pelo qual a performance de aeroportos pode ser avaliada por meio de percepções obtidas pelas suas partes interessadas. O resultado em escala global, quando comparado, é o estabelecimento de um “Índice de Percepção de Aeroportos”, que permite estabelecer uma hierarquização entre eles. Para isso, foi desenvolvida a modelagem de um algoritmo para mensuração da percepção onde são considerados: as partes interessadas, os atributos desejados à mensuração, os ofertantes de serviço, as percepções e pesos atribuídos, a qualificação e o perfil socioeconômico dos avaliadores. Por estabelecer um conteúdo de característica qualitativa, esse conjunto de dados é tratado com lógica fuzzy e para os cálculos associados foi desenvolvido um software específico. A modelagem e o software de apoio permitem uma completa customização das entidades estabelecidas, permitindo que analistas e tomadores de decisão possam dimensionar o que desejam perscrutar com relação às percepções obtidas. O estudo baseou-se em aeroportos, pela necessidade das administrações aeroportuárias em diagnosticar estratégias de atuação visando à melhoria de sua performance. Entretanto, com o desenvolvimento dos trabalhos, concluiu-se que o modelo desenvolvido pode ser estendido a outros ambientes onde haja interesse em investigar a interação entre oferta de produto/serviço e avaliação de performance, baseada em níveis de percepção.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

AIRPORT PERCEPTION INDEX.
MEASURING MODEL FOR PERCEPTION IN GLOBAL AIRPORT
PERFORMANCE. A FUZZY APPROACH

Luís Odair Azevedo Gomes Raymundo

March/2016

Supervisor: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Department: Production Engineering

This work is dedicated to presenting a multi-criteria assessment model by which the performance of airports can be assessed using perceptions gained from its stakeholders. The result on a global scale when airports are compared is the establishment of an index, called "Airport Perception Index", where airports may be hierarchized in ranking. For these results, an algorithm model was developed to measure the perception considering: stakeholders, the desired attributes of the measurement, service suppliers, perceptions and weights assigned to these perceptions, the qualification and the socioeconomic profile of the assessors. Once there was a significant qualitative characteristic content, it was considered appropriate to treat this set of data in matrix form, based on fuzzy logic. To enable the preparation of associated calculations, specific software was developed. The modelling used, as well as supporting software is premised to allow complete customization of entities to be used. Thus, analysts and decision makers can scale exactly what they want to peer, based on perceptions obtained. The study was based on airports, because the need of airport administrations to diagnose operating strategies, aiming to improve their performance, during an increasing demand environment vis-à-vis service supply. However, with the work development, it was concluded that the created model could be extended to other environments where there is awareness in the evaluation of the interaction between product service supply and performance based on the perception levels.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
LISTA DE QUADROS	14
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES	16
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 – Estrutura do Trabalho	1
1.2–Contextualização e Histórico da Pesquisa	2
1.3 - Caracterização do Problema	9
1.4– Contribuição para a Área do Conhecimento.....	10
1.5 - Justificativa.....	12
1.6 - Objetivo da Pesquisa	13
1.7– Proposta Metodológica	14
1.8 - Acordo de Não Divulgação	15
1.9 – Divulgação da Pesquisa	16
2. FUNDAMENTOS E TRABALHOS RELACIONADOS	18
2.1 –Avaliação de Performance de Aeroportos	18
2.2 – Sobre a Percepção	29
2.3 – Abordagem Multicritério	36
2.4 – Teoria Fuzzy	40
2.4.1 – Fundamentos	40
2.4.2 – Conjuntos Fuzzy	48
2.4.3 – Variáveis Linguísticas.....	50
2.4.4 – Funções de Pertinência	51
2.4.5 – Sistemas Fuzzy	54
2.4.6 - Lógica Fuzzy e Abordagem Multicritério	61
3. METODOLOGIA E MODELO PROPOSTO	63
3.1 –Metodologia	63
3.2 – O Modelo Inicial	66
3.2.1 – O Modelo Coppe/Cosenza	66
3.2.2 – Adaptação do Modelo COPPE/COSENZA	71
3.3 –Modelo Proposto.....	80
3.3.1 – Definição dos Stakeholders	83
3.3.2 – Mensuração dos Stakeholders Respondentes e Grau de Importância.....	86
3.3.3 – Mensuração da Percepção dos Atributos e Grau de Relevância.....	88
3.3.3.1 – Definição dos atributos para avaliação	89
3.3.3.2 - Escolha dos termos linguísticos para avaliação dos atributos	89
3.3.3.3 - Situações de não aplicabilidade e dados faltantes	90
3.3.3.4 - Determinação das funções de pertinência para avaliação dos atributos.....	92
3.3.3.5 - Escolha dos termos linguísticos dos graus de relevância para avaliação dos atributos	94
3.3.3.6 - Determinação das funções de pertinência dos graus de relevância para avaliação dos atributos.....	95

3.3.4 – Mensuração da Percepção dos Elementos Avaliados (Ofertantes de Serviços Aeroportuários) e Grau de Relevância.....	96
3.3.4.1 - Definição dos ofertantes de serviços aeroportuários	96
3.3.4.2 - Escolha dos termos linguísticos para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários	96
3.3.4.3 - Determinação das funções de pertinência para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários	97
3.3.4.4 - Escolha dos termos linguísticos dos graus de relevância para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários.....	97
3.3.4.5 - Determinação das funções de pertinência dos graus de relevância para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários	97
3.3.5 - Agregação das Percepções.....	98
3.3.6 - Obtenção do número real associado a cada número triangular fuzzy e defuzzificação pertinente	99
3.3.7 – Exemplificação	100
3.3.8–Índice de Percepção de Aeroportos e Hierarquização de Resultados	103
3.3.9 - Tamanho da Amostra	105
4. SOFTWARE DE APOIO AO MODELO PROPOSTO	109
4.1 – Concepção.....	111
4.2 – Produto.....	112
5. APLICAÇÃO EMPÍRICA E VALIDAÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS	119
5.1 – Características dos Aeroportos Pesquisados.....	121
5.1.1 – Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro	121
5.1.2 – Aeroporto Internacional de São Paulo	122
5.1.3 – Aeroporto Internacional de Brasília.....	123
5.1.4 – Aeroporto Internacional de Manchester.....	123
5.2 – Questões de Pesquisa	124
5.3 – Dados Coletados em Aeroportos	129
5.4–Resultados Obtidos	131
5.4.1 – Resultados Obtidos com o Modelo Inicial.....	131
5.4.2 – Resultados com a Aplicação do Modelo Proposto	134
5.4.3 – Avaliação do Modelo Proposto.....	138
6. CONCLUSÕES.....	140
6.1 – Resumo da Pesquisa.....	142
6.2 – Principais Descobertas	146
6.3 – Dificuldades, Limitações, Lições Aprendidas e Recomendações para Trabalhos Futuros	147
6.3.1 – Questionário e Coleta de Dados.....	147
6.3.2 – Determinação dos Atributos e Elementos de Avaliação.....	149
6.3.3 – Grau de Importância dos Respondentes.....	150
6.3.4 – Regras de Inferência Fuzzy.....	151
6.3.5 – Percepção de Especialistas e Respondentes.....	151
6.3.6 – Exercício de Comparação entre os Modelos Inicial e Proposto	152
6.3 – Reflexões Finais e Potencialidades.....	152

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA	155
APÊNDICE I – Proposta de Pesquisa ao Comitê de Ética	169
APÊNDICE II – Questionário	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIB e Número de Passageiros em Aeroportos Brasileiros.....	3
Figura 2: Número de Passageiros - 30 Maiores Aeroportos do Mundo	6
Figura 3: Fluxograma para estruturação das etapas da pesquisa	15
Figura 4: Pirâmide da Percepção	33
Figura 5: Ranking das Seleções Nacionais de Futebol – Brasil	36
Figura 6: Ranking das Seleções Nacionais de Futebol – Portugal	36
Figura 7: Funções de Pertinência Fuzzy – Triangular	53
Figura 8: Funções de Pertinência Fuzzy – Trapezoidal.....	54
Figura 9: Sistema Fuzzy	56
Figura 10: Defuzzificação por Centro de Área	58
Figura 11: Defuzzificação por Média dos Máximos.....	59
Figura 12: Defuzzificação por Centro dos Máximos	60
Figura 13: Defuzzificação por Centro dos Máximos	60
Figura 14: Esquema Metodológico do Modelo Inicial.....	72
Figura 15: Esboço Geral do Modelo Proposto	82
Figura 16: Termos Linguísticos e Funções de Pertinência - Funções Triangulares.....	94
Figura 17: Software – Menu Principal	113
Figura 18: Gráfico - Porcentagem de Respostas - Tipo de Stakeholder Respondente .	115
Figura 19: Gráfico - Porcentagem de Respostas - Atributo.....	115
Figura 20: Gráfico - Perfil Geral do Respondente – Sexo.....	115
Figura 21: Gráfico - Perfil Geral do Respondente – Faixa Etária	115
Figura 22: Gráfico – Hierarquização – Stakeholders Respondentes	118
Figura 23: Gráfico – Hierarquização – Ofertantes de Serviços.....	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Número de Passageiros - 30 Maiores Aeroportos do Mundo	4
Quadro 2: Características, vantagens e desvantagens da Lógica Fuzzy	47
Quadro 3: Métodos de interpretação do grau de pertinência	61
Quadro 4: Tabela de cotejo de requerimento e disponibilidade de fatores	69
Quadro 5: Matriz E - Diagonal	70
Quadro 6: Demandantes de serviços aeroportuários	73
Quadro 7: Ofertantes de Serviços Aeroportuários	74
Quadro 8: Atributos	76
Quadro 9: Matrix A – Matriz de Demanda por Serviços Aeroportuários ($h \times n$)	77
Quadro 10: Matrix B – Matriz de Oferta por Serviços Aeroportuários ($n \times m$)	78
Quadro 11: Tabela de Cotejo ($A \otimes B = C$)	79
Quadro 12: Fatores e Oferta e Demanda por Serviços	79
Quadro 13: Matriz C – Matriz Percepção ($h \times m$)	79
Quadro 14: Matriz D – Diagonal ($h \times h$)	79
Quadro 15: Matriz E - Índice de Percepção de Aeroporto ($h \times m$)	80
Quadro 16: Tipo de Stakeholder Respondente	83
Quadro 17: Importância do Stakeholder Respondente - Tempo	84
Quadro 18: Importância do Stakeholder Respondente – Frequência Singular	84
Quadro 19: Importância do Stakeholder Respondente – Frequência Plural	84
Quadro 20: Perfil Geral do Stakeholder Respondente - Sexo	84
Quadro 21: Perfil Geral do Stakeholder Respondente – Faixa Etária	84
Quadro 22: Perfil dos Respondentes por Tipo de Stakeholder	85
Quadro 23: Perfil dos Respondentes por Sexo	86
Quadro 24: Perfil dos Respondentes por Faixa Etária	86
Quadro 25: Importância do Stakeholder Respondente - Tempo	87
Quadro 26: Importância do Stakeholder Respondente - Frequência Singular	87
Quadro 27: Importância do Stakeholder Respondente - Frequência Plural	88
Quadro 28: Exemplo de Cálculo de Grau de Importância	88
Quadro 29: Atributos Seleccionados	89
Quadro 30: Atributos Seleccionados e Termos Linguísticos	90
Quadro 31: Parâmetros que Definem a Função de Pertinência e Número Fuzzy	93
Quadro 32: Termos Linguísticos e Funções de Pertinência	93
Quadro 33: Atributos e Termos Linguísticos para os Graus de Relevância	95
Quadro 34: Termos Linguísticos e Funções de Pertinência dos Graus de Relevância	96
Quadro 35: Ofertantes de Serviços Aeroportuários Seleccionados	96
Quadro 36: Ofertantes de Serviços e Termos Linguísticos	97
Quadro 37: Ofertantes de Serviços e Termos Linguísticos para Graus de Relevância	98
Quadro 38: Peso da Avaliação do Informante e Representação Fuzzy	101
Quadro 39: Atributo e Grau de Relevância 1	102
Quadro 40: Atributo e Grau de Relevância 2	102
Quadro 41: Valor Agregado	102
Quadro 42: Resultado Final	103
Quadro 43: Hierarquização dos Resultados	104
Quadro 44: IPA - Perfil dos Respondentes	104
Quadro 45: IPA – Resultado dos Atributos	105
Quadro 46: IPA – Resultado dos Ofertantes de Serviços	105
Quadro 47: IPA – Resultado Agregado	105
Quadro 48: Margem de Erro e Nível de Confiança	107

Quadro 49: Database Profile.....	113
Quadro 50: Attributes Perception	114
Quadro 51: Elements Perception	114
Quadro 52: Perfil de Dados Coletados	116
Quadro 53: Database Profile.....	116
Quadro 54: Attributes Perception	117
Quadro 55: Elements Perception	117
Quadro 56: Airport Perception Index	118
Quadro 57: Volume de Passageiros em Aeroportos (2014)	121
Quadro 58: Movimento de Passageiros - Aeroporto do Rio de Janeiro	122
Quadro 59: Movimento de Passageiros - Aeroporto de São Paulo	122
Quadro 60: Movimento de Aeronaves – Aeroporto de São Paulo	122
Quadro 61: Movimento de Carga – Aeroporto de São Paulo.....	123
Quadro 62: Movimento de Passageiros - Aeroporto de Brasília	123
Quadro 63: Movimento de Passageiros - Aeroporto de Manchester.....	124
Quadro 64: Movimento de Aeronaves - Aeroporto de Brasília.....	124
Quadro 65: Movimento de Carga - Aeroporto de Manchester	124
Quadro 66: Percepção - Atributos	128
Quadro 67: Percepção – Ofertantes de Serviços	129
Quadro 68: Perfil dos Dados Coletados - Aeroportos Individuais	130
Quadro 69: Perfil dos Dados Coletados - Aeroportos Agrupados – IPA	130
Quadro 70: Tamanho da Amostra	131
Quadro 71: Atributos	131
Quadro 72: Ofertantes de Serviços.....	131
Quadro 73: Matriz A – Matriz de Demanda ($h \times n$)	132
Quadro 74: Matriz B – Matriz de Oferta ($n \times m$).....	132
Quadro 75: Tabela de Confronto de Fatores	133
Quadro 76: Matriz C – Percepção ($h \times m$).....	133
Quadro 77: Matriz E – Índice de Percepção de Aeroporto ($h \times m$)	133
Quadro 78: Grau de Importância dos Respondentes	134
Quadro 79: Percepção - Resultado dos Atributos.....	136
Quadro 80: Percepção - Resultado dos Elementos Avaliados - Ofertantes de Serviços Aeroportuários	137
Quadro 81: Índice de Percepção de Aeroporto - IPA.....	137

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACES

ACI	Airports Council International
API	Airport Perception Index
ATRS	Air Transport Research Association
CW	Computing with Words
FAHP	Fuzzy Analytic Hierarchy Process
FCM	Fuzzy Computing Maps
FLMSP	Fuzzy Logic Model of Speech Perception
FMA	Fuzzy Multicriteria Analysis
FMADA	Fuzzy Multi-Attribute Decision Analysis
FMADM	Fuzzy Multi-Attribute Decision Making
FMCDM	Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making
FMODM	Fuzzy Multi-Objective Decision-Making
GCA	Grau de Coeficincia de Abrangência
GI	Grau de Importância
GR	Grau de Relevância
IPA	ndice de Percepção de Aeroportos
MADM	Multi-Criteria Decision Making
MCA	Multi-Criteria Analysis
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
MCE	Multi-Criteria Evaluation
MODM	Multi-Objective Decision Making
NTF	Número Triangular Fuzzy
TD	Tomador de Decisão
VC	Valor Crisp
VCN	Valor Crisp Normal
VCT	Valor Crisp Total
VN	Valor Normal
VNF	Valor Normal Final

1. INTRODUÇÃO

*“In certain societies there is a systematic underestimate of one's own creativity”
Albert Hirschman*

1.1 – Estrutura do Trabalho

A parte textual desta tese está dividida em seis capítulos.

O primeiro capítulo faz uma introdução do tema a ser abordado, apresentando o contexto que se encaixa o trabalho, a motivação, os fundamentos, o histórico e a evolução da pesquisa, o problema a ser tratado, o objetivo a ser alcançado, a solução a ser estudada, além de descrever os principais elementos da pesquisa e sua relevância.

O capítulo dois traz uma revisão da literatura e descreve, com comentários, os trabalhos existentes e suas contribuições relativos aos macro conceitos que serão abordados e os fundamentos que consubstanciam este trabalho. Particularmente, o conteúdo dessa revisão concentra-se no processo de avaliação de aeroportos, na teoria da percepção, em modelos multicritério de apoio à decisão e em lógica fuzzy. Além disso, as necessidades nesta área de pesquisa são ali investigadas.

No capítulo três é descrita a metodologia utilizada para a pesquisa, onde são abordados as entidades, os fatores condicionantes e os critérios utilizados. É apresentado o modelo inicial desenvolvido, adaptado do modelo COPPE/ COSENZA, que foi subsidiário e inspirador ao desenvolvido do modelo final. Neste capítulo este modelo proposto é descrito em sua heurística, a concepção de seu algoritmo – Algoritmo da Percepção – e o critério de hierarquização empregado – Índice de Percepção de Aeroporto (IPA).

O capítulo quatro apresenta o software desenhado e desenvolvido para dar suporte ao modelo proposto.

No quinto capítulo é feita a apresentação aplicação empírica para validação do modelo proposto, com base na pesquisa em aeroportos selecionados e os resultados obtidos *ad hoc*, realizada com o intuito de validar o modelo proposto.

No capítulo seis são apresentadas as conclusões do trabalho, com as análises e recomendações para futuros estudos e continuidade da pesquisa, a discussão e os comentários pertinentes, especialmente com relação à propriedade e à pertinência do modelo diante de novos paradigmas.

Em seguida, encontra-se a bibliografia referenciada e os apêndices julgados pertinentes ao trabalho.

1.2 – Contextualização e Histórico da Pesquisa

A primeira década do Século XXI marcou a aviação civil brasileira. Os índices mais elementares de eficiência e eficácia operacional – como, por exemplo, atraso de voos –, chegaram a registrar, em momentos mais críticos, como em meados de 2006 e 2007, números preocupantes. Essa situação se deveu principalmente ao fato de que até então, tanto a demanda quanto a oferta de transporte aéreo registravam números modestos para a o nível de infraestrutura e capacidade instalada.

Inúmeras foram as razões que contribuíram para esse quadro, que acarretou um forte impacto no cenário nacional, quer na política, na economia e no bem-estar social. Destacam-se, em primeiro lugar, as transformações observadas na economia a partir da década de 1990, com a crescente abertura de mercado, em função do processo globalizante mundial, que também contemplou o setor da aviação comercial brasileira, até então vigida sob substantiva regulamentação oficial. Em segundo lugar, o movimento acima foi acompanhado por uma política cada vez mais afirmativa de distribuição de renda, promovendo aumento de demanda.

Aliada à percepção acima mencionada, em função do incremento da relação oferta/ demanda, houve também uma considerável redução do preço das passagens e o consequente impacto no número de passageiros transportados. O relatório elaborado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em parceria com a consultoria McKINSEY (2010) destaca que este fenômeno acabou por reforçar a tendência de crescimento experimentado pela demanda nos últimos anos.

Dessa forma, o resultado foi explosivo. Observou-se um crescimento muito acelerado de ações, tarefas, demandas e inter-relacionamentos dos elementos envolvidos no ambiente aeroportuário, que formam uma rede complexa de agentes operacionais,

resumidos em três categorias: “administrador aeroportuário”; “companhias aéreas”; e “provedores de serviço”.

Na outra ponta encontra-se o usuário, razão de ser da atividade, que usufrui do nível de serviço oferecido por esses agentes. Sabe-se que na esfera dos usuários existem três demandas principais: passageiros, cargas e aeronaves (que transportam passageiros e cargas), sendo a de passageiros a que causa maior impacto perceptível, pois envolve um maior número de usuários.

Sabe-se, também, que as preocupações com relação ao atendimento das exigências de eficiência e eficácia nesse segmento são enormes, pois o cenário desperta correntes percepções de ceticismo com relação à maturidade dos agentes envolvidos.

Apenas para contextualizar esse momento, dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) à época, já apontavam o surpreendente crescimento do número de passageiros nos últimos anos, quando comparado com o PIB, demonstrando que o desempenho do transporte aéreo e de passageiros está diretamente ligado à atividade econômica, conforme ilustra o gráfico da Figura 1 (ASSIS, 2012).

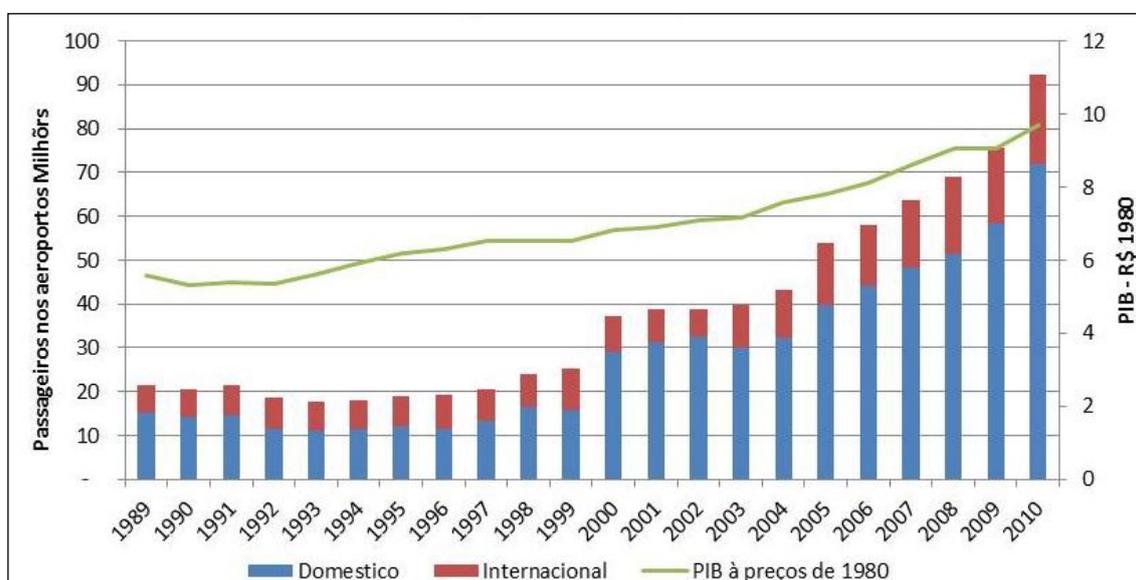


Figura 1: PIB e Número de Passageiros em Aeroportos Brasileiros
Fonte: ANAC e IBGE, adaptado por ASSIS (2012)

Sob esse pano de fundo nasceu o interesse e a motivação pela pesquisa desta tese, começada em 2011, isto é, logo em seguida ao período de turbulência acima

relatado.

Logo de início, constatou-se que a discussão sobre esse tema seria ampla e dispersa, cujo tratamento a ser adotado deveria visar diretamente ao ambiente aeroportuário e seus agentes envolvidos e relacionar essa solução ao nível de impacto em níveis de serviço nos terminais de passageiros.

Assim, a primeira ideia de solução estudada fundamentou-se no conceito de “Total Airport Management” (“Gerenciamento Total de Aeroporto”), uma experiência iniciada no âmbito da EUROCONTROL (2015), e na maneira de relacionar os elementos desse conceito à melhora dos níveis de serviço nos terminais de passageiros, com suporte na lógica fuzzy.

O princípio básico do “Total Airport Management” (GUNTER *et al.*, 2006) (SPIES, 2008) é criar um ambiente propício entre parceiros atuantes em aeroportos para manter um plano conjunto de operações, a fim de obter os melhores benefícios oriundos do conceito de *Collaborative Decision Making*. Os resultados almejados são a melhoria da eficiência geral em operações aeroportuárias, pontualidade, melhor utilização dos recursos para o aeroporto e objetivos afins.

A ideia inicial do trabalho, portanto, era estabelecer um conceito integrado de ações que determinasse um modelo de excelência para a operacionalização de aeroportos.

Com o decorrer da pesquisa, verificou-se que o problema identificado transpassava a questão de determinar um modelo de ações integradas para administrações aeroportuárias.

As dimensões crescentes de demanda por tráfego aéreo, mormente por passageiros demonstravam ser crescentes em todo o mundo. O Quadro 1 e a Figura 2 abaixo demonstram o crescimento do volume de passageiros nos 30 aeroportos mais movimentados do mundo entre 2000 a 2013.

Quadro 1: Número de Passageiros - 30 Maiores Aeroportos do Mundo

Cidade (Aeroporto)	Passageiros 2010	Passageiros 2011	Passageiros 2012	Passageiros 2013
ATLANTA GA, US (ATL)	89 331 622	92.389.023	95.513.828	94.431.224

BEIJING, CN (PEK)	73 948 113	78.675.058	81.929.359	83.712.355
LONDON, GB (LHR)	65 884 143	69.433.565	70.038.804	72.368.061
TOKYO, JP (HND)	64.211.074	62.598.351	66.795.178	68.906.509
CHICAGO IL, US (ORD)	66 774 738	66.701.241	66.629.600	66.777.161
LOS ANGELES CA, US (LAX)	59.070.127	61.862.052	63.688.121	66.667.619
DUBAI, AE (DXB)	47.180.628	50.977.960	57.684.550	66.431.533
PARIS, FR (CDG)	58.167.062	60.970.551	61.611.934	62.052.917
DALLAS/FORT WORTH TX, US (DFW)	56.906.610	57.832.495	58.620.160	60.470.507
JAKARTA, ID (CGK)	44.355.998	51.178.188	57.772.864	60.137.347
HONG KONG, HK (HKG)	50.348.960	53.328.613	56.061.595	59.588.081
FRANKFURT, DE (FRA)	53.009.221	56.436.255	57.520.001	58.036.948
SINGAPORE, SG (SIN)	42.038.777	46.543.845	51.181.804	53.726.087
AMSTERDAM, NL (AMS)	45.211.749	49.755.252	51.035.590	52.569.200
DENVER CO, US (DEN)	52.209.377	52.849.132	53.156.278	52.556.359
GUANGZHOU, CN (CAN)	40.975.673	45.040.340	48.309.410	52.450.262
BANGKOK, TH (BKK)	42.784.967	47.910.904	53.002.328	51.363.451
ISTANBUL, TR (IST)		37.406.025	45.123.758	51.304.654
NEW YORK NY, US (JFK)	46.514.154	47.644.060	49.291.765	50.423.765
KUALA LUMPUR, MY (KUL)		37.704.510	39.887.866	47.498.127
SHANGHAI, CN (PVG)	40.578.621	41.447.730	44.880.164	47.189.849
SAN FRANCISCO CA, US (SFO)	39.253.999	40.927.786	44.399.885	44.945.760
CHARLOTTE NC, US (CLT)	38.254.207	39.043.708	41.228.372	43.457.471
INCHEON, KR (ICN)		35.191.925	39.154.375	41.679.758
LAS VEGAS NV, US (LAS)	39.757.359	40.560.285	40.799.830	40.933.037
MIAMI FL, US (MIA)	35.698.025	38.314.389	39.467.444	40.562.948
PHOENIX AZ, US (PHX)	38.554.215	40.591.948	40.448.932	40.341.614
HOUSTON TX, US (IAH)	40.479.569	40.128.953	39.891.444	39.799.414
MADRID, ES (MAD)	49.844.596	49.653.055	45.176.978	39.717.850
MUNICH, DE(MUC)	34.721.605	37.763.701	38.360.604	38.672.644
ROME, IT(FCO)	36.227.778			
SYDNEY, AU(SYD)	35.991.917			
ORLANDO FL, US(MCO)	34.877.899			
	1.060.126.573	1.530.860.900	1.598.662.821	1.648.772.512

Fonte: ACI - Airports Council International (2015)

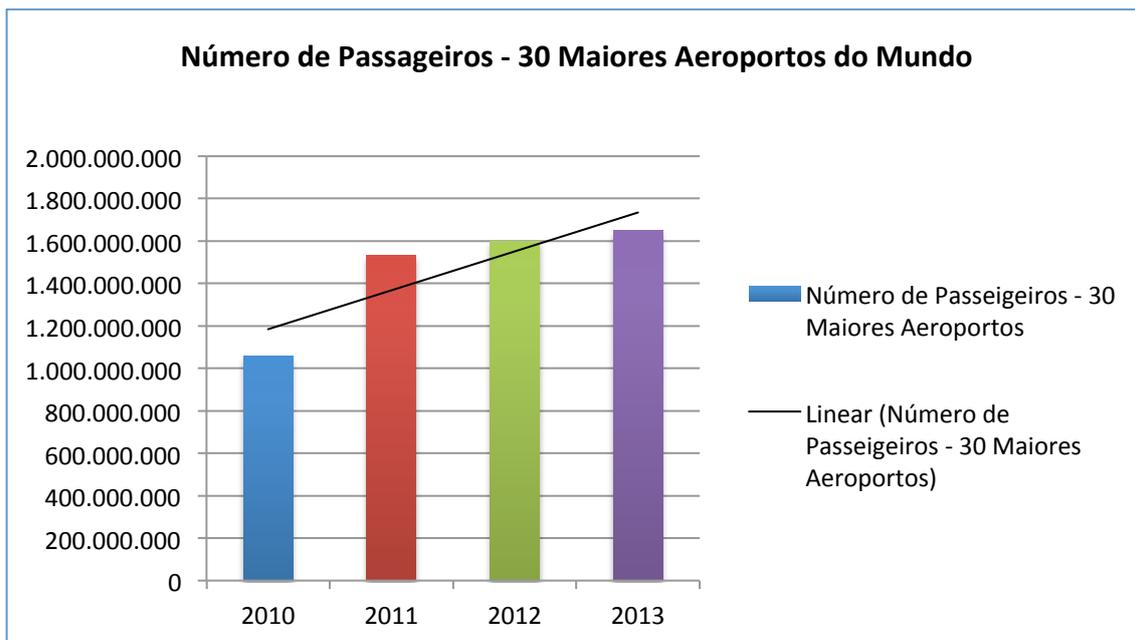


Figura 2: Número de Passageiros - 30 Maiores Aeroportos do Mundo
 Fonte: ACI – Airports Council International

Confirmando essa tendência, o Airports Council International (ACI) divulgou que durante 2013, os números globais foram: Ásia-Pacífico (2,06 bilhões, com alta de 8,7% em relação a 2012); Europa (1,73 bilhão, um aumento de 3,2% em relação a 2012); América do Norte (1,57 bilhões, com alta de 1,1% em relação a 2012); América Latina e Caribe (501 milhões, um aumento de 5,5% em relação a 2012); Oriente-Médio (278 milhões, um aumento de 7% em relação a 2012); e África (164 milhões, com aumento de 0,5% em relação a 2012).

Dessa forma, visualizou-se que, embora as incompatibilidades entre oferta e demanda por serviços em aeroportos estivessem registrando descompasso significativo no Brasil, o mundo também passava pela mesma situação. Foi o primeiro momento em que foi compreendido que o estudo poderia não estar circunscrito apenas a aeroportos brasileiros, mas sim em um contexto universal.

A ideia de pesquisa então evoluiu. Ao invés de tratar o assunto no âmbito da teoria de “Gerenciamento Total de Aeroporto”, para estabelecer um modo de operação integrada multifuncional, visualizou-se a necessidade de primordialmente entender esse descompasso entre oferta e demanda por serviços existentes, escolhido o enfoque no Lado Terra do aeroporto (área de uso público, onde o acesso não é controlado). A

resposta a ser encontrada passava a ser à seguinte pergunta “Quais são as percepções que indicam em que, em quanto, onde e como o aeroporto precisa melhorar?”.

Com esse *insight*, foram realizadas algumas entrevistas informais com analistas, tomadores de decisão e executivos de administração aeroportuária, no Brasil, que confirmavam cada vez mais a necessidade de haver um indicador que pudesse balizar a estratégia das gestões aeroportuárias. Era visível que as melhorias nas operações aeroportuárias seriam críticas e cada vez mais importantes no futuro próximo.

A partir desse momento, a pesquisa direcionou para conhecer que fatores que exercem influências nas percepções de demandantes de serviços por aeroportos e os respectivos ofertantes de serviços em aeroportos.

O modelo idealizado então adotou, após algumas pesquisas de modelos de mensuração, a adaptação do modelo COPPE/ COSENZA de localização industrial por oferta e demanda de fatores (COSENZA, 1981), com conceitos em lógica fuzzy.

Essa nova concepção já contemplava a possibilidade de avaliação de um aeroporto individual e em conjunto com outros aeroportos, permitindo a hierarquização entre eles, conforme os resultados obtidos. Surgiu então o nome “*Airport Perception Index*” (API) ou “Índice de Percepção de Aeroporto” (IPA).

O primeiro modelo foi assim desenhado e aplicado nos aeroportos do Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília, em 2012, então administrados pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), a fim de ser validado. Essa experiência prática, juntamente com a apresentação em fóruns acadêmicos, motivou vários questionamentos e aspectos a serem a serem melhorados.

Decorrente da apresentação da pesquisa no congresso anual da ATRS (Air Transportation Research Society), em Bergamo (RAYMUNDO e COSENZA, 2013), surgiu a oportunidade para estender a pesquisa no Reino Unido, na Loughborough University.

Já no Reino Unido, uma nova oportunidade surgiu para aplicar o modelo, já com algumas correções, nos aeroportos de Manchester, Stansted (Londres) e East Midlands, todos administrados pelo operador aeroportuário MAG.

Ainda que não houvesse tempo para aplicar o modelo nos aeroportos de Stansted e East Midlands – a experiência obtida em Manchester foi enriquecedora, por trazer novos insights ao modelo. Nessa etapa da pesquisa, em 2014/ 2015, verificou-se que o modelo, com base em lógica fuzzy, não poderia estar atrelado apenas aos fatores de oferta e demanda, mas sim a todos aqueles que são parte integrante do processo (stakeholders), na atribuição de percepções e respectivas ponderações, qualificação de informantes e perfil de informantes. A questão não estava mais centrada no triângulo “administração aeroportuária, provedores de serviço e companhias aéreas”. E esse passou a ser um ponto fundamental. Nascia então o modelo proposto.

Dessa forma, o executivo de administração aeroportuária, o tomador de decisão ou o analista de situação poderia saber, com mais precisão, sobre o que e quais as percepções de quais stakeholders estão sendo visualizadas, tornando-se assim um instrumento poderoso de captação dessas percepções que, por sua vez, podem subsidiar o processo de administração estratégica, análises e tomada de decisão.

Com o aprofundamento da investigação das percepções obtidas, o uso da lógica fuzzy continuou a ser essencial no novo modelo, pelas características de imprecisão e vagueza subjacentes às percepções captadas.

Nesse ponto da pesquisa, observou-se que a complexidade de análise das informações obtidas necessitava de um software específico, o qual foi desenhado.

De posse do conceito amadurecido e o software como instrumento de apoio desenvolvido, o modelo poderia então ser customizado, de acordo com o objeto e foco da pesquisa e seu ambiente.

Como última observação, concluiu-se também com o desenrolar da pesquisa que, embora tivesse sido adotado aeroporto como tema, de acordo com a motivação inicial descrita, o modelo pode ser adaptado e estendido a uma miríade de ambientes, tendo em vista à sua flexibilidade e abrangência.

Em resumo, toda a tese tratada pode ser descrita da seguinte forma:

“Um modelo de apoio à decisão multicritério pelo qual a performance de aeroportos pode ser avaliada por meio de percepções obtidas pelas suas partes

interessadas. O resultado em escala global, quando aeroportos são comparados, é o estabelecimento de um índice – “Índice de Percepção de Aeroportos” –, podendo então ser estabelecida uma hierarquização entre eles”.

Para isso, foi desenvolvida a modelagem de um algoritmo matemático, baseado em lógica fuzzy, para mensuração da percepção onde são considerados: as partes interessadas, os atributos desejados à mensuração, as ofertas de serviço, as percepções e os pesos atribuídos a essas percepções, a qualificação dos avaliadores e o perfil socioeconômico do avaliador. Para permitir a elaboração de cálculos, foi desenvolvido um software específico.

A modelagem utilizada, bem como o software de apoio, tem como premissa permitir uma completa customização das entidades a serem utilizadas. Dessa forma, os analistas e tomadores de decisão poderão dimensionar exatamente o que desejam perscrutar, com base em percepções obtidas.

O estudo baseou-se em aeroportos, pois a motivação central foi a necessidade das administrações aeroportuárias para diagnosticar estratégias de atuação, visando à melhoria de sua performance.

1.3 - Caracterização do Problema

O problema a ser tratado pode ser caracterizado em:

“como deve ser mensurada a percepção de performance de aeroportos, com base em percepções colhidas das partes interessadas no aeroporto (stakeholders), a fim de, com posse dos resultados obtidos, balizar as orientações estratégicas de um aeroporto individual ou de ser elemento de comparação entre aeroportos, por meio de hierarquização de resultados”.

O modelo em resposta à caracterização do problema deverá contemplar as seguintes orientações:

(a) O modelo deverá apresentar uma formulação eficaz para mensurar percepção;

(b) O modelo deverá apoiar os tomadores de decisão na administração estratégica do aeroporto;

(c) O modelo deve ser capaz de acomodar as variáveis qualitativas visualizadas;

(d) O modelo deve acomodar vários critérios e múltiplos pontos de vista da medição e ponderação dos critérios; e

(e) Os recursos de modelagem do sistema devem ser transparente e facilmente compreensíveis.

1.4 – Contribuição para a Área do Conhecimento

O ambiente aeroportuário, em geral, devido as suas características estruturais, serve de paradigma para o que se considera hoje uma indústria globalizada, tecnologicamente dinâmica, adaptada às circunstâncias econômicas internacionais e locais, que garanta o fluxo de novos produtos, com margens que a tornam uma das mais dinâmicas indústrias do mundo. Têm sido frequentes notícias dando conta no interesse em aeroportos, como negócio.

Para isso, deverão ser investigados os principais fatores que se relacionam diretamente com a percepção atribuída aos aeroportos, pelas suas partes interessadas. De uma forma geral, esses fatores estão associados a elementos do tipo: gargalos e atritos provenientes de limitações de infraestrutura e do crescimento do número de passageiros; a expansão da infraestrutura (que muitas vezes projeta somente soluções caras e de longo prazo); a pressão das companhias aéreas por custos menores; a atração por mais passageiros em trânsito; os processos complexos, dinâmicos e críticos em tempo, com muitos agentes e numerosas interdependências; a individualidade de cada organização, que têm seus próprios negócios, objetivos e processos, muitas vezes não relacionados; questões de qualidade não atribuídas ao agente causador; elos faltantes entre dados qualitativos e quantitativos; a difícil comunicação das estratégias de diferentes organizações; a maciça quantidade de dados e de eventos em sistemas distintos; as discussões sobre quais dados são corretos, e se são exatos ou compartilhados; filtro hierárquico da informação; e insuficiente *feedback* da operação para o planejamento.

A investigação em direção ao modelo a ser proposto deve direcionar a resposta a perguntas que permitam olhar para o futuro: para onde vai o aeroporto? Quais são as percepções que indicam em que, em quanto, onde e como o aeroporto precisa direcionar seus esforços e caminhos estratégicos?

Atualmente, os instrumentos tradicionais (*e.g.* planos diretores) são necessários e importantes, mas normalmente não suficientes para responder tais questões.

Assim, espera-se que o modelo proposto possa ser um instrumento que permita que os executivos, analistas e tomadores de decisão possam canalizar seus esforços, no sentido de que seja aprimorado o desejado elevado padrão operacional e lucrativo nos terminais de passageiros dos aeroportos.

A mensuração tendo por base percepções obtidas é uma nova forma de tratar cientificamente a questão. Ademais, ressalta-se a importância da associação entre a ferramenta da lógica fuzzy e percepções para a pesquisa. Apesar dessa relação fuzzy/percepção possuir algumas referências importantes na literatura, *e.g.* ZADEH, 2002, ainda há um enorme espaço para um aprofundamento teórico nesse campo, tal a sua importância para aplicação em distintos campos de pesquisa.

Com todo esse entendimento sumarizado, fica caracterizado que o crescimento progressivo do uso do transporte aéreo tem despertado a necessidade, quase que urgente, do estudo de novas formas de mensuração de ambientes aeroportuários, uma vez que a velocidade da oferta e da demanda de meios tem sido maior do que a velocidade de produção de novos conceitos gerenciais. Além disso, a amplificada discussão sobre níveis de serviço, capacidade operacional e lucratividade em aeroportos não tem encontrado como respostas, na mesma proporção, estudos e investigações, ou mesmo propostas de novos modelos.

Como contribuição à área do conhecimento, a proposição desta tese de doutorado procura colaborar com o preenchimento dessa lacuna, ao apresentar uma proposta de mensuração individual (esta podendo ser customizada) ou global (esta sob um determinado rótulo) de performance de aeroportos, baseada em percepções, que integre as partes interessadas (*stakeholders*), os atributos desejados à mensuração, as ofertas de serviço, as percepções e pesos atribuídos, a qualificação e o perfil

socioeconômico dos avaliadores, aproveitando o favorável quadro contemporâneo em que a evolução das tecnologias da informação e da comunicação vem propiciando com celeridade nas últimas décadas.

De toda a bibliografia consultada (referenciada ou não), não foi encontrado um modelo que contemplasse todo esse conjunto de características, principalmente considerando a customização e a flexibilidade pertinente, além da necessidade de construção de um software específico de apoio.

1.5 - Justificativa

O problema central da pesquisa é de grande importância. Decisões de planejamento de infraestrutura tem um efeito importante sobre a sociedade, com a maioria dos grandes projetos com impactos ambientais, sociais e econômicos significativos.

Na literatura existem algumas pesquisas que relacionam gestão operacional de aeroportos e níveis de serviço oferecido pelos administradores aeroportuários, provedores de serviços e pelas companhias aéreas. Entretanto, poucas destacam a percepção como elemento direcionador de estratégias. Ademais, quando devem ser diagnosticados os avaliadores, esse número fica muito reduzido.

A aplicação do tema com aplicação fuzzy, reunindo todos os elementos mencionados acima, confere ineditismo à pesquisa.

No caso de aeroportos, é fato sabido que a importância do planejamento de um aeroporto não se resume a mais uma estação de transportes, onde se movimentam pessoas (e cargas) por alguns momentos. O terminal aeroportuário passou a abrigar não apenas os passageiros e seus operadores, mas também múltiplas funções nele inseridas, de acordo com as necessidades locais e regionais e com o avanço da tecnologia, representa hoje, um dos mais importantes equipamentos urbanos. Conforme MAGRI JR. (2008), todo esse quadro está gerando discussões sobre a qualidade e o nível de serviço oferecido

Daí a justificativa da proposição em curso, com a introdução de um novo modelo que possa orientar estrategicamente executivos, analistas e tomadores de

decisão, trazendo benefícios tangíveis, como também intangíveis, mediante o estabelecimento de uma nova cultura.

Assim reforça-se esse entendimento o fato de que a flexibilização e customização do modelo permite a sua extensão a outras aplicações distintas ao ambiente aeroportuário.

Com este mesmo espírito, KWAKKEL *et al.* (2010) atentam que o planejamento estratégico de aeroportos se traduz em crescentes preocupações sobre como adequadamente resolver a incerteza quanto à sua evolução futura (*e.g.*, demanda, comportamento de stakeholders, etc.) ao fazer as decisões de investimento estratégicas e que, em resposta a essas preocupações, diferentes respostas são possíveis, sendo importante defender a iniciativas como flexibilidade e adaptabilidade.

1.6 - Objetivo da Pesquisa

O interesse despertado para esta pesquisa, conforme mencionado no subitem 1.1, motivou a pesquisa na literatura existente, consoante ao descrito no Capítulo 2, incentivando o exercício investigatório para apresentar uma resposta aos *gaps* encontrados.

Destarte, o objetivo geral deste trabalho é o de abordar e apresentar uma contribuição de solução para o problema da mensuração de performance de aeroportos.

Consiste, assim, em “estudar um modelo mensuração de performance de aeroportos, que contemple as suas partes interessadas, e atenda, em particular, as administrações aeroportuárias em seus diversos níveis e esferas de atuação – executivos, tomadores de decisão e analistas -; contribuindo de maneira objetiva para a obtenção de resultados mais eficientes e eficazes de performance (operacional, corporativa, em níveis de serviço e etc.), representado por um índice de percepção. Consequentemente, os resultados individuais permitem comparação entre vários aeroportos, possibilitando a hierarquização dos resultados deles obtidos”.

O objetivo secundário, ainda que igualmente importante, consiste em “desenvolver um algoritmo matemático para a mensuração dos elementos que incorrem na percepção da performance do aeroporto, além de um software específico de apoio

para a produção dos cálculos exigidos”.

1.7 – Proposta Metodológica

Este trabalho adota metodologia apropriada para mensurar, tanto quanto possível, a mensuração da performance de aeroportos por meio da percepção de suas partes interessadas e tem como motivação central contribuir com as administrações aeroportuárias, no sentido de auxiliar a tomada de decisão e definição de estratégias organizacionais, que conduzam às níveis de excelência operacional e de serviço.

Como resposta teórica à pesquisa, foi implementada uma metodologia de desenvolvimento do sistema de apoio à tomada de decisão, baseado em lógica fuzzy. Em um nível básico a metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu nas seguintes etapas:

- (a) Planejamento e pesquisa para avaliação das necessidades, o diagnóstico de problemas e definição de objetivos do sistema;
- (b) Revisão da literatura relevante e recolhimento de outras informações;
- (c) Análise e desenho do modelo (elaboração do projeto conceitual e desenvolvimento do algoritmo matemático);
- (d) Desenvolvimento do algoritmo de percepção;
- (e) Construção do software de apoio;
- (f) Codificação e depuração do protótipo do modelo; e
- (g) Validação empírica e *feedback*.

Os instrumentos de pesquisa e fontes utilizadas foram:

- (a) Literatura existente;
- (b) Apresentações e participações em congressos, simpósios, seminários e outros eventos;
- (c) Entrevistas com analistas, tomadores de decisão e executivos de administração aeroportuária (que sempre confirmaram a necessidade de haver um indicador que pudesse balizar a estratégia das gestões aeroportuárias);
- (d) Entrevistas com pesquisadores em assuntos afins; e

(e) Desenvolvimento conjunto com pares dedicados à ciência da computação para o desenvolvimento do software de apoio.

A Figura 3 abaixo resume e esquematiza a proposta metodológica.

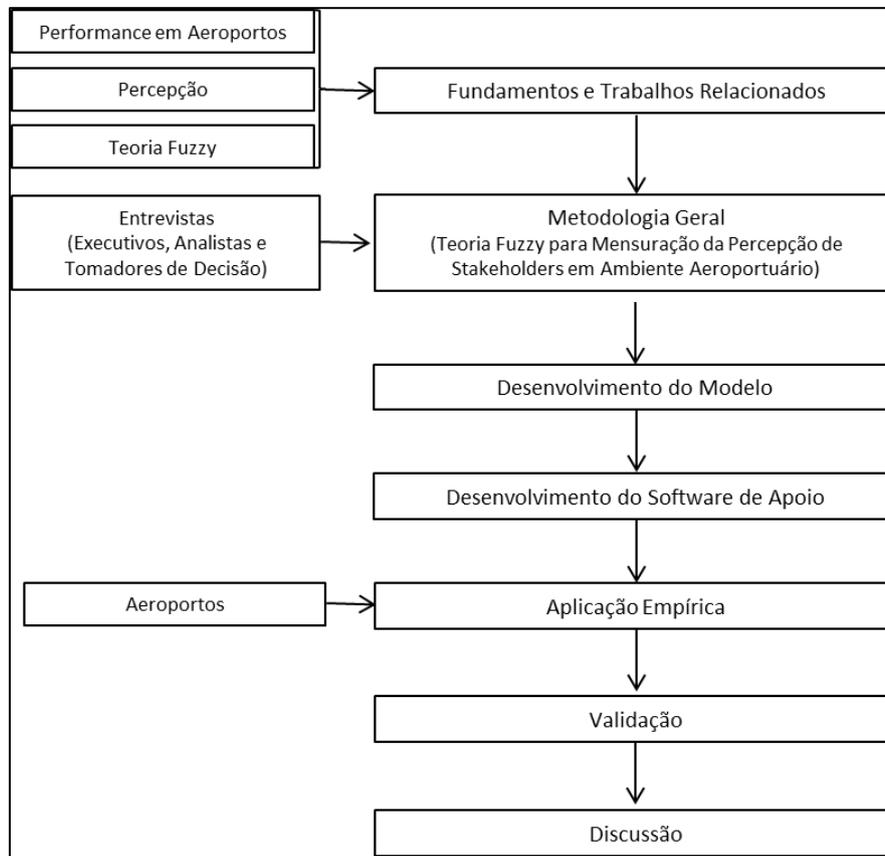


Figura3: Fluxograma para estruturação das etapas da pesquisa

1.8 –Acordo de Não Divulgação

A aplicação empírica do modelo, visando à sua validação, foi realizada nos aeroportos internacionais do Rio de Janeiro (Galeão), São Paulo (Guarulhos), Brasília e Manchester.

Como o modelo envolve apuração de percepções de desempenho, os resultados obtidos poderiam sugerir alguma indicação que não estivesse coadunada com a orientação política das administrações aeroportuárias.

Sendo assim, foi arrelgado com esses aeroportos, um acordo informal de não divulgação dos resultados obtidos na pesquisa de campo.

Dessa forma, os resultados apresentados no Capítulo 5 estão referenciados a aeroportos A, B, C, D, não caracterizando a associação resultado/ aeroporto.

1.9 – Divulgação da Pesquisa

No curso de deste trabalho, a pesquisa, parcialmente, foi divulgada por meio de apresentação em congressos, e seminários e periódicos, conforme descrito abaixo, o que demonstra a importância dos problemas tratados e as realizações alcançadas pelo trabalho.

- 17th Air Transport Research Society World Conference, 2013, Bergamo, “*A Proposal Model for an Airport Performance Evaluation Using Fuzzy Concept*”, onde foi apresentado o primeiro modelo desenvolvido, inspirado no modelo COPPE/ COSENZA de hierarquização de oferta e demanda de fatores (RAYMUNDO, L. e COSENZA, C.A.N., 2013);

- 18th Air Transport Research Society World Conference, 17-20/Jul 2014, Bordeaux, “*Fuzzy Model Applied to Impact Assessment of Air Cargo Demand*”, cujo modelo possui partes desenvolvidas no modelo desta tese, mormente no que se refere ao tratamento dos fatores (RAYMUNDO, L. *et al.*, 2014);

- VII ABEP Conference – Imperial College of London, 20/Fev/2015, Londres, “*A Proposal Model for an Airport Performance Evaluation Using Fuzzy Concept*”, onde foi apresentada a versão atualizada da do modelo inicial, contemplando as sugestões até então recebidas;

- Fuzzy Logic and Decision Making Seminar - Manchester Business School, 23/Mai/2015, Manchester, “*The Airport Perception Index - Measuring Perception in the Global Airport Performance*”, onde foi apresentada a primeira versão do modelo proposto, já com as modificações introduzidas decorrentes da experiência obtida no aeroporto de Manchester;

- 19th Air Transport Research Society World Conference, National University of Singapore, 2-5/Jul/2015, “*Fuzzy modelling applied to assessment of impact factors to air cargo demand – scenario emulation*”, onde foram utilizados conceitos introduzidos no algoritmo do modelo proposto, no que se refere à qualificação dos informantes (KRYKHTINE *et al.*, 2015); e

- 1st School of Business and Economics (SBE) Doctoral Conference 2015 – 16/Sep/2015, “*The Airport Perception Index - Measuring Perception in the Global Airport Performance*”, quando foi apresentada a versão do modelo que consta desta tese.

A pesquisa possui seu “*abstract*” aprovado para:

- 14th World Conference on Transport Research, 10-15 July 2016, Shanghai, “*The Airport Perception Index - Measuring Perception in the Global Airport Performance*”, quando deverá ser apresentada a versão final do modelo e da pesquisa, contendo as sugestões obtidas por ocasião da defesa desta tese.

2. FUNDAMENTOS E TRABALHOS RELACIONADOS

*"I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand."
Confucius*

Este capítulo trata da investigação realizada em trabalhos correlatos ao tema da tese, que foram importantes para fundamentar e sugerir a construção do modelo proposto.

Em linhas gerais, foram pesquisados trabalhos que contemplam o processo de avaliação de performance de aeroportos, e as principais técnicas utilizadas para isso. Em seguida trata da teoria da percepção, aspecto chave para o modelo, ainda que superficialmente, pois o assunto é bastante extenso e abrangente. E por fim, apresenta os fundamentos da lógica fuzzy, por ter sido essa a técnica escolhida para fundamentar os cálculos do modelo proposto.

Os trabalhos mencionados nesse capítulo foram selecionados sob o critério de permitir ao leitor a identificação da *rationale* aplicada na tese, não correspondendo à totalidade dos inúmeros artigos, livros-texto e demais compêndios que foram analisados durante o processo de pesquisa.

2.1 – Avaliação de Performance de Aeroportos

Como já mencionado no capítulo introdutório, a evolução do transporte aéreo não é uma constatação recente. Como toda curva de tendência, essa tendência, em números, possui continuadas mudanças de inflexão da curva de crescimento, entretanto, a inclinação da curva no longo prazo é preponderantemente positiva.

NEUFVILLE e ODONI (2003) já observavam que durante o último terço do século XX houve um crescimento médio global do número de passageiros das companhias aéreas que, em longo prazo, foi cerca de 6% ao ano incluindo períodos de estagnação e períodos de crescimento acima da média. A taxa de crescimento abrandou nas últimas décadas do século para cerca de 4% verificando-se, de qualquer modo, valores que se situam entre uma duplicação e uma triplicação do tráfego ao longo de 25 anos.

Alguns fatores podem ser investigados para corroborar essa constatação, como, por exemplo: a evolução tecnológica de equipamentos; os movimentos migratórios intensificados; as decisões políticas implantadas (*e.g.* regime *open skies*, liberalização, desregulamentação e privatização da indústria); o aumento da demanda do transporte de passageiros e de carga; os novos modelos de negócio das companhias aéreas (*e.g.* companhias de baixo custo – *low cost, low fare*); a melhora da infraestrutura e a construção de novos aeroportos; a evolução na concepção das aeronaves (*e.g.* Airbus A380 e Boeing 787, que procuram diminuir os custos por km); e o aumento da cooperação entre companhias (*e.g.* alianças globais do tipo Star Alliance, Sky Team e One World).

Também nesse sentido, GRAHAM (2008b), apontou que algumas mudanças importantes estavam acontecendo no setor aeroportuário, como: a transformação do aeroporto de suas funções originariamente de utilidade pública para empreendimentos comerciais; o surgimento de ondas de privatização, motivadas pelo novo tipo de negócio criado e maximização do valor do acionista; e o processo de globalização, uma vez que aeroportos estão cada vez mais inseridos no processo de desenvolvimento econômico e social.

Essa observação, também foi considerada por SOUZA (2010) ao constatar que existem vários stakeholders de aeroportos os quais a operação precisa considerar que cada stakeholder terá diferentes interesses e pontos de vistas conflitantes sobre a estratégia a ser adotada entre eles: clientes, empregados, comunidade, governos, provedores de serviço e principalmente as companhias aéreas. Ressaltando ainda que todos influenciam de maneira significativa a eficiência aeroportuária. Isso vem ao encontro do que tanto motivou o desenvolvimento do modelo proposto por esta tese.

Conforme FRANCIS *et al.* (2001) o estudo de avaliação de desempenho em aeroportos está se tornando cada vez mais importante por causa de questões relacionadas com a sustentabilidade social, econômica e ambiental da expansão do aeroporto em face da previsão de crescimento do tráfego, conforme estudos da Boeing, Airbus, ICAO e ACI.

Visto que o setor aeroportuário possui um diagnóstico consistente de crescimento no longo prazo e que, cada vez mais, seu ambiente se torna mais robusto e

complexo, não é novo saber que essa estrutura precisa ser avaliada em termos de performance individual e comparativa.

Inúmeros são os trabalhos que tratam desse tema – avaliação de performance de aeroportos -, ainda mais quando a análise de qualidade de serviços é considerada. O modelo proposto por esta tese é apenas mais uma contribuição nesse sentido, trazendo como novo elemento a possibilidade de avaliação de diferentes stakeholders sob critérios de avaliação customizados, como já foi mencionado.

Doravante serão mencionados alguns dos trabalhos produzidos e estudados para investigar processos de avaliação de performance de forma geral ou especificamente de aeroportos, que permitiram e embasaram o desenvolvimento do modelo desta tese. Ademais, ao leitor deste trabalho, esse elenco de pesquisas desenvolvidas serve também para propiciar análises comparativas e geração de novos *insights* para futuros trabalhos.

MUMAYIZ e ASHFORD (1986) apresentaram um método chamado de *Perception-Response (P-R) Mode*, elaborando resultados gráficos oriundos da opinião dos passageiros sobre o nível de serviço de alguns aeroportos do Reino Unido. As respostas colhidas, entretanto, não foram capazes de analisar os atributos de uma forma geral, e sim apenas único atributo. A importância desse trabalho se deve ao pioneirismo de utilizar a percepção de passageiros para mensurar a performance de aeroportos.

DOGANIS e GRAHAM (1987) produziram um trabalho clássico, totalmente dedicado a considerar indicadores de desempenho em aeroportos. Utilizando os dados recolhidos a partir de 24 aeroportos em 12 países europeus ocidentais diferentes, verificaram uma série de perfis de desempenho levando em conta 17 indicadores econômicos. Este foi um dos primeiros trabalhos publicados, em que o processo de avaliação de aeroportos foi objetivamente apresentado, demonstrando como poderia ser esse processo.

DOGANIS (1992) assinalou que a medição do desempenho é uma atividade crítica, tanto no aeroporto individual, quanto em níveis mais amplos. Administradores aeroportuários e governos precisam ter as informações para medir eficiência a partir de um ponto de vista operacional e financeiro, para avaliar estratégias de investimentos

alternativos, para monitorar a atividade do aeroporto a partir de uma perspectiva de segurança e acompanhar o seu impacto ambiental. A medição do desempenho pode ser usada por administração para identificar áreas em tenha ou não um bom desempenho. Uma vez que o desempenho é conhecido, a administração pode examinar os processos subjacentes tomar lugar de modo que a ação corretiva pode ser proposta. Destaca-se nessa leitura a abrangência dos interesses relacionados a aeroportos.

PARK (1994) defendeu tese de doutorado com uma proposta metodológica para avaliar o nível de serviço dentro de um aeroporto, Lado Terra, do ponto de vista do passageiro com o uso de variáveis linguísticas e lógica fuzzy. Esta foi o trabalho de tese mais antigo encontrado com a ideia aproximada aos objetivos que a presente tese deseja alcançar.

SARKIS (2000) analisou a performance de 44 aeroportos americanos, em estudo empírico, utilizando análise envoltória de dados (Data Envelopment Analysis - DEA), durante o período de 1990 a 1994. As medidas de eficiência foram baseadas em: custos operacionais do aeroporto, número de funcionários do aeroporto, *gates*, pistas de decolagem, receita operacional, fluxo de passageiros, movimento de aviação comercial e geral e do transporte de carga total. Esse trabalho serviu para auxiliar a construção dos fatores que podem ser analisados na mensuração da performance de um aeroporto.

CHEN (2001) propôs um método de tomada de decisão linguístico fuzzy para avaliar a qualidade do serviço. Ele indicou que a abordagem conjunto fuzzy é o método mais adequado para avaliar a qualidade do serviço, pois utilizam dados incertos e imprecisos. Em seu estudo, opiniões subjetivas dos clientes e o peso de fatores foram descritos pelas escalas linguísticas fuzzy. Ele considerou a importância de cada critério, sendo computados os ratings globais de todas as alternativas fuzzy, com o concurso de operações com números fuzzy. Este estudo, apesar de não estar diretamente relacionado a aeroportos, possui características bastante abrangentes, com sugestões positivas para o uso de aplicação fuzzy em mensurações.

YEN *et al.* (2001) apresentaram um modelo matemático para medir os níveis de serviço relacionados aos espaços nos terminais aeroportuários *vis-à-vis* as avaliações subjetivas sobre a satisfação dos passageiros, em relação aos critérios e medida sugeridos. Os achados são interessantes, porém o que mais se destaca nesse trabalho é a

utilização da lógica fuzzy para medir o grau de satisfação dos passageiros.

A AIR TRANSPORT RESEARCH SOCIETY (2014) publica anualmente, desde 2001, o relatório *Global Airport Benchmarking Report*, contendo a avaliação do desempenho em aeroportos da América do Norte, Europa e Ásia-Pacífico e Oceania, com respeito à produtividade, eficiência e competitividade, utilizando abordagem de média. Por constituir um estudo de longo prazo, ele permite a comparação temporal. Deste trabalho depreende-se diferentes fatores de pesquisa a serem analisados.

FRANCIS *et al.* (2002) pesquisaram algumas medidas de desempenho, por percepção, utilizadas pela administração dos então 200 aeroportos mais movimentados do mundo, em número de passageiros, ranqueados pela ACI. Foi um dos primeiros trabalhos, dos analisados, que tratou do tema percepção atrelado a aeroportos, além de ser importante pela coleta de dados de um grande número de aeroportos

YEH e KUO (2003) apresentaram uma abordagem *Fuzzy Multiattribute Decision Making* para avaliar a qualidade do serviço de passageiros de 14 aeroportos internacionais da Ásia-Pacífico, por meio de entrevistas, mensurando um índice de desempenho de cada aeroporto e global. Esse índice permite aos aeroportos conhecerem sua classificação em termos de atributos de serviços ao passageiro. Destaca nesse trabalho a ideia de utilização da técnica fuzzy para medir percepções de passageiros e resultados individuais e globais, que permite a comparação entre aeroportos.

BAZARGAN e VASIGH (2003) utilizando a técnica DEA analisaram quinze aeroportos de cada grupo classificados de acordo com o tamanho de aeroporto, no período de 1996 a 2000, a fim de buscar evidências de que as eficiências dos aeroportos são significativamente diferentes, tendo sido utilizados dados financeiros e operacionais. Destaca-se nesse trabalho o uso de fatores diversos de avaliação.

CHAN *et al.* (2003) desenvolveram uma metodologia de avaliação de desempenho em operações aeroportuárias considerando critérios relevantes com base em quatro aspectos: a oferta, a procura por companhia aérea, a demanda de passageiros e a administração aeroportuária. Foi utilizada a técnica *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*, por ter sido julgado que os resultados obtidos seriam melhores do que se usado o outro método. Para a hierarquização do desempenho de aeroportos, foi adotado o

modelo TOPSIS e abordagem *Fuzzy Synthetic Decision*. Para o estudo empírico foram selecionados dez aeroportos da região do Leste da Ásia. Releva a utilização da técnica fuzzy, e suas vantagens, para avaliação de aeroportos.

WANG *et al.* (2004) lembraram que as operações e a gestão de aeroportos conduzidas pelas administrações aeroportuárias devem tratar companhias aéreas e os passageiros, enquanto consumidores, similarmente à administração de qualquer outra empresa no que se refere à ética corporativa e sua eficiência operacional, exigindo assim diferentes formas de avaliação. Em seu trabalho, eles consideraram a avaliação em termos da(e): força de trabalho (número de empregados), instalações de terminais (área útil do edifício do terminal, número de portas de embarque, e do número de balcões de check-in), instalações de aviação (o número de lugares de estacionamento, e alojamento de volume de tráfego) e receitas (receita total e receita indireta), descolagens e aterrisagens, tonelagem de carga, número de descolagens e aterrisagens durante os horários de pico, número de rotas, o número total de pessoas atendidas (passageiros) e esse número durante o horário de pico e o serviço de controle aéreo. Aqui eles reforçam a ideia do aeroporto ser tratado como negócio sugerindo a importância de basear uma estratégia corporativa com base na análise de fatores e critérios estabelecidos.

GRAHAM (2005) elaborou um artigo promovendo uma visão geral sobre as práticas experimentadas pelos aeroportos para estabelecer *benchmarking*, sendo uma série de estudos de *benchmarking* analisados a partir de uma perspectiva econômica, operacional e ambiental. Além disso, foi feita uma avaliação do papel da avaliação comparativa de *benchmarking*. O artigo conclui que técnicas de *benchmarking* tornaram-se bem mais estabelecidas nos anos recentes para o setor aeroportuário, existindo, entretanto, um caminho a percorrer na superação de alguns dos problemas que inibem a avaliação comparativa em uma base internacional. Destaca-se nesse trabalho a ideia do estabelecimento de *benchmarking*, o que transmite paralelismo com a ideia da hierarquização e ranqueamento proposto pelo Índice de Percepção de Aeroporto.

FERNANDES e PACHECO (2007) usaram o Balanced Scorecard Dinâmico (DBSC) com a finalidade de apontar formas de execução da estratégia para tomada de decisão, utilizando a metodologia *Fuzzy Multicriteria Decision-Making*. A amostra utilizou sete aeroportos brasileiros. Dois aspectos sobressaem neste trabalho, a

utilização de técnicas diferentes para a formulação de avaliação de estratégia corporativa.

FODNESS e MURRAY (2007) apresentaram o desenvolvimento de um modelo conceitual de qualidade de serviço nos aeroportos através da realização de uma investigação empírica sobre as expectativas dos passageiros para esta indústria de serviços, por meio da exploração qualitativa da experiência do aeroporto do ponto de vista dos passageiros. A investigação reuniu cerca de mil utilizadores do aeroporto. Os dados foram analisados utilizando a técnica *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making Analysis*. O volume de dados e a utilização fuzzy foram determinantes nesse trabalho.

BARROS (2008) utilizou o modelo de fronteira estocástica para estimar a eficiência técnica de aeroportos do Reino Unido. Os aeroportos são classificados de acordo com sua produtividade para o período 2000-2005 e variáveis homogêneas e heterogêneas em função de custo são elucidadas. O interesse nesse trabalho residiu nos atributos considerados e a técnica utilizada.

YEH e CHANG (2009) apresentaram uma abordagem *Fuzzy Multicriteria Decision Making* (FMCDM) para avaliar alternativas de decisão envolvendo julgamentos subjetivos emitidos por um grupo de tomadores de decisão, utilizando um método de ponderação hierárquica para avaliar os pesos de um grande número de critérios de avaliação, por meio de comparação “par a par”. Para refletir a imprecisão inerente aos julgamentos subjetivos, as avaliações individuais foram agregadas como uma avaliação de grupo usando números triangulares fuzzy. Os conceitos utilizados para agregação e números triangulares fuzzy foram absorvidos na formulação do modelo proposto.

CHOU (2009) observou que a maioria dos estudos avaliam a qualidade do serviço aéreo, mas poucos avaliam a qualidade do serviço nos aeroportos, especificamente. Seu estudo apresenta um modelo próprio para a avaliação da qualidade do serviço no aeroporto em dois aeroportos de Taiwan. Nesse trabalho diferentes critérios de tomada de decisão foram utilizados, mostrando um caminho para a elaboração de modelos próprios.

MANATAKI e ZOGRAFOS (2010) apresentaram um modelo de avaliação de

desempenho de terminais aeroportuários utilizando ferramenta de apoio à decisão baseada na dinâmica de sistemas genéricos, que pudesse ser flexibilizada e customizada de acordo com a necessidade do aeroporto, a fim de facilitar a tomada de decisão por administradores aeroportuários. Os aspectos de flexibilização e customização foram intuitivos para a formulação do modelo proposto.

DOGANIS (2010) argumenta que pelo lado dos passageiros, a avaliação dos níveis de satisfação em serviços aeroportuários se tornou uma questão importante para a gestão do aeroporto, sendo considerado como um indicador de desempenho chave para o funcionamento de um aeroporto, ainda que passageiros muitas vezes não tenham escolha entre aeroportos, independentemente do preço e qualidade níveis de serviços aeroportuários.

FERNANDES e PACHECO (2010) discutiram aspectos da avaliação da qualidade do serviço do aeroporto utilizando conceitos de *Fuzzy Multicriteria Analysis* e *alpha-cut* para a análise de um conjunto complexo de variáveis de qualidade em seis aeroportos brasileiros, através de um conjunto de indicadores que permitem que os gerentes tenham uma visão ampla das percepções comparativas da qualidade entre os aeroportos de uma dada amostra. A forma pela qual foram abordados os temas percepção, qualidade, fuzzy e aeroporto contribuiu para o conceito formulado pela tese.

PARK e JUNG (2011) investigaram a percepção dos passageiros em trânsito sobre a qualidade do serviço do aeroporto de Incheon e sua influência sobre o valor e a satisfação atribuídos ao aeroporto, além do comportamento dos passageiros. Foi utilizado o modelo SERVQUAL e modelagem de equações estruturadas para testar as relações entre as variáveis consideradas. Os resultados mostraram que a qualidade do serviço está diretamente relacionada com o valor, a percepção e a construção da imagem do aeroporto. Este é mais um trabalho que relaciona a percepção com valor e imagem do aeroporto, sugerindo ações a serem tomadas pela administração aeroportuária.

ZIDAROVA e ZOGRAFOS (2011) mediram o desempenho dos terminais de passageiros do aeroporto a fim de fornecer um *feedback* para gestores aeroportuários. Nesse trabalho, sugerem que a medição do desempenho do terminal através de abordagens puramente operacionais (ou seja, com base na capacidade do aeroporto para processar passageiros e bagagem) não é suficiente. A grande contribuição desse trabalho

foi o elenco de diversos modelos de avaliação de desempenho de terminais aeroportuários em termos de nível decisório, abordagem, escopo, perspectiva de avaliação e tipo de dados utilizados.

YEH *et al.* (2011) apresentaram uma abordagem *Fuzzy Multiattribute Decision Making* (MADM) para avaliar o desempenho do aeroporto em termos de operador aeroportuário, passageiro, e companhias aéreas. As avaliações de medidas quantitativas foram representadas por valores crisp (convencionais) e as avaliações de medidas qualitativas foram atribuídos pesos representados por números triangulares fuzzy, obtidos por meio de pesquisas utilizando termos linguísticos. Um algoritmo foi desenvolvido usando o conceito de α -cut para a incorporação de nível de confiança do tomador de decisões sobre as avaliações fuzzy dos entrevistados. O algoritmo obtém um índice de desempenho para cada aeroporto avaliado, em relação a outros aeroportos comparáveis no que diz respeito a cada um de três dimensões de avaliação individualmente e em todas as três dimensões de avaliação, como um todo. Um estudo empírico de avaliação de 11 aeroportos da região Ásia-Pacífico foi realizado. Este trabalho teve destaque por fornecer valiosos *insights* ao modelo proposto nesta tese, dada algumas similaridades entre os tratamentos almejados.

CHOU (2012) examinou a importância da qualidade de serviço do aeroporto utilizando a abordagem *Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making* (FMDM). Os dados foram coletados de passageiros em dois aeroportos internacionais em Taiwan. Foi um trabalho comparativo de resultados entre os aeroportos, destacando-se a modelagem e o algoritmo desenvolvido destinado a sugerir aos tomadores de decisão e gestores o que deve ser melhorado para melhor desempenho dos aeroportos.

ADISASMITA (2012) apresentou um estudo com o objetivo de analisar a percepção dos passageiros para o desempenho, nível de serviço e perspectiva de desenvolvimento instalações de terminais aeroportuários, no aeroporto internacional Soekarno-Hatta, com uso da metodologia *Importance-Performance Analysis*. Destaca-se neste trabalho a metodologia, a ideia de percepção e os critérios utilizados.

WU e MENGERSEN (2013) acrescentaram que aeroportos representam a reunião de sistemas complexos com múltiplos stakeholders, múltiplas jurisdições e interações complexas entre muitos atores; e que o grande número de modelos existentes

que capturam diferentes aspectos do aeroporto são uma prova disto. No entanto, ressaltam, os modelos existentes não consideram como requisitos sistemáticos de modelagem as partes interessadas, e como operadores de aeroportos ou companhias aéreas fariam uso desses modelos. Adotaram um método a partir do conceito de operações (CONOPS) para ajudar a estruturar a avaliação e desenvolvimento de capacidades de modelagem e cenários de uso. O método é aplicado à revisão de modelos de terminais de passageiros dos aeroportos existentes. Baseado nesse método, orientações são fornecidas para o desenvolvimento de futuros modelos para terminais aeroportuários. Esse trabalho mostra uma interessante abordagem sobre os múltiplos aspectos que envolvem uma avaliação de aeroporto e a necessidade de poder capturar *trade-offs* entre vários critérios.

CHING (2014) publicou um estudo com o objetivo investigar o serviço e a qualidade percebida e satisfação esperada dos passageiros do aeroporto internacional de Hong Kong, concluindo como a qualidade geral percebida afetaria o número de futuros viajantes para Hong Kong. Técnica utilizada baseou-se no conceito SERVQUAL. Foi determinante nesse trabalho a lista de fatores utilizados. O interesse despertado também se deve ao resultado que mostrou diferença significativa na classificação importância por diferentes fatores demográficos, o que sugeriu incorporar ao modelo proposto nesta tese a possibilidade de estratificar resultados por fatores sócio-econômico-demográficos.

Conforme os trabalhos mencionados acima, e como bem resumiram PAVLYUK (2012), BRAZ (2011) e LAI *et al.* (2012), observa-se que os métodos comumente empregados para avaliar a performance de aeroportos utilizam abordagem de média – como *Total Factor Productivity* (TFP), determinístico, e modelos de regressão clássicos, como o *Ordinary Least Square* (OLS), estocástico –, os de abordagem de fronteira – como o *Data Envelopment Analysis* (DEA), determinístico, e *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), estocástico – e *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) ou *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), que selecionam indicadores e a atribui pesos relativos e posterior classificação, sendo a seleção dos indicadores e a respectiva atribuição de pesos relativos feitos através da opinião subjetiva.

O método TFP permite a aferição dos impactos da rentabilidade e das diferenças de produtividade no desempenho do aeroporto, requerendo a agregação de

todas as saídas num índice com pesos, assim como de todas as entradas noutra índice com pesos, que são pré-definidos, mas cuja definição pode conduzir a resultados distorcidos.

O método dos Mínimos Quadrados (OLS - Ordinary Least Squares) é uma técnica que procura encontrar o melhor ajustamento para um determinado conjunto de dados, tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados. Trata-se de um modelo linear nos parâmetros, admitindo que as variáveis apresentem uma relação linear entre si, o que nem sempre acontece na realidade, sugerindo pouca utilização para avaliações de desempenho.

O método de Análise de Fronteira Estocástica (SFA - Stochastic Frontier Analysis) é um método que, apesar das abordagens paramétricas tomarem em conta o erro do resultado, que não é considerado nas abordagens não paramétricas, elas continuam a experimentar alguma dificuldade para separar o erro ocasional da eficiência.

O método de Análise Envoltória de Dados (DEA - Data Envelopment Analysis) é uma extensão da ideia de FARRELL (1957) de ligar o cálculo de eficiência técnica com fronteiras de produção. O primeiro modelo DEA foi desenvolvido por CHARNES *et al.* (1978) calculando a proporção da soma ponderada de saídas em relação à soma ponderada de entradas. Trata-se de uma abordagem não paramétrica que não requer suposições de forma funcional para calcular o desempenho de cada aeroporto relativamente a todos os outros. A principal desvantagem deste método é que não permite o erro ocasional nos dados, assumindo o erro e a sorte como fatores que influenciam o resultado, o que pode implicar alguma distorção nos resultados.

O método de Análise Multicritério de Apoio à Decisão (MCDA - Multi-Criteria Decision Analysis ou MCDM - Multi-Criteria Decision Making), é um dos métodos mais utilizados. GOMES *et al.* (2009), define MCDA, como o conjunto de técnicas que tem como objetivo investigar um conjunto de alternativas sobre múltiplos critérios em conflito. A sua aplicação é subdividida em dois passos: o primeiro é a seleção dos indicadores e a atribuição dos seus pesos relativos, e o segundo é a classificação das diferentes alternativas. Como a seleção dos indicadores e a respectiva atribuição de pesos relativos é feita através da opinião de especialistas o resultado pode ser afetado

por fatores subjetivos.

A partir dessa análise, para o caso particular de mensurar o desempenho de aeroportos por meio de percepção de stakeholders, o método de MCDA parece ser o mais adequado, pois se trata de uma avaliação de foro substancialmente subjetivo e qualitativo. YEH *et al.* (2011) bem observaram que embora os demais métodos sejam adequados para medir a eficiência das operações aeroportuárias com base em medidas de entrada de recursos e medidas de saída de performance, eles não têm a intenção de abordar a questão eficácia no que diz respeito ao desempenho geral dos demais *stakeholders*.

Ainda, YEH *et al.* (2011) ainda observam que a avaliação do desempenho geral dos aeroportos é um processo decisório complexo, pois geralmente envolve vários critérios conflitantes com unidades não mensuráveis e julgamentos imprecisos de critérios qualitativos decorrentes da subjetividade humana.

Em face do que até aqui foi exposto, tornou-se necessário elaborar a fundamentação da percepção e do método de Análise Multicritério de Apoio à Decisão, como se segue nos itens supervenientes.

2.2 – Sobre a Percepção

Intuitivamente, sabemos que o conceito de percepção refere-se à ação e ao efeito de perceber (receber através de um dos sentidos as imagens, impressões ou sensações externas, ou compreender e conhecer algo).

É bastante controversa a origem da investigação sobre o tema. Alguns autores remontam aos gregos e outros aos estudos no campo da psicofísica o Século XIX,. Porém, Étienne Bonnot de CONDILLAC (1715–1780) e seu “*Treatise on Sensations*” (1754) pode ser considerada uma obra pioneira.

BACHA *et al.* (2006) fizeram um bom trabalho de pesquisa sobre a origem da denotação e conotação da palavra percepção. Nesse trabalho, passaram a discorrer sobre os conceitos extraídos de HOUAISS (2001) a partir das seguintes definições para percepção: (a) faculdade de apreender por meio dos sentidos ou da mente; (b) função ou efeito mental de representação dos objetos; sensação, senso e o ato de exercer essa

função; (c) consciência dos elementos do meio ambiente através das sensações físicas; (d) ato, operação ou representação intelectual instantânea, aguda, intuitiva; (e) consciência (de alguma coisa ou pessoa), impressão ou intuição, especialmente moral; (f) sensação física interpretada através da experiência; e (g) capacidade de compreensão.

De acordo com o dicionário AURÉLIO (HOLLANDA, 1998), percepção vem do latim *perceptione* e significa ato ou efeito de perceber. Perceber vem do latim *percipere*, que quer dizer, apoderar-se de, adquirir conhecimento de, por meio dos sentidos; formar ideia de; abranger com a inteligência; entender, compreender; conhecer, distinguir, notar; ouvir, ver ao longe; divisar, enxergar.

Em Gestalt – teoria que estuda os princípios que determinam a maneira como os seres humanos percebem as coisas – diz-se que “o indivíduo é capaz de perceber porque faz associações com aquilo que foi percebido” (GRAHAM, 2008a). E, com evidência, sabemos que seres humanos denotam subjetividade.

A percepção, portanto, é ambígua, sensível e abstrata; e exige interpretação. Uma informação é sempre combinada com os sentidos com os conhecimentos adquiridos sobre o que deve ser em certo contexto particular. Para o modelo desta tese, baseado em percepções, esta assertiva é muito importante, pois, como será ratificado *a posteriori*, sugere a adequabilidade do uso de tratamento fuzzy.

ZADEH (2002), em trabalho clássico, explicando a teoria computacional da percepção, observou que a computação, no seu sentido habitual, está centrada na manipulação de números e símbolos e que, em contraste, na computação com palavras (CW - *computing with words*) os objetos de computação são palavras e proposições retiradas de linguagens naturais (*p.e.*, pequeno, grande, muito, pesado, não é muito provável, haverá aumento significativo do preço de *commodities* no futuro próximo, etc.).

Segue ZADEH (2002) explicando que CW é inspirado pela “notável capacidade humana para executar uma ampla variedade de tarefas físicas e mentais, sem quaisquer medições e cálculos” e que, “subjacente a essa capacidade, o cérebro possui sofisticada habilidade para manipular percepções (distância, tamanho, peso, cor, velocidade, tempo, direção, força, número, verdade, probabilidade e etc.)”.

Segundo essa teoria, máquinas poderiam tornar decisões racionais baseadas em percepção, em um ambiente de imprecisão, da incerteza e da verdade parcial.

Continua ZADEH (2002): “a diferença básica entre as percepções e as medidas é que, em geral, as medições são nítidas (crisp) ao passo que as percepções são nebulosas (fuzzy). Um dos objetivos fundamentais da ciência tem sido e continua a ser o de progredir a partir de percepções para medições”.

Esse trabalho sugeriu inúmeros *insights* para o modelo proposto por esta tese, ao explicitar a nebulosidade da percepção e as conhecidas condições de dúvida, imprecisão, incerteza, inexatidão, ambiguidade e aleatoriedade pertinentes à abstraldade presente na subjetividade natural humana.

A pesquisa realizada na literatura sugeriu que a teoria aplicada ao conceito de percepção parece ser tão nebulosa quanto o que intrinsecamente a palavra denota. Várias esferas do campo do conhecimento tratam do tema: filosofia, psicologia, *marketing*, ciência e computação, dentre outras, caracterizando a multidisciplinaridade pertinente. E inúmeros trabalhos também explicitam o tema, mas, na maior parte dos casos, com aplicações da percepção a fatos causais.

As menções abaixo elucidam essa constatação. São campos do conhecimento distintos procurando aplicar e entender o que está subjacente ao conceito de percepção.

No campo da filosofia, MERLEAU-PONTY (1962) (1999) em livro clássico, *The Phenomenology of Perception*, publicado no original em 1945, usa o exemplo de percepção para oferecer uma visão fenomenológica do homem, do mundo e seus acontecimentos, sendo aberto para os fatores existenciais. Segundo ele, “a Fenomenologia deixa-se praticar e reconhecer como realmente existe, ou seja, é necessário descrever o real fazendo uma reflexão da experimentação e aprendizagem, recolocando numa subjetividade de lado do seu ser e do tempo”. Ele agrega conceitos de diversas áreas da ciência. Correlato, a leitura do livro *The Primacy of Perception: And Other Essays on Phenomenological Psychology, the Philosophy of Art, History and Politics* (1964) auxilia o entendimento do tema. Ainda, CARDIM (2007) discursa sobre essa ambiguidade, descrita nos escritos de MERLEAU-PONTY.

MASSARO (1987), no campo da psicologia da linguagem e psicologia

cognitiva, publicou um modelo chamado “Modelo Fuzzy da Percepção da Fala” (FLMSP - “*The Fuzzy Logic Model of Speech Perception*”) baseado em seus estudos sobre “percepção categórica” (MASSARO, 1998), conceituada como a igualdade percebida de instâncias dentro de uma categoria de fonema. De acordo com o FLMP, padrões de fala são reconhecidos de acordo com um algoritmo geral (MASSARO, 1987a; ODEN e MASSARO, 1978). O modelo assume três operações no reconhecimento de fala: avaliação característica, integração de recursos e decisão.

Ainda na área da filosofia, FISH (2010) explica que a filosofia da percepção investiga a natureza das experiências sensoriais e sua relação com a realidade, levantando questões sobre o caráter consciente de experiências perceptivas e como elas nos permitem adquirir conhecimento do mundo em que vivemos, sendo uma área de interesse crescente na metafísica, epistemologia e filosofia da mente. Descreve ainda que cada teoria deve abordar os aspectos fenomenológicos e epistemológicos da percepção. Uma teoria plausível de percepção deve representar com sucesso o que é como ter uma base sensorial como fonte primária de conhecimento empírico. Essa abordagem sugere esse tratamento ao desenvolver um modelo do tipo que esta tese propõe.

WANG (2007) publicou um conjunto de modelos matemáticos e processos cognitivos formais de percepção, como emoções, motivações e atitudes. Interações e relações entre motivação e atitude são formalmente descrito no processo em tempo real. Destaca-se o modelo hierárquico de emoções sugerido.

Na esfera de sistemas computacionais, PERFILIEVA e NOVAK (2004) publicaram um trabalho tratando do problema da derivação de uma conclusão com base na regra fuzzy “IF-THEN” (“SE-ENTÃO”), ampliando o método de MAMDANI (MAMDANI e ASSILIAN, 1975). Neste trabalho, as regras fuzzy são interpretadas como expressões linguísticas derivadas com base em observações realizadas em um contexto concreto chamado de percepções – “dedução lógica baseada em percepção” (“*perception-based logical deduction*”). Sua vantagem é a possibilidade de utilizar expressões linguísticas, que são interpretadas de acordo com a forma humana de compreensão.

SANTAELLA (1988), com base em estudos de CHARLES PEIRCE,

apresenta, no campo da teoria semiótica, a percepção sob diferentes formas de abordagem da percepção humana, trazendo os conceitos de percepto (o objeto externo, recebido pela mente interpretadora), *percipum* (forma em que o percepto aparece na mente de quem percebe) e juízo perceptivo (aquilo que está sendo interpretado).

ARMANO (2009) publicou a famosa “pirâmide da percepção”, ilustrada na Figura 4, imagem pelo qual de maneira informal explica os conceitos básicos sobre as percepções humanas sob o enfoque do marketing, que em resumo, transmite a maneira como algo é percebido.

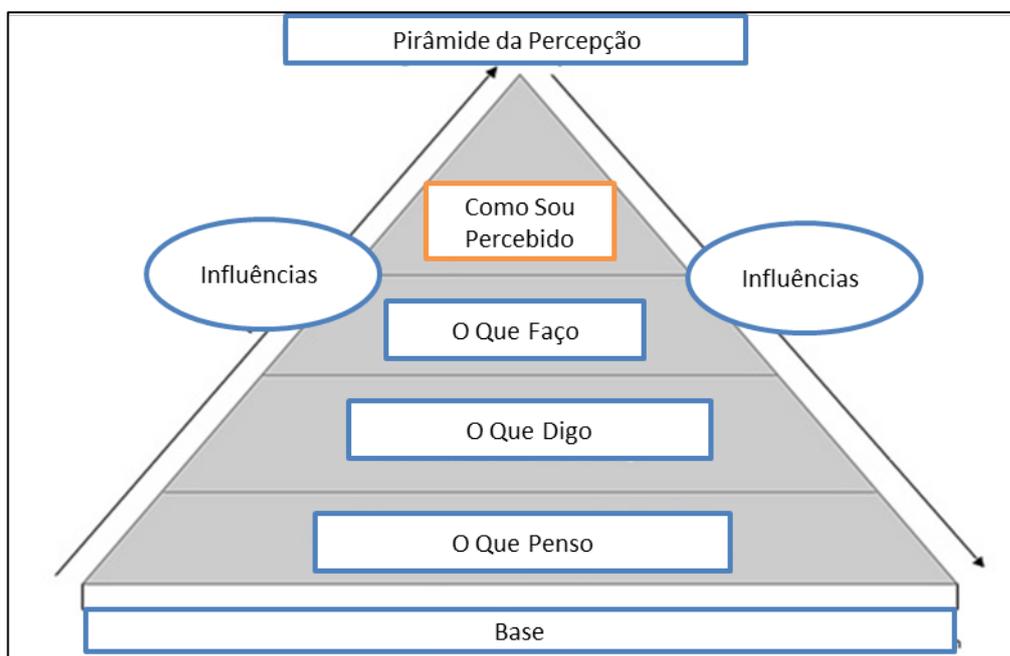


Figura 4: Pirâmide da Percepção
(adaptado de ARMANO, 2009)

Na associação com a lógica fuzzy, a percepção possui relação intrínseca com a elaboração dos mapas cognitivos fuzzy (“*Fuzzy Cognitive Maps – FCM*”), conceito introduzido por AXELROD (1976), conforme aborda ROSS (2010) e KOSKO (1986). Os FCM são grafos bidirecionais cujos valores numéricos são conjuntos fuzzy. Cada nó representa um conceito e as ligações indicam causalidade, representando relação de causa e efeito fundamentada a partir de uma opinião de um ator envolvido no processo em análise, que por sua vez está baseada na percepção desse ator. Os “nós” do grafo representam conceitos linguísticos que são relacionados uns aos outros através das arestas, que descrevem a ligação/associação entre eles, onde cada uma dessas arestas recebe um valor numérico fuzzy, no intervalo $[0,1]$, que representa a forçada associação

entre os conceitos conectados.

De toda a fundamentação visualizada até aqui, é fácil concluir que a percepção é uma área bastante extensa para ser estudada e muito relacionada à lógica fuzzy pelas características que lhe são inerentes. Certamente é um caso para a continuação dos estudos.

Entretanto, durante o curso da pesquisa, sempre veio a necessidade de responder a seguinte pergunta. Para que serve a percepção? Ou para onde leva o conceito de percepção?

Com base no referencial teórico visto até aqui, pode se dizer que a percepção é o processo cognitivo que representa a capacidade compreender uma determinada situação “através da interpretação, seleção e organização de diferentes tipos de informações”. COSENZA *et al.* (1977) bem descrevem a cadeia da transformação cognitiva, a partir do objeto, passando pela percepção, pela representação mental, pela descrição verbal, descrição formal e interpretação.

Apercepção é uma razão que trata da busca por legitimidade, na análise e perscrutação de uma dada situação, diante do fato de que ela é automática e diz respeito às ciências cognitivas. Isso não significa dizer que é fácil, pois esse “automaticidade” (conotando falta de esforço) depende de um grande número de funções complexas e diferentes do cérebro e do sistema nervoso, dos quais na grande maioria das vezes não há consciência sobre isso.

Como MARR (1982) propôs, “perceber é saber, olhando, o que está onde” e que “todos os conhecimentos que tornam possíveis o pensamento e a linguagem têm por origem a percepção”.

Suscita, então, que a percepção depende do conhecimento e, por isso, deve ser compreendida da melhor forma possível, pois essa compreensão é fator fundamental para direcionar estratégias de decisão. Com relação a esta tese, esse é o grande serviço da percepção. Procurar entender o que está sendo percebido de um determinado aeroporto e poder, através de um modelo uniforme, comparar diversos aeroportos, além de propiciar uma ferramenta adequada para direcionar estratégias de decisão de um aeroporto individual.

Conforme PFEIFER e SCHEIER (1999), nem percepção, nem ação devem ser encaradas de forma isolada, pois não há uma sequência linear que leva da percepção de ação. Em vez disso, há uma coordenação contínua.

Para encerrar e ilustrar toda essa fundamentação, toma-se como exemplo o caso que se segue, com o apoio das Figuras 5 e 6 abaixo, que mostram o ranking da FIFA para seleções nacionais de futebol em 2013. Portugal ocupava a posição número 5 e o Brasil número 10 nesse ranking.

No dia 10Set2013 havia um jogo, amistoso internacional, Brasil versus Portugal. As casas de apostas do Reino Unido – Ladbrokes, Paddy Power, Betfred, etc. – anunciavam em média (pesquisa própria) a relação “Brazil Win = 1.2, Draw = 3.6, Portugal Win = 4.8”, i.e., com chances mais altas de vitória do Brasil (à guisa de curiosidade, o resultado do jogo foi a vitória do Brasil por três a um).

Ora, como isso poderia ser possível, se o ranking da FIFA apontava Brasil em posição inferior?

Isso aclara o conceito de percepção. Um ou mais fatores levavam a crer que o Brasil teria mais chances de vitória do que Portugal, apesar do ranking divulgado. Ou seja, os critérios estabelecidos pelo ranking, não estavam compatíveis com a percepção colhida. E inúmeros outros exemplos poderiam ser dados para mostrar que nem sempre existirá essa compatibilidade.

Por isso, o estudo da percepção é importante para balizar estratégias individuais ou comparativas. Eles podem mostrar um entendimento diferente entre o que se pretende (ou o que é esperado) e uma realidade diferente desta. Como de forma interessante aponta BEZDEK (1993), a linguagem cotidiana é um exemplo de como a vagueza e a imprecisão são usadas e propagadas.

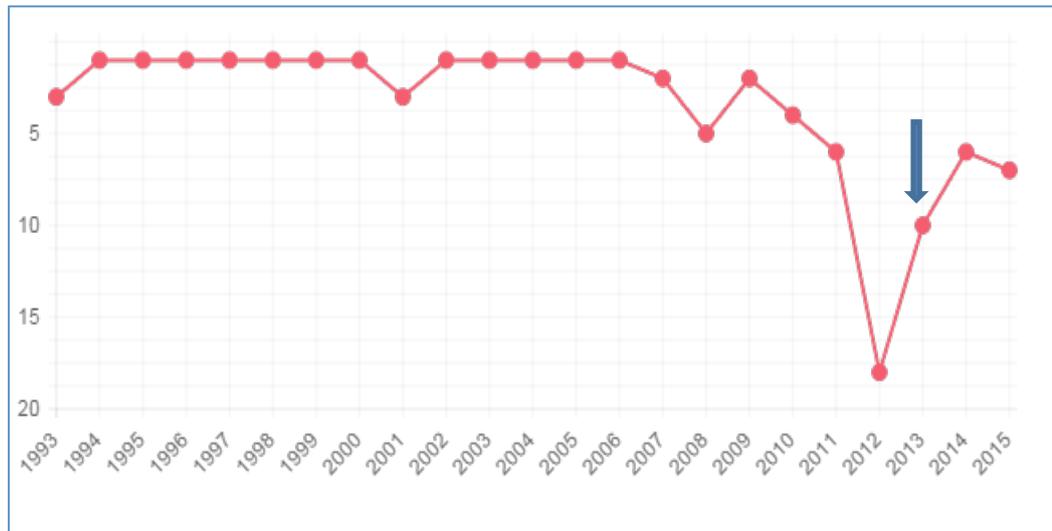


Figura 5: Ranking das Seleções Nacionais de Futebol – Brasil
 Fonte: FIFA (2015)

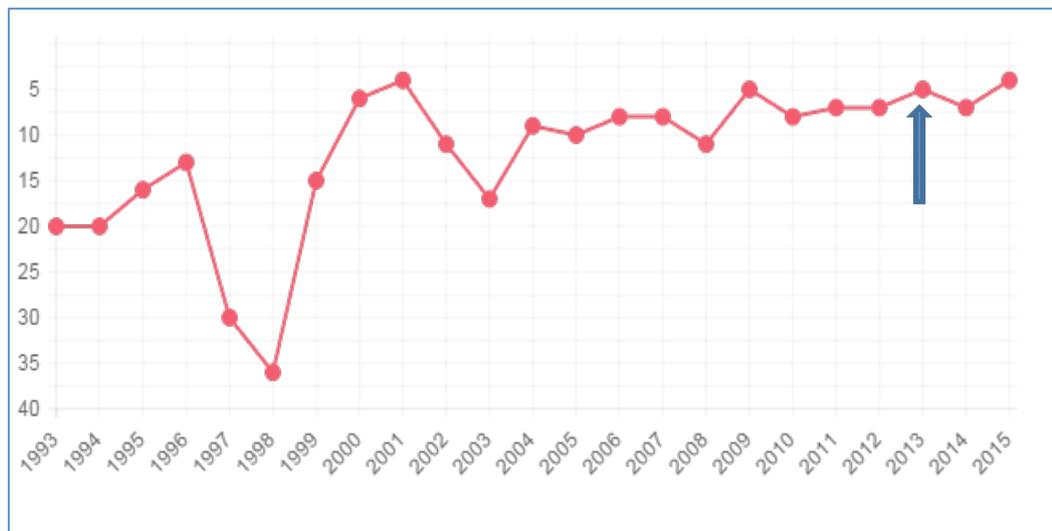


Figura 6: Ranking das Seleções Nacionais de Futebol – Portugal
 Fonte: FIFA (2015)

2.3 – Abordagem Multicritério

Diante da pesquisa da literatura apresentada, ficou bastante evidente que os serviços oferecidos por um aeroporto é um valor decisivo na sua percepção, indicando o quanto pode ser importante essa percepção para conduzir estratégias que venham a trazer melhores resultados. Também foi visualizado que a gestão aeroportuária requer um tratamento empresarial, em face das mudanças ocorridas com o passar do tempo.

Dessa forma, constata-se que um caminho para apoio à gestão aeroportuária

pode ser um processo de abordagem multicritério, quer para tomada à decisão, quer para apoio à decisão, quer para avaliação de desempenho, esta como uma forma de apoio à decisão. Esse processo, por sua vez, está relacionado a uma análise racional de opções disponíveis, com base em conhecimentos observados.

O processo de análise multicritério (MCA - *Multi-Criteria Analysis*) abrange uma série de técnicas de avaliação que têm o potencial para capturar uma grande gama de efeitos que não podem ser prontamente avaliadas em termos claros. OMCA visa a estabelecer preferências entre as opções por referência a um conjunto explícito de objetivos específicos e critérios associados para avaliar à medida que estes objetivos forem sendo alcançados. Duas das principais vantagens do MCA são a de permitir uma maior participação dos interessados e proporcionar maior transparência em todos os níveis de avaliação.

Sobre o tema, algumas vertentes apontam a forma pela qual a abordagem multicritério para tomada e apoio à decisão podem ser estudados. Alguns são citados a título de situar a discussão em torno de determinados conceitos constantes da literatura.

O termo avaliação multicritério, MCE – *Multicriteria Evaluation*, surgiu na década de 1970, sendo usado para representar uma variedade de métodos de resolução de problemas de decisão multicritério, e apropriado para MADM - *Multi-Criteria Decision Making*, conforme BAILEY (2005). Os métodos MCE servem para investigar um número de possibilidades de escolha em função de critérios múltiplos e conflitantes prioridades.

Conforme explorou BRANDALISE (2004), existem dois ramos de abordagem multicritério: (a) o MCDA - *Multi-Criteria Decision Analysis*, para apoio à decisão; e (b) o MCDM - *Multi-Criteria Decision Making*, para tomada de decisão. OMCDM surgido da escola americana, orientado na busca da solução ótima para a “tomada de decisão” realizada através de modelos matemáticos com múltiplas variáveis, considerado, assim, sob um paradigma racionalista; enquanto que o MCDA, vindo da escola europeia, orientado em metodologias que enfatizam o processo de “auxílio à decisão” em subsídio ao entendimento do contexto MCDM, sob um paradigma construtivista.

Já TRIANTAPHYLLOU *et al.* (1998) opinam que o MCDM divide-se em dois métodos: *Multi-Objective Decision Making* (MODM) e MADM. O MODM estuda problemas de decisão em que o espaço de decisão é contínuo, enquanto que o MADM concentra-se em problemas com espaços de decisão discretos, onde o conjunto de alternativas de decisão é predeterminado. Concluem, entretanto, que embora os métodos MADM possam ser diversificados, eles possuem aspectos em comum.

JANKOWSKI (1995) recorda que os modelos multicritério de apoio estão comumente direcionados à decisão, envolvendo um número finito ou relativamente pequeno de alternativas discretas ou um número relativamente grande ou infinito de alternativas viáveis, chamados de multiobjetivo (MODM).

DHANANJAY *et al.* (2009) entendem que os problemas envolvem fatores tangíveis e intangíveis e quantitativos e qualitativos. Os tangíveis e qualitativos são aproximados ao uso do método MCDM, enquanto que os intangíveis e qualitativos se aproximam do método MADM.

BELTON e STEWART (2002) apontam que a diversidade de filosofias e modelos torna igualmente difícil para os potenciais utilizadores do método MCDA ou MCDM. Segundo eles, cientistas e/ou tomadores de decisão enfrentam problemas envolvendo objetivos conflitantes para obter uma compreensão clara sobre quais metodologias são adequadas para uso em um determinado contexto.

GOMES *et al.* (2009) lembram que o processo abordagem multicritério de tomada de decisão busca minimizar perdas, maximizar ganhos e criar uma situação em que, comparativamente, o decisor julgue que houve ganho entre o estado da natureza em que se encontrava e o estado em que irá encontrar-se, depois de implementada a decisão.

ENSSLIN *et al.* (2001) apontam que um problema de decisão com múltiplos critérios desafia, ainda mais, o processo de análise decisória, levando ao uso de parâmetros quantitativos ou de mensuração qualitativa. E que também, precisam ser considerados indivíduos e grupos de influência que não participam ativamente da decisão, mas que são afetados por suas consequências.

Da mesma forma que TRIANTAPHYLLOU *et al.* (1998), RIBEIRO (1996)

sugere em sua classificação que o MCDM divide-se em dois métodos: MODM e MADM. Sendo que o MADM abrange alternativas, atributos e a seleção da melhor decisão; enquanto que o MODM aborda objetivos, restrições e a seleção da decisão ótima. Em termos *fuzzy*, o MADM é tratado pelo método FMADM (*Fuzzy Multiple-Attribute Decision-Making*), conforme introduzido por BELLMAN e ZADEH (1970); enquanto que o MODM é abordado pelo método FMODM (*Fuzzy Multi-Objective Decision-Making*), conforme trazido por ZIMMERMANN (1996).

Muitos de todos esses conceitos são comuns, uma vez que o cerne da *rationale* impõe à abordagem multicritério envolvimento entre atores e cenários. O importante é entender que o processo de apoio à decisão é composto por atores e ações pertinentes, com seus com suas características próprias, traduzidas em valores e objetivos.

Com relação aos atores, ZANETTIN (2013), citando ENSSLIN *et al.* (2001), destaca a existência de dois grandes grupos: (a) os intervenientes, aqueles que por ações intencionais participam diretamente do processo decisório; e (b) os agidos, aqueles que sofrem de forma passiva as consequências da implementação da decisão tomada, mas que, entretanto, participam indiretamente do processo, pois podem exercer pressões sobre os intervenientes.

A literatura ainda dispõe sobre classificação de métodos de decisão multicritério. Dentre as inúmeras classificações e métodos agregados, SCRAMM (2013) e MACEDO (2015) compilaram algumas delas, mencionadas a seguir, com adaptações: (a) método aditivo simples (ou de critério único de síntese), que consiste em agregar diferentes pontos de vista dentro de uma única função de síntese (*e.g.*, MAUT - *Multi-Attribute Utility Theory*, MACBETH - *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) e AHP - *Analytic Hierarchy Process*); (b) método de sobreclassificação, que versa sobre a construção de uma relação de sobreclassificação representando preferências estabelecidas (*e.g.* ELECTRE – *ELimination and Choice Expressing Reality* – e PROMETHÉE – *Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations*); (c) abordagem do julgamento interativo que são métodos que utilizam tentativas e erros e estruturas de programação matemática multiobjetivo (*e.g.*, *Interval Criterion Weights*); (d) métodos de agregação ordinal, onde a agregação dos critérios relaciona-se com casos em que as avaliações intracritério são apresentadas por meio de informações ordinais (*e.g.*, método de *Condorcet*); (e) métodos com lógica *fuzzy*, que,

considerando as características de incerteza, ambiguidade e imprecisão das informações, torna-se difícil especificar preferências de forma completa (*e.g.*, FMADA - *Fuzzy Multi-Attribute Decision Analysis*).

Como pode ser observado, não importa a semântica adotada, o processo genérico de MCA possui muitas vantagens sobre o julgamento e situação em que o modelo desenvolvido e proposto por esta tese se baseia, pois: (a) ele é explícito; (b) a escolha de objetivos estão abertos para análise e mudança se necessário; (c) as ponderações (pesos) atribuídas são claras e desenvolvidas de acordo com técnicas estabelecidas; e (d) a avaliação de desempenho pode ser opinada por informantes ou especialistas diversos.

Dentre os diversos métodos de abordagem multicritério, o escolhido para embasar o modelo desenvolvido por esta pesquisa, para avaliação de performance, foi o *Fuzzy Multi-Attribute Decision Analysis* (FMADA) – nome aplicado em um contexto semântico, pois como pode ser observado, não existe um padrão conceitual para batizar métodos de análise multiatributo (ou multicritério) –, uma vez que estamos tratando com uma natureza de dados e expressão qualitativa de julgamento, inerentes ao que a percepção exige e aos já mencionados aspectos de incerteza, ambiguidade, imprecisão, dúvida e aleatoriedade referentes à informação e aos dados a serem tratados. Um modelo multicritério para avaliação de desempenho, como é o caso em lide, é uma forma de tratamento de apoio multicritério à decisão.

O FMADA permite adotar uma abordagem eficaz para lidar com os vários critérios conflitantes, constituindo base para a unificação de percepções entre informantes, analistas e decisores, facilitando a incorporação das características difusas pertinentes a cada ponto de vista. A fundamentação desse método baseia-se na lógica fuzzy, que será fundamentada a seguir.

2.4– Teoria Fuzzy

2.4.1 – Fundamentos

Como pode ser percebido até aqui, a abordagem multicritério é uma atividade muito abrangente para ser tratada de forma quantitativa. Por esse ponto de vista, a lógica fuzzy (lógica nebulosa ou difusa), é uma ferramenta que contribui com muita

propriedade para a solução de problemas que lida com essas características relacionadas à ambiguidade, abstração, ambivalência, imprecisão e inexatidão. Ao codificar o conhecimento de forma linguística, através das regras determinadas, a lógica fuzzy se torna apropriada para se aproximar do raciocínio humano. Esse é o ponto fundamental para sua compreensão e aplicação a modelos que são difíceis de compreender por sua complexidade.

COSTA *et al.* (2004) apontam que os métodos de apoio multicritério à decisão podem ser entendidos como ferramentas computacionais que envolvem técnicas de diversos campos – entre eles sistemas de informação, inteligência artificial, métodos quantitativos – e visam a oferecer suporte para a melhor escolha de alternativas, mitigando equívocos de tomada de decisão.

Enquanto que a lógica clássica foca o entendimento de um sistema, por meio de valores exatos, a lógica fuzzy permite abstrair-se dessa moldura, utilizando fatores que podem explicar a inexatidão e a imprecisão desses valores. KLIR (1995) realça que a principal diferença entre a lógica clássica e a lógica fuzzy é que enquanto a lógica clássica propõe que valores sejam verdadeiros ou falsos, a lógica fuzzy propõe que isso seja uma questão de grau.

É evidente que a teoria fuzzy é bastante complexa. Existem ótimos livros texto – *e.g.* ZIMMERMANN (1996), COX (1999) McNEILL (1994) e ROSS (2010), para citar alguns – que cobrem extensivamente as inúmeras variantes sobre o tema. E seus campos de abordagem no mundo coetâneo – e aplicações subjacentes – são muito abrangentes para serem tratados neste capítulo. Apenas para citar algumas dessas áreas, pois o comentário não se esgota dessa forma. Para se ter uma ideia geral, no mais recente IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2015), os seguintes tópicos foram abordados: *fuzzy data analysis, fuzzy clustering, classification and pattern recognition, type-2 fuzzy sets, computing with words and granular computing; fuzzy systems with big data and cloud computing, fuzzy analytics and visualization; fuzzy control, robotics, sensors, fuzzy hardware and architectures; fuzzy systems design and optimization; fuzzy decision analysis, multi-criteria decision making and decision support* (o qual esta tese mais se ajusta); *fuzzy logic and its applications in industrial engineering; fuzzy modelling, identification and fault detection; fuzzy information processing, information extraction and fusion; fuzzy web engineering, information*

retrieval, text mining and social network analysis; knowledge discovery, learning, reasoning and knowledge representation; fuzzy image, speech and signal processing, vision and multimedia data; fuzzy databases and information retrieval rough sets, imprecise probabilities, possibilities approaches; industrial, financial, and medical applications; fuzzy logic application in civil engineering, geographical information systems; fuzzy sets and soft computing in social sciences; linguistic summarization, natural language processing; soft computing in security systems; software and hardware applications; adaptive, hierarchical, evolutionary, and neural and nature-inspired systems; mathematical foundations of fuzzy sets, fuzzy measures and fuzzy integrals. Destarte, a narrativa que se segue tem como objetivo descrever os principais aspectos da teoria fuzzy que fundamentam o trabalho proposto por esta tese.

Em contexto histórico, o interesse do homem para a solução de questões de natureza matemática lembram ARISTÓTELES e a lógica clássica – ou lógica aristotélica –, em que o universo poderia ser definido por meio de relações numéricas e que no Século XIX, George BOOLE (1815-1864) disseminou a chamada lógica Booleana (ou proposicional), creditada a baseada na lógica binária do que nas relações da aritmética decimal.

Segundo alguns autores, são dificuldades presentes na lógica booleana: descrever a realidade em sua totalidade (apenas os extremos “falso/verdadeiro”); a modelagem de inferências; não há o “meio-termo”, característico do raciocínio humano; não se aplica a operações com conceitos subjetivos; e, portanto, acaba sendo imprecisa.

Posteriormente, a teoria dos conjuntos originais (zero ou um) foi trazida por George CANTOR (1845-1918), conforme BAGARIA (2014), em 1883 e anos posteriores.

Os princípios da lógica fuzzy remontamos anos vinte, quando ŁUKASIEWICZ (1920) utilizando-se do princípio da incerteza, em seu famoso artigo "*On Three-valued Logic*" apresentou noções da lógica dos conceitos vagos, sendo admissível um conjunto com valores não precisos. Ele criou conjuntos com valores possíveis de pertinência “0, $\frac{1}{2}$ e 1”, estendendo-se posteriormente, a um conjunto infinito de números entre 0 e 1.

Com relação a história da teoria dos conjuntos, POLLARD (1990) explicita

com muita propriedade outros autores que, em sequência, estudaram a teoria dos conjuntos, entre eles BLACK (1937), ao considerar a ampliação do conceito de quais objetos poderiam pertencer a um conjunto, medindo a pertinência em graus de utilização e defendeu a teoria geral da incerteza.

Esses trabalhos percussores permitiram que azerbaijano Lotfali Askar ZADEH, combinasse os conceitos da lógica *crisp*, os conjuntos de LUKASIEWICZ e a vagueza apresentada por BLACK pela definição de uma relação graduada.

Em seu trabalho clássico, “*Fuzzy Sets*”, ZADEH (1965) percebeu que a matemática poderia ser utilizada como elo entre a linguagem e a raciocínio humano, ao introduzir o conceito de conjuntos fuzzy, na área de pesquisa em teoria dos sistemas, utilizando essa técnica como ferramenta para tratar formas complexas.

Importante notar que a imprecisão abordada por ZADEH (1965) (1999) está no sentido de vagueza e não está ligada à falta de conhecimento sobre um parâmetro (como na análise de tolerância).

Corroborando esse entendimento, ZADEH em prefácio ao livro de COX (1999), bem resume seu espírito:

“My 1965 paper on fuzzy sets was motivated in large measure by the conviction that traditional methods of systems analysis are unsuitable for dealing with systems in which relations between variables do not lend themselves to representation in terms of differential or difference equations. Such systems are the norm in biology, sociology, economics, and more generally, in fields in which the systems are humanistic rather than mechanistic in nature.”

Mais tarde, MAMDANI e ASSILIAN(1975)publicaram um trabalho clássico descrevendo o controle, com sucesso, de uma máquina a vapor com tipos diferentes de controladores, aplicando o raciocínio fuzzy. Uma passagem interessante deste artigo é a descrição das várias tentativas frustradas de controle com tipos distintos de controladores.

Nessa época, de acordo com MENDEL (2003), a lógica fuzzy do tipo 2foi

introduzida por ZADEH (1975) como uma extensão da lógica fuzzy tradicional (fuzzy tipo 1), em função da insuficiência da lógica fuzzy tradicional em modelar as incertezas inerentes à definição das funções de pertinência dos antecedentes e consequentes em um sistema de inferência fuzzy. Tornava possível, assim, o tratamento de termos imprecisos em toda sua extensão, inclusive na definição das funções de pertinência. Diferentemente dos conjuntos fuzzy do tipo 1, que possuem duas dimensões, os conjuntos fuzzy do tipo 2 possuem três dimensões; essa nova terceira dimensão proporciona um grau de liberdade adicional. Além disso, as funções de pertinência do tipo 2 incluem uma mancha de incerteza, de forma a tornar possível a modelagem de incertezas tanto numéricas como linguísticas.

Desde então, a lógica fuzzy tem sido usada em diferentes áreas, e.g., inteligência artificial, ciência da computação, medicina, robótica, transporte e, como é da lide desta pesquisa, em assuntos relacionados com a percepção humana, como, por exemplo, na avaliação de performances.

Em face das suas inúmeras aplicabilidades, vários são os autores que reforçam as propriedades e uso da lógica fuzzy e do conceito dos conjuntos fuzzy como apropriados para uma diversa variedade de problemas complexos do mundo real. À guisa de exemplificação, YAGER *et al.* (1986), citam que os conjuntos fuzzy são classes com fronteiras sem definição exata e vagas. A teoria dos conjuntos fuzzy pode ser entendida como uma extensão da teoria dos conjuntos, sendo útil para representar um conhecimento impreciso, como se faz predominante na formação dos conceitos e do raciocínio humanos. COSENZA (1998) aponta como características da lógica *fuzzy*: (a) o uso de variáveis linguísticas no lugar ou em adição a variáveis numéricas; (b) a caracterização das relações simples entre variáveis por expressões condicionais; e (c) a caracterização das relações complexas por algoritmos fuzzy.

Conforme citam CAMBOIM *et al.* (2014), diante da indagação "por que utilizar a lógica fuzzy?", JANG e GULLEY (1995) responderam à questão com os seguintes argumentos: "o sistema fuzzy é flexível; possibilita, ajustes para pequenas alterações; os conceitos matemáticos da lógica são simples; a modelagem é tolerante com dados imprecisos; é possível criar um sistema fuzzy para corresponder a qualquer conjunto de entradas e de saídas de dados, possibilitando a modelagem de sistemas complexos, com funções não-lineares; pode ser construída com base na experiência de

especialistas; pode ser integrada às técnicas convencionais de controle, simplificando e/ou ampliando as possibilidades e recursos destes métodos e é baseada na linguagem natural do ser humano”.

ROSS (2010) é categórico ao afirmar que os sistemas fuzzy são bastante úteis em dois contextos: (a) quando envolve sistemas de alta complexidade; e (b) em situações aonde uma solução aproximada, mas rápida, é garantida.

Todo esse conceito ainda levou ZADEH (1973) a explicitar o chamado “princípio da incompatibilidade” (“*principle of incompatibility*”), que desafia, ainda mais, a capacidade de técnicas convencionais de análise para lidar com os sistemas complexos:

“Stated informally the essence of this principle is that as the complexity of a system increase, our ability to make precise and yet significant statements about its behaviour diminishes until at threshold is reached beyond which precision and significance (or relevance) become mutually exclusive characteristics.”

ZADEH (1975) (1979) (1989) ensina que a estrutura numérica da lógica *fuzzy* reflete o fato de que as habilidades cognitivas possuídas por seres humanos são capazes de compreender a natureza e as características dos sistemas que se revelam complexos. Os seres humanos fazem isso usando expressões linguísticas vagas ou difusas para descrever os estados e as relações inerentes ao sistema. E isso levou ao desenvolvimento de métodos de lógica fuzzy para quantificar relações aproximadas. Uma maneira simples de caracterizar a lógica fuzzy é, portanto, dizer que é a lógica do raciocínio aproximado e o uso da lógica fuzzy é referido por um número de termos, incluindo sistemas nebulosos, computação difusa e raciocínio aproximado. Sendo que a unidade específica utilizada para realizar operações de lógica fuzzy é um conjunto fuzzy.

Em seu trabalho, *Knowledge Representation in Fuzzy Logic*, ZADEH (1989) apresentou algumas características essenciais da lógica fuzzy: (a) na lógica fuzzy, o raciocínio exato é visto como um caso extremo de raciocínio aproximado; (b) na lógica fuzzy, tudo é uma questão de grau; (c) qualquer sistema lógico pode ser transformado para a lógica fuzzy (d) na lógica fuzzy, o conhecimento é interpretado como uma

coleção expansível (equivalentemente), o fuzzy restringe isso a uma coleção de variáveis; e (e) a inferência é vista como um processo de propagação das restrições elásticas. *In verbis*:

“In fuzzy logic, exact reasoning is viewed as a limiting case of approximate reasoning.

In fuzzy logic, everything is a matter of degree.

Any logical system can be fuzzified.

In fuzzy logic, knowledge is interpreted as a collection of elastic or, equivalently, fuzzy constraint on a collection of variables.

Inference is viewed as a process of propagation of elastic constraints.”

Assim, conclui-se que os sistemas fuzzy são adequados para o raciocínio aproximado ou impreciso, especialmente para modelos matemáticos difíceis de obterem, permitindo a tomada de decisão com valores estimados mediante uma informação incerta ou incompleta.

Seria notável se uma teoria tão abrangente como sistemas nebulosos não despertasse algumas objeções. HAACK (1979) argumenta que existem apenas duas áreas em que a lógica fuzzy poderia ser demonstrada ser "necessária", e, em seguida, sustenta que em cada caso, pode-se mostrar que a lógica fuzzy não é necessária. Inicialmente, HAACK examina a natureza do falso/ verdadeiro e posteriormente identifica a utilidade dos sistemas fuzzy. Assim, entende que verdadeiro e falso são termos discretos. Por exemplo, na construção frasal "o céu é azul" é verdadeiro ou falso e que qualquer imprecisão a declaração surge de uma definição imprecisa dos termos, não fora da natureza do verdadeiro/ falso. Quanto à utilidade, sustenta que nenhuma área de manipulação de dados é facilitada através da introdução do cálculo nebuloso; se há alguma coisa, os cálculos seriam mais complexos.

ZADEH (2008) responde HAACK, como também a outros críticos como aos professores ELKAN (1994), RUDOLF KALMAN, WILLIAM KAHAN e Dennis LINDLEY em seu famoso artigo *“Is there a need for fuzzy logic?”*. Segundo ZADEH, o que pode ser dito sobre esses pontos de vista é que eles refletem percepções de lógica fuzzy que são distantes da realidade, e que tais críticos não reconhecem a importância fundamental do conceito de uma variável linguística, que é um conceito exclusivo para a lógica fuzzy (ZADEH, 1973). O conceito de uma variável linguística, em associação

com os cálculos de regras difusas “se-então” tem uma posição de centralidade em quase todas as aplicações de lógica fuzzy.

Outras críticas diversas são encontradas na literatura. As principais residem na necessidade de mais simulações e testes, em uma definição de matemática mais precisa e na dificuldade de estabelecer as regras corretamente, i.e., na escolha de indicadores e na atribuição dos respectivos pesos relativos, pois essas regras envolvem subjetividade. E também na dificuldade de se estimar função de pertinência e as muitas maneiras de interpretar regras fuzzy, com suas combinações de entrada e saída dados (fuzzificação e defuzzificação). Este contexto, ROSS (2010) chama de “*shallow reasoning*”, fazendo uma analogia ao raciocínio aproximado próprio da natureza humana (ao dimensionar as regras fuzzy para a solução dos problemas).

O Quadro 2 abaixo, reproduzido de CAMARGOS (2002), *apud* COX (1999), adaptado, enumera algumas vantagens e desvantagens do uso da lógica fuzzy, e serve para visualizar, de uma forma geral as propriedades e as objeções à lógica fuzzy.

Quadro 2: Características, Vantagens e Desvantagens da Lógica Fuzzy

Características	Vantagens	Desvantagens
A lógica <i>fuzzy</i> está baseada em palavras e não em números, ou seja, os valores verdadeiros são expressos linguisticamente. Por exemplo: quente, muito frio, verdade, longe, perto, rápido, vagaroso, médio.	O uso de variáveis linguísticas nos deixa mais perto do pensamento humano.	Necessitam de mais simulações e testes.
Possui vários modificadores de predicado, tais como: muito, mais ou menos, pouco, bastante, médio.	Requer poucas regras, valores e decisões.	Não aprendem facilmente.
Possui também um amplo conjunto de quantificadores, como: poucos, vários, em torno de, usualmente.	Simplifica a solução de problemas e a aquisição de base de conhecimento.	Dificuldade de estabelecer regras corretamente.
Faz uso das probabilidades linguísticas (como, por exemplo, provável e improvável) que são interpretados como números nebulosos e manipulados pela sua aritmética.	Mais variáveis observáveis podem ser valoradas.	Não há uma definição matemática precisa.
Manuseia todos os valores entre 0 e 1, tomando estes, como um limite apenas.	Mais fáceis de entender, manter e testar.	
	São robustos. Operam com falta de regras ou com regras defeituosas.	
	Acumulam evidências contra e a favor.	
	Proporciona um rápido protótipo dos sistemas.	

JANG e GULLEY (1995) *apud* CHAMOVITZ e COSENZA (2010) apontam as vantagens da lógica *fuzzy* em relação à lógica clássica, pelos seguintes pontos: (a) a naturalidade de sua abordagem torna seus conceitos fáceis de entender, simplificando a solução de problemas; (b) flexibilidade; (c) melhor tratamento das imprecisões; (d) possibilita a modelagem das funções não lineares da arbitrariedade da complexidade; (e) permite ser construída com base na experiência de especialistas; (f) pode ser integrada às técnicas convencionais de controle; (g) em muitos casos, simplifica ou amplia as possibilidades e recursos dos métodos convencionais de controle; e (h) a especificação das regras de controle, em linguagem baseada na linguagem natural, base da comunicação humana; o uso de variáveis linguísticas nos deixa mais perto do pensamento humano.

Pelas suas características, o conceito de conjuntos *fuzzy* foi estendido a outras aplicações, tais como números *fuzzy*, relações *fuzzy*, sistemas de inferência *fuzzy*, redes neurais e algoritmos genéticos.

2.4.2 –Conjuntos Fuzzy

Antes de tratar dos conjuntos *fuzzy*, é pertinente apresentar alguns conceitos comuns que serão utilizados doravante, para que o entendimento seja facilitado. São eles: (a) altura, é a representação o maior grau de pertinência da função de pertinência; (b) domínio, é o universo total de valores possíveis dos elementos do conjunto e dependente do contexto; (c) universo de discurso, é o espaço *fuzzy* completo de variação de uma variável do modelo; e (d) conjunto suporte, é a faixa efetiva de um conjunto *fuzzy*.

Como visto, na teoria de conjuntos clássica, um elemento x somente pode adquirir um dos dois estados, precisamente definidos em relação a um conjunto A : $x \in A$ ou $x \notin A$, podendo ser definido como um conjunto booleano ou binário (ou *crisp*). Essa lógica binária é utilizada para julgar se uma afirmação é verdadeira ou falsa; ou se um elemento pertence ou não pertence a um determinado conjunto, não contemplando relatividades. Em suma, um elemento pertence ou não a um dado conjunto.

Assim, dado um universo X e um elemento particular $x \in X$, o grau de pertinência $\mu_A(x)$ com respeito a um conjunto $A \subseteq X$ é dado por: $\mu_A(x) = 1, se (x \in A)$;

0, se $x \notin A$.

Conforme GOMIDE *et al.* (1995), “frequentemente, uma generalização desta ideia é utilizada, por exemplo, para manipulação de dados com erros limitados. Todos os números dentro de um erro percentual terão um fator de pertinência 1, tendo todos os demais um fator de pertinência 0. Para o caso preciso, o fator de pertinência é 1 somente no número exato, sendo 0 para todos os demais”.

Como ensina ROSS (2010), os conjuntos fuzzy são uma extensão da teoria dos conjuntos clássica, baseada no conceito de que as descrições linguísticas muitas vezes possuem vaga definição (e não nítida). Todos os conceitos da teoria dos conjuntos clássica tem sua contrapartida na teoria dos conjuntos fuzzy. Na linguagem fuzzy, um conjunto também representa uma coleção, agrupamento, classe ou sistema, onde um elemento é cada membro que forma o conjunto, *p.e.*, x .

No entanto, existem alguns conceitos únicos para conjuntos fuzzy. Como já mencionado, os conjuntos fuzzy rejeitam a exigência dos conjuntos clássicos de forma que cada objeto seja um membro ou não membro de um determinado conjunto.

ZADEH (1965) propôs uma caracterização mais ampla, na medida em que sugere que alguns elementos são mais membros de um conjunto do que outros. O fator de pertinência pode então assumir qualquer valor entre 0 e 1, sendo que o valor 0 indica uma completa exclusão e um valor 1 representa completa pertinência.

Esta generalização aumenta o poder de expressão da função característica. Seja X uma coleção de objetos denominados genericamente por $\{x\}$. Um conjunto *fuzzy* A em um universo X é definido por uma função de pertinência μ_A que assume valores em um intervalo $[0,1]$: $\mu_A : U \rightarrow [0,1]$. O conjunto *fuzzy* A em X é, então, um conjunto de pares ordenados $A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}$.

Ou seja, a notação *fuzzy* é o par ordenado $\{x, \mu_A(x)\}$, i.e, o conjunto de pares x (elemento) com grau de pertinência $\mu_A(x)$. Onde: X é o conjunto domínio de todos os fatores considerados (universo do discurso); x é o elemento do conjunto *fuzzy* (variável de interesse); e $\mu_A(x)$ é a função de pertinência associada ao conjunto A (indicando o quanto x é compatível com o conjunto A).

2.4.3 – Variáveis Linguísticas

Como pode ser observado, a lógica fuzzy precisa se utilizar de uma linguagem em que os valores possam ser são expressos linguisticamente, o que remete ao uso de variáveis linguísticas (ZADEH, 1973). O uso dessas variáveis aproxima-se pensamento humano e simplifica a solução de problemas, sua razão de ser.

Variáveis linguísticas são aquelas que possuem valores representados na linguagem natural – *in verbis* “*by a linguistic variable we mean a variable whose values are words or sentences in a natural or artificial language*” ZADEH (1975) – e não em números.

SCHMUCKER (1984) descreve uma variável linguística como sendo uma variável, cujos valores são palavras ou frases que tal linguagem pode ser natural ou artificial.

ZADEH (1973) apresentou a motivação para a lógica *fuzzy* e para o raciocínio aproximado como sendo “*na falta de precisão para dominar a complexidade observada, é natural explorar o uso do que poderia ser chamado de variável linguística, isto é, variável cujos valores não são os números, mas palavras ou frases, em uma linguagem natural ou artificial; a motivação para o uso de palavras ou frases em vez de números é que caracterizações linguísticas são, em geral, menos específicas do que as numéricas*”.

Segundo TANSCHKEIT (2003) *apud* CHAMOVITZ e COSENZA (2010), as variáveis linguísticas dão nomes aos conjuntos *fuzzy*, representados por meio de funções de pertinência, fornecendo um sistema de número normalizado, cuja resolução é dependente sobre os requisitos consequência da aplicação. Tais variáveis têm como função principal fornecer de maneira sistemática uma caracterização aproximada dos fenômenos complexos, que não podem ser analisados através dos termos matemáticos convencionais.

GOMIDE *et al.* (1995) explicam que os valores de uma variável linguística podem ser sentenças em uma linguagem especificada. Para ilustrar, os valores da variável linguística temperatura poderiam ser expressos como: “alta”, “não alta”, “muito alta”, “bastante alta”, “não muito alta”, “alta, mas não muito alta”. Neste caso, os

valores da variável são sentenças formadas a partir do nome “alta”, da negação “não”, dos conectivos “e” e “mas”, e dos modificadores “muito” e “bastante”.

Com esse raciocínio, visualiza-se, com facilidade, em função da riqueza da linguagem, que podem ser vários: os modificadores de predicado (*e.g.*, muito, mais ou menos, pouco, médio, etc.); os quantificadores (*e.g.*, vários, em torno de, usualmente, etc.); e as probabilidades linguísticas (*e.g.*, provável, improvável, etc., que são interpretados como números *fuzzy* e manipulados pela sua aritmética).

ZIMMERMAN (1996) ainda descreve o conceito de *hedges* linguísticos que agem como um modificador a fim de determinar o significado de um termo arbitrário do conjunto de termos usando instruções em linguagem natural, como muito, bastante, altamente, de fato, mais ou menos, baixa, e etc.

Observa-se assim que essas aplicações são importantes e úteis para o uso de variáveis linguísticas na lógica fuzzy, a fim de determinar o significado de um termo arbitrário de conjunto de termos, usando instruções em linguagem natural. O domínio linguístico é uma ferramenta à sua disposição para se comunicar com clareza.

2.4.4 – Funções de Pertinência

A função de pertinência é o elemento mais importante da abordagem fuzzy, pois, por meio dela, é permitido avaliar questões incertas e ambíguas em um determinado universo. O papel da função de pertinência é representar uma percepção humana individual e subjetiva como membro de um conjunto fuzzy.

Da teoria dos conjuntos fuzzy entende-se a importância da função de pertinência $\mu_A(x)$ associada a um conjunto A (indicando o quanto o elemento x é compatível com o conjunto A).

Um conjunto fuzzy tem várias funções de pertinência, $\mu_A(x)$, definida como funções de um universo bem definido, x , num intervalo de unidade, de 0 a 1, como mostrado na seguinte equação 1:

$$\mu_A(x) : A \rightarrow [0,1] \quad (1)$$

A ideia de grau de pertinência da lógica fuzzy permite agrupar elementos de forma diferente da aplicada na lógica clássica. No conceito de pertinência um elemento tem uma graduação de pertencimento ao conjunto fuzzy que varia, entre 0 e 1 através de funções crescentes e decrescentes. Dessa forma, o contexto é importante na definição das funções de pertinência e de sua distribuição ao longo de seu universo de discurso.

ZIMMERMANN (1996) conceitua função de pertinência (ou função verdade ou “*membership*”) de um conjunto fuzzy como sendo uma função numérica que atribui valores de pertinência fuzzy para valores discretos de uma variável, em seu universo de discurso. A função de pertinência é, portanto, a representação gráfica da magnitude de participação de cada entrada no processo.

DOMBI (1990) ressalta a importância das funções de pertinência fuzzy ao mencionar que no desenvolvimento dos conjuntos fuzzy, os problemas que surgem são devidos à falta de do conhecimento adequado ou das interpretações fuzzy, sendo perigoso negligenciar função de pertinência, por ser um dos aspectos mais importantes do aplicativo fuzzy.

Percebe-se, assim, que os conjuntos fuzzy podem ter representação gráfica variada, de acordo com o conjunto de funções de pertinência que os descrevem e o critério utilizado pelo analista para representar o contexto em que serão utilizadas, podendo assumir diferentes formas, *p.e.*, triangulares ou trapezoidais ou qualquer outras, caso deformados por ações de modificadores. Essas formas das funções de pertinência podem assim serem definidas com base na experiência e perspectiva do analista e podem ser alteradas em função dos resultados obtidos.

Existem inúmeros tipos de funções de pertinência fuzzy. As formas mais utilizadas são as lineares por partes triangular ou trapezoidal, conforme ilustrado pelas Figuras 7 e 8 adiante, devido à simplicidade dessas funções, da facilidade do uso computacional e dos bons resultados na qualidade dos valores de saída, conforme apontam YEN e LANGARI (1999), ao contrário do que exige outros tipos como: quadrática; gaussiana; curva molde S.; curva molde Z; curva sigmoide; entre outras.

Devido a esses vários tipos de funções de pertinência, a seleção do tipo de função de pertinência é um passo importante e crítico para aplicação conjunto fuzzy

precisos. O tipo de função de associação selecionada é uma função do julgamento do analista baseado em uma revisão através dos dados.

Exemplificando, a expressão "percepção do aeroporto" representa uma variável linguística, podendo receber valores como, *p.e.*, "bom", e as funções de pertinência de valores de expressão podem ser indicadas, *p.e.*, por números triangulares fuzzy (NTF).

Um triângulo fuzzy " $f(x; a,b,c)$ "; pode ser interpretado pela seguinte função de pertinência:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 0 & c \leq x \end{cases}$$

Exemplo: $f(x; 3,6,8)$

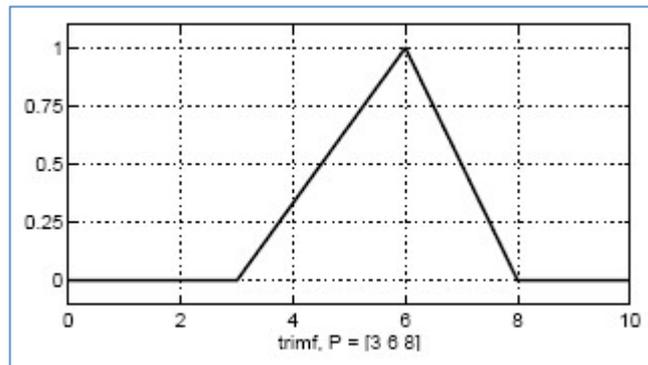


Figura 7: Funções de Pertinência Fuzzy – Triangular

Um trapézio fuzzy " $f(x; a,b,c,d)$ "; pode ser interpretado pela seguinte função de pertinência:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b} & c \leq x \leq d \\ 0 & d \leq x \end{cases}$$

Exemplo: $f(x; 1,5,7,8)$

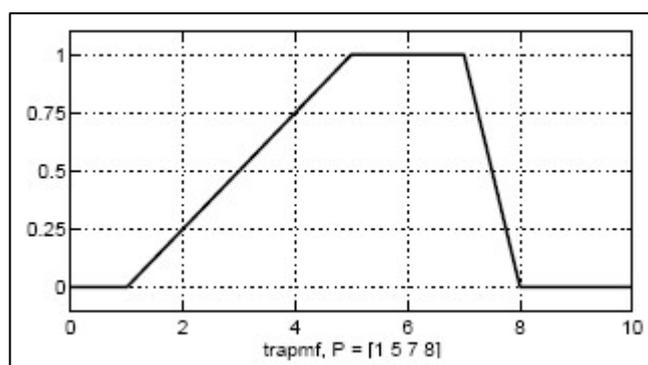


Figura 8: Funções de Pertinência Fuzzy – Trapezoidal

Nesse contexto, torna-se necessário introduzir o conceito de número fuzzy. COX (1999) define como “números que possuem propriedades fuzzy”. De acordo com DUBOIS e PRADE (1978) (1987), um subconjunto fuzzy A é chamado de número fuzzy quando o conjunto universo no sua função de pertinência ($\mu_A(x)$) é o conjunto dos números reais R e satisfazem às seguintes condições: (a) estar definido nos números reais; (b) A função de pertinência deve ser contínua; (c) O conjunto fuzzy deve ser normalizado; e (d) O conjunto fuzzy deve ser convexo.

Conclui-se, assim, que um número fuzzy deve ser normalizado e convexo. Para um número real, cujo valor preciso não é conhecido, este número é definido através de um intervalo fuzzy representado por dois pontos extremos – um valor mínimo e um valor máximo – e um ponto médio – o valor mais possível.

DUTTA *et al.*(2011) ainda explicam que os números fuzzy podem receber um tratamento de corte. A operação de “ α -cut” – entendido como sendo a restrição limite imposta ao domínio, baseada no valor de “X (x)” de cada elemento, contendo todos os elementos do domínio que possuam “X (x)” acima de certo valor de α – também pode ser aplicada a números fuzzy, correspondendo como A_α o intervalo α -cut de um número fuzzy A.

2.4.5 – Sistemas Fuzzy

Como se deduz de COX (1999), um sistema fuzzy é um sistema composto por

uma série de regras que especificam as relações linguísticas entre os “rótulos” linguísticos das variáveis de entrada e saída do sistema. E consiste em três operações básicas, ilustradas pela Figura 9 adiante:

(a) A fase de fuzzificação - é a “entrada” do sistema, onde os números *crisp* são transformados em variáveis fuzzy. Nesta fase, o problema é analisado e os dados de entrada são generalizados e transformados em variáveis linguísticas, sendo de fundamental importância que os dados imprecisos e vagos bem entendidos para bem representar essa transformação. Após esta transformação são determinadas as funções de pertinência. Como visto, a função de pertinência traduz a variável numérica numa variável linguística que poderá ser analisada pela lógica fuzzy. Assim, a fuzzificação corresponde à transformação da forma determinística (número) em forma fuzzy (pertinência), onde as variáveis são adjetivadas;

(b) A fase de inferência - é a que processa as regras *fuzzy* estabelecidas. Considerando que na fase antecedente os dados de entrada foram transformados em variáveis linguísticas, nesta são criadas as regras propostas através da associação das variáveis criadas. Nesta fase relacionam-se os antecedentes com os consequentes e a inferência fuzzy é o procedimento de avaliação das regras que relacionam as variáveis e que levam à conclusão final do sistema. As variáveis linguísticas representam o conhecimento em inferência fuzzy; e

(c) A fase de defuzzificação - é a que converte os dados adotados de conceito linguístico, obtido no bloco de inferência, em um valor numérico definido e específico (variável *crisp*), i.e., números reais. Ou seja, é a “saída” do sistema fuzzy composta por um conjunto definido de forma matemática. ORTEGA (2001) complementa assinalando que a defuzzificação é um procedimento que nos permite interpretar a distribuição possibilidades da saída de um modelo linguístico fuzzy de forma quantitativa, fornecendo um valor numérico representativo que captura o significado essencial dessa distribuição de possibilidades.

Assim, o arreglo dos sistemas fuzzy pode ser visualizado da seguinte forma: na primeira etapa, a informação quantitativa é transformada em informação qualitativa (generalização); na segunda etapa, faz-se a conversão de uma informação qualitativa (conversão); e, na terceira etapa, procede-se a transformação de uma informação

qualitativa em informação quantitativa (especificação).

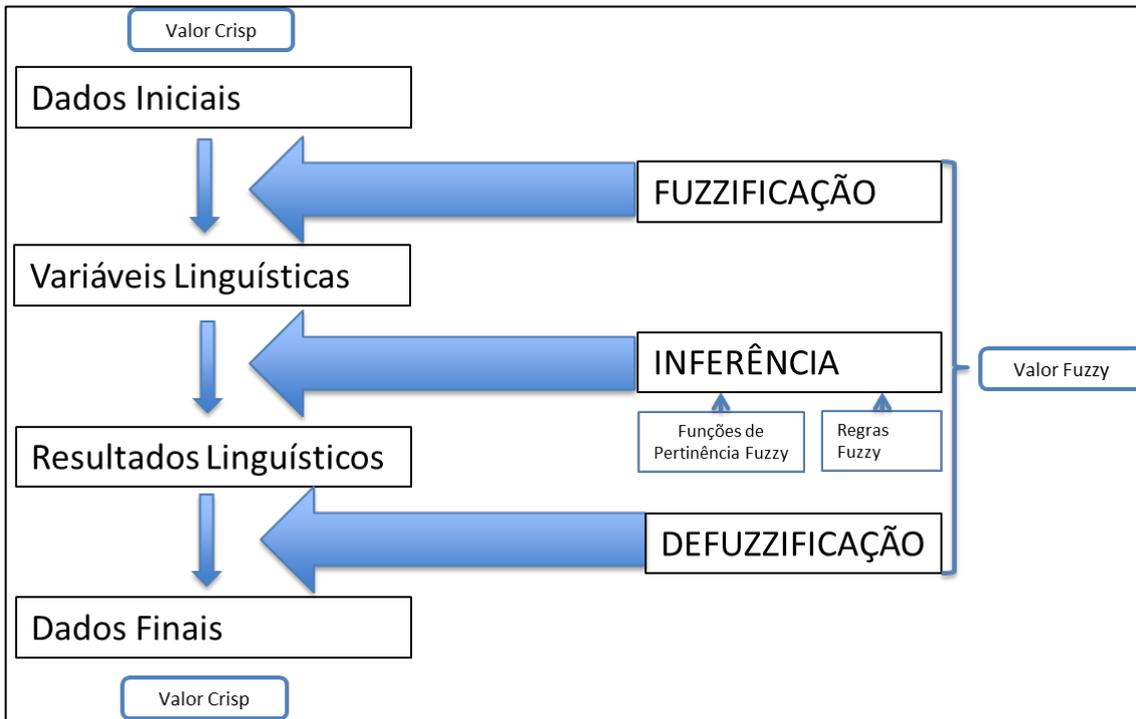


Figura 9: Sistema Fuzzy

Na etapa de inferência, normalmente utiliza-se o conhecimento dos especialistas – que são os que detêm o conhecimento para subsidiar um raciocínio dedutivo – e modelam-se as incertezas dentro de um processo multicritério através de regras, denominadas “regras de inferência”.

O conceito do estabelecimento do conjunto de regras pode ser estendido para a realização de entrevistas ou questionários não só com especialistas, como também avaliadores do setor em lide, visando a transformar qualquer percepção em regras de inferência. E alguns modelos linguísticos preconizam um determinado padrão para a execução das regras de inferência. Em um sistema de inferência fuzzy, uma base de regras pode também ser produzida por algoritmos de geração automática a partir de um conjunto de dados de treinamento (HERRERA e HERRERA-VIEDMA, 2000).

Existem vários modelos descritos na literatura, tais como: modelos fuzzy tabulares; modelos fuzzy baseado em regras; modelos relacionais fuzzy e memórias associativas; árvores de decisão fuzzy; redes neurais nebulosas; e mapas cognitivos

fuzzy (PEDRYCZ e GOMIDE, 2007).

Segundo ORTEGA (2001), os modelos fuzzy podem ser agrupados em duas categorias que diferem a representação de diferentes tipos de informação.

O primeiro grupo cuja base é um conjunto de regras do tipo “Se-Então” e cujos predicados são vagos. Neste tipo de modelo as quantidades estão associadas a termos linguísticos, sendo o modelo fuzzy uma expressão qualitativa do sistema. Esse tipo de modelagem está baseado na utilização da linguagem natural para descrever o comportamento dos sistemas. Nesta categoria, destaca-se o modelo MAMDANI (MAMDANI e ASSILIAN, 1975) ou MAMDANI FRBS (*Fuzzy Rule-Based Systems*), que utiliza conjuntos *fuzzy* nos “consequentes” das regras fuzzy. Neste modelo, a saída da etapa de inferência é representada por um conjunto fuzzy, que é o resultado da agregação das saídas inferida por cada uma das regras, a qual na seguinte etapa gera uma saída exata utilizando um dos métodos de defuzzificação. A característica básica do modelo MAMDANI FRBS é o fato que tanto os antecedentes como os consequentes são mapeados com conjuntos fuzzy.

A outra categoria de modelos fuzzy baseia-se no método de modelagem que combina conceitos fuzzy e não fuzzy. Nesta categoria, destaca-se o modelo TAKAGI-SUGENO-KANG (TSK) ou TSK FRBS (*Fuzzy Rule-Based Systems*), originalmente proposto por TAKAGI e SUGENO (1985) onde o consequente de cada regra é representado em função das variáveis de entrada; e a saída final de todas as regras é determinada por uma agregação ponderada média das saídas geradas por cada um das regras. Nesse caso, os coeficientes de ponderação são definidos pelos graus de ativação das respectivas regras. A fuzzificação das entradas com a aplicação dos operadores fuzzy (operação dos antecedentes) é feita de igual forma que no modelo MANDANI, com a diferença que a saída é uma função linear ou constante. Os conceitos fuzzy baseados nesse método integram o uso de modelos linguísticos na representação de conhecimentos qualitativos, com um efetivo potencial para uma expressão quantitativa dos sistemas.

Como mencionado em WANG e CHEN (2014), o modelo TSK FRBS diferencia-se do modelo MAMDANI FRBS por apresentar a cada regra, na base de regras, uma espécie de modelo de regressão linear múltipla para uma variável

explicativa, que podem resultar em estimativas mais precisas.

Com relação às maneiras e métodos de defuzzificação, existem várias formas utilizadas para definir o resultado final. Livros textos como ROSS (2010) e COX (1999) expõem o tema com clareza. Entretanto, é bom citar LEEKWIJCK e KERRE (1999) e ORTEGA (2001) *apud* YEN e LANGARI (1999) que bem compilam a teoria envolvida nesses métodos, e podem ser uma boa referência para um aprofundamento sobre estas técnicas. Alguns, dentre os vários dos métodos de defuzzificação em sistemas fuzzy são comentados adiante:

(a) Centro de Área (CA) ou Centroide ou Centro de Gravidade (COG) ou COA (*center of area*), é o método onde a saída precisa a ser considerada é o centro de gravidade do conjunto fuzzy. O valor inferido é o centroide do conjunto, sendo preferido devido ao seu menor custo computacional. Diferentemente do método Média dos Máximos, a técnica do CA considera toda distribuição de possibilidade de saída do modelo e pode ser entendido como sendo uma média ponderada, onde $\mu_A(x)$ funciona como o peso do valor x . Este método favorece regras com maior área. A Figura 10 abaixo ilustra esse conceito:

$$CoA = \frac{\int_{x_{min}}^{x_{max}} f(x) \cdot x \, dx}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} f(x) \, dx}$$

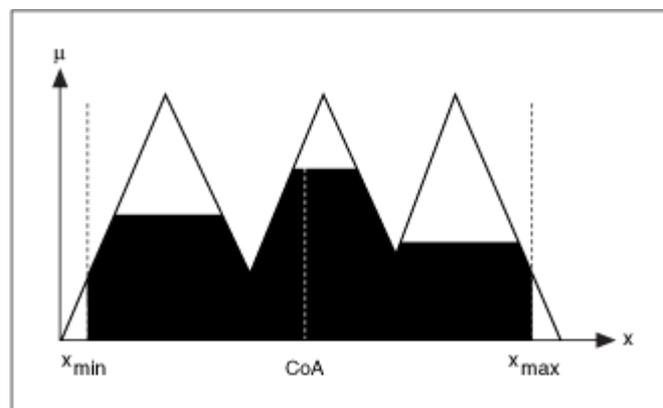


Figura 10: Defuzzificação por Centro de Área
 Fonte: <http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370401G-01/lvpid/>

(b) Média dos Máximos (MM) ou MOM (*mean of maximum*) é o método que consiste em simplesmente calcular a média dos valores máximos do conjunto de saída que tenham os maiores graus de possibilidade, *i.e.*, o valor numérico de saída corresponde à média aritmética dos máximos, expostos na abscissa da função de pertinência, da variável linguística de saída produzida pela inferência fuzzy. Sua principal limitação é não considerar a forma total do conjunto fuzzy de saída e, dessa forma, duas distribuições de possibilidades que apresentem diferentes formas, porém sob um mesmo conjunto de valores com grau de pertinência máximo, quando defuzzificados, o mesmo valor clássico é fornecido, o que é contra intuitivo. A Figura 11 abaixo ilustra esse conceito:

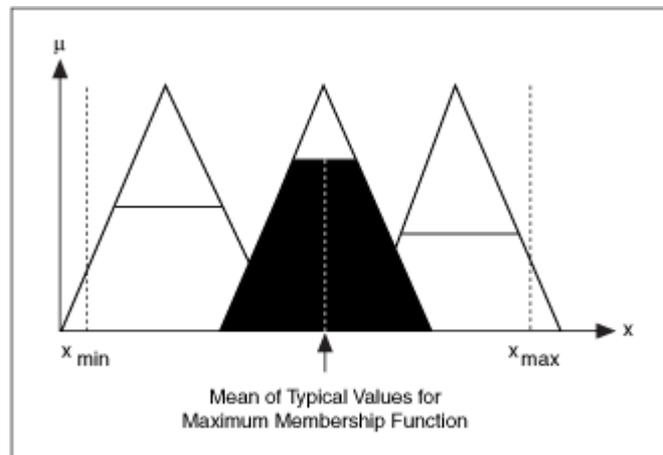


Figura 11: Defuzzificação por Média dos Máximos
 Fonte: <http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370401G-01/lvpid/>

(c) Centro dos Máximos (CM) ou COM (*center of maximum*) que promove um valor de saída correspondente à média ponderada entre os valores máximos, expostos na abscissa da função de pertinência, da variável linguística de saída produzida pela inferência fuzzy com os pesos representados pelos respectivos valores de pertinência. A Figura 12 abaixo ilustra esse conceito

$$x_{final} = \frac{x_1\mu_1 + x_2\mu_2 + \dots + x_n\mu_n}{\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n}$$

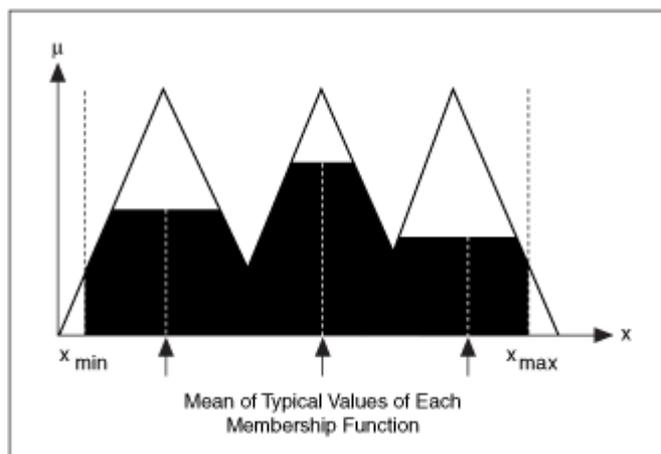


Figura 12: Defuzzificação por Centro dos Máximos
 Fonte: <http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370401G-01/lvpid/>

(d) Centro das Somas (CS) ou COS (*center of sums*), método semelhante ao Centro de Área, só que as áreas sobrepostas da saída nebulosa são contadas mais de uma vez, *i.e.*, onde a área de cada conjunto é calculada individualmente, ao invés de calcular a união entre todos eles. A Figura 13 abaixo ilustra esse conceito:

$$x_{final} = \frac{CoA_1 area_1 + CoA_2 area_2 + \dots + CoA_n area_n}{area_1 + area_2 + \dots + area_n}$$

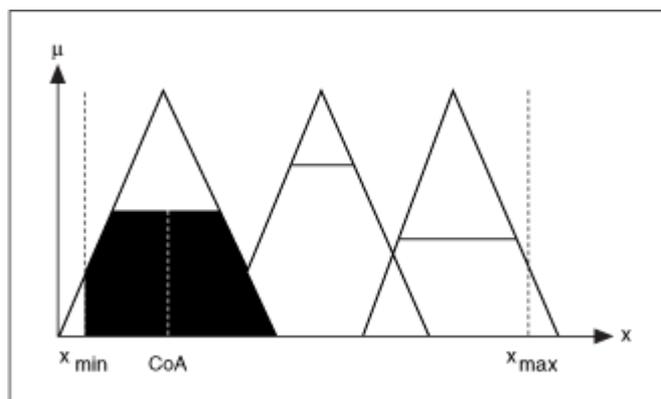


Figura 13: Defuzzificação por Centro das Somas
 Fonte: <http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370401G-01/lvpid/>

(e) Outros métodos que poderiam ser citados são: (d.1) o MeOS (*mean of support*) e o LOM (*last of maximum*), onde ao invés de ser calculada a média dos máximos, estes métodos calculam simplesmente algumas medidas de posição; (d.2) o

FM ou COM (*fuzzy mean ou center of mean*) e WFM (*weighted fuzzy mean*), que calculam a média dos conjuntos inferidos na saída; (d.3) o Método das Alturas (MA) ou MH (*Maximum Height*), que pode ser visto como uma aproximação do método do CA, onde se obtém a saída precisa tomando a média entre os dois elementos extremos no universo de discurso que correspondem aos maiores valores da função de pertinência do conjunto fuzzy de saída, regra que favorece o valor do maior contribuinte; e (d.4) o Valor Máximo (VM) ou FOM (*first of maximum*), que produz como ação de inferência o valor numérico da saída, exposto na abscissa da função de pertinência, que corresponde ao maior grau de pertinência da variável linguística.

A interpretação do grau de pertinência é outra questão na teoria dos conjuntos fuzzy. Isto pode ser representado com seguinte pergunta: "O que significa dizer $u_F(x) = A_i$?"

DUBOIS e PRADE (2000) introduziram cinco métodos de interpretação que são comumente usados do seguinte modo:

["Alfa (x) é alto (T) " – "o que significa dizer $u_A(x) = 0,7$?"]

O Quadro 3 explica alguns dos vários métodos de interpretação do grau de pertinência.

Quadro 3: Métodos de interpretação do grau de pertinência

Método	Interpretação
Probabilidade	"70% de uma dada amostra declararam que Alfa é alto"
Aleatoriedade	"70% de uma dada amostra descreveram "alto" como um intervalo contendo a altura de Alfa"
Similaridade	"A altura de Alfa está compatível com o objeto protótipo (referência), que diz ser verdadeiramente "alto" um grau de 0,7"
Utilidade	"0,7 é a utilidade de afirmar que Alfa é alto"
Medida	"Quando comparado com outros, Alfa é mais alto do que alguns, e esse fato pode ser adotado como 0,7 em escala"

2.4.6 - Lógica Fuzzy e Abordagem Multicritério

Para concluir sobre o que foi apreendido com a síntese da teoria fuzzy, em tópicos julgados relevantes para esta pesquisa, ressalta-se a importância, adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade do uso dessa teoria no apoio à

abordagem multicritério para análise, avaliação e tomada de decisão.

Os métodos multicritério, alicerçados em uma substantiva variedade de trabalhos publicados – desde BELLMAN e ZADEH (1970) ao intuir os objetivos e restrições definidos por lógica fuzzy para escolha de alternativas – mostram ser importantes na busca de solução de encontrar soluções em situações de conflito para problemas complexos, sendo a condução analítica necessária para a compreensão dos cenários e stakeholders envolvidos. Nesse contexto, a lógica fuzzy assume um papel importante ao permitir captar a imprecisão da percepção humana, promovendo condições para que sejam alcançados melhores resultados.

MACEDO (2015) *apud* DUBOIS (1979) aponta duas fases para estudo da teoria fuzzy, associada à abordagem multicritério: (a) como processo de classificação, que lida com a medição de indicadores de desempenho ou grau de satisfação em relação aos atributos de cada alternativa, indicando o desempenho global de cada alternativa, obtidas através de operações de agregação dos critérios envolvidos; e (b) como classificação das alternativas, realizada por meio de uma ordenação das alternativas existentes com as classificações agregadas de desempenho, resultantes da primeira fase.

RIBEIRO (1996) analisou e resumiu as principais teorias e métodos anteriores utilizados para a tomada de decisão em ambiente multicritério com abordagem fuzzy, além de apontar para a necessidade de um método para determinar a importância dos atributos. Esses métodos, simplificados na medida do possível, possuem em comum a busca da melhor alternativa, de acordo com critérios estabelecidos, a partir de certa quantidade de informações.

O capítulo a seguir apresenta a metodologia conduzida para a obtenção do modelo proposto por esta tese, com base nos fundamentos visualizados até aqui.

3. METODOLOGIA E MODELO PROPOSTO

*"Reality is irrelevant; Perception is everything."
Terry Goodkind*

Este capítulo trata da metodologia aplicada e o desenvolvimento do modelo multicritério proposto para avaliação da performance de aeroportos por meio de percepções obtidas.

3.1 –Metodologia

Inúmeras são os conceitos relacionados à metodologia científica. Alguns conceitos básicos sobre o entendimento aplicado a essa tese são descritos a seguir, ressaltando-se essa intenção.

Entende-se que a metodologia é a explicação da aplicação do método do trabalho de pesquisa. BRUYNE *et al.* (1982), a metodologia é a “lógica dos procedimentos científicos em sua gênese e em seu desenvolvimento”.

O método corresponde ao caminho a percorrer. Segundo LAKATOS e MARCONI (2010), o método consiste no “conjunto das atividades sistemáticas e racionais que com maior segurança e economia permite alcançar o objetivo e os conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando nas decisões do pesquisador”.

Sabe-se, também, que os critérios de medição de performance podem variar de acordo com a pesquisa analisada. Com base no que foi apresentado anteriormente, e largamente justificado, visualizou-se, como método, o desenvolvimento de uma abordagem fuzzy para avaliar a percepção dos stakeholders. Essa mensuração é uma forma coetânea de tratar cientificamente a questão, ressaltando-se a importância da associação entre a ferramenta da lógica fuzzy e percepções para pesquisa. Apesar dessa relação fuzzy/percepção possuir referências importantes e substantivas na literatura – *e.g.* ZADEH, (2002) –, ainda existe amplo espaço para um aprofundamento teórico, tal a sua importância para aplicação em distintos campos de pesquisa.

O estudo proposto consistiu em três fases:

(a) 1ª. Fase, desenhar uma metodologia geral para o desenvolvimento de um modelo para avaliação da percepção de aeroportos;

(b) 2ª. Fase, desenvolver o modelo escolhido, possuindo a sua metodologia própria; e

(c) 3ª. Fase, aplicar empiricamente o modelo proposto, por meio de coleta de dados e tratamento de dados consoante ao modelo desenvolvido, a fim de obter sua pertinente validação, e revisão do método desenvolvido, por meio de *feedbacks*, até obter o modelo final.

Na primeira fase – desenvolvimento de uma metodologia geral – foi realizada uma análise dos trabalhos de avaliação de performance de aeroportos e as considerações sobre a percepção, e as abordagens multicritério fuzzy que poderiam ser aplicadas à investigação da percepção pelos stakeholders em aeroportos, conforme a revisão de literatura realizada. Esta fase foi fundamental para a compreensão da complexidade existente nos temas tratados, propiciando um adensamento das ideias pertinentes.

Sobre os trabalhos de avaliação de performance e considerações sobre a percepção, os principais aprendizados para pautar o modelo proposto foram:

(a) as mudanças importantes ocorridas no ambiente aeroportuário no período recente, principalmente após o ano de 2005;

(b) os novos stakeholders de aeroportos, suas percepções, interesse e importância no contexto aeroportuário;

(c) as percepções relacionadas a temas como sustentabilidade sócio-econômico-ambientais;

(d) o crescimento da demanda do tráfego aéreo, com diagnóstico consistente de crescimento no longo prazo;

(e) a complexidade do ambiente aeroportuário, cuja estrutura precisa ser avaliada em termos de performance individual e comparativa;

(f) as percepções sobre o nível de serviço do aeroporto, não somente por passageiros, levando-se em conta o conjunto de seus stakeholders;

(g) indicadores de desempenho a serem considerados;

(h) a medição de graus de satisfação dos stakeholders;

- (i) os fatores, critérios e atributos a serem utilizados para apuração da percepção dos stakeholders;
- (j) as metodologias utilizadas para mensuração de performances;
- (k) as relações existentes para estabelecer benchmarkings, cujos conceitos podem subsidiar regras de ranqueamento;
- (l) o tratamento de avaliações subjetivas de atributos qualitativos;
- (m) os aspectos que relacionam a percepção com valor e imagem do aeroporto;
- (n) os anseios dos gestores aeroportuários por medidas de avaliação de performance;
- (o) modos de comparação de resultados entre os aeroportos, afim de estabelecer um índice desejado;
- (p) as perspectivas enunciadas pelos stakeholders;
- (q) a possibilidade de estratificar resultados, *p.e.*, por fatores sócio-econômico-demográficos;
- (r) a complexidade do processo analítico de um aeroporto, pois envolve critérios conflitantes com unidades não mensuráveis e julgamentos imprecisos de critérios qualitativos; e
- (s) a comparação de eficiência entre os aeroportos e a sua posição em um ambiente competitivo.

Sobre as considerações com relação às abordagens multicritério fuzzy, foi revisada a composição dos seus muitos elementos inerentes – relações, números, raciocínio e sistema de inferência fuzzy.

Algumas das abordagens fuzzy que têm sido utilizados em outros campos foram investigadas para determinar se esses métodos podem ser aplicados diretamente para o estudo da percepção dos stakeholders em aeroportos.

Por fim, foi desenvolvida a abordagem fuzzy para análise da percepção dos stakeholders.

Nesta primeira fase, após a realização da pesquisa na literatura pertinente, foram identificados e comparados possíveis modelos existentes, suas potencialidades e limitações, para que fosse possível selecionar as bases utilizadas para o modelo proposto.

Com o desenrolar da pesquisa, verificou-se que o modelo inicial (adaptado do modelo COPPE/COSENZA) desenvolvido durante a segunda fase não contemplava todos os aspectos que as investigações recorrentes - notadamente os que pudessem mensurar todas as partes integrantes do processo -, principalmente as realizadas no aeroporto de Manchester durante a terceira fase, haviam sugerido. Esse mecanismo fez parte do processo de revisão sistemática, em exame recorrente da pesquisa. Destarte, julgadas novas características pertinentes, o modelo final foi desenvolvido.

Entretanto, nesta ocasião já havia sido coletados dados para validação do modelo e assim foi feito. Julgou-se oportuno, então considerar nesta tese ambos os modelos, o inicial – não fazia sentido desconsiderá-lo – e o modelo final, tendo ambos sido validados com os dados coletados nos aeroportos selecionados.

Ao leitor, é assim permitido fazer uma comparação de resultados – o que não foi feito por esta tese –, caso seja do interesse.

3.2 – O Modelo Inicial

Diante da análise desenvolvida, visualizou-se *prima facie* a necessidade de primordialmente entender descompasso entre a oferta e a demanda por serviços aeroportuários existentes. Entendia-se que, a mensuração da performance de um aeroporto poderia ser explicada pela avaliação desse descompasso.

Assim, o modelo adotado deveria indicar quais seriam as percepções que indicassem em que, o quanto, onde e como o aeroporto precisava melhorar vis-à-vis às percepções colhidas.

O modelo idealizado então adotou, após realizar pesquisas de modelos de mensuração, a adaptação do modelo COPPE/ COSENZA de localização industrial por oferta e demanda de fatores proposto por COSENZA (1981) (2009).

3.2.1 – O Modelo Coppe/Cosenza

O modelo COPPE-COSENZA – também utilizado e adaptado em outras pesquisas, como por TOLEDO (2003), CHAMOVITZ (2010) e BRILLO (2013), entre outros – foi criado inicialmente para estudos de localização, com base no modelo *Modelo di Assetto Territoriale e di Localizzazione Industriale*, proposto por

ATTANASIO e MASTERLI em 1974, conforme PAMPLONA e COSENZA (2013), ao considerar aspectos qualitativos e confrontara demanda e a oferta de fatores pelas atividades econômicas nas unidades territoriais de cada região.

Neste modelo, inicialmente, os fatores locacionais (estratégicos) são classificados em crucial, condicionante, pouco condicionante e irrelevante, definidos da seguinte forma:

(a) os cruciais são aqueles que, quando a demanda da atividade representar situações onde a necessidade de um fator estar presente em alto nível é tão crucial que caso não seja encontrado em quantidades satisfatórias poderá levar o empreendimento ao fracasso, *i.e.*, o critério/fator é imprescindível;

(b) os condicionantes são aqueles que, quando a demanda de uma atividade representar situações onde a intensidade da demanda por um fator é condicionante, de tal forma que se este não for encontrado em quantidades satisfatórias haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento, *i.e.*, o critério/fator é importante;

(c) os pouco condicionantes caracterizam-se quando a demanda de uma atividade representar as situações onde a intensidade da demanda por um fator é pouco condicionante, de tal forma que se este não for encontrado em quantidades, *i.e.*, o critério/fator agrega pouco valor; e

(d) os irrelevantes são aqueles que, quando a demanda de uma atividade representar situações onde a intensidade da demanda por um fator é irrelevante, de tal forma que se este não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito ou fracasso do empreendimento, *i.e.*, o critério/fator é importante acrescenta muito pouco.

Conforme descrevem BRILLO (2013) e PAMPLONA e COSENZA (2013), em seguida, elabora-se uma matriz (tipo de indústria/ fatores estratégicos), onde a classificação anteriormente mencionada assume pesos de acordo com os seguintes princípios:

(a) o número de pontos atribuídos a um fator condicionante de localização deve ser maior do que a soma dos pontos atribuídos aos demais fatores pouco condicionantes e irrelevantes;

- (b) o número de pontos atribuídos a um fator pouco condicionante deve ser maior do que a soma dos pontos atribuídos aos fatores irrelevantes; e
- (c) a inexistência de um fator crucial elimina a alternativa de localização.

Após esse passo, produz-se uma matriz (fatores estratégicos/ zonas elementares) que fornece a indicação da existência ou ausência de um determinado fator estratégico numa determinada zona elementar. A existência de um determinado fator só é considerada se esse fator tem oferta maior ou igual ao nível de demanda.

A seguir, processa-se o produto da matriz (tipo de indústria/ fatores estratégicos) pela matriz (fatores estratégicos/ zonas elementares). O resultado é a matriz produto (tipos de indústria / zonas elementares), indicando as possibilidades de localização e destacando as seguintes informações: (a) a média ponderada dos elementos de cada linha da matriz fornece um índice referente a cada tipo de indústria; e (b) a média ponderada dos elementos de cada coluna fornece um índice para cada zona elementar relativo ao conjunto de atividades industriais.

Na aplicação dessa metodologia, define-se um formato para o modelo onde A e B são matrizes binárias com a seguinte configuração: $A = (a_{ij})_{h \times n}$ e $B = (b_{jk})_{n \times m}$, onde: h representa os tipos de indústrias; n os fatores de localização; e m as zonas elementares (alternativas). A matriz A corresponde assim à matriz de demanda (requerimento dos fatores). E a matriz B à matriz de oferta (disponibilidade) dos fatores para as alternativas, *i.e.*, determinando o coeficiente fuzzy destes fatores em relação a sua disponibilidade para cada alternativa.

Os elementos das matrizes obedecem a seguinte convenção: (a) $a_{ij} = 1$, se o fator é crucial ou condicionante; e $a_{ij} = 0$, se o fator é pouco condicionante ou irrelevante; e (b) $b_{jk} = 1$, se a oferta do fator for igual ou superior ao mínimo requerido; e $b_{jk} = 0$, se a oferta do fator não for igual ou superior ao mínimo requerido.

A matriz $C = A \otimes B = (c_{ij})_{h \times m}$, cotejo das matrizes A e B , será a matriz produto representativa das possibilidades de localização dos h tipos de indústria nas m zonas elementares, tal que $\max_k (c_{ik})$ indica a melhor localização para a atividade industrial i , e $\max_i (c_{ik})$, o melhor tipo de indústria para a zona elementar k . A matriz C pode ser

considerada a matriz representativa do agregado das comparações de oferta (disponibilidade)/ demanda (requerimento) de cada fator.

Para dois elementos genéricos, a_{ij} e b_{jk} , o produto $a_{ij} \otimes b_{jk}$ é definido como sendo uma operação binária, sendo n o número de fatores considerados na análise e as linhas representam os níveis de demanda, como o Quadro 4 abaixo representa:

Quadro 4: Tabela de Cotejo de Requerimento e Disponibilidade de Fatores

		Disponibilidade de Fatores	
		$a_{ij} \otimes b_{jk}$	
		0	1
Requerimento dos Fatores	0	$1/n^2$	$1/n$
	1	0	1

Em seguida, define-se $D = (EC) = (d_{ik})_{h \times m}$ como a matriz representativa (possibilidades de localização/ tipos de indústrias) das possibilidades de localização dos i tipos de indústrias nas k zonas elementares, agora representados por índices em relação aos fatores de localização demandados. Cada elemento d_{ik} da matriz D representa o índice dos fatores de localização atendidos na localização do tipo de indústria i , na zona elementar k , onde: $d_{ik} > 1$ significa que oferta do fator k supera a demanda do tipo de indústria i ; e $d_{ik} < 1$ indica que a oferta do fator k é insuficiente para atender a pelo menos um dos fatores de localização demandado pelo tipo de indústria i .

Uma matriz $E = (e_{il})_{h \times h}$ será representativa tal que: $e_{il} = 0$, se $i \neq l$; e $e_{il} = 1 / \sum_j^n a_{ij}$, se $i = l$. Para esta matriz, diagonal, os elementos da diagonal assumem o valor $1/n$, onde n corresponde ao número de tipos de indústrias.

De posse dessas informações, pode-se ainda definir os seguintes índices médios: T_i , que indicam a disponibilidade de recursos locais do conjunto das zonas elementares para cada tipo de indústria i ; e Z_k , que indica o grau de recursos locais do conjunto dos tipos de indústria em cada zona elementar k estudada, onde (equação 2):

$$\begin{aligned}
 T_i &= 1/m \times \sum_k d_{ik} ; i = 1, 2, \dots, h \\
 Z_k &= 1/h \times \sum_i d_{ik} \quad k = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Dependendo da disponibilidade de informações estatísticas, pode-se alterar a matriz de dois para quatro níveis. Em seguida, deve-se redefinir a operação produto, em uma matriz diagonal, como se segue (Quadro 5):

Quadro 5: Matriz E - Diagonal

⊗	A	B	C	D
A	1	0	0	0
B	1+1/n	1	0	0
C	1+2/n	1+1/n	1	0
D	1+3/n	1+2/n	1+1/n	1

Mais tarde, o modelo COPPE-COSENZA passou a utilizar variáveis linguísticas e a operação matemática através da aritmética fuzzy, como bem exemplifica o estudo de caso publicado por BARTHOLLO *et al.* (2011), em que discute o problema de alocação P vs. NP e seu impacto econômico utilizando o algoritmo COPPE-COSENZA.

Sob este conceito, e procedendo-se um paralelo em relação ao objeto de estudo, a hierarquia do modelo fuzzy COPPE/COSENZA é, em geral, “um modelo de alocação de recursos que avalia o nível de satisfação de um conjunto de atributos/fatores necessários a um determinado projeto ou solicitados por ele em contraponto a disponibilidade destes atributos/fatores por diferentes alternativas. O grau de satisfação é medido através da comparação da importância de cada fator para o projeto e a

quantidade e qualidade da disponibilidade deste fator em cada alternativa” (CHAMOVITZ e COSENZA, 2010).

Dessa forma, o grau de satisfação será medido pela comparação da importância de cada fator para o projeto e a quantidade e qualidade da disponibilidade deste fator para cada alternativa.

A maior utilidade deste método é que ele delega ao processo decisório a análise entre diferentes perfis para diferentes graus de importância, para fatores gerais e específicos, em um ambiente dotado de um grande número de alternativas.

Embora originalmente concebido para estudos de seleção local de facilidade, percebe-se que o modelo COPPE-COSENZA de hierarquia fuzzy, devido à sua elasticidade e consistência, permite detalhar perfis para níveis intermediários de oferta e demanda de fatores em distintos cenários.

A partir do momento em que a lógica fuzzy, incorporada ao modelo, difere da lógica clássica, pois considera não só a 0 ou a 1 - que estão nas extremidades -, mas o potencial entre 0 e 1, ele (modelo) se torna flexível e mais próximo da realidade, permitindo o uso de variáveis quantitativas e qualitativas, sendo capaz de gerar resultados quantitativos a partir de dados qualitativos.

Essa construção teórica serviu então como base para construção de um modelo preliminar, para avaliação de performance de aeroportos e hierarquização de resultados, onde o cotejo seria realizado entre matrizes de oferta e demanda de serviços.

Essa nova concepção já contempla a possibilidade de avaliação de um aeroporto individual e em conjunto com outros aeroportos, possibilitando a hierarquização entre eles, conforme os resultados obtidos (“Índice de Percepção de Aeroporto”).

3.2.2 – Adaptação do Modelo COPPE/COSENZA

O modelo inicial adapta o modelo COPPE/ COSENZA de hierarquia fuzzy para aeroportos através da confrontação entre o perfil dos fornecedores de serviços aeroportuários e demandantes de serviços aeroportuários.

Sendo basicamente uma operação com matrizes, esse modelo está fundamentado pelo o confronto entre o nível de demanda e oferta de fatores condicionantes e atributos. O esquema metodológico deste estudo é apresentado na Figura 14.

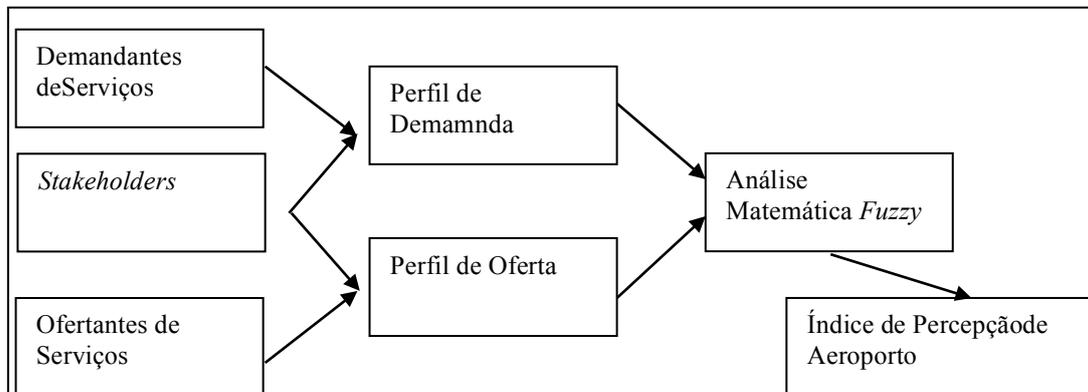


Figura 14: Esquema metodológico do modelo inicial

A forma de adaptada da estrutura projetada pelo modelo consiste em comparar duas matrizes. A matriz de demandantes de serviços aeroportuários, tipo " $h \times n$ ", onde h = stakeholders e n = atributos. E a matriz de alternativas, tipo " $n \times m$ ", onde n = atributos e m = alternativas (aeroporos a serem considerados).

Conforme HERRERA E HERRERA-VIEDMA (2000), os atributos de serviço devem ser subjetivamente medidos, com base na percepção do avaliador, por um processo de pesquisa usando um conjunto de termos linguísticos, para facilitar as avaliações qualitativas pelos entrevistados, permitindo expressar a subjetividade e imprecisão do tomador de decisão. CHENG e CHANG (2005) conceituam o serviço percebido como a diferença entre a expectativa e a percepção dos consumidores relativa à entrega do serviço. E MITCHELL *et al.* (1997) conceituam stakeholder como "qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou é afetado pela realização dos objetivos da organização".

O estudo então se direcionou para conhecer que fatores que exercem influências nas percepções de demandantes de serviços por aeroportos e os respectivos ofertantes de serviços em aeroportos e quais stakeholders deveriam ser considerados.

Em ambos os casos, essa seleção é de muita importância para o resultado da aplicação do modelo.

Embora não seja uma lista conclusiva, SCHAAR e SHERRY (2010) – onde é feita uma revisão de autores antecessores que estudaram o tema, destacando os seguintes autores, com diferentes relações de grupos de stakeholders: UPHAM, 2003; RHOADES et al., 2000; NEUFVILLE e ODONI, 2003; OFFERMAN, 2001; SARKIS e TALLURI, 2004) – e YEH *et al.*(2011) elencam os stakeholders no ambiente aeroportuário como sendo companhias aéreas, provedores de acesso aeroporto, administração aeroportuária, grupos de interesse para o aeroporto, fornecedores, organizações empresariais, concessionárias, colaboradores, governo, investidores, passageiros e prestadores de serviços.

Cada uma dessas categorias pode ainda ser estratificada, de acordo com a sua especificidade. Esses stakeholders podem ter dois perfis diferentes: estritamente demandantes de serviços aeroportuários ou uma combinação de prestador de serviços de aeroporto e demandantes de serviços aeroportuários, mas eles recebem tratamento adequado para cada situação.

Os Quadros 6 e 7 abaixo descrevem possíveis stakeholders considerados.

Quadro 6: Demandantes de serviços aeroportuários

Grupo 1 - Demandantes de Serviços Aeroportuários	
Stakeholder	Composição
Companhias Aéreas	- grandes, médios e pequenos (qualquer que seja a tipologia empregada)
Provedores de Acesso	- provedores de transporte terrestre e operadores de estacionamento
Administrador Aeroportuário	- grandes, médios e pequenos
Investidores	- grandes, médios e pequenos
Fornecedores	- grandes, médios e pequenos
Empresários	- de diversas áreas que utilizam o aeroporto como plataforma de negócios (<i>e.g.</i> , comércio, turismo, artes, esportes, educação e etc.)
Concessionários	- concessionários do aeroporto: hotel; alimentação; locadoras e demais atividades comerciais (lojas)
Funcionários	- diretos (funcionários do aeroporto); e - indiretos (funcionários de organizações que operam no aeroporto)
Aviação Geral	- taxi aéreo; - transporte executivo e corporativo; - escolas de aviação;

	<ul style="list-style-type: none"> - empresas de aluguel de aeronaves; - aerofotogrametria; - observação aérea; - meteorologia; - atividades esportivas; e etc.
Governo	<ul style="list-style-type: none"> - esferas federal, estadual e municipal (e.g. imigração, alfândega, segurança e defesa)
Grupos de Interesse	<ul style="list-style-type: none"> - comunidades e organizações não governamentais
Passageiros	<ul style="list-style-type: none"> - lazer e negócios; partida, chegada e trânsito; - internacional e doméstico; - específicos (<i>charter</i> ou <i>low cost, low fare</i>)
Provedores de Serviços	<ul style="list-style-type: none"> - <i>handling</i>; manuseio de bagagens; - carga e correio; - serviços de informação; - limpeza interior de aeronaves; carga e descarga de aeronaves; - <i>ticketing</i> e <i>check-in</i> de passageiros; - transporte de passageiros de/ para estacionamento remotos; - preparação de documentos de movimentação e controle de carga; - inspeção de rotina e manutenção de aeronaves; - funções de supervisão ou administrativas; - fornecimento de combustível de aviação e óleo; - serviços de água e esgoto; e etc.

Fonte: elaboração própria, baseada em SCHAAR e SHERRY (2010) e YEH *et al.* (2011)

Quadro 7: Ofertantes de Serviços Aeroportuários

Grupos 2 – Ofertantes de Serviços Aeroportuários	
Stakeholder	Composição
Administrador Aeroportuário	<ul style="list-style-type: none"> - instalações (acessibilidade e disponibilidade); - atividades comerciais (custos, taxas, equilíbrio de contas e possibilidade de expansão); - conforto (limpeza, áreas de espera / lounges, ambiente, nível de congestionamento); - conveniência (banheiros, lojas, restaurantes, casas de câmbio, caixas automáticas, carrinhos de bagagem, locadoras, estacionamento de automóveis e de transporte terrestre eficaz); - relacionamento com o cliente (prepare e eficiência a equipe, cortesia, gentileza, maximização da satisfação do cliente); - sustentabilidade ambiental; - visibilidade de informação; requisitos operacionais (movimento de aeronaves, horas diárias de operação, capacidade de infraestrutura, número de portas (gates), número de pistas, volume de passageiros, frequência serviço, volumes de tráfego, sistemas de auxílio à navegação); - tempo de processamento (imigração, alfândega, processamento de bagagem, passageiros em trânsito, check-in); - segurança (em seus diversos níveis) e etc.
Companhias Aéreas	<ul style="list-style-type: none"> - custos (acesso a tarifas mais baixas); - relacionamento com o cliente (prepare e eficiência a equipe, cortesia, gentileza, maximização da satisfação do cliente); - requisitos operacionais (vantagem competitiva, pontualidade, oportunidades para novos destinos, número de aeronaves, processamento de bagagens, passageiros em trânsito, tempo durante check-in); - segurança; e etc.
Provedores de	<ul style="list-style-type: none"> - relacionamento com o cliente (preparo e eficiência a equipe, cortesia,

Serviços	<ul style="list-style-type: none"> gentileza, maximização da satisfação do cliente); - custos (acesso a taxas reduzidas); - requisitos operacionais (aumento da vantagem competitiva e garantia do desempenho on-time); - segurança (garantia da segurança das operações); e etc.
Governo	<ul style="list-style-type: none"> - relacionamento com o cliente (preparo e eficiência a equipe, cortesia, gentileza, maximização da satisfação do cliente); - requisitos operacionais (tempo observado durante imigração, alfândega e proteção de fronteira); e - segurança.
Concessionários	<ul style="list-style-type: none"> - relacionamento com o cliente (preparo e eficiência a equipe, cortesia, gentileza, maximização da satisfação do cliente); e - equilíbrio nos preços de venda.

Fonte: elaboração própria, baseada em SCHAAR e SHERRY (2010) e YEH *et al.* (2011)

Na segunda fase, o procedimento é determinar quais atributos (mediante condicionantes) podem exercer influência sobre a demanda de serviços do aeroporto. Para alcançar este resultado, um estudo detalhado foi realizado com os diversos stakeholders – por meio de entrevistas informais – com base nas expectativas sugeridas e descritas no Quadro 4, estabelecendo um processamento totalmente colaborativo, com técnicas de “*collaborative decision making*” – processo sobre como decidir sobre um curso de ação articulada entre dois ou mais stakeholders, pelo compartilhamento de informações, para acordar sobre como aplicar tópicos abordados, visando à de tomada de decisão.

Neste âmbito, os principais aspectos elencados nos Quadros 6 e 7 foram considerados. Esses aspectos podem avaliar o desempenho dos atores envolvidos (ofertantes de serviços de aeroporto), que compõe o fluxo de atividades em interface com os outros. Esta é uma parte muito importante do processo e pode ser o principal desafio quando medidas globais têm de ser obtidas.

A partir desta investigação preliminar, atributos de gestão foram construídos sob a avaliação da eficiência qualitativa para avaliar as características do processo, usando uma classificação ou pontuação que descreve a capacidade e / ou maturidade de cada processo relativo a uma prática recomendada. Em resumo, dez atributos de serviço foram escolhidos, com tratamento semelhante ao utilizado por RAYMUNDO *et al.* (2014), conforme descrito no Quadro 8 abaixo.

Quadro 8: Atributos

No.	Atributos
1	Capacidade das Companhias Aéreas
2	Capacidade do Aeroporto
3	Processamento de Bagagem
4	Processamento de <i>Check-In</i>
5	Sustentabilidade
6	Conexão de Passageiros
7	Movimento de Passageiros
8	Pontualidade
9	Geração de Receitas
10	Capacidade de provedores de Serviços

A terceira fase consiste em construir a matriz de demanda (demandantes de serviços aeroportuários). Essa matriz refere-se à demanda por serviços aeroportuários expressos pelo conjunto de atributos estabelecidos. Ela (matriz) formaliza os níveis de desempenho aplicáveis a cada stakeholder ofertante de serviço aeroportuário em avaliação.

Os valores atribuídos a cada um dos elementos da matriz são classificados de acordo com a demanda percebida pelos stakeholder demandantes de serviço aeroportuário, em cinco gradações de pertinência, constituindo-se modificadores que promoverão a ponderação fuzzy dos atributos apresentados. Estes modificadores possuem os seguintes termos linguísticos:

(a) A = Extremamente Importante (EI), em que a ausência de fator impede o sucesso, sendo, portanto, imprescindível;

(b) B = Muito Importante (MI), onde a ausência de fator prejudica ligeiramente o sucesso, mas não o torna inviável;

(c) C = Importante (I), a ausência de fator prejudica o sucesso, pela sua importância, mas não é essencial;

(d) D = Pouco Importante (PI), a ausência do fator não compromete o sucesso, agregando pouco valor, mas o torna menos atrativo; e

(e) E = Não Importante (NI), a ausência do fator não comprometa ou influência o sucesso, acrescentando muito pouco ou quase nenhum valor, mostrando-se ser uma expectativa de que não é demandada.

A coleta de dados deve ser feita através da preparação de uma estratégia de resposta a um questionário de múltipla escolha com respostas possíveis para a atribuição de graus de importância para as variáveis do estudo.

O Quadro 9 ilustra "Matriz A – Matriz de Demanda por Serviços Aeroportuários".

Quadro 9: Matriz A – Matriz de Demanda por Serviços Aeroportuários ($h \times n$)

	Atributos
Ofertantes de Serviços Aeroportuários	Possíveis valores do elemento " a_{ij} ": A, B, C, D, E

A = Extremamente Importante (EI); B = Muito Importante (MI); C = Importante (I); D = Pouco Importante (PI); e E = Não Importante (NI)

A quarta fase consiste em determinar a matriz de oferta (ofertantes de serviços aeroportuários). Essa matriz refere-se à avaliação da oferta dos serviços aeroportuários, com relação aos dez atributos estabelecidos para cada alternativa " m " (aeroporto avaliado).

Os valores atribuídos a cada elemento da matriz baseiam-se nas opiniões percebidas pelos stakeholders demandantes de serviço aeroportuário, em cinco gradações de pertinência, classificados pelos seguintes termos linguísticos:

(a) A = Excelente (E), onde as condições encontradas atendem de forma integral as expectativas de demanda pelo serviço, caracterizando uma situação privilegiada onde todas as características desejáveis são atendidas;

(b) B = Muito Bom (MB), onde as condições encontradas atendem de forma efetiva as expectativas de demanda pelo serviço, ainda que não na sua totalidade;

(c) C = Bom (B), onde as condições encontradas atendem de forma regular as expectativas de demanda pelo serviço, caracterizando uma situação de normalidade;

(d) D = Regular (R), onde as condições encontradas não são consideradas aceitáveis para atender à demanda pelo serviço, caracterizando uma situação de precariedade; e

(e) E = Insuficiente (I), onde as condições encontradas são mínimas e agregam valor insuficiente em relação às expectativas, caracterizando uma situação de escassez.

O Quadro10 ilustra "Matrix B – Matriz de Oferta por Serviços Aeroportuários”.

Quadro 10: Matriz B – Matriz de Oferta por Serviços Aeroportuários ($n \times m$)

	Atributos
Ofertantes de Serviços Aeroportuários	Possíveis valores do elemento " a_{ij} ": A, B, C, D, E

A = Excelente (E); B = Muito Bom (MB); C = Bom (B); D = (Regular); e E = Insuficiente (I)

Dessa forma, para ambas as fases anteriores, cada entrevistado avalia a importância relativa do serviço e atribui pesos a classificação de desempenho para cada aeroporto com relação a cada atributo usando um dos termos linguísticos definidos nas gradações de pertinência fuzzy.

Todas as respostas devem então hierarquizadas e tratadas como sugerido pelo método COPPE/ COSENZA de hierarquia fuzzy, o que permite avaliar o nível de percepção de um conjunto de atributos desejáveis, em contrapartida à disponibilidade desses atributos para diferentes alternativas.

O grau de percepção é medido, em comparando a importância de cada atributo e a qualidade da disponibilidade deste atributo em cada alternativa.

Na quinta fase, as duas matrizes obtidas nas fases anteriores são cotejadas: "Matriz A - Matriz de Demanda por Serviços Aeroportuários ($h \times n$)", onde h = *stakeholders* e n = atributos; e "Matriz B - Matriz de Oferta por Serviços Aeroportuários ($n \times m$)", onde n = atributos e m = alternativas (aeroportos a serem considerados). O confronto segue a lógica de um produto matriz. No entanto, em vez de operar cada produto ($a_{ij} \times b_{jk}$), os valores foram comparados de acordo com a tabela de confronto para a determinação do de parcelas do somatório do elemento (c_{ik}) obtendo-se assim os valores utilizados na montagem do resultado "Matriz C – Matriz Percepção". A Matriz $C = A \otimes B = (c_{ij})_{h \times m}$, pode ser considerada a matriz representativa do agregado das comparações de oferta / demanda por serviços de cada aeroporto.

Os Quadros 11, 12 e 13 demonstram esse cotejo e o resultado da operação entre as matrizes de oferta e demanda (matrizes A e B) e os valores obtidos na matriz C.

Quadro 11: Tabela de Cotejo ($A \otimes B = C$)

		Ofertantes (Matriz B)				
		A	B	C	D	E
Demandantes (Matriz A)	A	1	$1 - 1/n$	$1 - 2/n$	$1 - 3/n$	$1 - 4/n$
	B	$1 + 1/n$	1	$1 - 1/n$	$1 - 2/n$	$1 - 3/n$
	C	$1 + 2/n$	$1 + 1/n$	1	$1 - 1/n$	$1 - 2/n$
	D	$1 + 3/n$	$1 + 2/n$	$1 + 1/n$	1	$1 - 1/n$
	E	$1 + 4/n$	$1 + 3/n$	$1 + 2/n$	$1 + 1/n$	1

Quadro 12: Fatores e Oferta e Demanda por Serviços

		Oferta				
		A	B	C	D	E
Demanda	A	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
	C	1,2	1,1	1,0	0,0	0,0
	D	1,3	1,2	1,1	1,0	0,0
	E	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

Quadro 13: Matriz C – Matriz Percepção ($h \times m$)

		Alternativas (Aeroportos)
Ofertantes de Serviços Aeroportuários		Valores possíveis do elemento " c_{ik} ": Tabela de Confronto

Em seguida, a matriz "C – Percepção" é multiplicada por uma matriz "D - Diagonal (hxh)" (Quadro14), onde " h " corresponde aos *stakeholders* ofertantes de serviços aeroportuários. Para a composição da matriz D, os elementos da diagonal assumem o valor $(1/n)$, onde " n ", nesta fração corresponde ao número de "*stakeholders* ofertantes de serviços aeroportuários".

Quadro 14: Matriz D – Diagonal ($h \times h$)

		Ofertantes de Serviços Aeroportuários				
		A	B	C	D	E
Ofertantes de Serviços Aeroportuários	A	$1/n$	0	0	0	0
	B	0	$1/n$	0	0	0
	C	0	0	$1/n$	0	0
	D	0	0	0	$1/n$	0
	E	0	0	0	0	$1/n$

Em seguida, a fim de alcançar o desejado "Índice de Percepção de Aeroporto" (IPA), promove-se o produto das matrizes C e D. O resultado é expresso pela matriz "E - Índice de Percepção Aeroporto", mostrada no Quadro 15. Este índice ilustra o desempenho de aeroportos em conjunto, podendo ser classificados como desejado.

Quadro 15: Matriz E - Índice de Percepção de Aeroporto ($h \times m$)

	Alternativas (Aeroportos)			T_i (média)
	Ofertantes de Serviços Aeroportuários	d_{ik}	d_{ik}	d_{ik}
d_{ik}		d_{ik}	d_{ik}	
d_{ik}		d_{ik}	d_{ik}	
Z_k (média)				

Média Z_k = Média T_i

O Capítulo 5 adiante apresenta a aplicação empírica do modelo teórico descrito acima, a fim de constatar a viabilidade de sua utilização através de coleta de dados junto a determinados aeroportos.

3.3 –Modelo Proposto

Como foi explicado na parte introdutória deste capítulo, durante o progresso da pesquisa verificou-se que o modelo para avaliar e mensurar a performance de aeroportos não poderia estar vinculado apenas à análise dos fatores de oferta e demanda por serviços pertinentes, mas sim a todos aqueles que são parte integrante do processo para na atribuição de percepções e respectivas ponderações, qualificação de informantes e perfil de informantes. A discussão passou a não estar mais centrada nos ofertantes e demandantes por serviços aeroportuários, mas sim em um conjunto maior de partes integrantes.

Nessa visão, o ponto a ser percebido não mais recai somente à área de serviços, mas sim aos interesses e expectativas potenciais existentes pelas partes interessadas no ambiente aeroportuário, passando esse a ser um ponto fundamental.

Com este entendimento, surge então a perspectiva de desenvolver um "algoritmo da percepção", descrito nos itens 3.3.1 a 3.3.7, mais robusto e contemplativo – com estrutura influenciada pelos modelos utilizados por COSENZA (1981) (2009), HSU e CHEN (1996), CHEN (1999), MORE (2004), YEH *et al.* (2011) e LIAO e BAO

(2014), os quais este modelo mais se aproximou –, continuando a trazer do modelo inicial a ideia da hierarquização de resultados para a obtenção do “Índice de Percepção de Aeroportos” – com estrutura influenciada pelos modelos e revisões de modelos elaborados por COSENZA (1981)(1998) (2009), YEH e DENG (2004) e CHEN e SANGUANSAT (2014) –, descrito no subitem 3.3.8, quando são mensurados mais de um aeroporto e exista o interesse de comparar os resultados obtidos.

Destarte, o cerne da pesquisa foi alcançar um resultado em que pudesse propiciar ao executivo de administração aeroportuária (ou ao tomador de decisão ou ao analista de situação) saber, com mais precisão, sobre o que e quais as percepções de quais stakeholders estão sendo visualizadas – com relação a atributos e ofertas de serviços aeroportuários selecionados –, tornando-se assim um instrumento substantivo de captação dessas percepções que, por sua vez, vão subsidiar o processo de gestão estratégica, análises e tomada de decisão.

Alguns princípios gerais foram adotados para a construção do modelo, com o fito de subsidiar a sua fundamentação. Foram eles:

- (a) a importância do contexto – o âmbito do contexto aeroportuário deve refletir ao máximo as suas características;
- (b) foco no stakeholder – como mencionado, o modelo deve focar o stakeholder, suas características e interesses percebidos;
- (c) implementação tecnológica – com a implantação de um *software* de apoio capaz de atender aos interesses do executivo de administração aeroportuária (ou ao tomador de decisão ou ao analista de situação), permitindo a sua customização;
- (d) utilidade – o objetivo do modelo é ser útil para o contexto no qual vai ser implementado;
- (e) simplicidade e facilidade de uso – a simplicidade, reduz a possibilidade de distorções na compreensão do modelo, além de facilitar correções sugeridas pelas suas avaliações, sem prejuízo da precisão, da flexibilidade e do integral atendimento ao seu propósito;
- (f) adaptação – o modelo deve ser próprio para utilização em diferentes tipos de ambiente aeroportuário;
- (g) inovação – o modelo deve propiciar uma nova forma para avaliação e mensuração da percepção em ambientes aeroportuários;

(h) flexibilidade – o modelo deve ser flexível quanto ao seu dimensionamento, com possibilidade de realização de modificações, sem que isso descaracterize sua formulação original; quanto à utilização, com possibilidade de atender diferentes tipos de propósitos; e quanto ao processo construtivo empregado, com possibilidade de modificações em sua concepção e software de apoio, como, *p.e.*, alterações em regras fuzzy, a fim de atender propósitos específicos desenhados pelo executivo de administração aeroportuária (ou ao tomador de decisão ou ao analista de situação).

Para desenvolver as abordagens fuzzy para interpretar a percepção dos stakeholders, quatro procedimentos foram investigados:

- (a) a consideração dos tipos variáveis;
- (b) os métodos adequados para construir as funções de pertinência;
- (c) a concepção da experiência e conjunto de dados formulados para a abordagem fuzzy; e
- (d) o desenvolvimento de regras fuzzy apropriadas.

O esquema desenhado pela Figura 15 em seguida, traça o esboço geral do modelo pretendido e permite, em linhas gerais, a compreensão do resultado desiderato a ser alcançado.

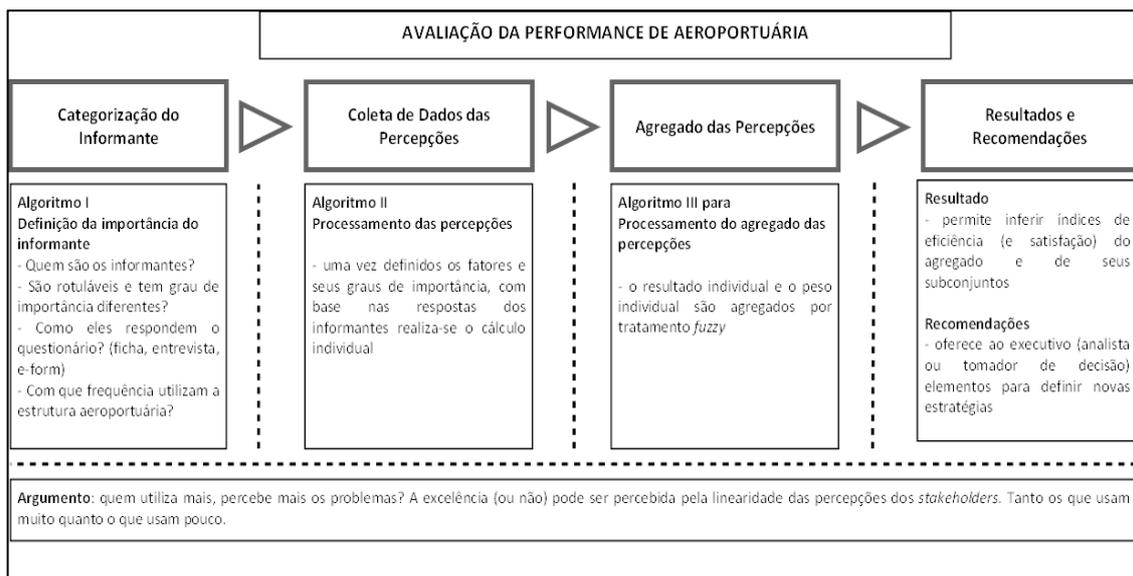


Figura 15: Esboço geral do modelo proposto

3.3.1 – Definição dos Stakeholders

A primeira etapa da pesquisa para esse modelo foi então verificar de o estudo sobre os stakeholders proposto para o modelo inicial poderiam ser adequados ao novo modelo.

Após entrevistas com analistas, tomadores de decisão e executivos de administração aeroportuária, verificou-se que, para esta primeira etapa, a seleção de stakeholders inicialmente proposta estava adequada, porém com alguns ajustes semânticos que pudessem melhor endereçar a pesquisa.

Entretanto uma significativa mudança conceitual se fez necessária, pois os stakeholders, considerados stakeholders respondentes (ao invés de informantes, embora a conotação das duas palavras seja muito sutil), passam a ser analisados sob três diferentes óticas, ou perfis, como descrito a seguir. É importante ressaltar que, neste modelo, não se trata de especialistas respondentes, mas sim de partes interessadas no processo, uma vez ter sido diagnosticado que todos os stakeholders possuem representatividade na avaliação de um aeroporto.

Como para atender aos seus objetivos do modelo baseia-se técnica de coleta de dados, por meio de questionário (podendo ser por meio físico ou eletrônico), transcrito no Apêndice II. A imputação de cada dado será ilustrada com a forma pelo qual esse questionário deve ser apresentado aos respondentes.

No modelo, os seguintes perfis são adotados para os respondentes:

(a) do tipo de stakeholder respondente (T) - refere-se à pergunta 1 do questionário, conforme será observado adiante, e se enquadra na forma do Quadro 16 abaixo, como sendo a forma pela qual o respondente deseja se identificar. Esse contexto inicial é importante, pois permitirá tratar a base de dados coletada de forma estratificada, conforme a orientação proposta.

Quadro 16: Tipo de stakeholder respondente

Administrador Aeroportuário	Autoridades de Controle	Aviação Geral	Cias. Aéreas	Concessionários	Empresários	Fornecedores
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Funcionários	Grupos de Interesse	Investidores	Passageiros	Provedores de Acesso	Provedores de Serviços	Outros

<input type="radio"/>						
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

(b) da importância do stakeholder respondente (I) - refere-se às perguntas 6, 7, 8 do questionário, conforme será observado adiante, com sendo a categorização do respondente, conforme o seu nível de experiência, em resposta às seguintes perguntas (Quadros 17, 18 e 19):

(b.1) Há quanto tempo o respondente utiliza o aeroporto.

Quadro 17: Importância do stakeholder respondente - tempo

Mais de 10 anos	Entre 7 e 10 anos	Entre 4 e 7 anos	Entre 1 e 4 anos	Menos que 1 ano
<input type="radio"/>				

(b.2) Com que frequência o respondente utiliza o aeroporto (pelo menos).

Quadro 18: Importância do stakeholder respondente – frequência singular

Semanalmente	Mensalmente	Semestralmente	Anualmente	Mais que Anualmente
<input type="radio"/>				

(b.3) Com que frequência o respondente utiliza outros aeroportos (pelo menos).

Quadro 19: Importância do stakeholder respondente – frequência plural

Semanalmente	Mensalmente	Semestralmente	Anualmente	Mais que Anualmente
<input type="radio"/>				

(c) geral do stakeholder respondente (G) – refere-se às perguntas 9 e 10 do questionário (Quadros 20 e 21), conforme será observado adiante, retratando o perfil demográfico, socioeconômico e geográfico dos respondentes (obs.: no modelo só forma qualificados sexo e idade, porém o perfil geral pode ser estendido).

(c.1) Sexo

Quadro 20: Perfil geral do stakeholder respondente - sexo

Masculino	Feminino
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

(c.2) Faixa Etária

Quadro 21: Perfil geral do stakeholder respondente – faixa etária

18-24	25-34	35-44	45-54	>55
<input type="radio"/>				

No procedimento métrico para o cálculo das informações contidas no item 3.3.1.(a) serão normalizados os perfis dos respondentes por tipo de stakeholder, de acordo com os questionários recebidos a partir da pesquisa aplicada. Caso o número de respondentes seja diferente na cardinalidade dos stakeholders respondentes – *p.e.*, número de empresários respondentes igual a 1; e número de fornecedores respondentes igual a 2 - o resultado, quando ponderado, terá impacto sobre as respostas fornecidas para avaliação dos atributos de percepção e ponderação desses atributos (perguntas 2, 3, 4 e 5 do questionário), conforme será descrito adiante. Note-se que se não houver essa diferença – *i.e.*, o número de cada tipo de stakeholder respondente é igual em toda a sua cardinalidade – não existirá essa normalização e consequente ponderação.

O exemplo hipotético do Quadro 22 abaixo aclara essa questão:

Quadro 22: Perfil dos Respondentes por Tipo de Stakeholder

Stakeholders		No. Respondentes	Dados Relativos
1	Administrador Aeroportuário	1	0,03
2	Autoridades de Controle	1	0,03
3	Aviação Geral	0	0,03
4	Cias. Aéreas	5	0,13
5	Concessionários	1	0,05
6	Empresários	1	0,03
7	Fornecedores	1	0,03
8	Funcionários	0	0,00
9	Grupos de Interesse	0	0,00
10	Investidores	0	0,00
11	Passageiros	21	0,53
12	Provedores de Acesso	6	0,15
13	Provedores de Serviços	1	0,03
14	Outros	0	0,00
	Total	40	1,00

O conteúdo da base de dados contida em 3.3.1.(a) poderá ser estratificada, de acordo com os questionários recebidos da pesquisa aplicada, em procedimento semelhante ao descrito a seguir para os itens 3.3.1.(b) e 3.3.1.(c) a seguir.

O procedimento relativo aos dados contidos nos itens 3.1.(b) e 3.1.(c) será o de estratificação, de acordo com os questionários recebidos da pesquisa aplicada, como no exemplo abaixo, Quadros 23 e 24, servindo apenas para melhor identificar as características da amostra coletada (caracterização da amostra) e possibilitar as segregações desejadas.

Quadro 23: Perfil dos Respondentes por Sexo

Sexo		No. Respondentes	
1	Masculino	62	62%
2	Feminino	38	38%
	TOTAL	100	100%

Quadro 24: Perfil dos Respondentes por Faixa Etária

Age		No. Respondentes	
1	18-24	6	6%
2	25-34	22	22%
3	35-44	32	32%
4	45-54	20	20%
5	>55	20	20%
	TOTAL	100	100%

3.3.2 – Mensuração dos Stakeholders Respondentes e Grau de Importância

Esta fase destina-se a determinar o grau de importância das avaliações. O grau de importância de cada respondente (avaliador) será relativo, de acordo com o seu nível de importância em relação aos demais respondentes (avaliadores), por tratar-se de um conjunto heterogêneo de respondentes (avaliadores). Portanto, suas opiniões não podem ser consideradas com a mesma intensidade.

Ressalta-se aqui que nenhum respondente será excluído das avaliações, normalmente não direcionadas, pois os respondentes são escolhidos de forma randômica, a não ser que se customize o contrário, por meio de direcionamento por parte do executivo (ou analista ou tomador de decisão). Este procedimento, entretanto, normalmente não deverá ser necessário, pois o executivo (ou analista ou tomador de decisão) poderá fazer a segregação por meio do conteúdo na apuração dos resultados.

Assim, os pesos de cada critério de avaliadores qualificados foram definidos a fim de diferenciar quantitativamente itens subjetivos, conforme descrito abaixo, e refere-se às perguntas 6, 7, 8 do questionário, conforme 3.3.1.(b).

Esse resultado terá impacto sobre as respostas fornecidas para avaliação dos atributos de percepção e ponderação desses atributos (referindo-se às perguntas 2, 3, 4 e do questionário), descrito adiante.

Portanto, o grau de importância de cada respondente (avaliador) será o seu grau de importância relativa em comparação com os outros respondentes (avaliadores), sendo definida por uma variável crisp, conforme define a equação 3 abaixo, inspirado no método descrito por HSU e CHEN (1996), para agregar as opiniões individuais.

$$GI_i = Ai / \sum_{i=1}^n Ai \quad (3)$$

Onde:

- GI_i = grau de importância;
- i é o número do elemento, i, \dots, n ;
- n é o número total de elementos; e
- A_i é elemento i (respondente).

O peso relativo em relação aos outros respondentes, estabelecendo seus graus de importância (GI), foi calculado em função dos atributos subjetivos estabelecidos em 3.3.1.(b.1), 3.3.1.(b.2) e 3.3.1.(b.3): há quanto tempo o respondente utiliza o aeroporto (tempo); com que frequência o respondente utiliza o aeroporto (frequência singular); e com que frequência o respondente utiliza outros aeroportos (frequência plural). Os pesos atribuídos foram os seguintes (Quadros 25, 26 e 27):

(a) há quanto tempo o respondente utiliza o aeroporto:

Quadro 25: Importância do Stakeholder Respondente - Tempo

Mais de 10 anos	Entre 7 e 10 anos	Entre 4 e 7 anos	Entre 1 e 4 anos	Menos que 1 ano
Peso 1,0	Peso 0,8	Peso 0,6	Peso 0,4	Peso 0,2

(b) com que frequência o respondente utiliza o aeroporto:

Quadro 26: Importância do Stakeholder Respondente - Frequência Singular

Semanalmente	Mensalmente	Bianualmente	Anualmente	Mais que Anualmente
Peso 1,0	Peso 0,8	Peso 0,6	Peso 0,4	Peso 0,2

(c) com que frequência o respondente utiliza outros aeroportos:

Quadro 27: Importância do Stakeholder Respondente - Frequência Plural

Semanalmente	Mensalmente	Bianualmente	Anualmente	Mais que Anualmente
Peso 1,0	Peso 0,8	Peso 0,6	Peso 0,4	Peso 0,2

O exemplo hipotético a seguir (Quadro 28) ilustra a métrica sugerida com um grau de importância ($Geai$) de cada respondente (A_i). O total de pontos de cada respondente (TP_i) é a soma dos graus de importância de cada critério – 3.3.1.(b.1), 3.3.1.(b.2) e 3.3.1.(b.3) – obtidos por meio do instrumento de pesquisa. E o grau de importância relativa de cada especialista GA_i é calculado conforme a equação 3 descrita acima.

Quadro 28: Exemplo de cálculo de Grau de Importância

GI	Há quanto tempo o respondente utiliza o aeroporto 3.1.(b.1)	Com que frequência o respondente utiliza o aeroporto 3.1.(b.2)	Com que frequência o respondente utiliza outros aeroportos 3.1.(b.3)	Total de Pontos Respondente (TP_i)	Importância Relativa (GI_{A_i})
A_{80}	0,80	0,60	0,60	2,00	0,40
A_{81}	0,60	0,80	0,40	1,80	0,36
A_{82}	0,40	0,60	0,20	1,20	0,24
				5,00	1,00

Entretanto, uma regra adicional deve ser considerada neste quesito. O Grau de Importância (GI) agregado a cada subgrupo de stakeholder é um aspecto que deve exigir um determinado Grau de Coeficiente de Abrangência (GCA) entre as diferentes alternativas (aeroportos), pois de outra forma poderia estar comprometendo um resultado em favor de outro aeroporto. Em outras palavras, o GI de um determinado aeroporto, quando comparado, não pode ser substantivamente diferente de ou outro aeroporto, pois poderia causar uma distorção nos resultados obtidos. Assim, estabelece-se uma regra adicional em que a diferença entre o menor e o maior GI de um subgrupo de stakeholder não pode ser superior a 25% (obs.: número arbitrário para estabelecimento desse *gap*, que pode ser modificado). Caso isso aconteça, a regra é que sejam eliminados os elementos extremos dos stakeholders respondentes daquele subgrupo, até que se encontre o índice de 25% proposto, ressalvando que, caso este número de elementos seja menor ou igual a três o subgrupo deverá ser expurgado

3.3.3 – Mensuração da Percepção dos Atributos e Grau de Relevância

Esta fase destina-se a determinar a percepção dos atributos selecionados e o grau de importância a eles atribuídos pelos stakeholders respondentes (avaliadores).

Nesta fase foram utilizados os conceitos fuzzy de variáveis linguísticas e funções de pertinência pertinentes.

3.3.3.1 – Definição dos atributos para avaliação

Foram considerados os atributos listados abaixo (Quadro 29), em evolução àqueles estudados no modelo inicial, após entrevistas com executivos, analistas e tomadores de decisão em ambientes aeroportuários, consoante às perguntas 2 e 3 do questionário:

Quadro 29: Atributos Seleccionados

ATRIBUTOS	
1	Capacidade de Transporte Aéreo (<i>p.e.</i> , tamanho companhias aéreas, tamanho das aeronaves, rotas oferecidas, número de assentos oferecidos, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
2	Acesso ao Terminal Aeroportuário (<i>p.e.</i> , transporte para chegada e saída do aeroporto, estacionamento, acesso a fornecedores de serviço, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
3	Capacidade do Terminal Aeroportuário e Facilidades (<i>p.e.</i> , abrangência de facilidades oferecidas, segurança, espaço disponível, ambiente, consciência ambiental, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
4	Movimento do Terminal Aeroportuário (<i>p.e.</i> , volume de passageiros e atendimento, fluxo de movimento, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
5	Processamento de Bagagem (<i>p.e.</i> , aproveitamento do tempo, recebimento de bagagem, influência sobre qualquer outra atividade e etc.)
6	Processamento de <i>Check-In</i> (<i>p.e.</i> , tempo de espera, eficiência do <i>staff</i> , influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
7	Conexões de Passageiros (<i>p.e.</i> , facilidades para transferências, facilidade para achar caminhos, informação sobre voos, distancias percorridas a pé ou por <i>shuttle</i> , facilidade de conexões com outros voos, aproveitamento do tempo, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
8	Pontualidade e Regularidade das Cias. Aéreas e Provedores de Serviços e influência sobre qualquer outra atividade.
9	Geração de Receitas (<i>p.e.</i> , retorno sobre o capital investido, oportunidade de negócios, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).
10	Capacidade dos Provedores de Serviço (<i>p.e.</i> , aproveitamento do tempo, eficiência, influência sobre qualquer outra atividade e etc.).

3.3.3.2 - Escolha dos termos linguísticos para avaliação dos atributos

Os termos linguísticos foram escolhidos a partir de um conjunto de termos capazes de definir a incerteza, consoante ao que havia sido proposto no modelo inicial adaptado.

Os valores atribuídos a cada elemento baseiam-se nas opiniões percebidas pelos stakeholders respondentes, em cinco gradações de pertinência, classificados pelos seguintes termos linguísticos descritos abaixo, referente à pergunta 2 do questionário:

- A = Excelente (E), onde as condições encontradas atendem as expectativas, de forma integral, com relação ao atributo considerado;

- B = Muito Bom (MB), onde as condições encontradas atendem de forma efetiva as expectativas com relação ao atributo considerado, ainda que não na sua totalidade;

- C = Bom (B), onde as condições encontradas atendem de forma regular as expectativas com relação ao atributo considerado, caracterizando uma situação de normalidade;

- D = Regular (R), onde as condições encontradas não são consideradas aceitáveis com relação ao atributo considerado, caracterizando uma situação de precariedade; e

- E = Insuficiente (I), onde as condições encontradas são mínimas e agregam valor insuficiente em relação às expectativas ao atributo considerado, caracterizando uma situação de escassez.

3.3.3.3 - Situações de não aplicabilidade e dados faltantes

A experiência obtida com as aplicações empíricas realizadas mostrou a necessidade de tratar dois problemas surgidos. O primeiro, com relação à condição que permitisse ao respondente (avaliador) se considerar como “sem opinião” (SO) ou “sem aplicação” (NA – não aplicável) a respeito da avaliação do atributo, conforme ilustrado pelo quadro abaixo. O segundo, considerar as respostas não prestadas a um ou mais atributos (dados faltantes).

Dessa forma, um campo adicional - NA - foi criado no questionário, como ilustra o quadro abaixo, para satisfazer a primeira condição assinalada no parágrafo anterior.

Quadro 30: Atributos Seleccionados e Termos Linguísticos

ATRIBUTOS/PERCEPCAO	I	R	B	MB	E	NA
Capacidade de Transporte Aéreo	<input type="radio"/>					
Acesso Terminal Aeroportuário	<input type="radio"/>					
Capacidade Terminal Aeroportuário e Facilidades	<input type="radio"/>					
Movimento do Terminal Aeroportuário	<input type="radio"/>					
Processamento de Bagagem	<input type="radio"/>					

ATRIBUTOS/PERCEPCAO	I	R	B	MB	E	NA
Processamento de <i>Check-In</i>	<input type="radio"/>					
Conexões de Passageiros	<input type="radio"/>					
Pontualidade e Regularidade Cias. Aéreas e Provedores	<input type="radio"/>					
Geração de Receitas	<input type="radio"/>					
Capacidade dos Provedores de Serviço	<input type="radio"/>					

Para o primeiro caso – “NÃO APLICÁVEL” (NA) –, para efeito de cálculo, adotou-se o critério de que simplesmente a resposta àquele atributo será ignorada, ou seja, não considerada, uma vez que significa apenas que o *stakeholder* respondente (avaliador) não se aplica a essa avaliação.

Para o segundo caso – “NÃO RESPONDIDO” (NR) –, sobre dados faltantes, a avaliação foi considerada, tendo sido criada a regra de cálculo que se segue, com base em métodos estatísticos:

- apura a razão: (número de respostas não respondidas para o atributo por aquele tipo de stakeholder) / (total de respostas respondidas para o atributo por aquele tipo de stakeholder) – razão chamada de “*p*”;

- se $p < 0,05$, apenas desconsidera a resposta do stakeholder respondente para aquele atributo;

- se $0,05 < p < 0,10$, faz-se uma imputação única pela média;

- se $0,10 < p < 0,15$, faz-se uma imputação única por regressão dentro do tipo do *stakeholder*, considerando como variável dependente aquela em que não há "dados faltantes" (NR).

- se $p > 0,15$, faz-se uma imputação múltipla (MI), para resolver o problema de não resposta em pesquisas, possibilitando a inclusão da incerteza da imputação nos resultados.

Além disso, adota-se como regra que um atributo ou elemento avaliado somente será representativo se obtiverem um número de respostas igual ou superior à metade ($> 50\%$) das respostas obtidas. Exemplificando, seja o caso em que de doze respondentes tipo R1 (administrador aeroportuário), oito (66,6%) não responderam à pergunta relativa ao atributo A9 (geração de receitas), esse atributo perde valor, pois

apenas 33,3% estariam qualificando aquela resposta. O nível de significância requerido seria 50%.

Embora o procedimento realizado para o caso de dados faltantes não se constitua em um ponto central da pesquisa, cabe aqui fazer um esclarecimento adicional.

Se as variáveis específicas possuem muitos valores em falta, a decisão de incluir ou não essas variáveis nas análises é difícil. Se apenas poucos casos possuem valores em falta, é razoável que se exclua esses casos. Se houver valores ausentes para vários casos em diferentes variáveis, a não exclusão desses dados deve ser considerada (caso contrário, muitos dados serão perdidos). Se não há muitas faltas de dados e não parece haver qualquer padrão definido nos termos do que está faltando, então a preocupação é diminuída, bastando executar uma técnica de média ou regressão. Caso contrário, *i.e.*, há significativa faltas de dados, e uma técnica mais apurada é recomendada. Por isso a técnica de imputação múltipla.

Basicamente, a regra de imputação múltipla – técnica mostrada por RUBIN (1987) – consiste em três aspectos: são obtidos m bancos de dados completos; separadamente, os m bancos são analisados por um método estatístico tradicional, como se realmente fossem conjuntos completos de dados; e os m resultados encontrados no passo anterior são combinados de um jeito simples e apropriado para obter a chamada inferência da imputação repetida (ZHANG, 2003).

O tratamento para todos os casos de dados faltantes exigem procedimentos informatizados. Para a elaboração dos cálculos das imputações múltiplas o software de apoio ao modelo proposto utilizou o programa MICE, rodado em R.

3.3.3.4 - Determinação das funções de pertinência para avaliação dos atributos

Como já mencionado, na teoria fuzzy cada indicador pode ser visto como uma variável linguística relacionada a um conjunto de termos linguísticos associados a funções de pertinência, em um conjunto previamente estabelecido, onde cada indicador será uma composição de termos linguísticos, obtidos em um processo de avaliação, feito pelos respondentes (avaliadores).

Para facilitar o processo de avaliações qualitativas na avaliação do desempenho alternativas, os termos linguísticos definidos são os utilizados por JUANG e LEE (1991) e referência a outros trabalhos citados na literatura (e.g. YEH *et al.*, 1999, YEH *et al.*, 2000, LEE *et al.*, 2001, CHIOU *et al.*, 2005, YEH *et al.*, 2011 e PERMINOV e VJACHESLAVNA, 2014).

Estes termos linguísticos são caracterizados por números triangulares fuzzy (NTF) para representar a sua gama de valor aproximado entre 1 e 9, indicada como (a, m, b) , onde “ $1 \leq a; 1 \leq m \leq b \leq 9$ ”, sendo m é o valor mais provável do termo linguístico, e a e b os limites inferior e superior, respectivamente, usados para rejeitar a imprecisão do termo. Em outras palavras, cada triângulo fuzzy está representado pelos valores (a,m,b) onde: a é o menor valor do triângulo com menor possibilidade de pertencer ao conjunto fuzzy; m é o valor com maior possibilidade de pertencer ao conjunto fuzzy, e b é o maior valor do triângulo com menor possibilidade de pertencer ao conjunto fuzzy.

Dessa forma, a representação fuzzy para as variáveis linguísticas obedeceu à função de pertinência “ $(1,1,3) (1,3,5) (3,5,7) (5,7,9) (7,9,9)$ ”, conforme os Quadros 31 e 32 e a Figura 16 abaixo.

Quadro 31: Parâmetros que definem a função de pertinência e número fuzzy

Número Fuzzy	Função de Pertinência
1	$a=1; c=2; a \leq x \leq a+c$
3	$a=3; c=2; a-c \leq x \leq a+c$
5	$a=5; c=2; a-c \leq x \leq a+c$
7	$a=7; c=2; a-c \leq x \leq a+c$
9	$a=9; c=2; a-c \leq x \leq a+c$

Quadro 32: Termos linguísticos e funções de pertinência

Termo Linguístico	Número Triangular Fuzzy (NTF)
Insuficiente (I)	(1,1,3)
Regular (R)	(1,3,5)
Bom (B)	(3,5,7)
Muito Bom (MB)	(5,7,9)
Excelente (E)	(7,9,9)

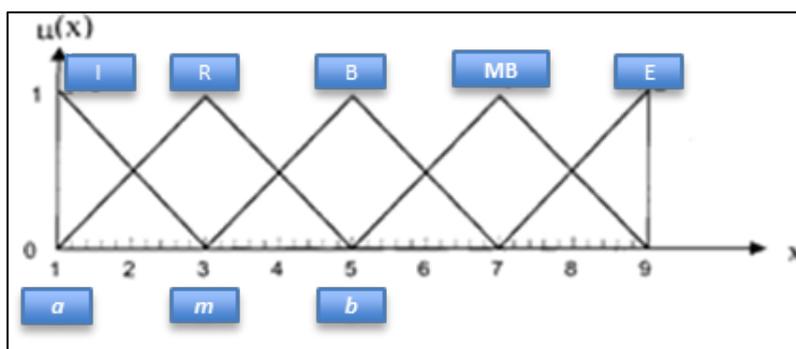


Figura 16: Termos Linguísticos e Funções de Pertinência - Funções Triangulares

A opção pela criação de números triangulares fuzzy (NTF) – ou funções de pertinência triangular – para representar a subjetividade e imprecisão da informação obtida através dos termos linguísticos, está também baseada no trabalho de PREDY CZ (1994). Neste trabalho, PREDRY CZ dedica-se a analisar o porquê do uso comum de funções de pertinência triangular (e trapezoidal). Ele conclui que as funções de pertinência triangulares apresentam, dentre várias outras possibilidades, valores ideais aos critérios introduzidos. Além da evidente simplicidade de uso, os resultados obtidos com NTF são bastante satisfatórios e não apresentam impropriedades. Vários outros autores corroboram com essa constatação, entre eles, ARRUDA *et al.* (2006).

3.3.3.5 - Escolha dos termos linguísticos dos graus de relevância para avaliação dos atributos

Técnica similar à apresentada em 3.3.3.2 foi aplicada para a modelagem dos termos linguísticos das variáveis utilizadas para ponderação (w_j) dos atributos (a_i), atribuindo um grau de relevância (ou grau de importância) para os atributos analisado.

Os valores atribuídos a cada elemento baseiam-se nas opiniões percebidas pelos stakeholders respondentes, em cinco gradações de pertinência, classificados pelos seguintes termos linguísticos descritos abaixo, referente à pergunta 3 do questionário:

- A = Extremamente Importante (EI), em que a ausência de fator impede o sucesso, sendo, portanto, imprescindível;
- B = Muito Importante (MI), onde a ausência de fator prejudica ligeiramente o sucesso, mas não o torna inviável;
- C = Importante (I), a ausência de fator prejudica o sucesso, pela sua importância, mas não é essencial;

- D = Pouco Importante (PI), a ausência do fator não compromete o sucesso, agregando pouco valor, mas o torna menos atrativo; e
- E = Não Importante (NI), a ausência do fator não comprometa ou influência o sucesso, acrescentando muito pouco ou quase nenhum valor, mostrando-se ser uma expectativa de que não é demandada.

As regras acima descritas para tratamento de dados “NÃO APLICÁVEL” (NA) e “NÃO RESPONDIDO” (NR) – *c.f.* 3.3.3.3 – também são aplicadas para esta avaliação de ponderação. O quadro 33 abaixo representa a condição hipotética descrita:

Quadro 33: Atributos e Termos Linguísticos para os Graus de Relevância

ATRIBUTOS/PESO	NI	PI	I	MI	EI	NA
Capacidade de Transporte Aéreo	<input type="radio"/>					
Acesso Terminal Aeroportuário	<input type="radio"/>					
Capacidade Terminal Aeroportuário e Facilidades	<input type="radio"/>					
Movimento do Terminal Aeroportuário	<input type="radio"/>					
Processamento de Bagagem	<input type="radio"/>					
Processamento de <i>Check-In</i>	<input type="radio"/>					
Conexões de Passageiros	<input type="radio"/>					
Pontualidade e Regularidade Cias. Aéreas e Provedores	<input type="radio"/>					
Geração de Receitas	<input type="radio"/>					
Capacidade dos Provedores de Serviço	<input type="radio"/>					

3.3.3.6 - Determinação das funções de pertinência dos graus de relevância para avaliação dos atributos

Técnica similar à apresentada em 3.3.3.4 foi aplicada ao conjunto de termos linguísticos associados às funções de pertinência, para a modelagem dos termos linguísticos das variáveis utilizadas para os modificadores, consoante ao que havia sido proposto no modelo inicial adaptado.

A representação fuzzy para as variáveis linguísticas obedeceu à função de pertinência “(1,1,3) (1,3,5) (3,5,7) (5,7,9) (7,9,9)”, conforme apresenta o Quadro 34 abaixo.

Quadro 34: Termos Linguísticos e Funções de Pertinência dos Graus de Relevância

Termo Linguístico	Número Triangular Fuzzy (NTF)
Não Importante (NI)	(1,1,3)
Pouco Importante (PI)	(1,3,5)
Importante (I)	(3,5,7)
Muito Importante (MI)	(5,7,9)
Extremamente Importante (EI)	(7,9,9)

3.3.4 – Mensuração da Percepção dos Elementos Avaliados (Ofertantes de Serviços Aeroportuários) e Grau de Relevância

Esta fase destina-se a determinar a percepção dos elementos avaliados, *ad hoc* ofertantes de serviços aeroportuários, selecionados e seu grau de importância atribuído pelos stakeholders respondentes (avaliadores). Nesta fase foram utilizados os conceitos fuzzy de variáveis linguísticas e funções de pertinência pertinentes.

3.3.4.1 - Definição dos ofertantes de serviços aeroportuários

Foram considerados os atributos listados abaixo (Quadro 35), em evolução aqueles estudados no modelo inicial, após entrevistas com executivos, analistas e tomadores de decisão em ambientes aeroportuários, consoante às perguntas 4 e 5 do questionário. São eles:

Quadro 35: Ofertantes de Serviços Aeroportuários Selecionados

Ofertantes de Serviços Aeroportuários	
1	Autoridades de Controle
2	Companhias Aéreas
3	Concessionários
4	Operador Aeroportuário
5	Provedores de Serviço

3.3.4.2 - Escolha dos termos linguísticos para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários

A mesma técnica apresentada em 3.3.3.2 foi aplicada à escolha dos termos linguísticos para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários.

As regras descritas para tratamento de dados “NÃO APLICÁVEL” (NA) e “NÃO RESPONDIDO” (NR) – *c.f.* 3.3.3.3 – também são aplicadas para esta avaliação de ponderação.

3.3.4.3 - Determinação das funções de pertinência para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários

A mesma técnica apresentada em 3.3.3.4 foi aplicada à escolha dos termos linguísticos para as funções de pertinência de avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários (modificadores).

As regras acima descritas para tratamento de dados “NÃO APLICÁVEL” (NA) e “NÃO RESPONDIDO” (NR) – *c.f.* 3.3.3.3 – também são aplicadas para esta avaliação de ponderação.

O Quadro 36 abaixo representa a condição descrita:

Quadro 36: Ofertantes de Serviços e Termos Linguísticos

OFERTANTES DE SERVIÇOS /PERCEPCAO	I	R	B	MB	E	NA
Operador Aeroportuário	<input type="radio"/>					
Companhias Aéreas	<input type="radio"/>					
Concessionários	<input type="radio"/>					
Autoridades de Controle	<input type="radio"/>					
Provedores de Serviço	<input type="radio"/>					

3.3.4.4 - Escolha dos termos linguísticos dos graus de relevância para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários

A mesma técnica apresentada em 3.3.3.2 foi aplicada à escolha dos termos linguísticos para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários.

As regras acima descritas para tratamento de dados “NÃO APLICÁVEL” (NA) e “NÃO RESPONDIDO” (NR) – *c.f.* 3.3.3.3 – também são aplicadas para esta avaliação de ponderação.

3.3.4.5 - Determinação das funções de pertinência dos graus de relevância para avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários

A mesma técnica apresentada em 3.3.3.4 foi aplicada à escolha dos termos linguísticos para as funções de pertinência de avaliação dos ofertantes de serviços aeroportuários (modificadores).

As regras acima descritas para tratamento de dados “NÃO APLICÁVEL” (NA) e “NÃO RESPONDIDO” (NR) – *c.f.* 3.3.3.3 – também são aplicadas para esta avaliação de ponderação.

O Quadro 37 abaixo representa a condição descrita:

Quadro 37: Ofertantes de Serviços e Termos Linguísticos para Graus de Relevância

OFERTANTES DE SERVIÇOS / PESO	NI	PI	I	MI	EI	NA
Operador Aeroportuário	<input type="radio"/>					
Companhias Aéreas	<input type="radio"/>					
Concessionários	<input type="radio"/>					
Autoridades de Controle	<input type="radio"/>					
Provedores de Serviço	<input type="radio"/>					

3.3.5 - Agregação das Percepções

Vários métodos fuzzy de decisão utilizando a opinião de informantes (especialistas ou respondentes em geral) foram estudados na fase de fundamentação e revisão da literatura, comentada no Capítulo 2, cada um procurando, a seu modo, encontrar a melhor alternativa de acordo com critérios estabelecidos, para alcançar uma solução que permita o melhor endereçamento ao auxílio ou à tomada de decisão.

No caso do modelo proposto, adotou-se uma solução combinada dos métodos de agregação sugeridos por CHEN (1999), e parcialmente, HSU e CHEN (1996), para agregar as opiniões individuais e subjetivas dos respondentes.

Na fase de agregação das opiniões foi utilizada a fórmula da média fuzzy. Neste caso considerou-se a avaliação fuzzy de cada respondente por atributo e ofertante de serviço aeroportuário, ponderada pelo peso de cada respondente, *i.e.*, o grau de importância de cada respondente (GI_i), obtendo-se assim os triângulos fuzzy agregados (a,b,c)*agreg.*

Consoante à aritmética proposta por KAUFMAN E GUPTA (1991), o triângulo fuzzy agregado, a partir da opinião dos respondentes sobre o grau de importância dos atributos percepção do ambiente aeroportuário e percepção dos ofertantes de serviço aeroportuário, obtém-se através da equação 4 abaixo:

$$(a,b,c)_{agregij} = \left\{ \sum_{i=1}^n GI_i \sum_{j=1}^n A_j \sum_{k=1}^n O_k \right\} * W_j W_k \quad (4)$$

Onde:

- GI é o grau de importância do respondente;
- i é o número do elemento respondente, i, \dots, n ;
- j é o número do elemento atributo, j, \dots, n ;
- k é o número do elemento ofertante de serviço aeroportuário, k, \dots, n ;
- n é o número total de elementos;
- A_j é o atributo;
- O_k é o ofertante de serviço;
- W_j é o peso ponderado para cada atributo j ; e
- W_k é o peso ponderado para cada ofertante k .

3.3.6 - Obtenção do número real associado a cada número triangular fuzzy e defuzzificação pertinente

O objetivo desta etapa é obter um valor numérico único discreto (crisp) que melhor represente cada conjunto de valores fuzzy inferidos pela variável linguística. Destarte, uma vez determinado o valor fuzzy em relação ao grau de importância de cada atributo que incide na avaliação de performance do aeroporto, estes foram defuzzificados, ou seja, transformados em números reais.

Para obter-se o valor crisp (numero real, e preciso) utilizou-se a proposição de CHEN (1999), descrita com a proposição de que a defuzzificação dos números fuzzy triangulares pela bissecção do trapézio (a, b, b, c) é dada pela equação 5 abaixo.,

ressaltando-se que esse método é válido para números triangulares fuzzy isósceles, como demonstra a investigação realizada por LEE *et al.* (2003).

$$V_{crisp} = \frac{(a + 2m + b)_{agreg}}{4} \quad (5)$$

Onde a , m e b são os valores do triângulo fuzzy obtido a partir da agregação das opiniões dos respondentes.

Em seguida, é obtida a média do valor crisp obtido para cada atributo, obtendo-se o valor crisp do atributo A_j .

Cada valor crisp obtido (para cada atributo) é então dividido pelo valor máximo entre todos os valores crisp (somatório de todos eles). Este processo de normalização é calculado conforme a equação 6 abaixo e, quando normalizado corresponde ao valor com grau de pertinência entre [0 e 1].

$$V_{norm} = \frac{V_{crisp}}{V_{max}} \quad (6)$$

3.3.7 – Exemplificação

Para facilitar o entendimento dos cálculos sugeridos no modelo, segue abaixo o desenvolvimento de um exemplo em que são considerados elementos básicos, simplificados e hipotéticos. A aplicação do modelo, pela sua geração de cálculos sucedâneos e múltiplos, quando tratados em uma base de dados mais ampla, exige um software específico, conforme mostrado em capítulo próprio alhures.

Sejam os graus de importância (GI) de cada um dos n respondentes “R”, calculados de acordo com a regra estabelecida em 3.3.2: “ $R_1 = 0,25$; $R_2 = 0,35$; $R_3 = 0,45$; ...; R_n ”.

Em seguida obtêm-se as respostas de percepção – de atributos e de ofertantes de serviços – por meio do questionário aplicado, contendo, *ipso facto* a percepção de cada respondente para cada atributo e cada ofertante de serviço aeroportuário.

Tomam-se, como exemplo, os cálculos para um atributo (*p.e.*, “Capacidade de Transporte Aéreo”) para três respondentes.

O peso da avaliação do informante e a representação fuzzy– função de pertinência em números triangulares fuzzy “(1,1,3) (1,3,5) (3,5,7) (5,7,9) (7,9,9)” – dessa avaliação aparecem representados no Quadro 38 abaixo:

Quadro 38: Peso da Avaliação do Informante e Representação Fuzzy

Respondente	GI de R	Representação Triangular Fuzzy da Avaliação				
		(1;1;3) I	(1;3;5) R	(3;5;7) B	(5;7;9) MB	(7;9;9) E
1	0,25		x			
2	0,35			x		
3	0,45			x		

As opiniões são agregadas como segue:

(a, b, c) agreg = $0,25*(1, 3, 5) + 0,35*(3, 5, 7) + 0,45*(3, 5, 7) = (1,75; 4,55; 8,55)$. Obtém-se assim o triângulo fuzzy agregado $(a; m; b)$ para esse atributo.

O mesmo procedimento é adotado para todos os outros elementos percebidos.

Para efeito do exemplo, mantém-se apenas um atributo. O procedimento seguinte é defuzzificá-lo a fim de obter-se um número real ou valor crisp (VC) - que melhor represente a percepção do atributo:

$$VC = (a+2m+b)_{agreg}/4 = \{(1,75) + (4,55 *2) + (8,55)\}/4 = 4,85.$$

Esse valor (4,85) corresponde ao número crisp para a avaliação do atributo pelos respondentes R_1, R_2 e R_3 .

O mesmo procedimento é repetido para os modificadores (graus de relevância) que emprestam a importância de cada atributo mensurado e para a avaliação dos ofertantes de serviço aeroportuário e seus respectivos modificadores. O resultado final será o conjunto de todos esses cálculos.

Entendido o processo, exemplifica-se doravante com um caso com três respondentes, R_1, R_2 e R_3 , e dois atributos, A_1 e A_2 , considerando-se os mesmos graus de importância (GI) atribuídos aos respondentes, “ $R_1 = 0,25; R_2 = 0,35; R_3 = 0,45$, para os

números triangulares fuzzy (NTF) “(1,1,3) (1,3,5) (3,5,7) (5,7,9) (7,9,9)” para percepções e graus de relevância (GR).

Os Quadros 39, 40, 41 e 42 ilustram o cálculo.

Quadro 39: Atributo e Grau de Relevância 1

R	GI	NTF da Percepção - A1					NTF - GR_A1				
		(1;1;3) I	(1;3;5) R	(3;5;7) B	(5;7;9) MB	(7;9;9) E	(1;1;3) NI	(1;3;5) PI	(3;5;7) I	(5;7;9) MI	(7;9;9) EI
1	0.25		x							x	
2	0.35			x						x	
3	0.45			x							x

Quadro 40: Atributo e Grau de Relevância 2

R	A1				GR1				VCFinalA1
	a	m	b	VC_A1	a	m	b	VC_M_A1	
1	0,25	0,75	1,25		1,25	1,75	2,25		
2	1,05	1,75	3,15		1,75	2,45	3,15		
3	1,35	2,25	3,15		3,15	4,05	4,05		
	2,65	4,75	7,55	4,93	6,15	8,25	9,45	8,03	39,52
Tot_R									3
VCF_Médio									13,17

Quadro 41: Valor Agregado

R	A2				GR2				VCFinalA2
	a	m	b	VC_A1	a	m	b	VC_M_A1	
1	0,75	1,25	1,75		1,25	1,75	2,25		
2	1,75	2,45	3,15		1,05	1,75	2,45		
3	3,15	4,05	4,05		1,35	2,25	3,15		
	5,65	7,75	8,95	7,53	3,65	5,75	7,85	5,75	43,27
Tot_R									3
VCF_Med									14,42

Os resultados apresentados apresentam:

Quadro 42: Resultado Final

Resultado Final			
Atributo	VC_Final	VN	VNF
A1	13,17	0,48	0,95
A2	14,42	0,52	1
	27,59	1	

3.3.8 – Índice de Percepção de Aeroportos e Hierarquização de Resultados

O algoritmo da percepção desenvolvido possibilita alcançar um número final que retrata a percepção dos respondentes pesquisados com relação aos atributos e aos ofertantes de serviços aeroportuários selecionados para um determinado aeroporto.

Entretanto, esse número individual pode ser comparado com outros aeroportos, se tratados de forma semelhante.

Por isso, o modelo foi estendido de forma a ter um índice que pudesse ranquear os aeroportos avaliados, da mesma forma em que foi proposto no modelo inicial.

O Índice de Percepção de Aeroporto (IPA) classifica então os aeroportos, com base em quanto a sua performance é percebida, dentro dos parâmetros metodológicos demonstrados.

Pode ser conceituado como sendo um índice composto – por uma combinação de pesquisas - com base em dados relacionados à performance aeroportuária, sobre atributos e ofertantes de serviços aeroportuários selecionados, colhidos por uma variedade ampla de respondentes, partes interessadas no ambiente aeroportuário, em um espaço de tempo determinado.

O Índice reflete, portanto, os pontos de vista dos observadores que experimentam o ambiente aeroportuário, incluindo especialistas, leigos, profissionais, associações de classe, e etc.

A hierarquização do IPA é simples. O resultado obtido para cada aeroporto é agrupado e ranqueado, semelhante ao que foi proposto pelo modelo inicial. O quadro 43

abaixo demonstra essa hierarquização, pela matriz representada pelos elementos de percepção e as alternativas (no caso, os aeroportos)*m*.

Quadro 43: Hierarquização dos Resultados

Percepções Agregadas	Aeroportos (alternativas)		
	d_{ik}	d_{ik}	d_{ik}
	d_{ik}	d_{ik}	d_{ik}
	d_{ik}	d_{ik}	d_{ik}

Uma ressalva é importante para aplicação do modelo para a obtenção do IPA. A cardinalidade dos elementos que compõem a matriz dos stakeholders respondentes tem que ser igual para todos os aeroportos, dentro da sua tipologia, para não haver discrepância entes as ponderações atribuídas a cada atributo. Ou seja, obter-se-á o menor número comum de respostas obtidas pelo stakeholder tipo.

Ademais, o tamanho da amostra – comentado no subitem subsequente – deve ser o mais representativo possível, sendo direta a proporcionalidade existente entre a aderência do modelo à realidade dos fatos percebidos.

Para ilustrar a proposição, sejam dados fictícios coletados para três aeroportos, M_1 , M_2 e M_3 , para cinco atributos selecionados, $A_1... A_5$ e cinco ofertantes de serviços selecionados $O_1 ... O_5$, percebidos por 100 *stakeholders* entrevistados aleatoriamente, $R_1 ... R_{100}$, com cálculos de percepção elaborados da forma exemplificada no subitem anterior, compostos pelos Quadros 44, 45, 46 e 47 abaixo:

Quadro 44: IPA - Perfil dos Respondentes

Índice de Percepção de Aeroporto (IPA)						
Stakeholders Respondentes	Aeroporto				TOTAL	(%)
	M1	M2	M3	TOTAL		
A1	5	5	5	15	5%	
A2	6	6	6	18	6%	
A3	2	2	2	6	2%	
A4	1	1	1	3	1%	
A5	40	40	40	120	40%	
O1	12	12	12	36	12%	
O2	16	16	16	48	16%	
O3	15	15	15	45	15%	
O4	1	1	1	3	1%	
O5	2	2	2	6	2%	
Total	100	100	100	300	100%	

Quadro 45: IPA – Resultado dos Atributos

Índice de Percepção de Aeroporto (IPA)			
Atributos	Aeroportos		
	M1	M2	M3
A1	13,17	12,16	15,16
A2	14,42	17,40	18,16
A3	17,67	15,19	19,18
A4	13,23	13,42	18,89
A5	17,13	15,98	13,15
VCT	75,62	74,15	84,54

Quadro 46: IPA – Resultado dos Ofertantes de Serviços

Índice de Percepção de Aeroporto (IPA)			
Ofertantes Serviços	Aeroportos		
	M1	M2	M3
O1	15,14	13,19	19,45
O2	18,12	19,21	18,8
O3	16,27	14,56	15,56
O4	15,67	14,13	13,56
O5	12,11	13,23	13,45
VCT	77,31	74,32	80,82

Quadro 47: IPA – Resultado Agregado

Índice de Percepção de Aeroporto (IPA)				
Atributos/ Ofertantes	Aeroportos			VT
	M1	M2	M3	
VCT_A	75,62	74,15	84,54	
VCT_O	77,31	74,32	80,82	
Totais	152,93	148,47	165,36	466,76
VN	0,33	0,32	0,35	
VNF	0,91	0,94	1	
Rank	2	3	1	

3.3.9 - Tamanho da Amostra

Estatisticamente, normalmente a amostragem da pesquisa – subconjunto de elementos selecionados da população objeto de pesquisa – determina o dimensionamento numérico e também a coleta e seleção de dados dos elementos de um estudo, uma vez que quanto maior for o tamanho da amostra menor será o erro

cometido. Por isso, é importante levar em consideração o tamanho da amostra, *i.e.*, o número de elementos da amostra – para conhecer a dimensão do erro admitido.

Para efeito da aplicação do modelo proposto, sugere-se a aplicação da pesquisa com amostragem aleatória simples – é aquela na qual todos os elementos têm a mesma probabilidade de serem selecionados – sobre as variáveis utilizadas medidas em uma escala nominal (variáveis categóricas).

Para isso, é preciso, conforme bem resume SANTOS (2015):

(a) estimar o erro amostral máximo admitido pela pesquisa (a diferença entre o valor estimado pela pesquisa e o verdadeiro valor), ou seja, o intervalo que se espera encontrar o dado desejado ser medido no universo determinado, sabendo-se que frequentemente o valor definido é 5%;

(b) estabelecer o nível de confiança, que é a probabilidade de que o erro amostral efetivo seja menor do que o erro amostral admitido pela pesquisa. P.e., se foi definido um erro amostral de 5%, o nível de confiança indica a probabilidade de que o erro cometido pela pesquisa não exceda 5%, sabendo-se que frequentemente o nível de confiança utilizado nas pesquisas é de 95%. Esse parâmetro expressa a certeza de que o dado buscado está realmente dentro da margem de erro;

(c) conhecer a população, *i.e.*, o número de elementos existentes no universo da pesquisa;

(d) estabelecer o percentual máximo, pois como se trabalha com variáveis categóricas, o resultado deverá ser tal que indique qual é o percentual de elementos com uma dada característica, quando esse percentual máximo for inferior a 50%; e

(e) estabelecer o percentual mínimo, cuja interpretação é semelhante a do percentual máximo, quando ele é superior a 50%.

Para a determinação do tamanho da amostra, é utilizada a equação 7 abaixo, na qual se fundamenta na estimativa da proporção populacional.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)} \quad (7)$$

Onde:

- n é a amostra calculada (o tamanho da amostra que queremos calcular);
- N é a população (tamanho do universo);
- Z é a variável normal padronizada associada ao nível de confiança (NC), ou deseja, o desvio do valor médio que se aceita para alcançar o nível de confiança desejado; em função do nível de confiança, utiliza-se um valor determinado que seja dado pela forma da distribuição de Gauss. Os valores mais frequentes são: NC (90%), $Z=1,645$; NC (95%); e NC (99%), $Z=2,575$; sendo que normalmente utiliza-se 95%.
- P é a verdadeira probabilidade do evento (a proporção que se espera encontrar); e
- e é o erro amostral (a margem admitida de erro máximo, p.e. 5%).

A margem de erro, nível de confiança e tamanho da amostra possuem uma relação direta. Ao obter uma margem de erro (ME) e um nível de confiança (NC) determinado (por exemplo, erro de 5% com confiança de 95%) haverá um tamanho de amostra mínimo correspondente. Modificar qualquer um dos três parâmetros alterará os restantes: (a) reduzir a margem de erro obriga a aumentar o tamanho da amostra; (b) aumentar o nível de confiança obriga a aumentar o tamanho da amostra; e (c) aumentar o tamanho da amostra, pode reduzir a margem de erro ou incrementar o nível de confiança.

Para ilustrar o que pode ser o tamanho da amostra de um aeroporto a ser avaliado, reproduz-se o Quadro 48 abaixo com alguns valores já calculados.

Quadro 48: Margem de Erro e Nível de Confiança

População	Margem de Erro			Nível de Confiança		
	10%	5%	1%	90%	95%	99%
100	50	80	99	74	80	88
500	81	218	476	176	218	286
1.000	88	278	906	215	278	400
10.000	96	370	4.900	264	370	623
100.000	96	383	8.763	270	383	660
1.000.000+	97	384	9.513	271	384	664

Por exemplo, se para o aeroporto de Manchester, durante o mês de junho de 2015 o movimento foi de 2.316.492 passageiros, a pesquisa com o erro permissível

como 0.05 (admite-se variar 5 pontos percentuais para mais ou para menos), o nível de confiança mais utilizado é de 95% (espera-se que a margem de erro $\pm 5\%$ seja satisfeita em 95% das vezes) e por fim, como não se conhece *a priori* a proporção que se espera encontrar, adota-se 0,5 como abordagem conservadora. Assim, seguem abaixo o resultado pertinente:

- Tamanho da população: 2.316.492;
- Erro permissível: 0,05;
- Proporção: 0,5;
- Confiabilidade: 0,95; e
- Tamanho da amostra: 217

4. SOFTWARE DE APOIO AO MODELO PROPOSTO

*“The purpose of software is to help people.”
Max Kanat-Alexander*

Conforme mencionado na introdução desta dissertação, o software aqui apresentado foi desenvolvido a partir da necessidade gerada pelo volume de cálculo inerente ao modelo construído, mas também pelo desejo manifesto dos executivos, analistas e tomadores de decisão da administração aeroportuária em poder contar com um instrumento que pudesse auxiliá-los nas perscrutações necessárias ao desenvolvimento de seus trabalhos, ao refletirem sobre as novas formas pelas quais os aeroportos pudessem ser mensurados quanto a sua performance por diferentes stakeholders.

Destarte, *prima facie* foram identificadas as características atinentes aos princípios de simplicidade, flexibilidade e facilidade de uso para o software de apoio a ser desenvolvido. E esta foi a ideia.

O software possibilita aos executivos, analistas e tomadores de decisão a elaboração de seu relatório, por meio de informações referentes a perfil do stakeholder, suas percepções sobre atributos e serviços e suas características sócio, econômicas e demográficas, estratificados conforme requerido.

Adicionalmente, para casos *ad hoc*, e obedecendo ao princípio da utilidade, a configuração dos stakeholders, a elaboração das perguntas do questionário, dos atributos e ofertantes de serviços a serem considerados e a construção de resultados desejados poderão ser customizados, mantida a estrutura do programa.

Quando se tratar de mensuração comparada – i.e., apurando-se o Índice de Percepção de Aeroportos – a estrutura deverá ser naturalmente idêntica para todos os aeroportos mensurados.

Entretanto, para efeito desta tese, apresentação do modelo proposto e ações de validação pertinentes, considera-se o que está delineado pelas instruções contidas no item 3.3.

Em termos de qualidade de desenvolvimento, o software procurou refletir sobre o que traz a norma ISO/IEC 9126-1(2001). Nessa norma foram definidas seis características principais de qualidade que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado um "software de qualidade", conforme a seguir:

(a) Funcionalidade: capacidade do produto de software prover funções que atendam necessidades explícitas e implícitas, quando o software for utilizado sob as condições especificadas;

(b) Confiabilidade: capacidade do produto de software de manter um nível de desempenho especificado, quando usado em condições especificadas.

(c) Usabilidade: capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas.

(d) Eficiência: capacidade do produto de software de apresentar desempenho apropriado, relativo à quantidade de recursos usados, sob condições especificadas.

(e) Manutenibilidade: capacidade do produto de software ser modificado. Modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente e nos requisitos e especificações funcionais.

(f) Portabilidade: evidencia que é possível utilizar o produto em diversas plataformas, com pequeno esforço de adaptação.

O software desenvolvido foi inicialmente escrito em linguagem “R”, criada originalmente por IHAKA e GENTLEMAN (1996) e desenvolvida colaborativamente em todo o mundo. A escolha da linguagem “R” para ao desenvolvimento deste software se deveu pelos seguintes fatores:

(a) É de fácil uso e bastante popular;

(b) É uma linguagem aberta apropriada para o ambiente desejado, que exige integração de cálculos e gráficos;

(c) A sua compatibilidade. O código fonte do R está disponível sob a licença e as versões binárias pré-compiladas são fornecidas para Windows, Macintosh, e demais sistemas operacionais Unix/Linux;

(d) A disponibilidade de seus recursos. É uma linguagem bastante expansível com o uso dos pacotes, que são bibliotecas para funções específicas ou áreas de estudo específicas; e

(e) Um conjunto de pacotes é incluído com a instalação de R, com muito outros disponíveis na rede de distribuição do R (ou CRAN).

Com o desenvolvimento dos trabalhos, o software precisou ser modernizado, aproveitando-se os códigos-fonte, e desenvolvido para funcionar em plataforma “*Web*”, estando acessível a partir de qualquer dispositivo que possua um browser e acesso a internet.

A ideia por traz desta migração é facilitar a aplicação da pesquisa, pois possibilita a utilização de qualquer dispositivo móvel com acesso a internet como a coleta de dados, seja por um laptop, celular ou tablet, independente do sistema operacional utilizado, além de ser algo que um programa compilado para funcionar em uma plataforma específica não permitiria. As ferramentas empregadas para esse funcionamento são: (a) PHP, linguagem de script *server-side*, responsável pela comunicação com o banco de dados e geração de gráficos baseados nos dados coletados; (b) sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL, capaz de lidar com grandes volumes de informações e conexões simultâneas, onde toda a informação de campo será registrada; e (c) o HTML 5, padrão web mais recente, que permite uma série de interações com o usuário do sistema. Todas as tecnologias expostas tem em comum o fato de utilizarem licença *open source*, o que permite sua utilização livremente sem ônus ao desenvolvedor.

Em função da aplicação do software fora do ambiente de língua portuguesa, optou-se por escrever as suas telas, entidades e relatórios em língua inglesa.

4.1 – Concepção

O trabalho de concepção do software teve como base reuniões periódicas para arreglar as ideias referentes ao projeto, seus objetivos, os métodos, as restrições, os resultados esperados, o cronograma das atividades, ferramentas, recursos a serem utilizados e complementos de conteúdo e interface.

A metodologia utilizada para a concepção do software foi bastante baseada nos conceitos apresentados por MULLER *et al.* (1997), com questionários e entrevistas, compreendendo as seguintes atividades:

(a) Análise;

- (b) Concepção;
- (c) Projeto; e
- (d) Implementação; e
- (e) Avaliação do protótipo e verificação.

O software está dividido em duas interfaces. A interface do administrador permite que ele compile as informações do questionário de forma a obter o índice desejado. O índice de performance de aeroportos é calculado conforme as regras estabelecidas no item 3.3. E a interface do respondente captura suas opiniões de acordo com questionário proposto. O sistema relata as informações gerenciais por ele compiladas, podendo realizar novas análises em cima da base de dados constituída, através da própria base de dados e um formulário de imput de dados.

4.2 – Produto

A primeira tela do software, reproduzida pela Figura 17 abaixo, apresenta as opções do questionário – que endereçará o submenu para as respostas obtidas pelos stakeholders respondentes, com relação ao seu perfil, suas avaliações de percepção e modificadores.

The screenshot shows a web browser window with the URL www.klam.com.br/clientes/perception/. The interface is divided into three main sections:

- Stakeholder:** A grid of radio buttons for selecting a stakeholder group. The groups are: Air Carriers, Airport Suppliers, Employees, Service Providers, Airport Access Providers, Business Organizations, General Aviation, Others, Airport Administration, Concessionaries, Interest Groups, Airport Investors, Control Authorities, and Passengers. A "Continue" button is at the bottom right.
- Gender:** Radio buttons for "Male" and "Female".
- Age:** Radio buttons for age ranges: "18-24", "25-34", "35-44", "45-54", and "55>". A "Back" button is on the left and a "Continue" button is on the right.
- PERCEPTION:** A table for evaluating attributes. The table has columns for Evaluation (Very Poor, Poor, Fair, Good, Very Good) and Importance (Not Important, Somewhat Important, Important, Very Important, Extremely Important), plus a "NA" column. The attributes listed are: Air Transportation Capacity, Airport Terminal Access, Airport Terminal Capacity and Facilities, and Airport Terminal Movement. Each cell contains a radio button.



Figura 17: Software – Menu Principal

Este módulo permite a possibilidade de análise de dados, por escolha da matriz tipo de stakeholder versus atributo. E isso é muito importante, pois atende ao princípio da flexibilidade do modelo.

Terminado o primeiro módulo de introdução de dados (ou *data-base building*), chega-se ao segundo módulo, RESULTS, que vai permitir ao analista/tomador de decisão (TD) construir os relatórios da maneira que ele desejar, consoante às regras de cálculo descritas no capítulo 3, com todas as variáveis explicitadas no módulo anterior.

Os Quadros 49 a 51 abaixo, contendo dados fictícios, exemplificam algumas das saídas permitidas.

Quadro 49: Database Profile

DATABASE PROFILE		
Stakeholder Respondent	No. Respondents	Percentage (%)
Air Carriers	12	12.40%
Airport Access Providers	4	2.50%
Airport Administration	6	2.50%
Airport Suppliers	1	2.50%
Business Organizations	2	5.00%
Concessionaries	8	7.40%
Employees	16	2.50%

General Aviation	1	2.50%
Government	2	3.30%
Investors	4	1.70%
Interest Groups	1	2.50%
Passengers	36	39.70%
Service Providers	6	13.20%
Others	1	2.50%
Overall	100	100,00%

Quadro 50: Attributes Perception

ATTRIBUTES PERCEPTION	
Attributes	Results
Air Transportation Capacity	13.17
Airport Terminal Access	14.42
Airport Terminal Capacity and Facilities	17.67
Airport Terminal Movement	13.23
Baggage Processing	17.13
Check-In Processing	13.17
Passenger	14.42
Punctuality and Regularity for Airlines and Airport Services Provided	17.67
Revenue Generation	13.23
Service Providers	17.13
Overall	151.24

Quadro 51: Elements Perception

ELEMENTS PERCEPTION	
Elements	Results
Airport Administration	15.14
Air Carriers	18.12
Concessionaires	16.27
Control Authorities	15.67
Service providers	12.11
Overall	77.31

Terminado o segundo módulo (RESULTS), o software possui um terceiro módulo, GRAPHICS, que corresponde a um espelho do módulo anterior, pois se trata de transformar em gráficos o que foi obtido por números, podendo ser em fatias ou barras.

As Figuras 18 a 21 exemplificam algumas das saídas permitidas.

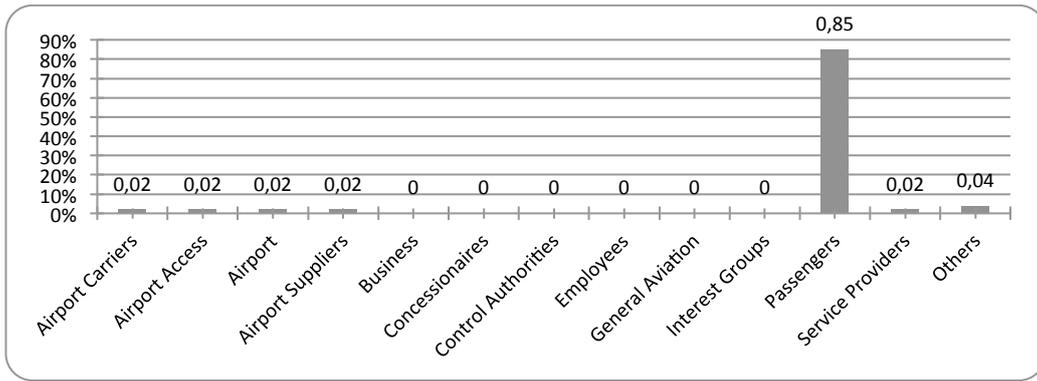


Figura 18: Gráfico - Porcentagem de respostas por tipo de stakeholder respondente

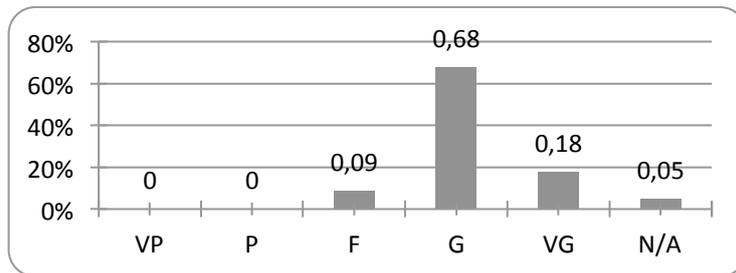


Figura 19: Gráfico - Porcentagem de respostas para atributo

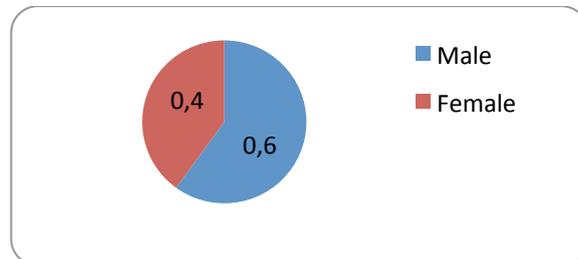


Figura 20: Gráfico - Perfil Geral do Respondente – Sexo

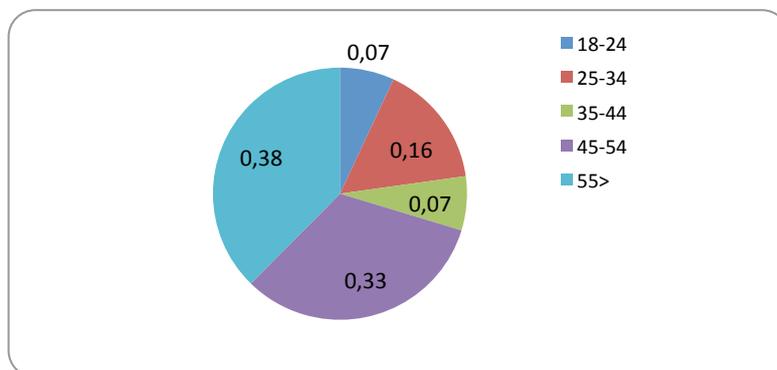


Figura 21: Gráfico - Perfil Geral do Respondente – Faixa Etária

O modelo prevê um quarto módulo, PERCEPTION INDEX, que trata do Índice de Percepção de Aeroporto (IPA), permitindo a avaliação de várias alternativas ($m_1 \dots m_n$), para depois hierarquizá-las. Essa hierarquização poderá ser estratificada por atributo/ ofertante de serviço aeroportuário.

O tratamento dos resultados e gráficos é semelhante ao adotado para o tratamento de uma alternativa, diferenciando-se por agregar as várias alternativas consideradas.

Os Quadros 52 a 55 abaixo e as Figuras 22 e 23, contendo dados fictícios, exemplificam algumas das saídas permitidas.

Quadro 52: Perfil de Dados Coletados

Stakeholder Respondent	No. Respondents				No. (%)
	Airports/ Total				
	M1	M2	M3	TOTAL	
Air Carriers	12	12	12	36	12.40%
Airport Access Providers	4	4	4	12	2.50%
Airport Administration	6	6	6	18	2.50%
Airport Suppliers	1	1	1	3	2.50%
Business Organizations	2	2	2	6	5.00%
Concessionaries	8	8	8	24	7.40%
Employees	16	16	16	48	2.50%
General Aviation	1	1	1	3	2.50%
Government	2	2	2	6	3.30%
Investors	4	4	4	12	1.70%
Interest Groups	1	1	1	3	2.50%
Passengers	36	36	36	108	39.70%
Service Providers	6	6	6	18	13.20%
Others	1	1	1	3	2.50%
Overall	100	100	100	300	100,00%

Quadro 53: Database Profile

Stakeholder Respondent	No. Respondents				No. (%)
	Alternatives/ Total				
	M1	M2	M3	TOTAL	
Air Carriers	12	12	12	36	12.40%
Airport Access Providers	4	4	4	12	2.50%
Airport Administration	6	6	6	18	2.50%
Airport Suppliers	1	1	1	3	2.50%
Business Organizations	2	2	2	6	5.00%
Concessionaries	8	8	8	24	7.40%
Employees	16	16	16	48	2.50%
General Aviation	1	1	1	3	2.50%

Stakeholder Respondent	No. Respondents Alternatives/ Total				(%)
	M1	M2	M3	TOTAL	
Government	2	2	2	6	3.30%
Investors	4	4	4	12	1.70%
Interest Groups	1	1	1	3	2.50%
Passengers	36	36	36	108	39.70%
Service Providers	6	6	6	18	13.20%
Others	1	1	1	3	2.50%
Overall	100	100	100	300	100,00%

Quadro 54: Attributes Perception

Airport Perception Index				
Attributes	Airports			VT
	M1	M2	M3	
Air Transportation Capacity	13.17	12.16	15.16	
Airport Terminal Access	14.42	17.4	18.16	
Airport Terminal Capacity and Facilities	17.67	15.19	19.18	
Airport Terminal Movement	13.23	13.42	18.89	
Baggage Processing	17.13	15.98	13.15	
Check-In Processing	13.17	12.16	15.16	
Passenger	14.42	17.4	18.16	
Punctuality and Regularity for Airlines and Airport Services Provider	17.67	15.19	19.18	
Revenue Generation	13.23	13.42	18.89	
Service Providers	17.13	15.98	13.15	
Overall	151.24	148.3	169.08	
VN				468.62
VNF	0.89	0.87	1.00	
Rank	2	3	1	

Quadro 55: Elements Perception

Airport Perception Index				
Elements	Alternatives			VT
	M1	M2	M3	
Airport Administration	15.14	13.19	19.45	
Air Carriers	18.12	19.21	18.80	
Concessionaires	16.27	14.56	15.56	
Control Authorities	15.67	14.13	13.56	
Service providers	12.11	13.23	13.45	
Overall	77.31	74.32	80.82	232.45
VN	0.333	0.320	0.348	
VNF	0.95	0.91	1.00	
Rank	2	3	1	

Quadro 56: Airport Perception Index

Airport Perception Index				
Attributes/ Elements	Alternatives			VT
	M1	M2	M3	
VCT_A	151.24	148.3	169.08	
VCT_O	77.31	74.32	80.82	
Overall	228.55	222.62	249.9	701.07
VN	0.33	0.32	0.36	
VNF	0.91	0.88	1.00	
Rank	2	3	1	

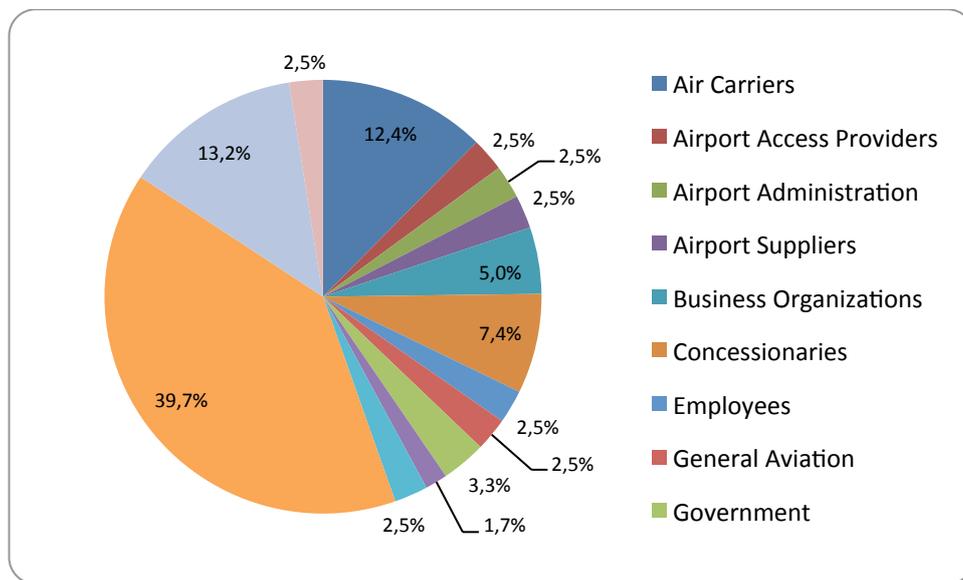


Figura 22: Gráfico – Hierarquização – Stakeholders Respondentes

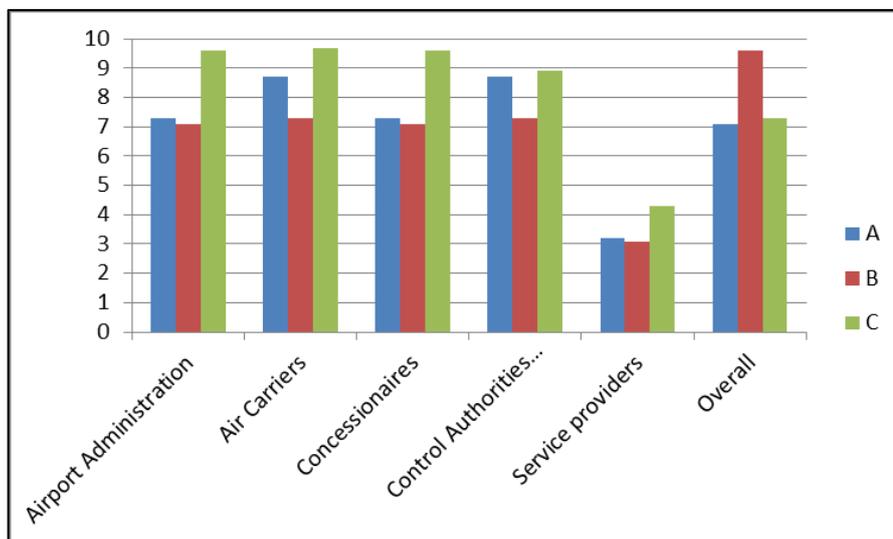


Figura 23: Gráfico – Hierarquização – Ofertantes de Serviços

5. APLICAÇÃO EMPÍRICA E VALIDAÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS

*"Essentially, all models are wrong, but some are useful."
George E. P. Box*

A pesquisa é um dos bons métodos utilizados para trabalhar uma amostra representativa de um universo de trabalho, para apreciação de variáveis que necessitem abordagens experimentais. Dessa forma, visualizou-se a necessidade de aplicar empiricamente o modelo proposto, por meio de pesquisa de campo e aeroportos selecionados, para testar, corrigir e validar os procedimentos previstos.

Para obter informação de entrevistados, a pesquisa utilizou questionários, entendidos como uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas pelo respondente, em entrevistas estruturadas para coleta de dados. Com esse artifício, consegue-se a generalização a partir da amostra da população.

Embora possua como limitação uma possível baixa taxa de resposta (para inquéritos por questionário), essa estratégia oferece a oportunidade de explorar um vasto leque de questões, tais como os previstos na presente pesquisa.

Para a aplicação empírica dos modelos (inicial e proposto) foram distribuídos 100 questionários por aeroporto pesquisado, de forma aleatória, procurando-se obter representatividade de cada um dos stakeholders estabelecidos.

Quatro foram os aeroportos onde a coleta de dados foi realizada. Rio de Janeiro, Brasília e São Paulo (em 2012) e Manchester (em 2015).

Para a pesquisa realizada no aeroporto de Manchester, por estar vinculada à Loughborough University, foi necessário obter autorização específica do “Ethics Approvals (Human Participants) Sub-Committee” daquela universidade, com base no documento “Research Proposal for Studies Involving Human Participants”, apensado no Apêndice I.

A coleta de dados e consequente aplicação do modelo tiveram por propósito apenas verificar a aplicabilidade do modelo, para testá-lo e corrigir as possíveis deficiências, e concluir pela pertinente validação. Não sendo o propósito *ad hoc* mensurar o aeroporto em si, por diferentes motivos, a começar pelo acordo de não divulgação mencionado em 1.8, fazendo com que os resultados descritos não definem a qual aeroporto pertence, sendo chamados aleatoriamente de A, B, C e D.

Ainda, como a coleta de dados foi realizada em dois momentos distintos (2012 e 2015), isso, por si só, não emprestaria equidade às avaliações comparativas, quando aplicado o Índice de Percepção de Aeroportos.

Além disso, é importante ressaltar que o questionário inicial aplicado para os aeroportos do Rio de Janeiro, Brasília e São Paulo sofreu consideráveis aperfeiçoamentos no decorrer do processo, como era de se esperar. Uma das lições aprendidas no processo foi saber que a clareza do questionário é fundamental para obter uma boa qualidade das respostas e, por conseguinte, da aferição do modelo aplicado. Sequencialmente, em Manchester, também houve aperfeiçoamento do questionário.

De tal modo, para efeito comparativo dos resultados disseminados neste capítulo, foi realizada uma adaptação das perguntas oferecidas inicialmente, em 2012, e no final do processo em 2015, ensejando mais um motivo pelo qual as avaliações não devem ser admitidas para efeito de avaliação dos aeroportos, mas sim para a validação do modelo.

Cabe ainda a menção que, desde a primeira rodada de respostas até a última, houve distorções de entendimento por parte dos respondentes, que tiveram que ser corrigidos, o que também invalidaria o equilíbrio e isonomia desejada para a pesquisa por diferentes aeroportos.

Naturalmente, um modelo que se propõe a estabelecer avaliações de performance comparativas suscita curiosidades do tipo “quais são os melhores aeroportos do mundo (ou do país)?”. E o modelo proposto permite responder essa pergunta, com base nos critérios metodológicos aqui expostos. Porém, para que isso aconteça, é necessária a participação de um grande número de aeroportos predispostos a

participar da pesquisa, a ser realizada dentro de um espaço temporal, de preferência a ser realizada por uma organização com essa expertise.

5.1 – Características dos Aeroportos Pesquisados

O Quadro resumo 57 abaixo se destina a visualizar o posicionamento dos aeroportos pesquisados, em relação aos aeroportos mais movimentados no mundo, no ano de 2014, em termos de volume de passageiros. Os números são os seguintes (ACI, 2015):

Quadro 57: Volume de Passageiros em Aeroportos (2014)

RK	CODE	Aeroporto	Passageiros (x1000) 2014
1	ATL	ATLANTA GA, US (ATL)	96.179
2	PEK	BEIJING, CN (PEK)	86.128
3	LHR	LONDON, GB (LHR)	73.408
4	HND	TOKYO, JP (HND)	72.827
5	LAX	LOS ANGELES CA, US (LAX)	70.663
6	DXB	DUBAI, AE (DXB)	70.476
7	ORD	CHICAGO IL, US (ORD)	69.999
7	CDG	PARIS, FR (CDG)	63.814
8	DFW	DALLAS/FORT WORTH TX, US	63.554
10	HKG	HONG KONG, HK (HKG)	63.122
30	GRU	SÃO PAULO, BR (GRU)	39.766
76	MAN	MANCHESTER, GB (MAN)	22.056
99	BSB	BRASILIA, BR (BSB)	18.145
104	GIG	RIO DE JANEIRO, BR (GIG)	17.359

Fonte: ACI – Airports Council International

5.1.1 – Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro

O Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro é o segundo maior aeroporto internacional do Brasil. Com uma área de 17,88 quilômetros quadrados, possui dois terminais de passageiros, com capacidade para sete milhões e oito milhões de passageiros, respectivamente, totalizando 171 balcões de check-in e 24 horas por dia em operação. Dispõe de 62 posições de estacionamento para aeronaves, sendo 38 com pontes de embarque e as demais remotas. O aeroporto ainda é servido pelo Terminal de Logística de Carga. O Aeroporto do Rio de Janeiro possui a segunda maior pista de aterrissagem do Brasil (4.200 m) – a maior é Gavião Peixoto (Embraer) com 4.967m. O

plano diretor do aeroporto prevê a construção de mais dois terminais de passageiros (TPS3 e TPS4) além de uma nova pista, paralela à atual. Em 02/04/2014 deu-se o início da transição da operação do AIRJ da Infraero para o consórcio RIOgaleão (formado pelas empresas Odebrecht TransPort, Infraero e Changi Airports International), em regime de concessão por 25 anos, tendo assumido em definitivo em 08/2014. O volume de passageiros transportados nos últimos cinco anos resume-se no Quadro 58 abaixo e o número de aeronaves movimentadas em 2014 foi 140.471 (RIOgaleão, 2015).

Quadro 58: Movimento de Passageiros - Aeroporto do Rio de Janeiro

Passageiros				
2010	2011	2012	2013	2014
12.229.513	14.926.615	17.491.744	17.115.368	17.261.873*

(*) número ligeiramente discrepante em relação ao divulgado pela ACI.

5.1.2 – Aeroporto Internacional de São Paulo

O Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos é o maior aeroporto do Brasil. Com uma área de 14 quilômetros quadrados, o complexo aeroportuário conta com quatro terminais, totalizando 260 pontos de check-in. O complexo aeroportuário foi concedido à iniciativa privada em 6/2/2012 para o consórcio compreendido pelas empresas Invepar e Airports Company South Africa, por um período de 20 anos. O volume de passageiros transportados, carga e de aeronaves movimentadas nos últimos cinco anos resume-se nos Quadros 59 a 61 abaixo (GRUAirport, 2015).

Quadro 59: Movimento de Passageiros - Aeroporto de São Paulo

Passageiros				
2010	2011	2012	2013	2014
26.849.185	29.964.108	32.177.594	36.460.923	39.573.000*

(*) número ligeiramente discrepante em relação ao divulgado pela ACI.

Quadro 60: Movimento de Aeronaves – Aeroporto de São Paulo

Aeronaves				
2010	2011	2012	2013	2014
217.224	240.638	247.163	286.060	304.586

Quadro 61: Movimento de Carga – Aeroporto de São Paulo

Carga (t)				
2010	2011	2012	2013	2014
384.587	465.255	448.274	343.784	339.828

5.1.3 – Aeroporto Internacional de Brasília

O Aeroporto Internacional de Brasília é o segundo maior aeroporto do país em número de movimentação de passageiros. O aeroporto possui dois terminais de passageiros, duas pistas para pousos e decolagens e 29 pontes de embarque. Por estar localizado no centro do país, o aeroporto serve de conexão para as principais cidades e capitais do Brasil. Desde 2012, quando foi concedido à iniciativa privada, por 25 anos, o consórcio Inframérica, composto pelas empresas Infravix, controlada pelo Grupo Engevix, e Corporación América, é responsável por administrar o aeroporto de Brasília. O volume de passageiros transportados nos últimos cinco anos resume-se no Quadro 62 abaixo (Aeroporto de Brasília, 2015).

Quadro 62: Movimento de Passageiros - Aeroporto de Brasília

Passageiros				
2010	2011	2012	2013	2014
14.347.061	15.398.737	15.891.530	16.489.987	18.146.405*

(*) número ligeiramente discrepante em relação ao divulgado pela ACI.

5.1.4 – Aeroporto Internacional de Manchester

O aeroporto de Manchester é o terceiro aeroporto mais movimentado do Reino Unido em termos de número de passageiros e o vigésimo segundo aeroporto mais movimentado na Europa, oferecendo voos para aproximadamente 225 destinos. Possui três terminais de passageiros e um terminal de carga, com capacidade para operar 61 movimentos de aeronaves por hora. O aeroporto é administrado pelo MAG Group (que também opera os aeroportos de Stansted e East Midlands). O volume de passageiros transportados, carga e de aeronaves movimentadas nos últimos cinco anos resume-se nos Quadros 63 a 65 abaixo (Manchester Airport, 2015 e Civil Aviation Authority, 2015).

Quadro 63: Movimento de Passageiros - Aeroporto de Manchester

Passageiros				
2010	2011	2012	2013	2014
17.759.015	18.892.756	19.736.502	20.751.581	21.989.682*

(*) número ligeiramente discrepante em relação ao divulgado pela ACI.

Quadro 64: Movimento de Aeronaves - Aeroporto de Brasília

Aeronaves				
2010	2011	2012	2013	2014
147.032	158.025	160.473	161.306	162.919

Quadro 65: Movimento de Carga - Aeroporto de Manchester

Carga (t)				
2010	2011	2012	2013	2014
115.922	107.415	96.822	96.373	93.466

5.2 – Questões de Pesquisa

Numerosos estudos de vários tipos têm sido realizados nos aeroportos de todo o mundo para coleta de dados, muitas vezes associados com pesquisas com passageiros. Cada pesquisa utiliza um determinado método para satisfazer seus propósitos, dependendo de fatores como: objetivos, conteúdo, pessoal necessário, períodos, técnicas disponíveis, público alvo e dimensão da amostra.

A pesquisa realizada utilizou o método direto – onde os dados são obtidos diretamente nos aeroportos –, por meio de um questionário e entrevista estruturada, *i.e.*, com base em uma relação padronizada e fixa de perguntas, cuja ordem e redação permanecem invariáveis para todos os entrevistados.

Como apontam MCQUEEN e KNUSSSEN (2002), um inquérito por questionário é uma das maneiras mais eficientes de envolver um grande número de pessoas no processo, a fim de alcançar melhores resultados, sendo um instrumento de medição de fácil manuseio e correção.

A precisão e o sucesso do questionário dependem em grande parte da fase inicial de levantamento de dados, o que foi feito, tendo sido concluído ao final do último inquérito-piloto, com as seguintes características:

- (a) Perguntas claras e facilmente compreendidas pelos respondentes;
- (b) Questionário fácil de ser gerenciado pelo entrevistador; e
- (c) O fluxo, o tamanho e a estrutura elaborados de forma a motivar os entrevistados a preencher o questionário.

Em um projeto deste porte, também é importante se ter acesso a dados do “mundo real”, porque um dos seus principais objetivos é subsidiar a estratégia conduzida por executivos, analistas e tomadores de decisão em aeroportos.

Ressalta-se que a não divulgação acordos quando podem restringir a publicação aberta dos dados obtidos.

Cabe ainda lembrar algumas das dificuldades associadas com pesquisas em aeroportos, muitas delas inerente ao levantamento de dados em si mesmo. As causas desses problemas e dificuldades podem ser classificadas em quatro tipos, conforme aponta PARK (1994):

(a) Natureza complexa da organização - uma vez que um aeroporto é um sistema complexo, com muitos e diferentes organismos, tais como: autoridade aeroportuária, companhias aéreas, agências governamentais e etc. Devido ao grande número de agências e organizações envolvidas na operação do aeroporto, é necessário estabelecer um mecanismo organizado, a fim de estabelecer um sistema de informação eficaz. Deve-se ter em mente que para realizar a pesquisa aeroporto, a aprovação ou autorização da autoridade aeroportuária é mandatória e, no caso de limitação da pesquisa somente a determinadas partes do aeroporto, pode limita-la.

(b) Segurança da organização – uma vez que um aeroporto, como ponto de origem e destino das viagens aéreas, deve fornecer um alto padrão de segurança para os passageiros, incluindo, geralmente, triagem de segurança, controle de passaporte, imigração e das alfândegas.

(c) Atitudes dos participantes – uma dificuldade básica com pesquisas é que os participantes muitas vezes não têm atitudes proativas sobre os temas abordados, e as respostas dadas para algumas questões encaradas pelo entrevistador como importante podem não ser muito significativas. Um cuidado especial deve ser tomado quanto à qualidade das perguntas do questionário, pois quando os respondentes encontram questões complicadas hesitam em respondê-las; e

(d) Deficiente execução da pesquisa – por motivos relacionados às condições para a realização da pesquisa, quer por expertise, quer por restrições de disponibilidade financeira e etc. Essas dificuldades também podem levar à má execução da pesquisa.

Um esforço considerável foi dedicado nesta parte para esse trabalho. Nos casos dos aeroportos do Rio de Janeiro, Brasília e São Paulo, somente foi aplicada pesquisa de campo, face a face. Em Manchester, houve aplicação de pesquisa de campo face a face e eletrônica, por meio de e-mails, com o auxílio do provedor de serviços QuestionPro. O questionário aplicado encontra-se em Apêndice II.

Para a montagem do questionário, MAY (2011) sugere um interessante roteiro de apoio, no qual os seguintes aspectos devem ser refletidos, e adotados no procedimento da aplicação empírica:

- (a) Qual é o objetivo da pesquisa;
- (b) Que informações são necessárias para cumprir esses objetivos;
- (c) Estudar com detalhamento o tema e o trabalho de campo;
- (d) Que tipo de questionário será usado;
- (e) Considerar perguntas mais adequadas, o que dependerá dos objetivos da pesquisa, o público alvo, o tempo e os recursos à disposição;
- (f) Considerar que questões pré-codificadas são mais fáceis de analisar;
- (g) Pilotar o questionário e obter os pareceres, uma vez que ganhos com comentários críticos são muito importantes;
- (h) Certificar-se que o questionário está bem redigido; e
- (i) Aplicar o questionário observando a dinâmica das entrevistas e comentários dos entrevistadores

O formato de resposta é também um aspecto importante. Conforme DE VAUS (2014), normalmente, utilizam-se questões fechadas ou de escolha forçada, para dar um número limitado de possíveis respostas de forma objetiva. As vantagens de perguntas fechadas:

- (a) são úteis, uma vez que são de rápida resposta;
- (b) não discriminam respondentes; e
- (c) são mais fáceis para analisar em relação às questões abertas.

Dentro de cada questão elaborada, as escalas são o outro aspecto importante a definir, pois constituem o conjunto de instruções que o pesquisador projeta para o respondente. A escala LIKERT (1932) – que se constrói em função de uma série de itens que refletem uma atitude positiva ou negativa a respeito de um estímulo ou referente – é uma das abordagens amplamente utilizadas para fornecer respostas para perguntas fechadas. Trata-se de um formato universal e ao contrário das perguntas sim/não, permite medir as atitudes e conhecer o grau de conformidade do respondente com qualquer afirmação proposta. Esta abordagem geral envolve os respondentes com as perguntas, que têm várias categorias de resposta, pedindo-lhes para indicar pontos fortes de concordância ou discordância. O formato pode ser explicado verbalmente ou diagrama. As categorias de resposta são atribuídas pontuações e a atitude entrevistado é medido pela sua pontuação total. No levantamento da percepção em aeroportos, os respondentes são convidados a indicar o seu julgamento e avaliação do atributo selecionado entre várias categorias de resposta como “Insuficiente, Regular, Bom, Muito Bom, Excelente” e “Não Importante, Pouco Importante, Importante, Muito Importante, Extremamente Importante”. Uma escala do tipo Likert, portanto, foi considerada a mais apropriada para a medição da atitude dos stakeholders respondentes.

Ainda, ao decidir quais perguntas fazer, é necessário também levar em consideração as dificuldades na realização da pesquisa. Conforme MOSER e KALTON (1989), uma boa pergunta possui duas qualidades importantes: confiabilidade e validade. A questão é confiável se ele evoca respostas consistentes, isto é, se uma pessoa iria responder à pergunta da mesma forma em entrevistas subsequentes. A validade de uma questão é determinada pelo fato da questão realmente medir o conceito de interesse.

O questionário foi dividido em duas partes maiores para facilitar a análise e relatórios: o perfil do stakeholder respondente; e as percepções do stakeholder respondente.

O perfil do stakeholder respondente divide-se em três grupos:

(a) Tipo de stakeholder respondente (T), dado categórico nominal – refere-se à pergunta 1 do questionário (*c.f.* Quadro 16);

(b) Importância do stakeholder respondente (I), dado categórico ordinal – refere-se às perguntas 6, 7, 8 (que categoriza a importância do respondente);

(b.1) Há quanto tempo o respondente utiliza o aeroporto (*c.f.* Quadro 17);

(b.2) Com que frequência o respondente utiliza o aeroporto (*c.f.* Quadro 18);

(b.3) Com que frequência o respondente utiliza outros aeroportos (*c.f.* Quadro 19);

(c) Perfil geral do stakeholder respondente (G) – refere-se às perguntas 9 e 10, (que categoriza o perfil demográfico, socioeconômico, geográfico, etc.);

(c.1) Sexo, dado categórico nominal (*c.f.* Quadro 20);

(c.2) Faixa Etária, dado categórico ordinal (*c.f.* Quadro 21);

As percepções dos stakeholders respondentes correspondem às perguntas 3, 4, 5 e 6 (dado categórico ordinal) e correspondem aos atributos e ofertantes de serviços selecionados e respectivos modificadores (graus de relevância), mostrado pelos Quadros 66 e 67 abaixo.

Quadro 66: Percepção - Atributos

PERCEPÇÃO											
ATRIBUTOS	Avaliação					Importância					NA
	I	R	B	MB	E	NI	PI	I	MI	EI	
Capacidade de Transporte Aéreo	<input type="radio"/>										
Acesso Terminal Aeroportuário	<input type="radio"/>										
Capacidade Terminal Aeroportuário e Facilidades	<input type="radio"/>										
Movimento do Terminal Aeroportuário	<input type="radio"/>										
Processamento de Bagagem	<input type="radio"/>										
Processamento de <i>Check-In</i>	<input type="radio"/>										
Conexões de Passageiros	<input type="radio"/>										
Pontualidade e Regularidade Cias. Aéreas e	<input type="radio"/>										

Provedores											
Geração de Receitas	<input type="radio"/>										
Capacidade dos Provedores de Serviço	<input type="radio"/>										

Quadro 67: Percepção – Ofertantes de Serviços

PERCEPÇÃO											
OFERTANTES DE SERVIÇOS	Avaliação					Importância					NA
	I	R	B	MB	E	NI	PI	I	MI	EI	
Operador Aeroportuário	<input type="radio"/>										
Companhias Aéreas	<input type="radio"/>										
Concessionários	<input type="radio"/>										
Autoridades de Controle	<input type="radio"/>										
Provedores de Serviço	<input type="radio"/>										

Como pode ser observado, a pesquisa utilizou quinze indicadores objetivos, dez associados a atributos selecionados e cinco relacionados à oferta de serviços aeroportuários.

Os cálculos foram produzidos, consoante à descrição do modelo no capítulo 3 desta tese.

5.3 – Dados Coletados em Aeroportos

A etapa de preparação foi realizada sem grandes problemas em todos os aeroportos, cumprida as exigências aplicadas a cada aeroporto sobre como seria sua condução, particularmente no quesito segurança orgânica. A avaliação ficou circunscrita a um período médio de uma semana parta cada coleta.

O quadro geral abaixo explicita o perfil dos stakeholders participantes da pesquisa de coleta de dados e o número de respostas consideradas, conforme demonstram os Quadros 68 e 69 abaixo.

É importante notar que, para haver equidade de tratamento entre os aeroportos, para a pesquisa comparada (Índice de Percepção de Aeroportos), o número de respostas

consideradas foi reduzido, de forma aleatória, a fim de manter a cardinalidade exigida pelo modelo.

Quadro 68: Perfil dos Dados Coletados - Aeroportos Individuais

Stakeholder	No. Respondentes Aeroportos/ Total					Porcentagem (%)
	M1	M2	M3	M4	TOTAL	
Cias. Aéreas	13	10	9	9	41	10,25%
Provedores de Acesso	5	4	6	5	20	5,00%
Administrador Aeroportuário	8	5	4	5	22	5,50%
Fornecedores	1	1	1	1	4	1,00%
Empresários	0	0	0	1	1	0,25%
Concessionários	12	8	8	9	37	9,25%
Funcionários	15	14	12	13	54	13,50%
Aviação Geral	1	0	1	0	2	0,50%
Autoridades de Controle	3	2	2	2	9	2,25%
Investidores	1	0	1	2	4	1,00%
Grupos de Interesse	0	0	0	0	0	0,00%
Passageiros	36	51	53	50	190	47,50%
Provedores de Serviços	4	5	3	3	15	3,75%
Outros	1	0	0	0	1	0,25%
Totais	100	100	100	100	400	100,00%

Quadro 69: Perfil dos Dados Coletados - Aeroportos Agrupados – IPA

Stakeholder	No. Respondentes Aeroportos/ Total					Porcentagem (%)
	M1	M2	M3	M4	TOTAL	
Cias. Aéreas	9	9	9	9	36	11.54%
Provedores de Acesso	4	4	4	4	16	5.13%
Administrador Aeroportuário	4	4	4	4	16	5.13%
Fornecedores	1	1	1	1	4	1.28%
Empresários	0	0	0	0	0	0.00%
Concessionários	8	8	8	8	32	10.26%
Funcionários	11	11	11	11	44	14.10%
Aviação Geral	0	0	0	0	0	0.00%
Autoridades de Controle	2	2	2	2	8	2.56%
Investidores	0	0	0	0	0	0.00%
Grupos de Interesse	0	0	0	0	0	0.00%
Passageiros	36	36	36	36	144	46.15%
Provedores de Serviços	3	3	3	3	12	3.85%
Outros	0	0	0	0	0	0.00%
Totais	78	78	78	78	312	100,00%

Mais uma vez, ressalta-se que essa aplicação teve o intuito de apenas validar o modelo. O tamanho da amostra agrupada é muito pequeno para emprestar significância aos resultados, conforme esclarecido no item 3.3.3.8. Como mero exercício de apuração

ad hoc para o tamanho da amostra obtido, o nível de confiança e o erro amostral seriam os demonstrados pelo Quadro 70 abaixo.

Quadro 70: Tamanho da Amostra

Aeroporto	PAX/ Semana	Tamanho da Amostra	Nível de Confiança	Erro Amostral
SÃO PAULO, BR (GRU)	764.731	14.706	95%	11%
MANCHESTER, GB (MAN)	424.154	8.157	95%	11%
BRASILIA, BR (BSB)	348.942	6.710	95%	11%
RIO DE JANEIRO, BR (GIG)	333.827	6.420	95%	11%

5.4–Resultados Obtidos

Como já mencionado, os dados coletados permitem a utilização dos dois modelos apresentados nesta pesquisa, o inicial e o proposto.

5.4.1 – Resultados Obtidos com o Modelo Inicial

Uma vez coletados os dados constroem-se as matrizes, conforme o método descrito e categorizado no item 3.2.2. Os atributos e os ofertantes de serviços considerados constam dos Quadros 71 e 72 abaixo.

Quadro 71: Atributos

ATRIBUTOS	
A1	Capacidade de Transporte Aéreo
A2	Acesso Terminal Aeroportuário
A3	Capacidade Terminal Aeroportuário e Facilidades
A4	Movimento do Terminal Aeroportuário
A5	Processamento de Bagagem
A6	Processamento de <i>Check-In</i>
A7	Conexões de Passageiros
A8	Pontualidade e Regularidade Cias. Aéreas
A9	Geração de Receitas
A10	Capacidade dos Provedores de Serviço

Quadro 72: Ofertantes de Serviços

OFERTANTES DE SERVIÇOS	
O1	Administrador Aeroportuário
O2	Autoridades de Controle
O3	Cias. Aéreas
O4	Concessionários

Inicialmente foi obtida a Matriz A, de acordo como Quadro 73 pelo qual os atributos são percebidos pela sua importância, onde h = ofertantes de serviços e n = atributos.

Quadro 73: Matriz A – Matriz de Demanda ($h \times n$)

OFERTANTES DE SERVIÇOS		ATRIBUTOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O1	Administrador Aeroportuário	B	A	B	A	C	B	A	B	A	B
O2	Autoridades de Controle	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B
O3	Cias. Aéreas	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A
O4	Concessionários	C	B	B	A	C	B	B	C	A	B
O5	Provedores de Serviços	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

A = Extremamente importante (EI); B = Muito Importante (MI); C = Importante (I); D = Pouco Importante (PI); e E = Não Importante (NI)

A fase seguinte consistiu em determinar a Matriz B, de acordo como Quadro 74, que se refere à avaliação da oferta dos serviços aeroportuários, consoante aos atributos selecionados, para cada alternativa " m " (aeroporto avaliado), onde n = atributos e m = alternativas (aeroportos a serem considerados).

Quadro 74: Matriz B – Matriz de Oferta ($n \times m$)

ATRIBUTOS		AEROPORTOS			
		M1	M2	M3	M4
A1	Capacidade de Transporte Aéreo	C	B	B	B
A2	Acesso Terminal Aeroportuário	D	C	A	A
A3	Capacidade Terminal Aeroportuário e Facilidades	C	B	B	B
A4	Movimento do Terminal Aeroportuário	C	C	C	A
A5	Processamento de Bagagem	C	C	C	A
A6	Processamento de <i>Check-In</i>	C	C	C	A
A7	Conexões de Passageiros	B	B	B	B
A8	Pontualidade e Regularidade Cias. Aéreas	B	B	B	B
A9	Geração de Receitas	NA	NA	NA	NA
A10	Capacidade dos Provedores de Serviço	NA	NA	NA	NA

A = Excelente (E); B = Muito Bom (MB); C = Bom; D = Razoável (R); e E = Insuficiente (I)

Os quesitos A9, A10 e O5 não foram considerados por não terem atendido a cláusula de dados faltantes estabelecida em 3.3.3.3.

Na fase seguinte foi realizado o confronto das matrizes anteriores, onde, ao invés de operar cada produto ($a_{ij} \times b_{jk}$), os valores foram comparados de acordo com a tabela de confronto de fatores (Quadro 75) para a determinação do de parcelas do somatório do elemento (c_{ik}) obtendo-se assim os valores utilizados na montagem do

resultado "Matriz C – Matriz Percepção" (Quadro 76). A matriz $C = A \otimes B = (c_{ij})_{h \times m}$, pode ser considerada a matriz representativa do agregado das comparações de oferta / demanda.

Quadro 75: Tabela de Confronto de Fatores

		Matriz B				
		A	B	C	D	E
Matriz A	A	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B	1,1	1,0	0,0	0,0	0,0
	C	1,2	1,1	1,0	0,0	0,0
	D	1,3	1,2	1,1	1,0	0,0
	E	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

Quadro 76: Matriz C – Percepção ($h \times m$)

OFERTANTES DE SERVIÇOS		AEROPORTOS			
		M1	M2	M3	M4
O1	Administrador Aeroportuário	9.09	9.35	9.52	12.35
O2	Autoridades de Controle	9.43	9.71	10.87	20.00
O3	Cias. Aéreas	8.62	8.85	9.01	10.64
O4	Concessionários	10.53	11.76	13.51	20.00
O5	Provedores de Serviços	NA	NA	NA	NA

Em seguida, a fim de alcançar o desejado "Índice de Percepção de Aeroporto" (IPA), promove-se a comparação pelas médias alcançadas por aeroporto, para os ofertantes de serviços aeroportuários, resultado é expresso pela Matriz "Índice de Percepção Aeroporto" (Quadro 77). Este índice ilustra o desempenho de aeroportos em conjunto, podendo ser classificados como desejado.

Quadro 77: Matriz E – Índice de Percepção de Aeroporto ($h \times m$)

OFERTANTES DE SERVIÇOS		AEROPORTOS				T_i (média)
		M1	M2	M3	M4	
O1	Administrador Aeroportuário	9.09	9.35	9.52	12.35	10.08
O2	Autoridades de Controle	9.43	9.71	10.87	20.00	12.50
O3	Cias. Aéreas	8.62	8.85	9.01	10.64	9.28
O4	Concessionários	10.53	11.76	13.51	20.00	13.95
O5	Provedores de Serviços	NA	NA	NA	NA	
Z_k (média)		9.42	9.92	10.73	15.75	11.45
VNF		0,59	0,62	0,68	1,00	
Rank		4	3	2	1	

Em se procedendo a um exercício virtual das avaliações, com base na pesquisa experimental aplicada – lembrando que esta avaliação tem o fito único de validar o modelo, não refletindo uma verdadeira mensuração –, com base neste modelo, os ofertantes de serviços aeroportuários puderam ser avaliados e, de posse dos números obtidos, classificados de forma hierárquica. O modelo também permitiu adjudicar aos atributos uma avaliação, embora não quantificada, mas que transmite uma ideia ao tomador decisão (executivo ou analista) de como o atributo está sendo percebido.

Pelo resultado da Matriz E, o aeroporto M4 foi o mais bem avaliado, seguido dos M3, M2 e M1, não tendo havido diferença nesta hierarquia, caso fosse analisada cada parcela de ofertante de serviço.

5.4.2 – Resultados com a Aplicação do Modelo Proposto

Para a construção do banco de dados avaliado, os mesmos quadros especificados para o modelo inicial (Quadros 68 e 69) foram utilizados para o modelo proposto, contendo o perfil dos dados coletados, atributos e ofertantes de serviços aeroportuários. Da mesma forma, os quesitos A9, A10 e O5 não foram considerados por não terem atendido a cláusula de dados faltantes estabelecida em 3.3.3.3.

Em seguida, foram apurados os graus de importância (GI) de cada um dos 78 stakeholders respondentes “R”, calculados de acordo com a regra estabelecida em 3.3.2, representados no Quadro 78 abaixo.

Quadro 78: Grau de Importância dos Respondentes

Respondente	Aeroportos								Δ GIR
	M1		M2		M3		M4		
	T _{p_i}	GIR _i							
R11	2.20	0.016	2.20	0.016	2.20	0.016	3.00	0.021	
R12	2.60	0.019	2.60	0.019	2.60	0.019	2.60	0.019	
R13	2.00	0.014	2.40	0.017	2.00	0.014	2.20	0.016	
R14	1.80	0.013	2.20	0.016	1.80	0.013	2.20	0.016	
R15	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	2.20	0.016	
R16	2.40	0.017	2.40	0.017	2.40	0.017	2.60	0.019	
R17	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	2.60	0.019	
R18	2.60	0.019	2.40	0.017	2.40	0.017	2.60	0.019	
R19	2.60	0.019	2.40	0.017	2.40	0.017	2.60	0.019	
	20.00		20.40		19.60		22.60		15.31%
R21	1.40	0.010	1.60	0.011	1.40	0.010	1.60	0.011	
R22	1.80	0.013	1.60	0.011	1.40	0.010	2.00	0.014	
R23	1.80	0.013	1.80	0.013	1.40	0.010	1.80	0.013	

R24	2.00	0.014	2.00	0.014	1.40	0.010	2.00	0.014	
	7.00		7.00		5.60		7.40		32.14%
R31	2.00	0.014	2.20	0.016	1.60	0.011	2.00	0.014	
R32	2.20	0.016	2.20	0.016	2.00	0.014	2.20	0.016	
R33	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	
R34	1.60	0.011	1.80	0.013	1.80	0.013	1.60	0.011	
	7.80	0.056	8.20		7.40		7.80		5.41%
R41	2.00	0.014	2.40	0.017	1.60	0.011	2.00	0.014	
	2.00		2.40		1.60		2.00		25.00%
R61	1.60	0.011	1.80	0.013	1.40	0.010	1.80	0.013	
R62	1.40	0.010	1.60	0.011	1.40	0.010	2.20	0.016	
R63	2.00	0.014	1.80	0.013	1.60	0.011	1.60	0.011	
R64	1.80	0.013	1.40	0.010	1.40	0.010	1.80	0.013	
R65	1.80	0.013	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	
R66	2.00	0.014	1.60	0.011	1.60	0.011	1.80	0.013	
R67	1.40	0.010	1.60	0.011	1.60	0.011	1.40	0.010	
R68	1.40	0.010	2.40	0.017	1.40	0.010	2.20	0.016	
	13.40		13.60		11.80		14.20		20.34%
R71	1.60	0.011	1.80	0.013	1.40	0.010	1.40	0.010	
R72	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	
R73	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	
R74	1.40	0.010	2.00	0.014	1.40	0.010	1.40	0.010	
R75	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	
R76	1.60	0.011	1.80	0.013	1.40	0.010	1.40	0.010	
R77	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	
R78	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	
R79	1.80	0.013	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	
R710	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	1.40	0.010	
R711	1.40	0.010	1.60	0.011	1.40	0.010	1.40	0.010	
	16.80		17.60		16.00		16.00		10.00%
R91	1.60	0.011	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	
R92	1.60	0.011	1.80	0.013	1.40	0.010	1.60	0.011	
	3.20		3.60		3.20		3.40		12.50%
R121	2.40	0.017	2.40	0.017	2.20	0.016	2.40	0.017	
R122	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	
R123	1.60	0.011	1.60	0.011	1.40	0.010	1.60	0.011	
R124	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	2.00	0.014	
R125	2.40	0.017	2.40	0.017	2.40	0.017	2.40	0.017	
R126	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	2.00	0.014	
R127	2.60	0.019	2.60	0.019	2.60	0.019	2.60	0.019	
R128	2.40	0.017	2.40	0.017	2.00	0.014	2.40	0.017	
R129	0.60	0.004	0.60	0.004	0.60	0.004	0.60	0.004	
R1210	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	
R1211	1.20	0.009	1.20	0.009	1.20	0.009	1.20	0.009	
R1212	1.60	0.011	1.60	0.011	1.40	0.010	1.80	0.013	
R1213	1.00	0.007	1.00	0.007	0.80	0.006	1.00	0.007	
R1214	0.60	0.004	0.60	0.004	0.60	0.004	0.80	0.006	
R1215	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	
R1216	2.20	0.016	2.20	0.016	1.80	0.013	2.20	0.016	
R1217	2.40	0.017	2.40	0.017	2.40	0.017	2.40	0.017	
R1218	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	
R1219	1.60	0.011	1.60	0.011	1.60	0.011	1.80	0.013	
R1220	1.60	0.011	1.60	0.011	1.80	0.013	1.60	0.011	
R1221	2.20	0.016	2.20	0.016	2.20	0.016	2.20	0.016	
R1222	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	

R1223	2.60	0.019	2.60	0.019	2.60	0.019	2.60	0.019	
R1224	2.40	0.017	2.40	0.017	2.20	0.016	2.40	0.017	
R1225	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	
R1226	1.60	0.011	1.60	0.011	1.80	0.013	1.60	0.011	
R1227	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	2.00	0.014	
R1228	3.00	0.021	3.00	0.021	3.00	0.021	2.80	0.020	
R1229	2.60	0.019	2.60	0.019	2.00	0.014	2.60	0.019	
R1230	1.40	0.010	1.40	0.010	1.20	0.009	1.80	0.013	
R1231	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	1.80	0.013	
R1232	2.40	0.017	2.40	0.017	2.20	0.016	2.40	0.017	
R1233	1.20	0.009	1.20	0.009	1.00	0.007	1.20	0.009	
R1234	1.00	0.007	1.00	0.007	1.00	0.007	1.00	0.007	
R1235	2.00	0.014	2.00	0.014	1.80	0.013	1.90	0.014	
R1236	0.60	0.004	0.60	0.004	0.60	0.004	1.20	0.009	
	64.80		64.80		62.00		66.70		7.58%
R131	1.60	0.011	1.40	0.010	1.40	0.010	1.60	0.011	
R132	1.40	0.010	1.80	0.013	1.80	0.013	1.40	0.010	
R133	1.60	0.011	1.60	0.011	1.80	0.013	1.60	0.011	
	4.60		4.80		5.00		4.60		8.70%
	139.60		142.40		132.20		144.7		9.46%

Importante notar que, como a regra estabelece (em 25%), o Grau de Importância (GI) agregado a cada subgrupo de stakeholder é um aspecto que exige um determinado Grau de Coeficiente de Abrangência (GCA), entre diferentes alternativas (aeroportos), pois de outra forma poderia estar comprometendo um resultado em favor de outro. Neste caso, o subgrupo R2 não passaria no teste (com coeficiente 32.14%), porém foi mantido *ad hoc* para efeitos de verificação da influência revelada.

Em seguida, obtiveram-se as respostas de percepção – de atributos e de ofertantes de serviços, contendo a percepção de cada respondente para cada atributo. O peso da avaliação do informante e a representação fuzzy – função de pertinência em números triangulares fuzzy “(1,1,3) (1,3,5) (3,5,7) (5,7,9) (7,9,9)” – dessa avaliação aparecem representados nos Quadros 79 a 81 abaixo, que resumem os cálculos obtidos pelo software de apoio, modelados no item 3.3 e exemplificado em 3.3.7.

Quadro 79: Percepção - Resultado dos Atributos

Percepção									
Resultados dos Atributos									
Atributo	M1		M2		M3		M4		
	VCF	VN	VCF	VN	VCF	VN	VCF	VN	
A1 - Capacidade de Transporte Aéreo	58,16	0,85	72,12	1,00	73,12	0,95	82,12	0,93	
A2 - Acesso Terminal Aeroportuário	47,11	0,69	66,14	0,92	77,14	1,00	86,14	0,98	

A3 - Capacidade Terminal Aeroportuário e Facilidades	51,11	0,75	56,18	0,78	58,18	0,75	76,18	0,86
A4 - Movimento do Terminal Aeroportuário	62,32	0,91	68,13	0,94	67,13	0,87	78,13	0,89
A5 - Processamento de Bagagem	56,09	0,82	64,16	0,89	69,16	0,90	81,16	0,92
A6 - Processamento de <i>Check-In</i>	48,12	0,71	53,12	0,74	58,12	0,75	88,12	1,00
A7 - Conexões de Passageiros	68,13	1,00	71,23	0,99	73,88	0,96	86,25	0,98
A8 - Pontualidade e Regularidade das Cias. Aéreas	65,77	0,97	70,02	0,97	72,13	0,94	86,97	0,99
A9 - Geração de Receitas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
A10 - Capacidade dos Prov. de Serviço	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
VNF (Valor Normal Final)	0,69		0,78		0,83		1,00	
VCT (Valor Crisp Total)	456,8		521,1		548,8		665,0	

Quadro 80: Percepção - Resultado dos Elementos Avaliados - Ofertantes de Serviços Aeroportuários

Percepção								
Resultado dos Elementos Avaliados (Ofertantes de Serviços Aeroportuários)								
Atributo	M1		M2		M3		M4	
	VCF	VN	VCF	VN	VCF	VN	VCF	VN
O1 - Administrador Aeroportuário	53,18	0,80	62,12	0,83	73,12	0,92	82,47	1,00
O2 - Autoridades de Controle	43,12	0,64	51,14	0,69	67,14	0,85	69,14	0,84
O3 - Cias. Aéreas	59,23	0,89	57,18	0,77	64,18	0,81	77,19	0,94
O4 - Concessionários	66,88	1,00	74,59	1,00	79,15	1,00	78,9	0,96
O5 - Provedores de Serviços	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
VNF (Valor Normal Final)	0,72		0,80		0,92		1,00	
VCT (Valor Crisp Total)	222,41		245,03		283,59		307,7	

Quadro 81: Índice de Percepção de Aeroporto – IPA

Índice de Percepção de Aeroporto - IPA					
Atributos/ Ofertantes	Aeroportos				VT
	M1	M2	M3	M4	
VCT_A	456,81	521,1	548,86	665,07	
VCT_O	222,41	245,03	283,59	307,7	
Totais	679,22	766,13	832,45	972,77	3.250,57
VN	0,21	0,24	0,26	0,30	
VNF	0,70	0,79	0,86	1,00	
Rank	4	3	2	1	

Da mesma forma que conduzido para o modelo preliminar – sendo a avaliação objetivada para validar o modelo, sem que reflita uma real mensuração –, com base neste modelo proposto, os ofertantes de serviços aeroportuários puderam ser avaliados

e, de posse dos números obtidos, classificados. O modelo também permitiu adjudicar avaliação para os atributos e para os elementos avaliados (ofertantes de serviços aeroportuários), transmitindo uma perfeita indicação de percepção ao tomador decisão (executivo ou analista).

Pelo resultado do Quadro 80, o aeroporto M4 foi o mais bem avaliado, seguido dos M3, M2 e M1, não tendo havido diferença nesta hierarquia, caso fosse analisada cada parcela de ofertante de serviço e para todos os atributos, exceto “Movimento do Terminal Aeroportuário” (A4), que hierarquizou o aeroporto M2 na frente do aeroporto M3.

5.4.3 – Avaliação do Modelo Proposto

Como o modelo preliminar foi subsidiário ao desenvolvimento do modelo proposto, tendo sido apenas considerado neste item para efeito de ilustração comparativa, uma vez que os dados já estavam disponíveis, este subitem apenas discorre sobre o modelo proposto.

Para avaliar o modelo proposto, foram adotados alguns dos critérios estabelecidos pela norma SO/IEC 9126 (2001) – para qualidade de produto de software –, mas que, adaptados *ad hoc*, se aplica muito bem, pois os mesmos princípios visualizados para o software podem ser visualizados para o modelo como um todo.

Destarte, a avaliação do método teve como foco os seguintes critérios:

- (a) Funcionalidade – que representa a capacidade do método em chegar a um resultado quando aplicado a uma situação;
- (b) Eficiência – que representa o período de tempo que a aplicação do método leva até à etapa de gestão;
- (c) Usabilidade – que representa a facilidade de aplicação do método, sendo diretamente influenciada pela sua simplicidade ou complexidade (quanto maior a facilidade, melhor será a sua melhor usabilidade) e;
- (d) Utilidade – que representa a eficácia do resultado do método em satisfazer as necessidades de informação definidas.

Com relação à funcionalidade, o modelo proposto demonstrou possuir consistência na capacidade de seu método, quando mantidas as regras que lhe foram atribuídas, com as funcionalidades necessárias para atingir o resultado que pretende. Algumas limitações foram detectadas, como por exemplo, a apropriação de perguntas a determinados stakeholders respondentes, o que sugere naturais aprimoramentos.

Com relação à eficiência, o modelo se mostrou ser de rápida aferição de resultados, uma vez coletados e tabulados os dados. Como sua aplicação abrange um número significativo de cálculos, essa tarefa tem que ser subsidiada por um software, motivo pelo qual foi despertada essa necessidade.

Com relação à usabilidade, o modelo demonstrou ser bastante prático para alcançar objetivos desenhados, em seu contexto de uso, produzindo resultados acurados e completos no que se refere à mensuração da percepção.

Com relação à utilidade, o modelo demonstrou ser útil para a avaliação e mensuração de percepções que, pela sua importância permite subsidiar tomadores de decisão (executivos ou analistas) na avaliação de cenários prospectivos e elaboração de estratégias corporativas.

Concluindo a avaliação, verificou-se que o modelo proposto tem um bom potencial por demonstrar ser funcional, eficiente, de fácil uso e bastante útil para o cumprimento dos objetivos a que se propõe. Entretanto, algumas limitações e aperfeiçoamentos são sugeridos, objeto do capítulo seguinte, Conclusões.

6. CONCLUSÕES

“Mensurar percepção é um desafio que remete à compreensão da natureza humana.”
Autor

Esta pesquisa pautou-se por apresentar um modelo multicritério para avaliação de desempenho, pelo qual a performance de aeroportos pode ser avaliada por meio de percepções obtidas pelas suas partes interessadas.

A dificuldade na resolução de problemas quando se avalia um grupo de pessoas, e suas intrínsecas e subjetivas percepções, reside na forma como aceitar e combinar diferentes avaliações de cada membro do grupo.

Um algoritmo de raciocínio aproximado para a mensuração de percepções – algoritmo da percepção – foi então desenvolvido e implementado no escopo de um modelo proposto para mensurar a performance de aeroportos, com o auxílio de um software específico, especialmente desenhado e elaborado para permitir a realização dos inúmeros cálculos derivados das regras estabelecidas.

O resultado em escala global, quando aeroportos são comparados, é o estabelecimento de um índice - “Índice de Percepção de Aeroportos”, que permite estabelecer uma hierarquização entre eles.

Para validá-lo, o modelo foi aplicado em quatro aeroportos, com o fito preponderante de aperfeiçoá-lo, diante das interações com os diversos interlocutores – executivos, analistas, tomadores de decisão e partes interessadas nos aeroportos –, para finalmente ter um produto que pudesse contribuir na prática com a gestão estratégica e corporativa de aeroportos, com base em elementos científicos.

Os elementos de saber científico foram inspirados em uma miríade de excelentes trabalhos encontrados na literatura, que permitiram fundamentar a abordagem que apoiou a pesquisa.

Optou-se por adotar uma abordagem multicritério baseada na teoria dos conjuntos fuzzy. Dentre os vários motivos que deram encaminhamento por essa

abordagem, e explicados no corpo desta tese, destaca-se a proximidade de um dos temas centrais investigados, que é a percepção, e seus misteriosos vieses endógenos que representam em si mesmo, e a propriedade da lógica fuzzy em tratar temas com essa característica, reunindo em um universo de difícil apuração, aspectos de profunda abstraldade e subjetividade como a aleatoriedade, ambiguidade, imprecisão, vagueza, incerteza, similaridade, possibilidade, probabilidade, nebulosidade, variedade, confiabilidade e outras denotações substantivadas afins.

O desafio de mensurar percepção precisa de um arcabouço de mesma estatura que possa solucionar essa questão. E a lógica fuzzy mostrou ser um bom caminho.

CHAMOVITZ (2010) citou em seu trabalho uma nota de aula do professor Tomothy ROSS, que é muito apropriada para essa conclusão:

“Sistemas onde a complexidade é alta, ou seja, grandeza dimensional e grande número de partes interagindo entre si, possuem grande quantidade de incerteza pois não se tem muita informação a seu respeito. Este é outro aspecto que indica o uso de um modelo fuzzy. Simplesmente por que não há um modelo. Neste caso, o modelo fuzzy representa um ponto de partida para o tratamento da incerteza. À medida que este modelo gera conhecimento, ele pode, então, ser modificado para incluir outros métodos de modelagem que sejam mais precisos.”

Durante esta pesquisa, muito foi lido, aprendido, discutido, pensado, acordado, discordado, considerado satisfatório ou insatisfatório, enfim tudo que é inerente à natureza humana, razão pela qual representou, durante todo o tempo, aprimoramentos constantes no processo, sabendo-se que ainda há muito que percorrer.

E isso fez parte do processo epistemológico que a ciência oferece. Foi um processo de descoberta permitindo ligar fatos isolados a entendimentos coerentes e abrangentes do mundo real. Quando se trata do tema em tela – um modelo de mensuração de percepções sobre performance de aeroportos – trata-se ao mesmo tempo de partículas questões pertencentes ao conjunto do universo humano (e real).

Sem contar com a satisfatória peculiaridade da sua globalidade (as discussões presentes nesta tese foram saudavelmente travadas com pessoas de diversas partes do mundo), fazendo com que o processo fosse motivante (a cada nova descoberta não pensada anteriormente) e útil, pois pode servir a elucidar e subsidiar formas de lidar com muitos outros tipos de problemas, havendo sempre espaço para novas investigações.

Este trabalho reflete a importância que a mensuração de percepções sobre performance de aeroportos e, em particular, os rankings de desempenho têm para os executivos, analistas e tomadores de decisão com interesse em aeroportos.

Este capítulo final apresenta uma visão final da pesquisa, onde as atividades desenvolvidas são resumidas, os achados são realçadas, as orientações para futuras pesquisas são sugerida se as observações finais são consideradas.

6.1 – Resumo da Pesquisa

Em linhas gerais, o segundo capítulo abordou métodos normalmente utilizados para a avaliação de desempenho de aeroportos. Após uma reflexão sobre as respectivas virtudes e limitações centrou-se em particular, na abordagem multicritério e teoria dos conjuntos fuzzy.

O terceiro capítulo apresentou a metodologia proposta, consubstanciada no modelo proposto e suas regras pertinentes, evoluídas a partir de um modelo preliminar que, embora válido, mostrou-se ainda incompleto diante das necessidades apuradas ao longo da pesquisa, servindo para inspirar o modelo proposto, que proporciona uma prática abordagem para a mensuração de percepções, mostrando como converter as medidas qualitativas em escalas finitas utilizando variáveis linguísticas e raciocínio matemático aproximado.

As incompatibilidades observadas entre oferta e demanda por serviços em aeroportos sugeriram, primeiramente, um modelo que pudesse entender apurar e mensurar esse descompasso, de forma a apontar quais seriam as percepções que indicassem o que, quanto, onde, como o aeroporto precisava melhorar. Por isso a idealização do modelo inicial, inspirado e adaptado do modelo COPPE/ COSENZA por oferta e demanda de fatores, com conceitos em lógica fuzzy. Com essa concepção já se

contemplava a possibilidade de avaliação de um aeroporto individual e em conjunto com outros aeroportos, possibilitando a hierarquização entre eles, conforme os resultados obtidos. Surgiu então o nome “Airport Perception Index” (API) ou “Índice de Percepção de Aeroporto” (IPA).

Com a continuação da pesquisa, e motivado pelas interlocuções conduzidas, verificou-se que o modelo não poderia estar atrelado apenas aos fatores de oferta e demanda, mas sim a todos aqueles que são parte integrante do processo (stakeholders), na atribuição de percepções e respectivas ponderações, qualificação de informantes e perfil de informantes.

A questão então não estava mais focada nas entidades “administração aeroportuária, provedores de serviço e companhias aéreas”, apontando interações entre oferta e demanda por serviços, mas sim por interesses percebidos pelas diversas partes interessadas na atividade do aeroporto.

Como exemplo, uma organização não governamental (ONG) pode estar interessada em um determinado atributo de performance e/ ou de um elemento de avaliação de um determinado aeroporto, e isso pode trazer reflexos para o desenho estratégico que um executivo, analista ou tomador de decisão queira adotar. Esse exemplo é citado, pois em toda a pesquisa realizada na literatura, não foi encontrado nenhum trabalho que contemplasse esse tipo de stakeholder em termos de avaliação.

A propósito, a imensa maioria as pesquisas produzidas estão dirigidas a passageiros (em função de níveis de serviço) e isso é natural que ocorra. Aliás, como apontaram as aplicações empíricas, a grande maioria das respostas obtidas vem dos passageiros. Porém a maior lacuna observada das entrevistas realizadas foi justamente a possibilidade de se dispor de um instrumento que também contemplasse outras partes interessadas, além dos passageiros. E isso motivou essa mudança de rumo da pesquisa.

Dessa forma, o executivo de administração aeroportuária, o tomador de decisão ou o analista de situação pode saber, com mais precisão, sobre o que e quais as percepções de quais stakeholders estão sendo visualizadas, tornando-se assim um bom instrumento de captação dessas percepções que, por sua vez, vão subsidiar o processo de administração estratégica, análises e tomada de decisão.

É muito importante destacar que neste ponto o modelo proposto de “mensuração de percepções sobre performance de aeroportos” sugere e contempla alguns aspectos próprios de uma conotação complexa. Percepção, partes interessadas (stakeholders) no aeroporto, atributos, elementos avaliados (tratados aqui como ofertantes de serviços aeroportuários), perfil do universo e da amostra estudada, instrumento de pesquisa, tratamento dos resultados em escala individual e em escala global.

Isso fez o desafio ser considerável. Os fatores que afetam a performance dos aeroportos são de uma ampla gama e têm diferentes valores de ponderação de cada componente. O modelo teria que ser ao mesmo tempo eficaz e preciso (ou o mais próximo disso) nas respostas produzidas, mas também flexível e aberto à customização por parte da parte interessada em utilizá-lo, respondendo a essa formidável abrangência. Características essas que parecem inicialmente conflitantes.

Por isso, o uso da teoria dos conjuntos fuzzy foi ganhando cada vez mais importância para abordar esse aspecto multicriterioso, possibilitando a agregação desses aspectos conflitantes, sem que isso prejudicasse a consistência e a natureza solucionadora do modelo.

A complexidade de análise das informações obtidas dessa forma necessitava de um software específico, o qual foi desenhado para abrigar o algoritmo da percepção desenvolvido. O volume de cálculos decorrentes dos experimentos verificados sucedaneamente tornava impossível imaginar fazê-lo por meio de instrumentos disponíveis e prontos de mercado.

Posteriormente, de posse do conceito amadurecido e o software como instrumento de apoio desenvolvido, o modelo poderia então ser customizado, de acordo com o objeto e foco da pesquisa e seu ambiente.

Entretanto, outra exigência se fazia necessária. O software teria que ser de fácil compreensão, entendimento e manuseio, pois o público-alvo desse modelo (executivos, analistas e tomadores de decisão) não possui, naturalmente, a condição de entender todo esse emaranhado processo; ademais o próprio ambiente aeroportuário possui muitas

diversidades e características que fazem requerer instrumentos com tendência à simplicidade, funcionalidade, usabilidade, eficiência, utilidade e praticidade.

Além disso, como um dos objetivos precípuos do software é tratar uma base de dados percebidos, seu desenho deveria permitir a melhor forma de tratamento dessa base, indo ao encontro dos desejados princípios de flexibilidade e customização assumidos pelo modelo para atendimento das necessidades projetadas.

Os resultados obtidos se mostraram satisfatórios. Após a coleta de dados – esse procedimento foi um ótimo e constante aprendizado, tendo sido valioso para a melhoria da arquitetura e concepção do modelo –, o modelo e o software (a partir desse momento esses dois elementos se imiscuem, em um casamento indissolúvel) foram aplicados inúmeras vezes, sendo exigidos sucessivos aperfeiçoamentos e aprimoramentos de regras e de programação, decorrentes das observações angariadas.

Algumas dessas regras e observações, embora diagnosticadas, elas não puderam ser contempladas e introduzidas ao modelo, quer por dificuldade de implantação, quer por exigir uma pesquisa mais criteriosa, quer por falta de tempo hábil. Essas limitações são comentadas adiante no item que trata de limitações do modelo e recomendações para futuros trabalhos.

Cabe ainda dizer que tanto a avaliação individual por aeroporto, quanto a comparada (pelo Índice de Percepção de Aeroporto), demonstraram ser um desejável instrumento para o executivo, analista ou tomador de decisão, por admitir conhecer sua posição em rankings na comparação com os pares e perceber onde é possível obter os incrementos necessários para melhorar a sua atividade. O modelo, ao permitir tratar o aeroporto consoante a uma estratégia corporativa, com base na análise de fatores e critérios estabelecidos, oferece um indicador que pode balizar a estratégia das gestões aeroportuárias.

Dessa forma, os objetivos geral e específico desenhados, resumidamente expressos como “abordar e apresentar uma contribuição de solução para o problema da mensuração de performance de aeroportos”, e “desenvolver um algoritmo matemático e um software específico de apoio” para a produção dos cálculos exigidos” foram atendidos.

Completando esse sumário, o comentário sobre o tamanho da amostra utilizada na pesquisa se faz importante. Os resultados foram obtidos a partir de uma amostra menor do que a necessária, o que poderia constituir uma limitação da investigação para a validade dos resultados. Entretanto, cabe ressaltar que o foco da pesquisa foi o desenvolvimento do modelo, baseado na construção teórica que o método empregado apoiado na teoria fuzzy para abordagem multicritério oferece. A aplicação empírica serviu apenas para aperfeiçoar e validar o modelo, o que de fato aconteceu e foi de significativa importância.

6.2 – Principais Descobertas

As principais descobertas desta tese são aqui sumarizadas.

Primeiro, a adoção de um modelo multicritério para avaliação de desempenho provou ser adequado, exequível e aceitável para lidar com fatores mensuráveis qualitativos e quantitativos, no que diz respeito à mensuração das partes interessadas, os atributos desejados à mensuração, dos elementos de ofertas de serviço, as percepções e pesos atribuídos, a qualificação e o perfil socioeconômico de avaliadores.

Segundo, um modelo multicritério para avaliação de desempenho com base na teoria dos conjuntos fuzzy, em especial o método de agregação empregado, mostrou ser suficientemente maduro para atender às exigências verificadas para a análise da percepção, ao fornecer uma estrutura matemática consistente, com a ajuda de variáveis linguísticas, para a conceituação de fenômenos vagos.

Terceiro, consoante à aprovada técnica utilizada, a construção de um algoritmo de percepção demonstrou ser um valioso instrumento auxiliar para o entendimento das subjetivas opiniões e natureza humana, tão difíceis de serem captadas e transferidas para um modelo de mensuração em ambientes que exigem informações adicionais para elaborar estratégias corporativas.

Nesse contexto, ter como conhecer a performance percebida em relação às expectativas planejadas pode se constituir em um elemento de gestão poderoso para as organizações aeroportuárias, que sofre seguidas pressões por diferentes partes, por melhoria na qualidade de serviço oferecido. Nesse segmento, a imagem percebida é muito importante.

Quarto, embora não tenha havido investigação nesse sentido, em face da complexidade das variáveis atendidas, infere-se que os métodos convencionais para analisar a percepção dos stakeholders têm limitações e dificilmente explicariam completamente os fenômenos dessa percepção.

Quinto, com uma sequência de aplicações mensuração, os aeroportos podem estabelecer *benchmarks* a partir de estratégias adotadas em função de um resultado anterior, constituindo-se uma forma interessante para avaliar impactos de uma determinada ação ou decisão tomada.

Sexto, a significativa mudança conceitual que se fez necessária ao modelo, ao tratar os stakeholders informantes não como especialistas, mas como respondentes (especialistas ou não), mostrou ser uma medida bastante bem-vinda por parte dos executivos e analistas de aeroportos, por possibilitar conhecer todas as partes interessadas no processo, guardadas as devidas proporções de representatividade nas avaliações realizadas.

Sétimo, por ter sido aplicado em aeroportos no Brasil e no Reino Unido, o modelo mostra que os resultados podem ser igualmente válidos para quaisquer tipos de aeroportos a serem investigados.

6.3 – Dificuldades, Limitações, Lições Aprendidas e Recomendações para Trabalhos Futuros

Uma consequência da pesquisa e das descobertas alcançadas é que, conjecturando sobre questões desafiadoras, surgirão novas perguntas e novas formas de pesquisa. Por isso, tratar das dificuldades, limitações e lições aprendidas são de suma importância para balizar futuros trabalhos. Em seguida são apresentados alguns dos tópicos visualizados.

6.3.1 – Questionário e Coleta de Dados

O processo de captação da percepção, por si mesmo, é um processo difícil, pela natureza subjetiva a ele inerente. E o método escolhido para essa captação, o questionário, trouxe algumas dificuldades.

A maior fragilidade foi a respeito ao entendimento da pergunta por parte dos entrevistados. Em razão disso, o questionário aplicado teve que ser redesenhado algumas vezes. Embora tivessem sido tomados os cuidados necessários para a elaboração do questionário, ensinados na literatura, a realidade mostrou que a prática é fundamental. Os questionários-piloto constituem um fator de grande influência para a obtenção dos resultados pretendidos.

Ainda sobre essa questão, para trabalhos futuros, sugere-se a elaboração de questionários com perguntas pré-direcionadas a stakeholders definidos. Isso pode evitar um maior número de questões não respondidas, além de facilitar o entendimento por parte do interlocutor respondente.

Dessa forma, durante os trabalhos preliminares de planejamento do instrumento de pesquisa, deve ser considerada uma pesquisa prévia não só com executivos, analistas e tomadores de decisão da administração aeroportuária (como foi feito), mas também com cada stakeholder-tipo a ser considerado.

Outra observação com relação aos questionários diz respeito à disponibilidade para resposta pelos respondentes. A dificuldade de se ter um número significativo de respondentes pode vir a interferir na análise dos resultados e alcance de uma amostra maior. Algumas técnicas de tratamento de dados têm sua eficácia comprometida, caso essa etapa não seja cumprida adequadamente.

A regra adotada para que um atributo ou elemento avaliado somente seja representativo se obtiver um número de respostas igual ou superior à metade ($> 50\%$) das respostas obtidas, pode receber melhor tratamento, quer por modelos estatísticos (*p.e.*, tamanho de amostra *ad hoc*) ou mesmo por critérios fuzzy. Uma recomendação que segue é investigar melhor essa questão.

Como o volume ocupação de boa parte dos respondentes no setor é alto, em tese, o tempo demandado para obtenção de respostas com boa qualidade pode ser elevado, o que não é bom, pois a avaliação sugere ser feita em espaço de tempo relativamente curto (sugere-se no máximo duas semanas) para que reflita aquele momento específico de avaliação.

Na aplicação dos questionários, a experiência tida com os passageiros foi relativamente boa, pois eles normalmente chegam com tempo para embarque e, no salão de espera mostram-se mais dispostos a cooperar. Para as demais categorias de stakeholders, a experiência foi menos eficaz. Em contra resposta, procurou-se aplicar questionários eletrônicos (por e-mail), porém essa experiência, embora parecesse promissora, pela praticidade, teve uma taxa de resposta baixa, o que caracteriza, contraditoriamente, a imposição pela interlocução pessoal como um fator positivo. Para atenuar essa questão, a intervenção por parte da alta administração, quando possível, pode ajudar a uma maior participação por parte dos respondentes.

Com muita facilidade chegou-se à conclusão de que, quando o interessado em aplicar o modelo deseja uma qualidade mais apurada nas respostas – e conseqüente melhor resultado na aplicação do modelo –, é bastante desejável o concurso de especialistas em aplicação de instrumentos de pesquisa. Essa expertise é muito importante e, sem dúvida, seria uma medida tornaria mais consistente as respostas obtidas.

Ainda sobre a coleta de dados, deve-se registrar que aeroportos apresentam dificuldades naturais para as tentativas de obtenção de dados, principalmente devido às questões relacionadas à sua segurança. Isso deve ser previsto na fase de planejamento da pesquisa, pois consome um tempo para tratativas consideráveis, nem sempre esperadas.

Como última menção, a quando itens não são respondidos (NR), *c.f.* 3.3.3.3, sugere-se a verificação da razão pela não resposta, a fim de aperfeiçoar o processo.

6.3.2 – Determinação dos Atributos e Elementos de Avaliação

Ao longo do trabalho foram feitas várias pesquisas e suposições sobre os fatores de avaliação. A diversidade de opiniões foi uma constatação significativa. Os fatores adotados pelo modelo foram inspirados em distintos trabalhos presentes na literatura. Concluiu-se que uma definição sobre os fatores (atributos e elementos de avaliação), quando tratados de forma abrangente, como é o caso do modelo proposto, não é uma tarefa fácil para a objetividade do estudo.

Os fatores propostos foram adaptados desses fundamentos obtidos na literatura e pela rodada de entrevistas com executivos, analistas e tomadores de decisão de

aeroportos. No exercício de validação alguns dos modelos não obtiveram sucesso no número de respostas mínimas alcançadas pela regra estabelecida (mais que 50%). Na prática, a magnitude do efeito de cada um dos fatores de percepção foi diferente entre fatores e utilizadores.

Embora o modelo venha a prever essa situação (com a regra de corte estabelecida), é desejável que todos os fatores possuam uma taxa de resposta significativa, principalmente para os casos de avaliação comparada para uso do Índice de Percepção de Aeroporto.

Como sugestão para trabalhos futuros, esses fatores podem ser revistos, com base em um aprofundamento da discussão com todos os stakeholders visualizados.

Uma sugestão seria aplicar o modelo com atributos mais objetivos, com entendimento mais fácil pelo interlocutor, como os que são aplicados pelas entidades Airports Council International – e a sua pesquisa “Airport Service Quality (ASQ)”, bastante utilizada por aeroportos em todo o mundo – e a IATA (The International Air Transport Association).

6.3.3 – Grau de Importância dos Respondentes

Em alusão à apuração dos graus de importância dos respondentes (GI), as regras utilizadas adotaram critérios puramente crisp. Isto não invalida o modelo, até mesmo porque os condicionantes propostos não são segmentados por elementos de natureza incerta, ambígua ou vaga.

Entretanto, como a abordagem multicritério fuzzy mostrou-se importante e eficaz, estudos complementares foram desenvolvidos, mas não ainda contemplados no modelo, para uso da teoria dos conjuntos fuzzy também para o cálculo do GI dos respondentes. O trabalho de KRYKHTINE *et al.* (2015), apresentado na 19th *Air Transport Research Society World Conference*, embora trate de um tema distinto ao desse modelo, foi um primeiro experimento para utilizar regras fuzzy para determinar GI de participantes em ambientes de pesquisa. A ideia para trabalhos futuros é que, concluída a ratificação dessa pesquisa paralela, a mesma técnica seja aplicada no modelo proposto.

Sob essa proposição, de tratar GI com a teoria dos conjuntos fuzzy, a regra adotada sobre o coeficiente de abrangência entre diferentes alternativas (eliminação dos elementos extremos dos stakeholders respondentes de um subgrupo, até que se encontre o índice de 25% proposto) pode ser revista.

Ainda neste tema, considera-se o exame da inclusão no modelo proposto das contribuições apresentadas por TAKAGI e SUGENO (1985) sobre o uso de modelagem fuzzy para agrupamento condicional e controle seletivo, como alternativa à proposição do cálculo de GI apresentado.

6.3.4 – Regras de Inferência Fuzzy

Ainda que no decorrer desta pesquisa tenham sido estudados distintos métodos para a construção de funções de pertinência fuzzy, pesquisas adicionais sobre a construção de outras funções de pertinência é bem-vinda.

Embora as regras de inferência fuzzy adotadas fossem satisfatórias, existe espaço para uma investigação mais detalhada para a aplicação de outras regras e, mais adiante, a análise comparada de resultados obtidos.

A validação dos resultados da investigação em engenharia é um processo significativamente importante. Porém a validação dos resultados percepção humana é extremamente difícil. Por isso, quanto mais aplicações forem produzidas, melhor será a robustez e a consistência do algoritmo utilizado e do modelo.

Trabalhos continuados a esta pesquisa podem contemplar diferentes regras de inferência fuzzy e testar e comparar os resultados obtidos, de forma a melhor compatibilizar regras a cada perfil de caso específico.

Por essência, o tratamento fuzzy exige tal processo continuado de simulações e testes.

6.3.5 – Percepção de Especialistas e Respondentes

Um dos pontos considerado importante do modelo foi o tratamento universal por parte de respondentes, e não somente especialistas, como boa parte das pesquisas desse tipo relacionadas à lógica fuzzy apontam.

Entretanto, seria interessante a realização de uma investigação adicional com dois grupos diferentes – respondentes (de caráter universal, utilizado nesta tese) e especialistas – para corroborar (ou não) esse entendimento.

6.3.6 – Exercício de Comparação entre os Modelos Inicial e Proposto

Como foi mencionado, o modelo inicial adaptado do modelo COPPE/COSENZA foi intuitivo ao modelo proposto. Entretanto, isso não limita para que a pesquisa sobre o modelo inicial continue e se aperfeiçoe, para que no futuro ambos os modelos possam ser adequadamente comparados.

6.3 – Reflexões Finais e Potencialidades

A presente tese se preocupou primordialmente com o desenvolvimento do modelo descrito. Neste espaço de reflexões finais, é importante ratificar o entendimento de que sua aplicação empírica (e instrumento de pesquisa), conseqüente validação e aspectos corolários serviram para aperfeiçoar o modelo, não sendo objeto central da investigação. Estas ações foram portanto subsidiárias.

Ao indagar-se “para quem esta pesquisa possa despertar interesse, ou quem poderá utilizá-la, ou que modificações poderiam ser feitas quando esse interesse for despertado”, visualiza-se que as indicações de potencialidades do modelo proposto podem ser direcionadas a várias aplicações.

As características inerentes de customização, flexibilidade e abrangência, principalmente para uso em casos individuais, permite construir projetos de forma absolutamente livre: (a) a matriz constituída por stakeholders, respondentes (perfis e graus de importância), atributos e elementos avaliados e seus respectivos graus de relevância; e (b) a edição dos resultados extraídos. Neste teor, obter o conhecimento da percepção e tratar esse conhecimento de forma aberta, customizada e flexível, sugere ser um instrumento importante para a definição de estratégias corporativas e organizacionais em comparação com pares.

Outro ponto interessante é a utilização do modelo, quando aplicado Índice de Percepção de Aeroportos, para pesquisas de mídia, no segmento que se desejar (País, região, em todo o mundo), pois uma avaliação de alternativas conjuntas (e seleção da

melhor alternativa) pode balizar também pesquisas que venha a aferir níveis de satisfação. Neste teor, a sua extensão para mais aeroportos seria muito bem aceita.

Ainda, a utilização, com sucesso, da teoria dos conjuntos fuzzy foi um aspecto muito positivo nessa tratativa. As inferências fuzzy continuam sendo continuamente investigadas pelos matemáticos, engenheiros de computação, e outros especialistas, a fim de obter melhores resultados ou regras. Quanto mais robustos forem esses resultados e regras, maiores serão as condições de aplicação a outros domínios de interesse, o que aponta para o contínuo aperfeiçoamento das práticas desenvolvidas para o modelo.

Neste teor, a extensão do modelo atual a outras aplicações, de forma independente e colaborativa, – não restritas ao ambiente aeroportuário –, em tipos distintos de ambiente, é uma realidade.

O estudo baseou-se em aeroportos, pois a motivação central foi a evidente necessidade das administrações aeroportuárias para diagnosticar estratégias de atuação visando à melhoria de sua performance, em um ambiente de crescente demanda vis-à-vis à insuficiente oferta de serviços. Entretanto, com o desenrolar da pesquisa, concluiu-se que, tendo em vista à sua flexibilidade e abrangência, o modelo pode ser adaptado e estendido a uma miríade de ambientes e situações, onde haja interesse em perscrutar a interação entre ofertas e avaliação de performance por partes interessadas, com base em níveis de percepção.

Talvez, essa seja a mais importante constatação da potencialidade que essa investigação e o modelo proposto podem proporcionar.

Por exemplo, onde exista a necessidade de se estabelecer investigações onde as percepções obtidas indiquem o caminho a ser percorrido. Um caso típico se aplica à teoria econômica das expectativas, tão presente em trabalhos coetâneos. Muitas das explicações para os fenômenos econômicos são lastreados em expectativas, que são comportamentos e atitudes humanas intimamente ligados à percepção. Em outras palavras, a percepção é um mecanismo de avaliação de expectativas.

Além desse aspecto, a percepção é um elemento de cognição que está presente em praticamente todas as atividades humanas. E não é à toa que quando a pesquisa

sobre esta particularidade foi realizada, observou-se o seu expressivo caráter multidisciplinar.

O estudo produzido, embora de conteúdo bastante prático, dada a sua sugestiva aplicação imediata em ambientes reais (no caso aeroportuário), trouxe a reboque a incitação para o desenvolvimento de estudos epistemológicos que venham a relacionar a percepção com a lógica fuzzy.

Como foi evidenciada em vários momentos desse trabalho, a aliança percepção/ fuzzy ainda precisa ser muito investigada, dada às diversidades de tratamento encontradas. E essa é uma perspectiva futura idealizada.

Um ponto importante sobre esse aspecto é aprofundar a investigação sobre quais seriam os segmentos das atividades socioeconômicas mais afetos e sensíveis à percepção.

Ainda neste campo de abordagem, um dos principais achados da pesquisa foi a estreita relação existente entre os vértices do triângulo formado pelos conceitos derivados da lógica fuzzy, da percepção (partes interessadas) e dos atributos e elementos de avaliação (partes atuantes). Essa relação também é um fator que suscita e inspira substancialmente novas investigações.

Por isso, uma constatação inequívoca é saber que a pesquisa realizada (e o próprio modelo proposto) não se esgota nesta tese, abrindo caminhos para outras tantas pesquisas, algumas delas aqui mencionadas.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

- ADISASMITA S. A., 2012, "Passenger Perception on Airport Terminal Facilities Performance - Case Study: Soekarno-Hatta International Airport, Indonesia". *International Journal of Engineering & Technology*, v.12, n.2, pp. 1-10.
- AEROPORTO DE BRASILIA, 2015. Disponível em: <http://www.bsb.aero/br/>. Acesso em: 16set2015.
- AIR TRANSPORT RESEARCH SOCIETY (ATRS), 2014, "Airport Benchmarking Report-Global Standards for Airport Excellence", *Air Transport Research Society*, Vancouver.
- AIRPORTS COUNCIL INTERNATIONAL (ACI), 2015, "Annual Worldwide Airport Traffic Report. Airports Council International". Disponível em: <http://www.aci.aero/News/Releases/Most-Recent/2014/09/16/>. Acesso em 10set2015.
- ARMANO, D., 2009, "Logic+Emotion". Disponível em: <http://darmano.typepad.com/>. Acesso em 16set2015.
- ARRUDA, D.M., MARTINS, R.C. e COSENZA, C.A.N., 2006, "Modelagem do Planejamento Mestre da Produção através do Emprego de Regras Nebulosas." *XXVI ENEGEP*, Fortaleza, pp. 1-8.
- ASSIS, M. A., 2012, *Avaliação de Empresas no Brasil: Determinação do Custo de Capital para Investimento em Concessões de Terminais Aeroportuários*". Dissertação de M.Sc., PUC-Rio, RJ, Brasil.
- AXELROD, R., 1976, *Structure of Decision: the Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press, New Jersey.
- BACHA , M., STREHLAU, V. e ROMANO, R., 2006, "Percepção: Termo Frequente, Usos Inconsequentes em Pesquisa?". *30º Encontro da ANPAD*, Salvador, pp. 1-15.
- BAGARIA, J., 2014, "Set Theory", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2014 Edition), Edward N. Zalta (ed.). Disponível em: <http://plato.stanford.edu/archives/win2014/entries/set-theory/>.
- BAILEY, D., 2005, *Development of an Optimal Spatial Decision-Making System Using Approximate Reasoning*. Ph.D. dissertation, Queensland University of Technology, Brisbane, Austrália.

- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES/ MCKINSEY, 2010, “Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil”.
- BARROS, C. P., 2008, “Technical efficiency of UK airports.” *Journal of Air Transport Management*, v.14, pp. 175– 178.
- BARTHOLO, R., COSENZA C. A., DORIA F. A. and DORIA M., 2010, “A heuristic algorithmic procedure to solve allocation problems with fuzzy evaluations”, *Algorithmic Social Sciences Research Unit*, Discussion Paper Series 11-03, pp. 1-17.
- BAZARGAN, M. e VASIGH, B., 2003, “Size versus Efficiency: A Case Study of US Commercial Airports”, *Journal of Air Transport Management*, v.9 , 187–193, doi:10.1016/S0969-6997(02)00084-4
- BELLMAN, R. E. e . ZADEH L. A., 1970, "Decision-Making in a Fuzzy Environment", *Management Science*, v. 17, n. 4, pp. 141-164.
- BELTON, V. e STEWART, T., 2002, *Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach*. Holder Kluwer Academic Publishers pp. 372.
- BEZDEK, J.C., 1993, “Fuzzy Models : What are they, and Why?”- , *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, v.1, n.1, pp.1-5
- BLACK, M., 1937, "Vagueness: An exercise in logical analysis". *Philosophy of Science* 4: 427–455. Reprinted in: Keefe, R., Smith, P. (eds.): *Vagueness: A Reader*, MIT Press 1997.
- BRANDALISE, K., 2004, *Metodologia de Apoio à Decisão Construtivista para Aperfeiçoamento de Processos de Faturamento em uma Organização*. Dissertação de M.Sc., UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.
- BRAZ, J.M.B.P., 2011, *O MacBeth como ferramenta MCDA para o Benchmarking de Aeroportos*, Dissertação de M.Sc., Universidade da Beira do Interior, Covilhã, Portugal.
- BRILLO, J., 2013, *Metodologia para Hierarquização de Competências Aplicada*, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BRUYNE, P., HERMAN, J. e SCHOUTHEETE, M., 1982, *Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais*. 3 ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves.
- CAMARGOS, F., 2002, “Lógica Nebulosa: uma abordagem filosófica e aplicada”, working paper, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.
- CAMBOIM, W., SILVA, S. e GOMES, H., 2014, “Aplicação de Técnicas Fuzzy no Controle de Pressão em Sistemas de Abastecimento de Água”. *Eng Sanit Ambient*

v.19, n.1, pp 67-77.

- CARDIM, L., 2007, *A Ambiguidade na Fenomenologia da Percepção de Maurice Merleau-Ponty*, Tese de D.Sc., USP, São Paulo, SP, Brasil.
- CHAMOVITZ, I., 2010, “Aplicação do Modelo de Hierarquia Fuzzy COPPE-Cosenza para a Avaliação de Grupos Operativos em Fóruns Educacionais na Internet”, Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- CHANG, Y.H., CHENG, C.H., WANG, T.C., 2003, “Performance Evaluation Of International Airports in the Region of East Asia”. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, v.4, 213-230.
- CHARNES A., COOPER W.W. e RHODES, E., 1978, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, v.2, 429-444.
- CHEN T. C., 2001 “Applying Linguistic Decision-Making Method to Deal with Service Quality Evaluation Problems”. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, v.9, n.supp01, pp.103-114,doi: 10.1142/S0218488501001022.
- CHEN, S. M. e SANGUANSAT, K., 2011, “Analyzing Fuzzy Risk Based on a New Fuzzy Ranking Method Between Generalized Fuzzy Numbers,” *Expert Systems with Applications*, v.38, pp. 2163-2171.
- CHEN, S-M, 1999, “Evaluating the Rate of Aggregative Risk in Software Development Using Fuzzy Set Theory”, *Cybernetics and Systems: An International Journal*, v.30, n.1., pp.57-75,doi: 10.1080/019697299125389.
- CHENG, F.Y., CHANG, Y.H., 2005, “Examining Airline Service Quality From a Process Perspective”, *Journal of Air Transport Management*, v.11(2), pp.79-87.
- CHING, M.K., 2014, “Hong Kong Passengers' Perception on Airport Service and Quality Satisfaction”, *Proceedings Vienna 10th International Academic Conference*.
- CHIOU, H.K., TZENG, G.H. e CHENG, D.C., 2005, “Evaluating Sustainable Fishing Development Strategies Using Fuzzy MCDM Approach”, *Omega, International Journal of Management Science*, v.33, pp. 223–234
- CHOU C-C., 2012, “Evaluating the Quality of Airport Service Using the Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Method: A Case Study Of Taiwanese Airports”, *Expert Systems*, v.29, n.3, doi: 10.1111/j.1468-0394.2010.00574.x
- CHOU C-C., 2009, “A Model for the Evaluation of Airport Service Quality”,

- Proceedings of the Institution of Civil Engineers Transport*, v.162 (TR4), pp. 207–213, doi: 10.1680/tran.2009.162.4.207
- CIVIL AVIATION AUTHORITY, 2015. Disponível em: <https://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=80&pagetype=88&pageid=3&sglid=3>. Acesso em: 16set2015.
- CONDILLAC, E., 1754, *Treatise on the Sensations*. Translated by Geraldine Carr. Published by Los Angeles: University of Southern California School of Philosophy, 1930.
- COSENZA, C.A.N. *et al.*, 1977, “Localização Industrial no Novo Estado do Rio de Janeiro”, Projeto Cooperação INPI-COPPETEC.
- COSENZA, C.A.N., 1981, “A Industrial Location Model”, working paper, Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge University, Cambridge, UK.
- , 1998. “Localização Industrial: Delineamento de uma Metodologia para a Hierarquização das Potencialidades Regionais”, working paper, COPPE/UFRJ.
- , 2009, “Metrics and Operators for Facility Site Selection”, working paper, Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Cambridge University, Cambridge, UK.
- CHAMOVITZ, I. e COSENZA, C.A.N., 2010, “Lógica Fuzzy: Alternativa Viável para Projetos Complexos no Rio de Janeiro”. *XIV PROFUNDÃO*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- COSTA, J., WANDERLEY, A. e COSENZA, C.A.N., 2004, “Utilização de Algoritmos Genéticos em Metodologia Multicritério: Uma Solução para Inconsistência Matricial”. *XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 0602-0239, Florianópolis, SC, Brasil.
- COX, E., 1999, *Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to Building, Using and Maintain Fuzzy Systems*. Morgan Kaufmann Publishers, 2 ed., 716p.
- DE VAUS, D. A., 2014, *Surveys in Social Research*, London: Routledge, 6 ed., 400p.
- DHANANJAY R., 2009, “Multi-Attribute and Multi-Criteria Decision Making Model for Technology Selection Using Fuzzy Logic”, *TECHNIA – International Journal of Computing Science and Communication Technologies*, v.2, n.1, pp.377.
- DOGANIS, R., 1992, *The Airport Business*, London: Routledge.
- , 2010, *Flying Off Course: Airline Economics and Marketing*, 4 ed., Routledge, London.

- DOGANIS, R. e GRAHAM, A., 1987, "Airport Management: The Role of Performance Indicators", Polytechnic of Central London, UK, 243p.
- DOMBI, J., 1990, "Membership Functions as An Evaluation", *Fuzzy Sets and Systems*, v. 35, pp.1-21.
- DUBOIS, D. e PRADE, H., 1979, "Fuzzy Real Algebra: Some Results", *Fuzzy Sets and Systems*, v.2, pp. 327–348.
- , 1987, "Fuzzy Numbers: An Overview", *Analysis of Fuzzy Information* (James C. Bezdek, ed.), v.1, pp. 3-39, CRC Press, Boca Raton., USA.
- , 2000, *Fundamentals of Fuzzy Sets*, Kluwer Academic publishers, Boston, MA.
- DUTTA, P., BORUAH, H. e ALI, T., 2011, "Fuzzy Arithmetic with and without Using A-Cut Method: A Comparative Study", *International Journal of Latest Trends in Computing*, v.2, n.1.
- ELKAN.C., 1994, "The Paradoxical Controversy over Fuzzy Logic", *IEEE Expert*, pp. 47-49.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, S., 2001, *Apoio à Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas*. Insular, Florianópolis.
- EUROCONTROL, 2015. Disponível em: https://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/EEC_News_2006_3_TAM.html. Acesso em: 16set2015.
- FARRELL, M.J., 1957, "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, 120 (3), 254–290.
- FERNANDES, E. e PACHECO, R.R., 2007, "Airport Management: A Strategic Approach", *Transportation* v.34, pp.129–142, doi: 10.1007/s11116-006-9102-8
- , 2010, "A Quality Approach to Airport Management", *Quality and Quantity Journal*, Springer Netherlands, pp.1-14, doi: 10.1007/s11135-008-9212-9
- FIFA - THE FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION, 2015. Disponível em: <http://www.fifa.com/fifa-world-ranking/associations/association=por/men/index.html>. Acesso em: 16set2015.
- FISH, W., 2010, *Philosophy of Perception: A Contemporary Introduction*. New York: Routledge. 192 p.
- FODNESS, D. e MURRAY, B. 2007 "Passengers' Expectations of Airport Service Quality", *Journal of Services Marketing*, v.21, n.7, pp. 492–506, doi: 10.1108/08876040710824852

- FRANCIS, G., FRY, J. e HUMPHREYS, I., 2001, “Performance Management Research Unit (PMRU) - An International Survey of Performance Measurement in Airports”, The Open University, UK.
- FRANCIS, G., HUMPHREYS, I. e FRY, J., 2002, “The Benchmarking of Airport Performance”, *Journal of Air Transport Management*, v.8, n.4, pp.239–47.
- GOMES, L., GOMES, C., ALMEIDA, A., 2009, *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*, 3. ed. São Paulo: Atlas, 344 p.
- GOMIDE, F., GUDWIN, R., TANSCHKEIT, R., 1995, “Conceitos Fundamentais da Teoria de Conjuntos Fuzzy, Lógica Fuzzy e Aplicações”. *Proceedings of the 6th IFSA Congress-Tutorials*.
- GRAHAM, A., 2005, "Airport Benchmarking: A Review of the Current Situation", *Benchmarking: An International Journal*, v.12, n.2, pp.99–111, doi.org/10.1108/14635770510593059.
- GRAHAM, L., 2008a, “Gestalt Theory in Interactive Media Design”, *Journal of Humanities and Social Sciences*, v.2, n.1.
- GRAHAM, A., 2008b, *Managing Airports: An International Perspective*. 3ed.. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- GRU_AIRPORT, 2015. Disponível em: <http://www.gru.com.br/pt-br/>. Acesso em: 16set2015.
- GÜNTHER, Y., INARD, A. e WERTHER, B., 2006, “Total Airport Management - Operational Concept & Logical Architecture”, Eurocontrol/DLR, Brussels, Belgium, Braunschweig, Germany.
- HAACK, S., 1979, "Do we need fuzzy logic?", *International Journal of Man-Machine Studies*, v.11, pp. 437-445.
- HERRERA, F., HERRERA-VIEDMA, E., 2000, “Linguistic Decision Analysis: Steps for Solving Decision Problems under Linguistic Information”, *Fuzzy Sets and Systems*, v.115 (1), pp. 67–82.
- HOLLANDA, A., 1998, *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- HOUAISS, A., 2001, *Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa*, CD-ROM. Rio de Janeiro: Instituto Antônio Houaiss - Editora Objetiva.
- HSU H. M. e CHEN C. T., 1996, “Aggregation of Fuzzy Opinions under Group Decision Making”, *Fuzzy Sets and Systems*, v.79, pp.279–285.
- IHAKA, R. e GENTLEMAN, R., 1996, “R: a language for data analysis and graphics”,

- Journal of Computational and Graphical Statistics*, v.5, pp. 299-314.
- ISO/IEC 9126-1, 2001, *Software Engineering – Product Quality – Part 1: Quality Model*. ed. 1. (ISO, 2001)
- JANKOWSKI, P., 1995, “Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision Making Methods”, *International Journal of Geographical Information Science*, v.9(3), pp.251-273.
- JANG, J. e GULLEY, N., 1995, *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*. The Math Works Inc.
- JUANG, C. H., e LEE, D. H., 1991, “A fuzzy scale for measuring weight criteria in hierarchy structure”. *Proceedings from the International Fuzzy Engineering Symposium*, pp. 415-421, Yokohama, Japan.
- KAUFMANN, A. e GUPTA, M.M., 1991, *Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- KLIR, G. e YUAN, B., 1995, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Prentice-Hall. New Jersey.
- KOSKO B., 1986, “Fuzzy Cognitive Maps”, *International Journal of Man-Machine Studies*, v.24, n.1, pp.65-75, doi:10.1016/S0020-7373(86)80040-2.
- KRYKHTINE, F., RAYMUNDO, L., COSENZA, C.A.N., PITFIELD, D.E. e MORA-CAMINO, F., 2015, “Fuzzy Modelling Applied to Assessment of Impact Factors to Air Cargo Demand – Scenario Emulation”, conference paper of the 19th Air Transport Research Society World Conference, Singapore.
- KWAKKEL, J.H., WALKER, W.E. e MARCHAU, V.A.W.J., 2010, “Adaptive Airport Strategic Planning”, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, v.10(3), pp. 249-273.
- LAI, P., POTTER, A., BEYNON, M., 2012. “The Development of Benchmarking Techniques in Airport Performance”, *Transportation Journal*, 51 (3), 305-337.
- LAKATOS, E. e MARCONI, M., 2010, *Fundamentos de Metodologia Científica*. 7 ed. São Paulo: Atlas.
- LEE, H-M., LEE, S-Y. e CHEND, J-J., 2003, “A New Algorithm for Applying Fuzzy Set Theory to Evaluate the Rate of Aggregative Risk in Software Development”, *Information Sciences*, v.153, pp.177–197, doi:10.1016/S0020-0255(03)00080-X.
- LEE, W.B, LAU, H., LIU, Z. e SAMSON, T., 2001, “A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Modular Product Design”, *Expert Systems*, v.18, n.1, pp.32–42, doi: 10.1111/1468-0394.00153.

- LEEKWIJCK, W. e KERRE, E., 1999, “Defuzzication: Criteria and Classification”. *Fuzzy Sets and Systems*, v.108, pp.159–178.
- LIAO, Y. e BAO, F., 2014, "Research on Airport Site Selection Based on Triangular Fuzzy Number", *Applied Mechanics and Materials*, v.505-506, pp. 507-511.
- LIKERT, R., 1932, “A Technique for the Measurement of Attitudes”, *Archives of Psychology*, v.22(140), pp.1-55.
- LUKASIEWICZ, J., 1920, *On Three-Valued Logic*. *Ruch Filozoficzny*, 5:70–71. English translation in J. Lukasiewicz, *Selected Works*, L. Borkowski ed., 1970.
- MACEDO, P., 2015, *Modelo Multicritério Fuzzy para Melhoria da Eficiência Energética*. Dissertação de M.Sc., UFPE, Recife, PE, Brasil.
- MCKINSEY & COMPANY, 2010, *Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil. Relatório Consolidado*. Rio de Janeiro: Mckinsey & Company.
- MAGRI JR, A., 2008, *Impactos da Aplicação do Sistema Check-In de Autoatendimento em Terminais de Passageiros de Aeroportos*. Tese de D.Sc., USP, São Paulo, SP, Brasil.
- MAMDANI, E.H. e ASSILIAN S., 1975, “An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller”, *International Journal of Man-Machine Studies*, v.7(1), pp.1-13, doi:10.1016/S0020-7373(75)80002-2.
- MANATAKI, I. E., e ZOGRAFOS K. G., 2010, “Assessing Airport Terminal Performance Using a System Dynamics Model”, *Journal of Air Transport Management*, v.16 (2), pp.86–93.
- MANCHESTER AIRPORT, 2015. Disponível em: <http://www.manchesterairport.co.uk/about-us/publications/traffic-statistics/>. Acesso em: 16set2015.
- MARR, D., 1982, *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. New York: Freeman, pp29-61.
- MASSARO, D.W., 1987, *Speech Perception By Ear and Eye: A Paradigm for Psychological Inquiry*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- , 1987a, “Categorical Perception: A Fuzzy Logical Model of Categorization Behavior”. In: Harnad S., (ed), *Categorical Perception: The Groundwork of Cognition*, Cambridge: Cambridge University Press.
- , 1998, “Categorical Perception: Important phenomenon or Lasting Myth?”. In: R.H. Proceedings Paper: International Congress of Spoken Language Processing.

- MAY, T., 2011, *Social Research: Issues, Methods, Processes*. 4 ed., Maidenhead: Open University Press. Cap. 6, 7 e 8 (ebook).
- MCNEILL, F.M. e THRO, E., 1994, *Fuzzy Logic: A Practical Approach*. AP Professional, New York.
- MCQUEEN R. A., e C. KNUSSEN, 2002, *Research Methods for Social Science: A Practical Introduction*, Prentice Hall.
- MENDEL, J. M., 2003, “*Fuzzy Sets for Words: a New Beginning*”, The IEEE International Conference on Fuzzy Systems.
- MERLEAU-PONTY, M., 1999, *Fenomenologia da Percepção*. São Paulo: Martins Fontes.
- MERLEAU-PONTY, M., 1962, *Phenomenology of Perception*. Evanston: Northwestern University Press.
- MERLEAU-PONTY, M., 1964, Eye and mind. In: EDIE, J. M.. *The Primacy of Perception, and Other Essays on Phenomenological Psychology: the Philosophy of Art, History and Politics*. Evanston: Northwestern University Press, pp.159–190.
- MITCHELL, R.K., AGLE, B.R. e WOOD, D.J., 1997, “*Toward a Theory of Stakeholder Identification and Saliency: Defining the Principle of Who and What Really Counts*”, *The Academy of Management Review*, v.22(4), pp.853-886.
- MORE, J. D., 2004, *Aplicação da Lógica Fuzzy na Avaliação da Confiabilidade Humana nos Ensaio não Destrutivos por Ultra-Som*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. Brasil.
- MOSER, K. e KALTON, G., 1989, *Survey Methods in Social Investigation*. 2 ed., Aldershot: Gower, 549p.
- MULLER, M. J., HASLWANTER, J. D. e DAYTON, T., 1997, “*Participatory Practices in the Software Lifecycle*”. In: Helander, M., Landauer, T.K. e Prabhu, P., *Handbook of Human-Computer Interaction*, 2 ed., Elsevier Science, pp. 255-269.
- MUMAYIZ, S. A. e ASHFORD, N. J., 1986, “*Methodology for Planning and Operations Management of Airport Terminal Facilities*”. Transportation Research Record 1094, TRB, National Research Council, Washington D. C., pp. 24-35.
- NEUFVILLE, R. e ODONI, A., 2003, *Airport Systems: Planning, Design, and Management*, McGraw-Hill.
- ODEN, G. C., e MASSARO, D. W., 1978, “*Integration of Featural Information in Speech Perception*”, *Psychological Review*, v.85, pp.172-191.

- OFFERMAN, H., 2001, "Simulation to Support the Airport Stakeholder Decision-Making Process", *Air & Space Europe*, v.3(1-2), pp.60-67, doi:10.1016/S1290-0958(01) 90017-6.
- ORTEGA, N., 2001, *Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a Problemas da Biomedicina*. Tese de D.Sc., USP, São Paulo, Brasil.
- PAMPLONA, C.N.G. e COSENZA, C.A.N., 2013, *Aspectos Fundamentais da Teoria Microeconômica. Parte 1*. Rio de Janeiro, Edição do Autor; 162pp.
- PARK, J-W. e JUNG, S-Y. (2011), "Transfer Passengers' Perceptions of Airport Service Quality: A Case Study of Incheon International Airport", *International Business Research*, v.4, n.3.
- PARK, Y.H, 1994, *An Evaluation Methodology for the Level of Service at the Airport Landside System*. Ph.D. thesis, Loughborough University, Loughborough, UK.
- PAVLYUK, D., 2012, "Airport Benchmarking and Spatial Competition: a Critical Review", *Transport and Telecommunication* , v.13, n.2, pp.123-137.
- PEDRYCZ, W. e GOMIDE, F., 2007, *Fuzzy Systems Engineering: Toward Human-Centric Computing*. Wiley-IEEE Press, pp.526.
- PEDRYCZ, W., 1994, "Why Triangular Membership Functions?", *Fuzzy Sets and Systems*, v.64, pp.21–30, doi.org/10.1016/0165-0114(94)90003-5.
- PERFILIEVA, I e NOVAK, V., 2004, "On the Semantics of Perception-Based Fuzzy Logic Deduction", Research Report No. 51, University of Ostrava, Institute for Research and Applications of Fuzzy Modeling.
- PERMINOV, G. e VJACHESLAVNA, L., 2014, "Method for Automatically Determining the Importance of Criteria in Multicriteria Decision-Making Problems", *Management Studies*, v.2, n.3, pp.191-201.
- PFEIFER, R., SCHEIER, C., 1999, *Understanding Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- POLLARD, S., 1990, *Philosophical Introduction to Set Theory*. University of Notre Dame Press, Notre Dame, 180 pp.
- RAYMUNDO , L., COSENZA, C.A.N. e KRYKHTINE, F., 2014, "Fuzzy Model Applied to Impact Assessment of Air Cargo Demand", conference paper of the 18th Air Transport Research Society World Conference, Bordeaux.
- RAYMUNDO, L. e COSENZA, C.A.N., 2013, "A Proposal Model for an Airport Performance Evaluation Using Fuzzy Concept", conference paper of the 17th Air Transport Research Society World Conference", Bergamo.

- RHOADES, D.L., JR, B.W. e YOUNG, S., 2000. “Developing a Quality Index for US Airports”. *Managing Service Quality*, v.10(4), pp.257-262.
- RIBEIRO, R. A., 1996, “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: A Review and New Preference Elicitation Techniques”, *Fuzzy Sets and Systems*, v.78,pp.155-181.
- RIOGALEÃO, 2015.Disponível em:<http://www.odebrecht-transport.com/pt-br/atuacao/aeroportos/rio-galeao>. Acesso em: 16set2015.
- ROSS, T., 2010, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 3 ed. John Wiley & Sons, Ltd.
- RUBIN, D.B., 1987,*Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*. J. Wiley & Sons, New York. pp.114.
- SANTAELLA, L., 1988, *A Percepção – Uma Teoria Semiótica*. Ed. Experimento, 2 ed.
- SANTOS, G., 2015, Cálculo Amostral: Calculadora On-Line. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 16set2015.
- SARKIS, J., 2000, “An Analysis of the Operational Efficiency of Major Airports in the United States”, *Journal of Operations Management*, v.18(3), pp.335–51.
- SARKIS, J. e TALLURI, S., 2004, “Performance Based Clustering for Benchmarking of US Airports”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v.38(5), pp. 329-346, doi:10.1016/j.tra.2003.11.001.
- SCHAAR, D. e SHERRY, L., 2010, “Analysis of Airport Stakeholders”, *Proceedings of The 2010 Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference*, Herndon, VA, J4-1-J4-17.
- SCHMUCKER, K., 1984, *Fuzzy Sets, Natural Language Computations, and Risk Analysis*. Computer Science Press, Rockville, MD.
- SCRAMM, F., 2013, *Modelo de Seleção de Fornecedores para Compras Públicas Baseado em Negociação Multilateral e Multiaspecto*. Tese de D.Sc., UFPE, Recife, PE, Brasil.
- SOUZA, A., 2010, *Análise Comparativa do Desempenho de Aeroportos a Nível Mundial Utilizando Conceitos DEA*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- SPIES, G, PIEKERT, F, MARSDEN, A., SUIKAT, R., MEIER, C. e ERIKSEN, P., 2008, “Operational Concept for an Airport Operations Center to Enable Total Airport Management”, *26th International Congress of the Aeronautical Sciences*, Anchorage.

- TAKAGI, T. e SUGENO, M., 1985, “Fuzzy Identification of Systems and Its Application to Modeling and Control”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, v.15(1), pp.116–132.
- TANSCHKEIT, R., 2003, “Sistemas Fuzzy”, *VI Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, Tutorial, Bauru, SP.
- TOLEDO, O.M. e COSENZA, C.A.N., 2003, “Um Caso de Aplicação da Lógica Fuzzy -O Modelo Coppe-Cosenza de Hierarquia Fuzzy”. *XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Anais; v.1*, Ouro Preto, MG.
- TRIANANTAPHYLLOU, E, SHU, B., SANCHEZ S. e RAY, T., 1998, *Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach*, Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, (J.G. Webster, Ed.), John Wiley & Sons, New York, NY, Vol. 15, pp. 175-186.
- UPHAM, P.J., MAUGHAN, J., RAPER, D., THOMAS, C. (eds.), 2003, *Towards Sustainable Aviation*. Earthscan, London.
- WANG Y., 2007, “On the Cognitive Processes of Human Perception with Emotions, Motivations and Attitudes”, *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, v.1(4), pp.1-13.
- WANG, R-T., HO, C-T, FENG, C-M e YANG, Y-K, 2004, “A Comparative Analysis of the Operational Performance of Taiwan’s Major Airports”, *Journal of Air Transport Management*, v.10(5), pp.353–60.
- WANG, Y. e CHEN, Y., 2014, “A Comparison of Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems for Traffic Flow Prediction”, *Journal of Computers*, v.9, n.1, pp.12-21, doi:10.4304/jcp.9.1.12-21.
- WU, P. e MENGERSEN, K., 2013, “A Review of Models and Model Usage Scenarios for an Airport Complex System”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v.47, pp.124–140, doi:10.1016/j.tra.2012.10.015.
- YAGER, R.R., 1986, "Toward a General Theory of Reasoning with Uncertainty Part II: Probability", *Int. J. Man-Machine Studies*, v.25, pp.613-631, doi:10.1016/S0020-7373(86)80078-5.
- YEH, C.-H. e DENG, H., 2004, “A Practical Approach to Fuzzy Utilities Comparison in Fuzzy Multicriteria Analysis”, *International Journal of Approximate Reasoning*, v.35(2), pp.179-194.
- YEH, C.-H. e KUO, Y.-L., 2003, “Evaluating Passenger Services of Asia-Pacific International Airports”, *Transportation Research Part E: Logistics and*

- Transportation Review*, v.39(1), pp.35-48.
- YEH, C.-H., CHANG, Y.-H. e KUO, Y.-L., 2011, "Fuzzy Multiattribute Evaluation of Airport Performance", *Proceedings of the 20th IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Taipei, Taiwan, 2630-2637, doi.org/10.1109/FUZZY.2011.6007658.
- YEH, C.-H., DENG, H. e CHANG, Y.-H., 2000, "Fuzzy Multicriteria Analysis for Performance Evaluation of Bus Companies", *European Journal of Operational Research*, v.126(3), pp.459-473.
- YEH, C.-H., WILLIS, R., DENG, H. e PAN, H., 1999, "Task Oriented Weighting in Multi-Criteria Analysis", *European Journal of Operational Research*, v.119(1), pp.130-146.
- YEH, C.-H. e CHANG, Y.-H., 2009, "Modeling Subjective Evaluation for Fuzzy Group Multicriteria Decision Making", *European Journal of Operational Research*, v.194, pp.464-473, doi:10.1016/j.ejor.2007.12.029.
- YEN, J. e LANGARI, R., 1999, *Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information*. Prentice-Hall, NJ.
- YEN, J.-R., TENG C.-R. e CHEN P.S. , 2001, "Measuring the Level of Service at Airport Passenger Terminals: Comparison of Perceived and Observed Time", *Transportation Research Record 1744*, TRB, National Research Council, Washington D.C., pp.17-23, doi:http://dx.doi.org/10.3141/1744-03.
- ZADEH, L.A., 1965, "Fuzzy Sets", *Information and Control*, v.8(3), pp.338-353.
- , 1973, "Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, v.3, pp.28-44.
- , 1975, "The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning, Parts 1, 2, and 3", *Information Sciences*, v.8, pp.199-249, v.8, pp.301-357 e v.9, pp.43-80.
- , 1979, "A Theory of Approximate Reasoning", *Machine Intelligence*, v.9, pp.149-194.
- , 1989, "Knowledge Representation in Fuzzy Logic", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v.1, pp.89-100, doi:10.1109/69.43406.
- , 1999, "The Birth and Evolution of Fuzzy Logic - A Personal Perspective. Parts 1 and 2", *Japan Society for Fuzzy Theory and Systems*, NII-Electronic Library Service, v.11, n.6, pp.891-905.

- , 2002, “From Computing With Numbers To Computing with Words - From Manipulation of Measurements to Manipulation of Perceptions”, *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, v.12, n.3, pp.07–324.
- , 2008, “Is There a Need for Fuzzy Logic?”, *Information Sciences*, v.178, pp.2751–2779.
- ZANETTIN, L., 2013, *Construção de um Modelo Multicritério para Avaliação de Desempenho: Um Estudo de Caso em uma Empresa de Pequeno Porte*. Dissertação de M.Sc., UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.
- ZHANG, P., 2003, “Multiple Imputation: Theory and Method”, *International Statistical Review*, v.71, pp.581-92.
- ZIDAROVA E. e ZOGRAFOS K., 2011, “Measuring Quality of Services In Airport Passenger Terminals”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* , v.2214, doi.org/10.3141/2214-09.
- ZIMMERMANN, H-J., 1996, *Fuzzy Set Theory and its Applications*. Kluwer Academic Publisher, Boston, MA.

APÊNDICE I – Proposta de Pesquisa ao Comitê de Ética

Ethics Approvals (Human Participants) Sub-Committee



Research Proposal for Studies Involving Human Participants

Project Details

1. Project Title:

A Proposal Model for an Airport Performance Evaluation Using Fuzzy Concept

2. Aims and objectives of the study

To identify the airport stakeholder's perception about airport performance, according to the model under development.

3. Lay summary of the study

The increasing demand of air transportation has represented a significant challenge to airport administrations, requiring a specific tool to evaluate their performance comparatively. Under this scope, the study presents a model for airport performance evaluation encompassing different spheres of actions requiring.

4. Start date of study:

July 2012.

5. End date of study:

July 2015.

6. Duration of the study:

3 years.

7. Start date for data-collection:

March 2013.

Remarks:

- i. This study has been completed at Loughborough University as part of the split PhD program between Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brazil) and Loughborough University.
- ii. A previous research was performed at Brazilians airports: Rio de Janeiro, Sao Paulo and Brasilia.
- iii. The intention of this data collection is to apply the model to a UK airport, aiming to verify the model pertinence applied to overseas airport. The Manchester Airport, due to the similarities with the Brazilian airports investigated has been selected to make part of this research.
- iv. The specific data collection in Manchester should not commence before final ethical approval is confirmed.

8. Location of the study:

Manchester Airport. Manchester City, UK.

9. Reasons for undertaking the study (e.g. contract, student research):

Brazilian PhD visiting student funded by Brazilian government.

10. Do any of the researchers stand to gain from a particular conclusion of the research study?	Yes	<input checked="" type="checkbox"/> No
If Yes , how do the researchers stand to gain?		

Applicant Details

11. Name of Researcher (applicant):

Luis Odair Azevedo Gomes Raymundo

12. Status:

Postgraduate Research visiting student

13. Email address:

L.O.A.G.Raymundo@lboro.ac.uk

14. Contact address:

10 Mayfield Drive, Loughborough Leicestershire LE11 3TU United Kingdom

15. Telephone number:

07467507117

All other researchers (including supervisors if applicant is a student)

16. Name(s):

Dr David Pitfield

17. Status(es):

Supervisor

18. Email address(es):

d.e.pitfield@lboro.ac.uk

19. Contact Address(es):

School of Civil and Building Engineering Loughborough University Loughborough Leicestershire United Kingdom LE11 3TU. Telephone number(s):+44 (0)1509 223416

20. Experience of all investigators in the methods to be used in this study

Investigator: Luis Odair Azevedo Gomes Raymundo

Luis is a postgraduate research visiting student at Loughborough University within the School of Civil and

Building Engineering since July 2014. Holds a Bachelor of Science in Economics degree 1988, Brazil. Holds a Master degree in Logistics Engineering from National University, 1991, USA, among other several courses attended. Has professional experience working with Airport Assessment and Logistics Management.

Investigator: Dr. David Pitfield

David Pitfield was educated at the University of Bristol and the University of Stirling. Employed by the University of California at Berkeley and the University of Edinburgh before joining Loughborough University as a Research Associate in 1974. Appointed Research Fellow 1975, Lecturer in 1978 and Senior Lecturer in 1990. His research work in aircraft accidents has resulted in this work being chosen for that with the most proven impact with respect to the forthcoming REF from amongst all of his transport colleagues.

Participant Information

21. Number of participants to be recruited:

These numbers are estimated:

- About 100 Airport stakeholders

22. Details of participants (age, gender, special interests etc.):

Air Carriers, Airport Access Providers, Airport Administration, Airport Investors, Airport Suppliers, Business Organizations, Concessionaries, Employees, General Aviation, Government, Interest Groups, Passengers and Service Providers.

23. How will participants be selected?

The participants will be randomly selected according to their availability and knowledge within the Manchester Airport environment. There are no other specific criteria to select a participant.

24. How will participants be recruited and approached?

The participants will be recruited and approached randomly by person, email or telephone, and they will be invited to participate in this research. In case that they accept to participate a formal request will be sent to them.

25. Please state the demand on participants' time:

The times below are estimated due the availability of each participant:

- 15-20min, each, by filling up a prepared questionnaire.
- The observation process will depend of the flow within the airport but we estimate seven days.

26. Will control participants be used?	Yes	No
If No , please go to Question 30. If Yes , please answer the questions below.		

27. How will control participants be selected?

xxx.

28. How will control participants be recruited and approached?

xxx.

29. Please state the demand on control participants' time:

xxx.

30. Please provide procedures for the chaperoning and supervision of the participants during the study.

- The participants will not be identified.
- The participants will receive information sheet and will sign the informed consent form.

31. Possible risks, discomforts and/or distress to participants.

None.

32. Please provide details of any payments to be made to the participants.

None.

Researcher Safety

33. Are there any potential risks to the researchers in this study?	Yes	No
---	-----	----

If **Yes**, please answer the following questions:

34. What are the potential risks to the researchers?

xxx.

35. What measures have been put in place to address these risks?

xxx.

Study details

36. Brief outline of study design and methodology:

This research methodology is an exploratory case study, and the methods considered to access the data in this research are only by the questionnaire handed out.

37. Measurements to be taken:

The participants will complete a questionnaire about the perceptions of the airport performance and the data that will be collected only through the questionnaire.

38. Please indicate whether the proposed study:

38a. Involves taking bodily samples	Yes	No
38b. Involves procedures which are physically invasive (including the collection of body secretions by physically invasive methods)	Yes	No
38c. Is designed to be challenging:		
Physically	Yes	No
Psychologically	Yes	No
38d. Involves procedures that are likely to cause:		
Physical distress to participants	Yes	No
Psychological distress to participants	Yes	No
Social distress to participants	Yes	No
Emotional distress to participants	Yes	No
38e. Involves intake of compounds additional to daily diet, or other dietary manipulation/supplementation	Yes	No
38f. Involves pharmaceutical drugs (Please refer to published guidelines)	Yes	No

38g. Involves testing new equipment	Yes	No
38h. Involves procedures which may cause embarrassment to participants	Yes	No
38i. Involves collection of personal and/or potentially sensitive data	Yes	No
38j. Involves use of radiation (Please refer to published guidelines and contact the University's Radiological Protection Officer before beginning any study which exposes participants to ionising radiation)	Yes	No
38k. Involves use of hazardous materials (Please refer to published guidelines)	Yes	No
38l. Assists/alters the process of conception in any way	Yes	No
38m. Involves methods of contraception	Yes	No
38n. Involves genetic engineering	Yes	No

If **Yes**, please give specific details of each of the procedures to be used and arrangements to deal with adverse effects:

xxx.

Consent

39. Is written consent to be obtained from participants?	Yes	No
If yes , please attach a copy of the consent form to be used. If no , please justify.		

40. Will any of the participants be from one of the following vulnerable groups?		
40a. Children under 18 years of age	Yes	No
40b. Persons incapable of making an informed decision for themselves	Yes	No
40c. Prisoners/other detained persons	Yes	No
40d. Other vulnerable groups Please specify:	Yes	No

If **Yes**, to any of the above, please answer the following questions:

xxx.

41. What special arrangements have been made to deal with the issues of consent?

xxx.

42. Have the researchers obtained necessary police registration/clearance?

xxx.

Withdrawal

43. How will participants be informed of their right to withdraw from the study?

- The participants will be volunteers in this research, they will only participate and give information about what they want and if they want.
- The research information and participant's rights will be informed to all participants using the 'participant information sheet' and 'informed consent form'.

44. How will participants be informed of the issues with withdrawing their data once this has been aggregated in the study?

The research information and participant's rights will be informed to all participants using the

'participant information sheet' and 'informed consent form'.

Storage and Security of Data

45. Will the investigation include the use of any of the following:		
Observation of participants	Yes	No
Audio recording	Yes	No
Video recording	Yes	No

If Yes, to any, please provide details of how the recording will be stored, where specifically the recording will be stored, when the recordings will be destroyed and how confidentiality will be ensured?

xxx.

46. What steps will be taken to safeguard anonymity of participants/confidentiality of personal data?

- It is important to highlight that none of the participants will be identified by names during the researching process, only the stakeholder's profile will be informed.
- Only the researchers will have access to data collected.

47. Please give details of where the data collected will be stored, and how the collection and storage of the data complies with the Data Protection Act 1998?

The research will follow the data protection notices found in the document 'Compliance with data protection requirements', as follow:

- What personal data will be collected and stored?
 - The data collected will be questionnaires notes.
- How (format) and where (location) the personal data will be stored?
 - The questionnaires will be stored physically with the researchers in an appropriate compartment (e.g. locked drawing) and/ or in hard disks, backups, and electronically in virtual disks.
- Who will have access to the personal data?
 - Only the researchers involved in this research.
- What security measures will be in place to protect against unauthorised access?
 - The information will be protected locker and/or by different passwords.
- Details of any coding/anonymity to maintain participant confidentiality.
 - The participants will not be identified by name, and all personal information will not need to be encoded or anonymised.
- If appropriate, how long the data will be stored?
 - If necessary, the survey responses will be kept in a locked filing cabinet at the PhD researcher's office (i.e. Mr Luis Odair A. G. Raymundo) and/or will be stored in a password protected in hard disks, backups, and electronically in virtual disks. The data will be kept in the same manner for seven (7) years following the completion of the project, and then destroyed afterwards, according to the Guidance Notes for Investigators Data Collection and Storage. Only the researchers will have access to the data.
- How the data will be used in publication (e.g. whether individuals will be identifiable)?
 - This qualitative data will be used as reference, and information such as name or any special interest will not be apply.
 - Informed consent form will be signed for all participants.

48. If human tissue samples are to be taken, please give details of, and the timeframe for, the disposal of the tissue.

xxx.

Sponsorship and Insurance Cover

49a. Is the study being sponsored?	Yes	No
If Yes , please state source of funds including a contact name and address for the sponsor: If No , please go to question c.		
49b. Is the study to be covered by the sponsors insurance?	Yes	No
If No , please confirm who will be insuring the study:		
49c. Is the study to be covered by the University's insurance?	Yes	No
If No , please confirm who will be insuring the study:		

Insurance Cover

Note: It is the responsibility of investigators to ensure that there is appropriate insurance cover for the procedure/technique.

The University maintains in force a Public Liability Policy, which indemnifies it against its legal liability for **accidental** injury to persons (other than its employees) and for accidental damage to the property of others. Any **unavoidable** injury or damage therefore falls outside the scope of the policy.

50. Will any part of the study result in unavoidable injury or damage to participants or property?	Yes	No
---	-----	----

If **Yes**, please detail the alternative or additional insurance cover arrangements and include the supporting documentation in this application.

The University Insurance relates to claims arising out of all **normal** activities of the University, but Insurers require to be notified of anything of an unusual nature.

51. Is the study classed as normal activity?	Yes	No
---	-----	----

If **No**, please check with the University Insurance Officer that the policy will cover the activity. If the activity falls outside the scope of the policy, please detail the alternative or additional insurance cover arrangements and include the supporting documentation in this application.

Declaration

I have read the University's Code of Practice on Investigations on Human Participants and have completed this application. I confirm that the above named investigation complies with published codes of conduct, ethical principles and guidelines of professional bodies associated with my research discipline.

I agree to provide the Ethics Approvals (Human Participants) Sub-Committee with appropriate feedback upon completion of my study.

Signature of applicant:

Signature of Supervisor (if applicable):

Signature of Head of School/Department:

Date:

Appendix 1: Application Checklist

Please ensure that you have attached copies of the following documentation to your application:

✓ x	For all applications:
✓	Participant Information Sheet
✓	Informed Consent Form
	Where applicable:
	Willingness to Participate forms (for studies involving vulnerable participants)
	Parental/Guardian Information Sheet
	Children’s Information Sheet
	Letter of Approval(s) from Head Teacher(s)
	Opt-Out Letters
	Health Screen Questionnaire
	Questionnaires
	Example Interview Questions
	Advertisement/Recruitment material
	Evidence of approval from other Committees (including International organisations)
	Additional Insurance Cover
	Risk Assessment

Appendix 2: PhD Research – Participant Information Statement and Consent Form

PhD Research – Participant Information Statement and Consent Form Airport Performance Evaluation

Participant selection and purpose of study

This survey is intended for respondents who had a level of perception of the Manchester Airport performance.

We, Mr Luis O. A. G. Raymundo and Dr David E. Pitfield, from “Loughborough University – School of Civil and Building Engineering”, hope to learn about the airport evaluation *ad hoc* as part of the model validation developed for airports assessment.

The objective of this study is to present a management model applied to airport terminals covering different spheres in order to contribute to the improvement of service levels provided, expressed by an “airport perception index”.

Description of study and risks

If you decide to participate, we are conducting an attached questionnaire survey, to be freely filled up.

Responses to this online survey are anonymous and confidential. There is a very limited risk that someone may identify your views and opinions expressed on this main survey; however, we will do all to ensure that confidentiality and anonymity are maintained. The survey responses will be kept in a locked filing cabinet at the PhD researcher’s office (*i.e.* Mr Luis Raymundo) and/or will be stored in a password protected in hard disks, backups, and electronically in virtual disks. The data will be kept in the same manner for seven (7) years following the completion of the project, and then destroyed. Only the researchers will have access to the data.

We cannot and do not guarantee or promise that you will receive any benefits from this study.

Confidentiality and disclosure of information

Any information that is obtained in connection with this study will remain confidential and will not be disclosed, except as required by law.

Your consent

1. I have read and understood the project information. I agree to take part in the project voluntarily, by filling up the attached questionnaire.
2. I understand my personal details will not be informed. The only information provided in the questionnaire is the stakeholder's profile and assessment, and my information may be quoted in research outputs.
3. I agree for the data I provide to be archived at the proper data archive, and only genuine researchers will have access to this data, preserving the confidentiality of the information as requested in this form.
4. I agree to assign the copyright I hold in any materials related to this project to Luis O. A. G. Raymundo and David E. Pitfield [researchers].

By checking the box below I understand the statements described above and I agree or not agree to participate in the project described herein:

I agree	I do not agree
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Please, you may reply completed questionnaire to L.O.A.G.Raymundo@lboro.ac.uk.

If you have any questions, please feel free to contact us. Mr Luis Raymundo, Mobile Telephone: +44(0)7467507117 or Email: L.O.A.G.Raymundo@lboro.ac.uk. And please save a copy of this form for your records.

Date and Name of participant
[printed]

APÊNDICE II – Questionário

PhD Research – Participant Information AIRPORT PERFORMANCE PERCEPTION EVALUATION Questionnaire

1. Please mark your appropriate stakeholder profile (you want to respond as)

Air Carriers	Airport Access Providers	Airport Administration	Airport Investors	Airport Suppliers	Business Organizations	Concessionaries
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control Authorities	Employees	General Aviation	Interest Groups	Passengers	Service Providers	Others
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. What is your PERCEPTION about Manchester Airport, according to the attributes:

ATTRIBUTES\PERCEPTION	Very Poor	Poor	Fair	Good	Very Good	Not Applicable/ No Opinion
Air Transportation Capacity (e.g. airlines size, aircrafts size, routers offered, number of seats, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Airport Terminal Access (ground transportation, parking facilities, service supply accessinfluence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Airport Terminal Capacity and Facilities (e.g. range of facilities offered, security, spaces provided, ambience, environmental awareness,influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Airport Terminal Movement (e.g. volume of passengers and attendance, movement flow, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Baggage Processing (e.g. time utility, baggage reclaim, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Check-In Processing (e.g. waiting time, efficiency of staff, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Passenger Connections (e.g. transfer facilities, ease of finding the way, flight information, walking distances, ease of making connections with other flights, time utility, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Punctuality and Regularity for Airlines and Airport Services Provided (e.g. influence on any other activity).	<input type="radio"/>					
Revenue Generation (e.g. turnover economic activity,influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Service Providers Capacity (e.g. time utility and efficiency, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					

3. How do you WEIGHT the importance of the attributes below:

ATTRIBUTES/WEIGHT	Not Important	Somewhat Important	Important	Very Important	Extremely Important	Not Applicable/ No Opinion
Air Transportation Capacity (e.g. airlines size, aircrafts size, routers offered, number of seats, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Airport Terminal Access (ground transportation, parking facilities, service supply accessinfluence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Airport Terminal Capacity and	<input type="radio"/>					

Facilities (e.g. range of facilities offered, security, spaces provided, ambience, environmental awareness, influence on any other activity, etc.)						
Airport Terminal Movement (e.g. volume of passengers and attendance, movement flow, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Baggage Processing (e.g. time utility, baggage reclaim, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Check-In Processing (e.g. waiting time, efficiency of staff, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Passenger Connections (e.g. transfer facilities, ease of finding the way, flight information, walking distances, ease of making connections with other flights, time utility, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Punctuality and Regularity for Airlines and Airport Services Provided (e.g. influence on any other activity).	<input type="radio"/>					
Revenue Generation (e.g. turnover economic activity, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					
Service Providers Capacity (e.g. time utility and efficiency, influence on any other activity, etc.)	<input type="radio"/>					

4. What is your overall PERCEPTION about the quality of service supplied by the airport service suppliers listed below:

	Very Poor	Poor	Fair	Good	Very Good	Not Applicable/ No Opinion
Airport Administration	<input type="radio"/>					
Air Carriers	<input type="radio"/>					
Concessionaires	<input type="radio"/>					
Control Authorities (e.g. UK Border Force, HMRS)	<input type="radio"/>					
Service providers	<input type="radio"/>					

5. How do you WEIGHT the importance of the quality of service supplied by the airport service suppliers listed below:

	Not Important	Somewhat Important	Important	Very Important	Extremely Important	Not Applicable/ No Opinion
Airport Administration	<input type="radio"/>					
Air Carriers	<input type="radio"/>					
Concessionaires	<input type="radio"/>					
Control Authorities (e.g. UK Border Force, HMRS)	<input type="radio"/>					
Service providers	<input type="radio"/>					

6. How long have you had experienced of the airport?

More than 10 years	Between 7 and 10 years	Between 4 and 7 years	Between 1 and 4 years	Less than 1 year
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. How often do you experience the airport (at least)?

Weekly	Monthly	Biannually	Annually	More Than a Year
<input type="radio"/>				

8. How often do you experience other(s) airports?

Weekly	Monthly	Biannually	Annually	More Than a Year
<input type="radio"/>				

9. Gender

Male	Female
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Age

18-24	25-34	35-44	45-54	55>
<input type="radio"/>				