

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Daniel Augusto Marques Magalhães

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO
PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO DO
DEMAND-DRIVEN DISPATCH NO CONTEXTO DAS
COMPANHIAS AÉREAS BRASILEIRAS**

Trabalho de Graduação
2021

Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

Daniel Augusto Marques Magalhães

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO
PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO DO
DEMAND-DRIVEN DISPATCH NO CONTEXTO DAS
COMPANHIAS AÉREAS BRASILEIRAS**

Orientador

Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

**SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

Marques Magalhães, Daniel Augusto
Análise dos parâmetros envolvidos no processo de tomada de decisão do Demand-Driven Dispatch no contexto das companhias aéreas brasileiras / Daniel Augusto Marques Magalhães. São José dos Campos, 2021.
87f.

Trabalho de Graduação – Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica– Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2021. Orientador: Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira.

1. Demanda. 2. Aviação. 3. Capacidade. I. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARQUES MAGALHÃES, Daniel Augusto. **Análise dos parâmetros envolvidos no processo de tomada de decisão do Demand-Driven Dispatch no contexto das companhias aéreas brasileiras**. 2021. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

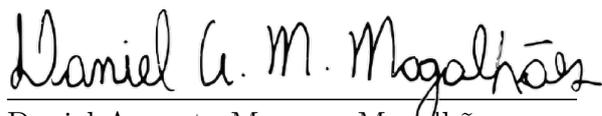
CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Daniel Augusto Marques Magalhães

TÍTULO DO TRABALHO: Análise dos parâmetros envolvidos no processo de tomada de decisão do Demand-Driven Dispatch no contexto das companhias aéreas brasileiras.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) / 2021

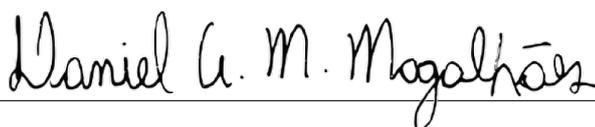
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.



Daniel Augusto Marques Magalhães
Rua H8B, 233
12.228-461 – São José dos Campos–SP

ANÁLISE DOS PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO DO DEMAND-DRIVEN DISPATCH NO CONTEXTO DAS COMPANHIAS AÉREAS BRASILEIRAS

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



Daniel Augusto Marques Magalhães

Autor



Alessandro Vinícius Marques de Oliveira (ITA)

Orientador



Prof. Dr. João Cláudio Bassan de Moraes
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

São José dos Campos, 16 de novembro de 2021.

Dedico esse trabalho à minha família, Nywton, Cláudia e Davi que nunca mediram esforços para me fazer feliz, amo vocês. Também dedico à Lia, minha companheira de todos os momentos que possui o dom único de tornar os dias mais leves e prazerosos, te amo. Dedico também aos amigos de H8 que tornaram esse sonho possível.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, na figura dos meus pais e do meu irmão, por sempre terem me passado valores corretos e terem guiado meu caminho com muito amor e dedicação. Agradeço a Lia, minha companheira nesses 3 últimos anos, pessoa que agradeço a Deus todos os dias por ter colocado no meu caminho.

Aos meus avós, por quem tenho muito amor e respeito e cujo os nomes faço questão de registra, vó Raimunda, vó Lurdinha e vô Joaquim. Além de participarem da minha formação de caráter contribuíram e muito para minha formação aqui no ITA

Aos meus tios e tias, na figura do tio Juscélio e da tia Nylza por sempre me incluírem nas atividades familiares e terem mantido uma relação de carinho e companherismo com minha família.

Aos meus primos, na figura do Ramon e do Gabryel, pessoas com coração extraordinário, humildes e que sempre correm atrás dos seus objetivos ajudando os outros.

Ao Breno, Felipe e Bruno. Amigos de longa data, pessoas do bem e que tenho muito orgulho de conviver.

Aos meus amigos do Ari de Sá que levarei para a vida, na figura do Fernando Amorim e do Lucas Carneiro, me ensinaram muito naquele ano, tornando um dos melhores anos da minha vida.

Aos tutores que esse Instituto me proporcionou, na figura do Gabriel Gama e do Lincon Broedel. Duas das pessoas mais fascinantes que conheci, tanto pelo carisma quanto pela liderança e amizade.

Aos meus amigos do ITA, na Figura do João, do Guilherme, do Matheus, do Hélber, do Rafael, do Jonathans, do Siqueira, do Gabriel (Mogli), do Pedro, do Hugo e do Walter.

Por fim agradeço aos professores que encaminharam minha formação acadêmica na figura do meu orientador, professor Alessandro, do professor Evandro, por quem desenvolvi grande afinidade e do professor Paulo de Tarso, cujas dicas e ensinamentos sempre recorro.

“O que não tenho e desejo é que melhor me enriquece.”

— MANUEL BANDEIRA

Resumo

O setor aéreo é caracterizado por ser um mercado com pequena margem de lucro, necessidade de investimento muito alta e uma exposição considerável a fatores totalmente fora do seu controle, como a pandemia do novo Coronavírus. Um dos principais desafios dentro da operação de uma companhia aérea é a atribuição do equipamento correto para atender a demanda prevista. As exigências de antecedência mínima impostas por setores regulatórios e sindicatos aumentam de forma considerável a complexidade desse desafio. Ao longo das últimas três décadas, um novo conceito denominado Demand-Driven Dispatch ou simplesmente D³, tem ganhado bastante notoriedade, pois ele é uma tentativa de adequar a capacidade do equipamento à demanda exata do voo, se valendo para isso de trocas no curto prazo. Muitos estudos surgiram para analisar os impactos financeiros dessa prática que mostrou-se como sendo vantajosa desde que corretamente implementada. É válido citar que a quase totalidade desses estudos se concentraram nos mercados estrangeiros, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa. O presente trabalho tem por finalidade entender se as companhias aéreas brasileiras utilizam essa prática e, se utilizam, quais os principais parâmetros de análise envolvidos, tendo como plano de fundo as características do mercado nacional num cenário anterior à pandemia do novo Coronavírus. Para isso, foram realizadas entrevistas com gerentes das maiores companhias aéreas nacionais que tratam diretamente com essa prática, e a partir dessas entrevistas, optou-se por utilizar o *software* webQDA para analisar os dados provenientes extraídos. Por fim recorreu-se ao método multicritério AHP como forma de quantificar algumas restrições não essenciais, mas que podem acarretar impactos na operação da companhia, para viabilizar, no futuro, implementações de heurísticas para auxiliar na tomada de decisão da troca de equipamento no curto prazo. Dessa forma, é esperado que esse tema, bastante relevante pela capacidade de proporcionar retornos financeiros às companhias aéreas, torne-se mais difundido no cenário nacional e outras pesquisas com diferentes análises comecem a surgir.

Palavras-chave: Demand-Driven Dispatch, D³, cenário nacional, companhias aéreas brasileiras, restrições fracas, quantificação, AHP.

Abstract

The airline industry is characterized by being a market with a small profit margin, a very high investment need and considerable exposure to factors totally beyond its control, such as the new Coronavirus pandemic. One of the main challenges within an airline's operation is assigning the right equipment to meet the anticipated demand. Anticipated requirements imposed by regulatory sectors and unions add considerably to the complexity of this challenge. Over the last three decades, a new concept called Demand-Driven Dispatch, or simply D³, has gained a lot of notoriety, as it is an attempt to adapt the equipment's capacity to the exact demand of the flight, using short-term exchanges. To better contextualize the importance of this concept, in the current pandemic scenario, airline companies face large variations in daily demand, thus, the need to reallocate capacity in the time close to take-off is extremely necessary. Many studies have emerged to analyze the financial impacts of this practice, which proved to be advantageous if correctly implemented, it is worth mentioning that almost all of these studies focused on foreign markets, especially in the United States and Europe. This paper aims to understand whether Brazilian airlines use this practice and, if so, which are the main analysis parameters involved, having as background the characteristics of the national market in a scenario prior to the new Coronavirus pandemic. For this, semi-structured interviews were carried out with managers of the largest national airlines that deal directly with this practice and it was decided to use the webQDA software to analyze the data from these interviews. Finally, the AHP multi-criteria method was used as a way to price some non-essential restrictions, but which may impact the company's operation, to enable, in the future, heuristic implementations to assist in the decision-making of equipment change in the short term. Thus, it is expected that this topic, which is very relevant due to its ability to provide financial returns to airlines, will become more widespread in the national scenario and other researches with different analyzes will begin to emerge.

Keywords: Demand-Driven Dispatch, D³, national scenario, Brazilian airlines, weak restrictions, pricing, AHP.

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 – linha do tempo do processo de planejamento de uma companhia aérea que utiliza o D ³ (baseada em Shebalov (2009))	19
FIGURA 2.1 – Oito passos para o processo geral de tomada de decisão (baseada em Baker <i>et al</i> (2001))	23
FIGURA 2.2 – Processos do planejamento operacional de Empresa Aérea (baseada em Klabjan (2005))	24
FIGURA 2.3 – Estrutura geral do PODS (baseada em Fry e Belobaba (2016))	28
FIGURA 2.4 – Modelo Hierárquico (baseado em Saaty (1991))	34
FIGURA 3.1 – Procedimento de prospecção de profissionais do setor aéreo	40
FIGURA 3.2 – Procedimento de elaboração de perguntas aprimoradas e validadas por profissional da área de estudo	41
FIGURA 3.3 – Caminho seguido para conseguir os contatos	42
FIGURA 3.4 – Modelo possível de árvore hierárquica para o problema em questão	46
FIGURA 3.5 – Matriz de comparação pareada - Grupo 1	46
FIGURA 4.1 – Dimensões de análise	48
FIGURA 4.2 – Mapa de densidade das dimensões de análise	49
FIGURA 4.3 – Categorias da dimensão de análise “Aplicação”	50
FIGURA 4.4 – Categorias da dimensão de análise “Definição”	52
FIGURA 4.5 – Mapa de densidade da dimensão de análise “Definição”	53
FIGURA 4.6 – Mapa de densidade da categoria “Características Inerentes”	54
FIGURA 4.7 – Mapa de densidade da categoria “Elementos integradores”	55
FIGURA 4.8 – Categorias da dimensão de análise “Desafios”	57

FIGURA 4.9 – Mapa de densidade da dimensão de análise “Desafios”	58
FIGURA 4.10 – Mapa de densidade da categoria “Variáveis”	59
FIGURA 4.11 – Mapa de densidade da categoria “Restrições”	60
FIGURA 4.12 – Categorias da dimensão de análise “Objetivos”	66
FIGURA 4.13 – Mapa de densidade da dimensão de análise “Objetivos”	66
FIGURA 4.14 – Categorias da dimensão de análise “KPI’s”	68
FIGURA 4.15 – Mapa de densidade da dimensão de análise “KPI’s”	68
FIGURA 4.16 – Modelo de árvore hierárquica elaborada para o problema em questão	71

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 – Escala fundamental de Saaty	34
TABELA 3.1 – Distribuição de empregados por categoria e empresa - empresas aéreas brasileiras, 2020	37
TABELA 3.2 – Distribuição de aeronaves por operador e fabricante - empresas aéreas brasileiras, 2020	38
TABELA 3.3 – Quantidade de aeronaves por assentos de passageiro instalados em cada empresa aérea brasileira, 2020	38
TABELA 4.1 – Matriz de cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos para evidenciar quais companhias aplicam o D ³	50
TABELA 4.2 – Matriz de cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos para indicar quais companhias aéreas utilizam sistemas computacionais para auxiliar na aplicação do D ³ Fonte: webQDA.	51
TABELA 4.3 – Matriz de cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos para relacionar o tipo de restrição com a companhia aérea	61
TABELA 4.4 – Descrição do tipo de restrição por companhias aéreas	62
TABELA 4.5 – Matriz de comparação pareada - Grupo 1	71
TABELA 4.6 – Matriz de comparação pareada - Grupo 2	72
TABELA 4.7 – Matriz de comparação pareada - Grupo 3	72
TABELA 4.8 – Matriz de comparação pareada - Grupo 4	72
TABELA 4.9 – Matriz de comparação pareada dos grupos	72
TABELA 4.10 – Prioridades entre as restrições do grupo 1	72
TABELA 4.11 – Prioridades entre as restrições do grupo 2	73
TABELA 4.12 – Prioridades entre as restrições do grupo 3	73

TABELA 4.13 –Prioridades entre as restrições do grupo 4	73
TABELA 4.14 –Prioridades entre os grupos	73
TABELA 4.15 –Prioridades global de cada restrição - Companhia “A”	74
TABELA 4.16 –Valores finais - Companhia “A”	74
TABELA 4.17 –Matriz de comparação pareada - Grupo 3 - Companhia “C”	75
TABELA 4.18 –Prioridades global de cada restrição - Companhia “C”	76
TABELA 4.19 –Valores finais - Companhia “C”	76

Lista de Abreviaturas e Siglas

D ³	Demand-Driven Dispatch
AHP	Analytic Hierarchy Process
RM	Revenue Management
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
PODS	The Passenger Origin-Destination Simulator
O&D	Origem e Destino
KPI	Key Performance Indicator
RC	Razão de Consistência
CCO	Centro de Controle de Operações
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
NPS	Net Promoter Score

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Motivação	17
1.2	Objetivo geral da pesquisa	19
1.3	Objetivos específicos	19
1.4	Organização do trabalho	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Apresentação	21
2.2	Demand-Driven Dispatch	24
2.3	Restrições Fracas e o AHP	32
3	METODOLOGIA	36
3.1	Apresentação	36
3.2	Contexto da pesquisa	36
3.3	Tipo de entrevista	38
3.4	Formulação das perguntas	39
3.5	Participantes da pesquisa e validação das perguntas	39
3.6	Etapa de coleta de dados	42
3.7	Procedimentos de transcrição e coleta de dados	43
3.8	Restrições fracas e o AHP	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
4.1	Esclarecer se as companhias aéreas brasileiras aplicam o conceito	49
4.2	Esclarecer como as Companhias aéreas brasileiras definem o D ^s	51

4.2.1	Características Inerentes	53
4.2.2	Elementos integradores	55
4.3	Identificar os principais desafios envolvidos na aplicação do conceito por parte das companhias aéreas brasileiras	57
4.3.1	Impacto da troca	58
4.3.2	Variáveis	59
4.3.3	Restrições	60
4.4	Identificar os principais motivos que levam as companhias aéreas brasileiras a aplicarem o D^s	65
4.5	Identificar quais são os indicadores de desempenho utilizados pelas companhias aéreas brasileiras para avaliar a eficácia do D^s	67
4.6	Classificar os desafios identificados em forma de restrições fortes e fracas	70
4.7	Apresentar a utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP - Analytic Hierarchy Process) para definir os valores dos pesos das restrições fracas	71
5	CONCLUSÃO	77
5.1	Limitações do trabalho	78
5.2	Sugestões de trabalhos futuros	78
	REFERÊNCIAS	79
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA	82
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO AHP	84

1 Introdução

Esse trabalho de graduação estuda os conceitos teóricos e práticos que regem uma prática conhecida como Demand-Driven Dispatch ou simplesmente D³, que pode ser traduzida como despacho orientado à demanda. Para isso é fundamental realizar uma contextualização sobre o surgimento dessa prática. Antes do transporte aéreo já existia o transporte terrestre, dessa forma é de se imaginar que existam problemas em comum entre as duas modalidades. Entre esses problemas é válido citar a otimização da gestão de frota. Os métodos clássicos de gerenciamento de frota, no contexto terrestre, têm como questão principal a eficiência dos custos e baseiam-se em dois pilares, a elaboração de um plano inicial, e a abordagem em cima dos problemas práticos. No entanto, o uso de um plano inicial, embora necessário, não é de forma alguma suficiente para tratar de eventos possíveis de ocorrer e afetar significativamente o desempenho do sistema (ZEIMPEKIS, 2007) como uma nova solicitação de um cliente quando os veículos já estiverem em rota. Nesse contexto, a capacidade de lidar com tais eventos de forma satisfatória é cada vez mais importante para se manter competitivo frente aos concorrentes, sendo assim, a gestão dinâmica de frota ganha muita relevância, pois se refere a ambientes nos quais as informações são reveladas dinamicamente ao tomador de decisão (ZEIMPEKIS, 2007). Nessa forma de gestão de frota a decisão é tomada em tempo real e respeitando os limites inerentes à situação (ICHOUA; POTVIN, 2007), e o percentual de solicitações imediatas, se comparada ao total de solicitações recebe o nome de grau de dinamismo (LARSEN ALLAN; MADSEN, 2007). De acordo com Ichoua (2007) o grau de dinamismo é maior quando as solicitações de serviços são mais frequentes e/ou seus atributos (demanda, janela de tempo) estão sujeitas a mudanças mais frequentes ao longo do tempo. Essa definição é muito importante para extrapolar os conceitos enunciados aqui para a aviação. Dessa maneira, o Demand-Driven Dispatch é um método de gerenciamento de frota dinâmico que tem seu grau de dinamismo proveniente, principalmente, da variação da demanda.

1.1 Motivação

Um dos maiores desafios da indústria aeronáutica é a atribuição do equipamento correto para atender a demanda prevista, visto que se uma aeronave voar com grande capacidade ociosa ela estará visivelmente perdendo receita devido aos assentos não pagos, e, em contrapartida, se o equipamento decola com a capacidade máxima é de se imaginar que ocorreu um derramamento de passageiros (clientes que não conseguiram comprar o voo da companhia e optam pela concorrente). É fácil perceber que ambas as situações são indesejáveis ao competitivo mercado de aviação civil. "Uma condição necessária para que a empresa aérea seja lucrativa é operar uma programação que forneça uma boa correspondência entre a capacidade oferecida e a demanda existente"(SHEBALOV, 2009). A ideia de se realizar uma realocação de equipamento próximo à partida do voo para evitar as situações descritas é chamada de Demand-Driven Dispatch. Ao longo dos últimos anos muitos estudos foram voltados para a melhor compreensão desse conceito e dos benefícios que sua aplicação pode acarretar.

O processo de planejamento operacional de empresas aéreas é tradicionalmente dividido em vários subproblemas. Gopalakrishnan e Johnson (2005) propuseram um modelo de cinco etapas evidenciadas abaixo:

- Programação de voo;
- Alocação de frotas;
- Atribuição de aeronaves;
- Definição de viagens; e
- Escala de tripulantes.

O momento em que se alinha qual aeronave melhor corresponde à demanda prevista é realizado na alocação de frotas, onde se estabelece qual tipo de aeronave voará cada voo da programação. No entanto, esse processo tem que ser realizado com considerável antecedência devido a acordos contratuais estabelecidos com sindicatos. Nesse contexto, Shebalov (2009) diz que esses acordos e as etapas consecutivas dos processos de planejamento de uma companhia aérea exigem que o itinerário final seja publicado de 90 a 40 dias antes do voo. Observe a Figura 1 onde se evidencia uma linha do tempo do processo de planejamento de uma companhia aérea que utiliza o D^3 . Devido a essa restrição de se ter que atribuir a capacidade do voo com considerável antecedência, as companhias aéreas tentam controlar a demanda por meio do gerenciamento de receita (*Revenue Management - RM*). Para um voo que está tendo muita demanda, a companhia aérea aumenta a tarifa para privilegiar clientes dispostos a pagarem mais. No caso de um voo com baixa

demanda, o movimento é o contrário, a companhia opta por baixar os preços das tarifas para incentivar o aumento da procura e minimizar os prejuízos devidos aos assentos vazios. No entanto, para o caso em que a alocação original do equipamento estiver longe do que se confirmou no dia do voo essa prática não garante resultados ótimos. Para exemplificar essa afirmação considere um voo com origem em Congonhas - SP e destino em Santos Dumont - RJ. Ao avaliar esse voo com uma antecedência de 2 meses é bastante provável que poucas passagens tenham sido vendidas. A partir dessa análise se a companhia aérea decidir alocar um equipamento de menor capacidade é bastante provável que surja demanda suficiente para lotar o voo e ocorrer uma considerável dispersão de passageiros, pois os clientes que compram passagens nesse trecho costumam aparecer com menos de duas semanas da data da partida. Desse modo, supondo que a companhia alocou uma aeronave com 50 assentos e a demanda na semana do voo chega a 150 pessoas, para conseguir equilibrar a receita, o preço médio da passagem terá que ser 3 vezes maior, o que se configura como inviável, pois se o concorrente fez uma boa previsão seu preço estará menor. A alternativa para a companhia não sair no prejuízo é realizar uma troca de equipamento.

Nesse contexto é possível perceber a relevância do tema para as companhias aéreas, visto que, uma correta aplicação do Demand-Driven Dispatch pode oferecer melhorias consistentes de 1 a 5 por cento no lucro operacional das companhias (BERGE; HOPPERS-TAD, 1993). Também é possível perceber a complexidade da prática, visto que envolve uma série de restrições devido aos diferentes processos do planejamento operacional da companhia aérea. Dessa forma, a motivação do trabalho é entender os desafios da utilização desse conceito no contexto brasileiro, explorando primeiramente se ela é utilizada e se for, quais os motivos para sua utilização, quais as restrições, e quais os medidores de desempenho.

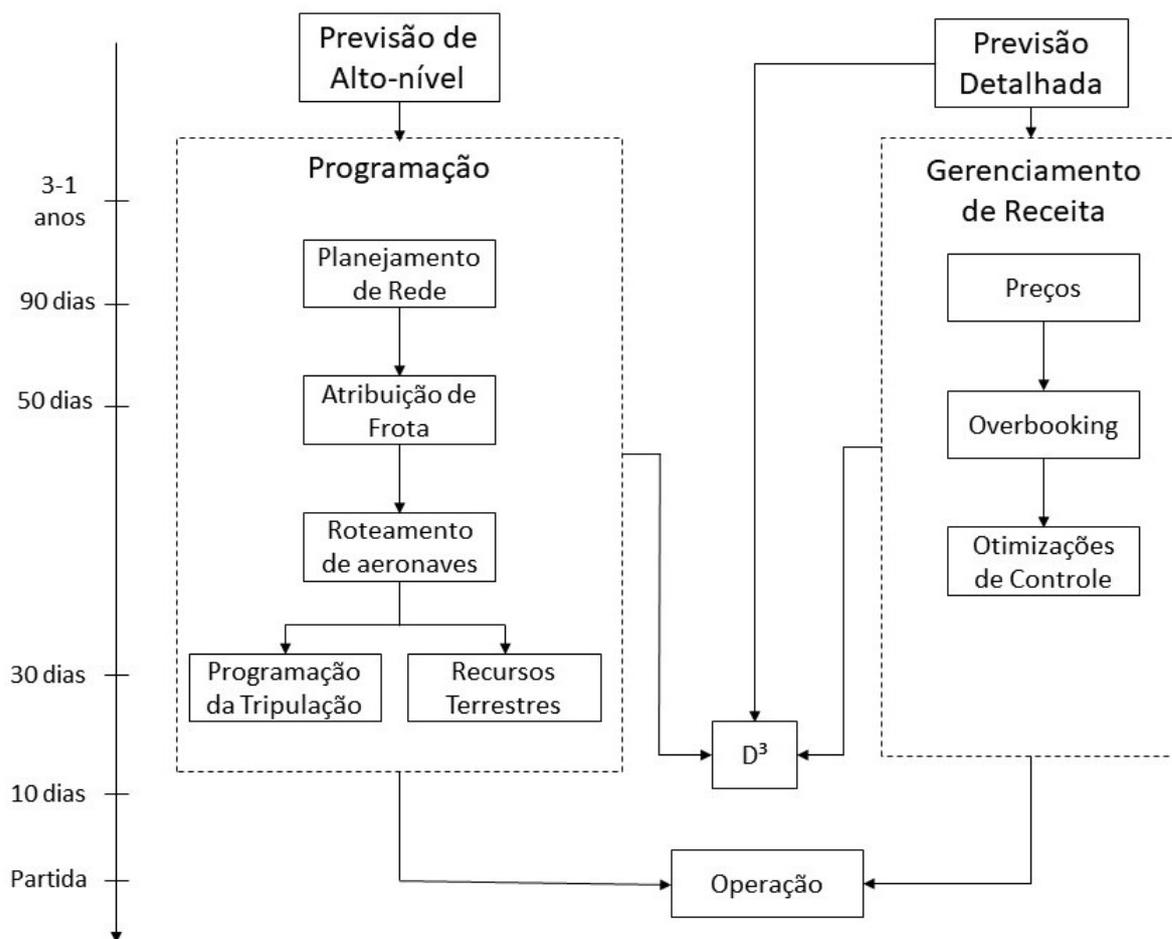


FIGURA 1.1 – linha do tempo do processo de planejamento de uma companhia aérea que utiliza o D³ (baseada em Shebalov (2009))

1.2 Objetivo geral da pesquisa

O objetivo geral desse trabalho de graduação consiste fundamentalmente em analisar os parâmetros envolvidos no processo de tomada de decisão da prática conhecida como Demand-Driven Dispatch, ou simplesmente D³, no contexto das companhias aéreas brasileiras, Azul, Latam, Gol e também a Itapemirim.

1.3 Objetivos específicos

A partir da contextualização do D³, da demonstração dos seus impactos positivos nas receitas das empresas aéreas e do objetivo geral desse trabalho, definiu-se alguns objetivos específicos com a finalidade de direcionar o estudo de forma a se alcançar o resultado estipulado:

- Esclarecer se as companhias aéreas brasileiras aplicam o conceito;

- Esclarecer como as Companhias aéreas brasileiras definem o D³;
- Identificar os principais desafios envolvidos na aplicação do conceito por parte das companhias aéreas brasileiras;
- Identificar os principais motivos que levam as companhias aéreas brasileiras a aplicarem o D³.
- identificar quais são os indicadores de desempenho utilizados pelas companhias para avaliar a eficácia do D³;
- classificar os desafios identificados em forma de restrições fortes e fracas; e
- Apresentar a utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP - Analytic Hierarchy Process) para definir os valores dos pesos das restrições fracas.

1.4 Organização do trabalho

No Capítulo 1 foi realizada a introdução ao tema, com a sua contextualização. Foram apresentados alguns dos principais motivos que evidenciam a relevância do tema, justificando sua escolha. Após isso definiu-se qual o objetivo geral da pesquisa e por quais objetivos específicos o trabalho irá percorrer a fim de alcançar o propósito final.

O capítulo 2 apresenta uma revisão literária a respeito do D³, nesse momento, através do estudo de alguns dos artigos mais consagrados sobre o tema, o trabalho ganhará profundidade em alguns conceitos já trazidos na motivação para oferecer os devidos subsídios a continuação da pesquisa. Nesse contexto, será de fundamental importância atribuir um referencial teórico a cada um dos objetivos específicos estipulados.

O capítulo 3 apresenta a metodologia do trabalho, discriminando, detalhadamente, todos os procedimentos utilizados para conseguir atingir os objetivos específicos propostos.

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e a interpretação dos mesmos.

No capítulo 5, ao aliar os conhecimentos obtidos do referencial teórico com os resultados colhidos e interpretados elabora-se uma conclusão.

No capítulo 6 são apresentadas as referências bibliográficas.

2 Referencial Teórico

2.1 Apresentação

A forma de se relacionar estabelecida na dinâmica social atual exige, cada vez mais, a capacidade de se escolher mediante várias opções. Para que haja eficiência no processo de tomada de decisão e, por conseguinte, a satisfação das demandas dos representados, a tomada de decisão deve ocorrer de tal forma que se obtenha decisões baseadas em pressupostos objetivos de racionalidade (FILHO, 2016). Nesse contexto é válido citar que diversas vezes o tomador de decisão não tem acesso a informações precisas o suficiente para validar a escolha tomada. Dessa forma, práticas que orientem o processo de tomada de decisão são fundamentais para garantir que mesmo sem o domínio do tema, a decisão seja tomada da forma mais racional possível. Baker *et al* (2001) introduz a ideia de processo de tomada de decisão disciplinado afirmando que boas decisões podem ser alcançadas quando todos os envolvidos usam um processo de tomada de decisão claramente definido e reconhecido. Nesse sentido, Martins (2019) argumenta que um processo de decisão claro e transparente depende da realização de perguntas e da obtenção de respostas suficientes para essas perguntas, a fim de esclarecer a situação às partes interessadas.

Essa definição ajuda a enquadrar diferentes problemas quanto à necessidade de aplicação de processos disciplinados, por exemplo, na maioria dos problemas cotidianos familiares, as decisões baseadas na intuição podem produzir resultados aceitáveis, pois envolvem poucos objetivos e apenas um ou dois tomadores de decisão (BAKER *et al.*, 2001). No que se refere a troca de aeronaves a poucos dias da partida, objetivando enquadrar da melhor maneira possível a demanda do voo, os problemas são mais complexos. A maioria das decisões envolve múltiplos objetivos, vários tomadores de decisão e estão sujeitas a revisão externa. Um processo de tomada de decisão disciplinado e transparente, que emprega métodos de avaliação confiáveis, proporcionará (BAKER *et al.*, 2001):

- Estrutura para abordar problemas mais complexos
- Justificativa para decisões
- Consistência no processo de tomada de decisão

- Objetividade
- Suposições, critérios e valores documentados usados para tomar decisões; e
- Decisões que são repetíveis, revisáveis e fáceis de entender.

De maneira geral, um problema genérico possui vários aspectos que poderiam ser relevantes para o tomador de decisão justificar sua escolha. Nesse contexto, um parâmetro é uma função que extrai um aspecto ou um conjunto de aspectos particulares de um problema. Assim sendo, um parâmetro é um mecanismo para isolar aspectos de um problema e um “receptáculo” no qual aspectos são encapsulados para posterior manipulação e análise (FELLOWS; WAREHAM, 1999). Dada essa definição, analisar os parâmetros envolvidos em um processo de tomada de decisão significa estudar o conjunto de aspectos que têm a possibilidade de serem relevantes para a escolha da opção. De forma a tornar mais claro a importância da parametrização do problema é interessante dividir o processo geral de tomada de decisão em algumas etapas. Assim, a tomada de decisão deve começar com a identificação do(s) tomador(es) de decisão e da(s) parte(s) interessada(s), com o objetivo de reduzir discordâncias sobre os elementos centrais que guiam o processo tais como definição do problema, requisitos, objetivos e critérios. Embora, na maioria dos casos, o(s) tomador(es) de decisão não estejam envolvido(s) no dia-a-dia da operação para fazer as devidas avaliações, o feedback do(s) tomador(es) de decisão é vital em quatro etapas do processo (BAKER *et al.*, 2001):

1. Definição do problema
2. Identificação de requisitos
3. Estabelecimento de metas
4. Desenvolvimento de critérios de avaliação

Mesmo sendo o processo de tomada de decisão mais complexo que isso (o processo geral de tomada de decisão envolve 8 etapas de acordo com Baker *et al* (2001), observe na Figura 2.1), o trabalho tem por objetivo apresentar uma forma simplificada de como as companhias aéreas brasileiras tomam a decisão de aplicar o D³, ao passo que o processo de decisão real é propriedade das companhias e vantagem comercial de cada uma. Observe que cada uma dessas 4 etapas agrupa um conjunto de aspectos relevantes sobre o tema para posterior manipulação e análise. Dessa maneira, essas 4 etapas são parâmetros do processo de tomada de decisão, e a análise de cada uma delas direciona o estudo de forma alcançar os objetivos específicos deste trabalho de graduação da seguinte forma:

1. **Definição do problema.** “Este processo deve, no mínimo, identificar as causas raízes, premissas limitantes, sistemas e limites organizacionais e interfaces, e quaisquer problemas das partes interessas”. Se relaciona com a definição do D³ para as companhias aéreas brasileiras.
2. **Identificação dos requisitos.** “Requisitos são condições que qualquer solução aceitável para o problema deve atender. Os requisitos explicam o que a solução para o problema deve satisfazer”. Se relaciona com a identificação das principais dificuldades envolvidas na aplicação do D³ por parte das companhias aéreas brasileiras.
3. **Estabelecimento de metas.** “Metas são declarações amplas de intenções e valores programáticos desejáveis... As metas vão além do mínimo essencial (ou seja, requisitos) para os desejos e vontades”. Se relaciona com a identificação dos principais motivos que levam as companhias aéreas brasileiras a aplicarem o D³.
4. **Desenvolvimento dos critérios de avaliação.** “Os critérios de decisão, que discriminarão as alternativas, devem ser baseados nas metas. É necessário definir critérios discriminatórios como medidas objetivas dos objetivos para medir o quão bem cada alternativa atinge os objetivos”. Se relaciona com a identificação dos medidores de desempenho utilizados pelas companhias aéreas brasileiras para avaliar a eficácia do método.

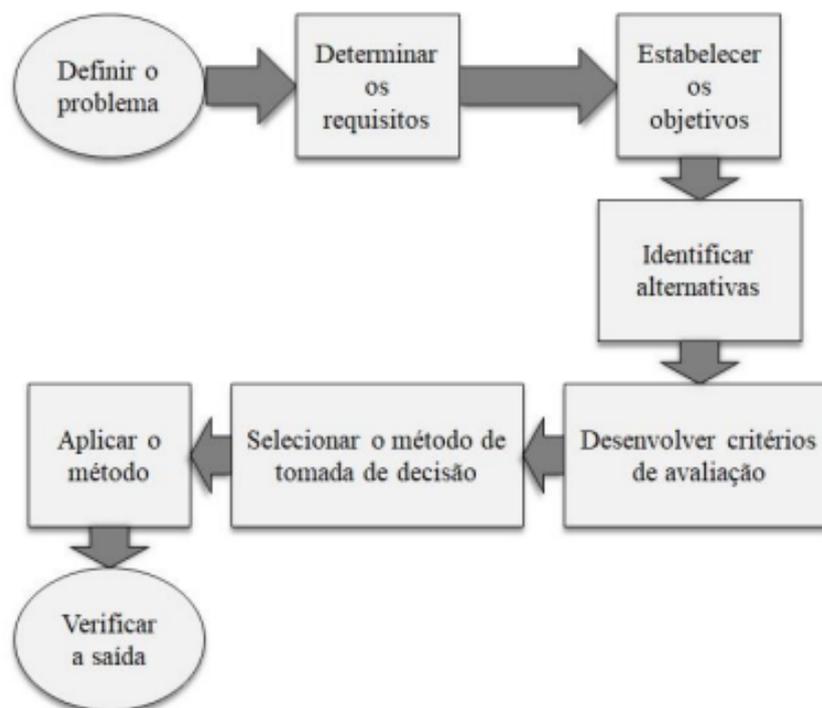


FIGURA 2.1 – Oito passos para o processo geral de tomada de decisão (baseada em Baker *et al* (2001))

2.2 Demand-Driven Dispatch

A complexidade envolvida no processo de planejamento operacional das companhias aéreas acarreta na subdivisão desse processo em diferentes etapas. Caetano (2011) explica que isso se deve ao fato de que, embora esse planejamento represente um problema geral, a consideração simultânea de todos os seus condicionantes pode levar à intratabilidade computacional, em especial quando os modelos são aplicados a casos em grande escala, uma vez que várias etapas de solução são consideradas NP-hard (HANE *et al.*, 1995). Dito isso, é de se imaginar que essas etapas ocorrem em momentos específicos na linha do tempo do planejamento da companhia. É certo que cada empresa tem seu próprio processo e suas terminologias, que depende fundamentalmente do seu modelo de negócio, no entanto, é de se esperar que a maioria delas siga um planejamento e terminologias similares ao apresentado na Figura 2.2 (KLABJAN, 2005).

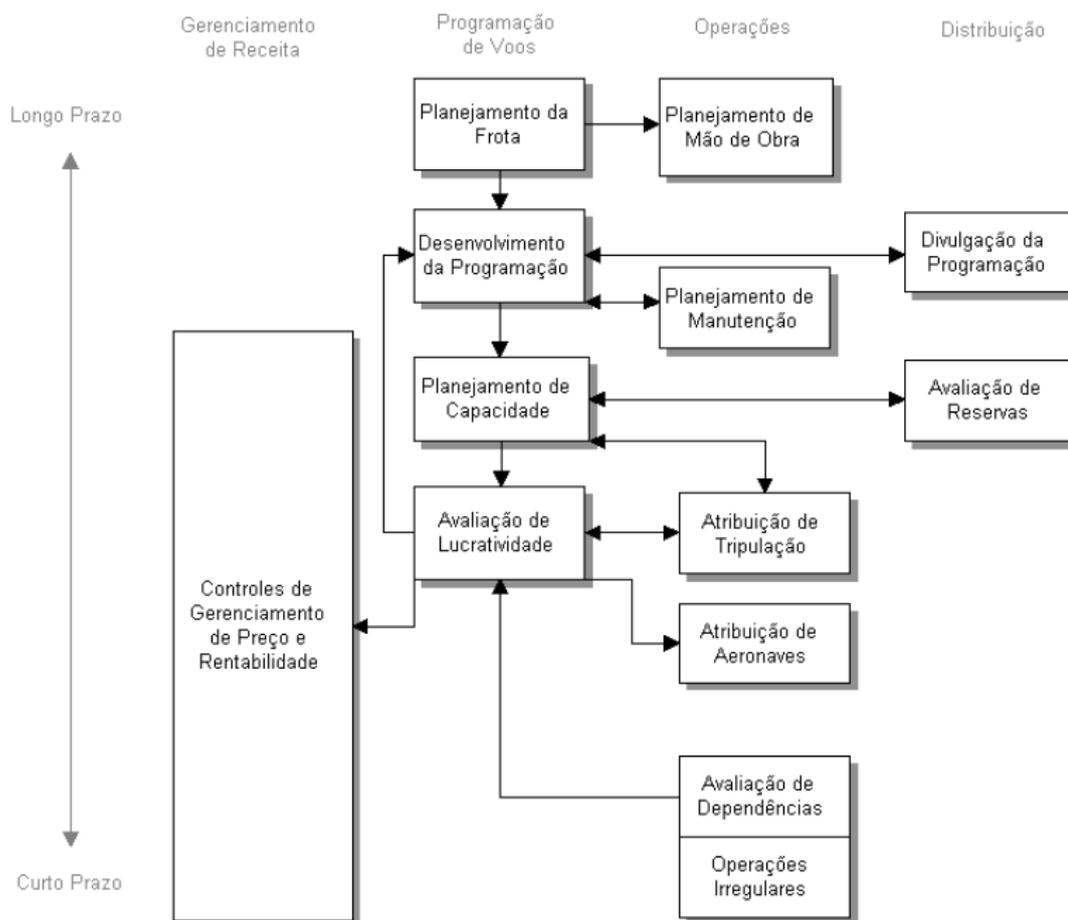


FIGURA 2.2 – Processos do planejamento operacional de Empresa Aérea (baseada em Klabjan (2005))

Cada uma das 5 etapas descritas anteriormente são representadas na Figura 2.2 (mesmo que não diretamente), que estabelece um paralelo entre a etapa e onde ela ocorre na linha

do tempo da empresa. Uma forma comumente utilizada para enquadrar essas etapas na linha do tempo é pensar o processo de planejamento da empresa aérea como uma série de decisões, tomadas primeiro em nível estratégico, no longo prazo, e, em seguida em nível tático, no curto prazo. A programação de voos e o planejamento de frota são mais estratégicos. O gerenciamento de receitas (RM) é mais tático e opera com a premissa de maximizar a receita para uma dada capacidade previamente estipulada (FRY; BELOBABA, 2016).

Seguindo adiante no processo de planejamento da companhia aérea, o processo de programação da tripulação normalmente começa três meses antes do dia da operação e é constantemente atualizado até algumas semanas antes do dia das operações. Somente pequenas alterações nas rotas das aeronaves e horários da tripulação são feitas durante as últimas semanas antes do dia das operações (KLABJAN, 2005). Tendo em mente conceitos como a perecibilidade dos assentos, isto é, o fato de que assentos não vendidos no momento do voo são desperdiçados (MAYO, 1999), e na tentativa de melhor adequar a demanda à capacidade, prática indispensável para uma companhia aérea ser lucrativa (SHEBALOV, 2009), como última tentativa, algumas companhias realizam trocas dinâmicas de frotas e aeronaves, conceito central desse trabalho, também conhecido como Demand-Driven Dispatch (BERGE; HOPPERSTAD, 1993). Observe que tal ação é implementada somente no curto prazo, quando a partida do voo já se aproxima. Em contrapartida o planejamento operacional da Empresa vem desde o longo prazo, com o planejamento da frota, que devido ao seu caráter mais estratégico não será analisado nesse momento. Conforme evidenciado na Figura 2.2 todos os processos são interligados, dessa maneira, é de se esperar que cada uma das etapas anteriores tenham influência na prática do D³, o que evidencia a necessidade de analisá-las.

1. **Programação de voos.** Etapa que seleciona os voos que serão efetivamente ofertados e executados pela empresa. A construção é normalmente baseada nas demandas do mercado para os segmentos de voo (GOPALAKRISHNAN BALAJI; JOHNSON, 2005). Algumas das restrições importantes para essa etapa são o número de aeronaves disponíveis, o tamanho das aeronaves, a disponibilidade de tripulantes e a necessidade de manutenção (RABETANETY *et al.*, 2006).
2. **Atribuição de frota.** Etapa que determina a atribuição de um tipo de aeronave a cada voo da programação. Capacidade e alcance são as duas características principais da aeronave quando atribuídas a um determinado voo. Nessa etapa também existem algumas restrições, tais como a disponibilidade das aeronaves, a continuidade do fluxo de aeronaves e o tempo mínimo de solo de aeronaves de um determinado tipo (RABETANETY *et al.*, 2006).
3. **Atribuição de aeronaves.** Etapa que determina as rotas a serem voadas por cada

aeronave de cada frota. A restrição mais relevante dessa fase do processo de planejamento é a de garantir que cada aeronave fique tempo suficiente nos aeroportos, nos momentos adequados, para que sejam realizadas as atividades de manutenção (BARNHART *et al.*, 2003).

4. **Definição de viagens.** Etapa que determina um conjunto de viagens com custo mínimo que cubra todos os voos planejados. Na solução dessa etapa não são consideradas as disponibilidades e as preferências dos tripulantes (GOMES; GUALDA, 2009). Viagem significa o trabalho realizado pelo tripulante de voo ou de cabine, contado desde a saída de sua base até o seu regresso. Uma viagem pode compreender uma ou mais jornadas. Jornada significa a duração do trabalho do tripulante, contada entre a hora da apresentação no local de trabalho e a hora em que o mesmo é encerrado (PANDORA, 2020). As restrições inerentes a essa etapa dizem respeito às jornadas, que devem respeitar uma série de regulamentações como (GOMES; GUALDA, 2009):

- O início de uma jornada deve ocorrer no mínimo 30 minutos antes da hora prevista para início do primeiro voo (brief);
- Uma jornada é encerrada 30 minutos após a parada final dos motores (debrief);
- A duração de uma jornada é de no máximo 11 horas, para voos domésticos;
- O período máximo que cada tripulante deve ficar fora da base domiciliar é de 6 dias;
- Entre duas jornadas deve haver um intervalo mínimo (repouso) de 12 horas; entre outras.

5. **Escala de tripulantes.** Etapa que as escalas, compostas pelas viagens definidas no processo anterior são atribuídas aos tripulantes. As restrições dessa etapa englobam a qualificação do tripulante para operar um dado tipo de aeronave e outras atividades como folgas, sobreavisos, reservas, treinamentos e férias (GOMES; GUALDA, 2009).

Após a análise, é imediato perceber que todas as etapas possuem restrições que devem ser satisfeitas para correta resolução do modelo, o que confere mais complexidade ao D^3 , visto que essa troca dinâmica de aeronave perto da partida pode desobedecer alguma restrição do processo de planejamento operacional da companhia. Sendo assim, o Demand-Driven Dispatch é a reatribuição da frota mais perto do horário de partida que aproveita as informações adicionais sobre a demanda esperada e a capacidade restante, na forma de reservas reais para o voo e previsões mais precisas de reservas esperadas. Por outro lado, tal reatribuição altera o plano operacional para a data de partida, o que pode afetar adversamente elementos como programação da tripulação, manutenção e atribuição de portões (FRY; BELOBABA, 2016). D^3 tem sua origem em uma conferência AGIFORS

(ETSCHMAIER; MATHAISEL, 1984) e em um memorando interno na Boeing Company que avaliava ser necessário considerar um conceito de linha aérea fundamentalmente novo, que explorasse o fato de que a capacidade de prever a demanda final melhora acentuadamente à medida que a partida se aproxima. Do ponto de vista da implementação, o memorando elencou alguns itens, até então indispensáveis à infraestrutura (PETERSON, 1986):

- Família de aviões com dois ou mais modelos com capacidade diferente de assentos, com a observação de que os tripulantes que fossem qualificados a operarem em um modelo também estariam aptos para voar no outro;
- Sistemas de gerenciamento de receitas computadorizados, com sofisticados algoritmos de previsão de demanda;
- Sistemas de reservas computadorizados capazes de aceitar muitas mudanças nas designações das aeronaves; e
- Poder de computação suficiente e eficiência de algoritmo para resolver complexos problemas de atribuição de aeronaves em uma base diária.

Nesse contexto, estudos mais formais com resultados mais concretos começaram com Berge e Hopperstad (1993). Eles sugeriram que se avaliasse o potencial impacto nos lucros das companhias devido a trocas de aeronaves de 30 a 14 dias antes da partida. Baseados no estudo de Peterson (1986) eles identificaram duas condições necessárias para conseguir realizar essas trocas no prazo estipulado, foram elas a operação de duas ou mais aeronaves da mesma família com diferentes capacidades e a existência de sistemas computadorizados para gerenciamento de receitas e administração de operações para mudanças de aeronaves. No que tange à questão da necessidade de possuir aeronaves da mesma família, eles se atentaram que devido aos contratos sindicais comuns e as regulamentações governamentais, a atribuição dinâmica da tripulação é complexa e cara. Sendo assim, operar com apenas uma frota garante que todos os tripulantes estão aptos para o serviço, permitindo que a atribuição dinâmica de aeronaves seja realizada independentemente da programação da tripulação.

No que se refere ao sistema de gerenciamento de receitas computadorizado, a sua importância para uma boa implementação do D³ tem uma análise bastante complexa. Mesmo não sendo o foco deste trabalho, para atingir os objetivos estipulados, é importante estabelecer a relação entre os dois. Para isso, serão empregadas informações de uma apresentação das hipóteses e processos de simulação utilizando *The Passenger Origin-Destination Simulator* (PODS) (BELOBABA, 2010). Originalmente desenvolvido pela Boeing na década de 1990 para analisar caminho preferencial e dispersão do passageiro, o PODS permite uma simulação realista da interação entre a escolha do passageiro e o gerenciamento de receita em mercados competitivos de companhias aéreas. Fry e Belobaba

(2016) realizaram simulações com o PODS para analisar o impacto da implementação do D³ em um ambiente competitivo. Eles afirmaram que embora os resultados do PODS apresentados foram dependentes das muitas suposições feitas a respeito do comportamento das reservas de passageiros e dos padrões de demanda, bem como das características dos cenários de rede simulados, esses resultados forneceram informações valiosas sobre as interações entre D³ e gerenciamento de receitas em um ambiente de simulação realista. A estrutura geral do PODS conforme evidenciado na Figura 2.3 consiste de dois componentes, o que se refere à demanda de passageiros e o que consiste de particularidades da companhia aérea. O componente de demanda é caracterizado pela geração de demanda e pelo modelo de escolha do passageiro. O componente referente às companhias aéreas é caracterizado pelo sistema de gerenciamento de receitas próprio da empresa. A única interação entre os dois componentes é no momento que o passageiro escolhe o itinerário e toma sua decisão de compra baseado nas classes de tarifa disponibilizadas pelo sistema de gerenciamento de receita, que através de uma análise prévia tem por objetivo capturar o maior preço que aquele passageiro está disposto a pagar (FRY; BELOBABA, 2016; PILQUIL, 2019). A previsão de demanda da companhia é feita com base no banco de dados de reservas históricas, à medida que se efetua reservas atuais as previsões de RM também são atualizadas. Desse modo, as classes de tarifa e lugares disponibilizados pelo RM baseados em eventos passados e atuais afetam as previsões dos dias de partidas futuras, de modo que as simulações capturam os efeitos de feedback do sistema de gerenciamento de receitas (FRY; BELOBABA, 2016).

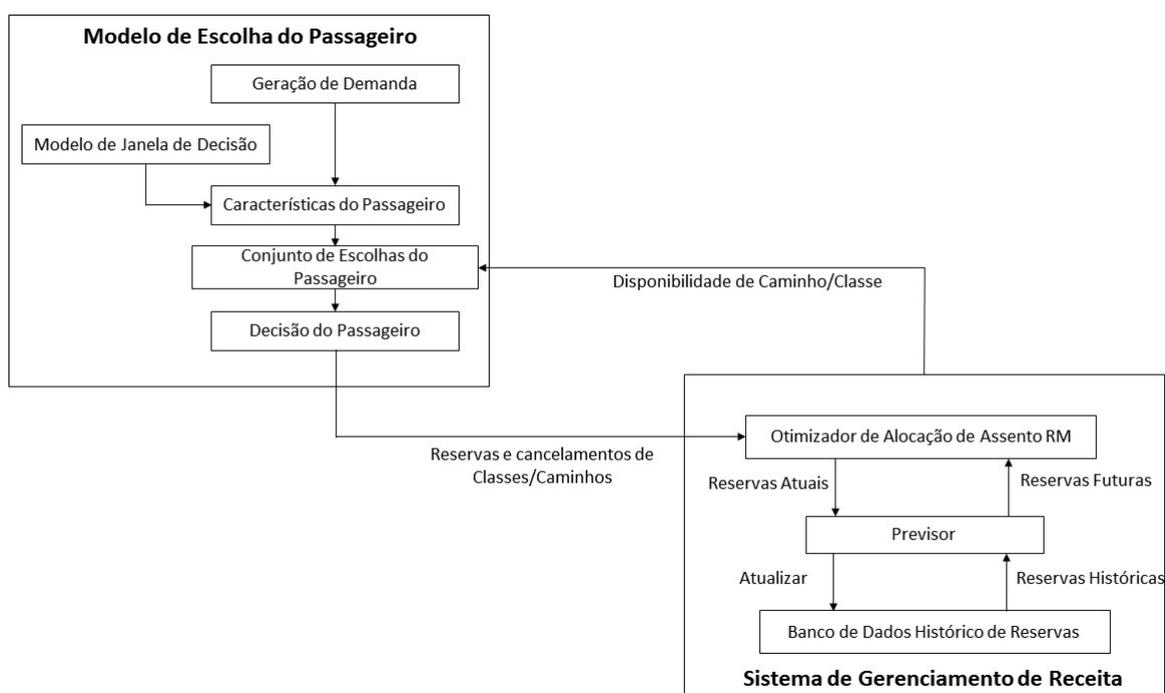


FIGURA 2.3 – Estrutura geral do PODS (baseada em Fry e Belobaba (2016))

Sendo assim, estabelecidas as condições necessárias para realizar a implementação do D³, (BERGE; HOPPERSTAD, 1993) esperavam que o único ganho significativo seria o aumento na receita associado aos assentos extras vendidos devido a troca de equipamento. No entanto, percebeu-se que isso foi somente parte da recompensa, já que um outro benefício foi percebido nas trocas realizadas de aeronaves maiores para menores, a diminuição dos custos operacionais. Em suma, os resultados dos seus estudos demonstraram um padrão consistente de benefício devido à dispersão de passageiros reduzida, aumento de receita e diminuição de custos operacionais. Dessa maneira, tendo estabelecido condições iniciais necessárias e objetivos o problema parte para o processo de implementação em si, a decisão chave no processo do D³ é a avaliação das oportunidades oferecidas para a mudança de equipamento em determinado voo, visto que por mais que todas as restrições sejam obedecidas e que a troca proporcione um aumento de receita relevante, se as duas aeronaves não estiverem a disponibilidade de troca naquele horário nada pode ser feito. Nesse contexto, duas abordagens principais para a reatribuição dinâmica de equipamentos foram feitas nos últimos anos.

A primeira, em geral, se vale da solução de roteamento de aeronaves já existente e procura identificar oportunidades locais de troca e posteriormente, retornar a mudança para devolver o equipamento à linha de voo original. Essas oportunidades são muito comuns em companhias aéreas que operam no modelo de rede hub-and-spoke. Uma vantagem dessa abordagem é a baixa probabilidade de violação dos requisitos de manutenção.

A segunda abordagem para realocação de equipamento no curto prazo é baseada em metodologias de alocação de frota O&D. Assume a resolução de todo o problema de atribuição da frota, mas restringe que todas as decisões de acomodação não possam ser desfeitas. Por exemplo, uma aeronave de pequeno porte não pode ser atribuída a um voo se o número de passagens vendidas for maior que sua capacidade. A solução de atribuição existente é usada como aquecimento para a otimização, aumentando assim sua velocidade, e fornecendo um ponto de referência, de modo que todos os processos de planejamento dependentes não precisem de uma nova execução completa (SHEBALOV, 2009). Exemplos de sucesso dessa abordagem incluem American Airlines (JACOBS *et al.*, 2008), ANA (OBA, 2007) e Lufthansa.

Após as oportunidades de trocas de equipamentos serem identificadas, deve-se avaliar quais dessas trocas, efetivamente, oferecem retornos financeiros às companhias. Dessa maneira, é certo que para uma correta avaliação do lucro proveniente dessas trocas, as empresas precisam estabelecer formas de medir os indicadores quantitativos correspondentes, tendo em mente a máxima “o que não pode ser medido não pode ser gerenciado”. Nesse contexto, surge o conceito de indicadores chave de desempenho (KPIs) que são os instrumentos de condução vitais usados pelos gerentes para entender se seus negócios estão bem direcionados ou não. O conjunto certo de indicadores esclarece o desempenho e

destaca as áreas que precisam de atenção (MARR, 2012). Pilquil (2019) realizou um estudo sobre a implementação do D³ na companhia Latam Airlines no ano de 2016 e notou a existência de 3 KPIs principais adotados pela empresa, são eles:

- **Número de assentos vendidos acima da capacidade máxima originalmente planejada.** Dando um exemplo, imagine a troca de um Boeing 737-700, com capacidade para 138 passageiros, para um Boeing 737-800, com capacidade para 186 passageiros. A partir da venda do assento 139 em diante o lucro é computado como proveniente da troca de equipamento, visto que seria impossível obtê-lo sem essa troca. É claro que no cálculo dessa receita incremental é levado em conta o novo custo do assento ofertado, pois a troca também resultará em aumento nos custos de operação;
- **Número de assentos não vendidos que a companhia deixou de ofertar.** Nesse caso, imagine a troca inversa, o equipamento originalmente atribuído com capacidade de 186 passageiros é trocado para um com capacidade de 138 passageiros e o vôo planejado fecha com 130 passageiros, observe que esse voo gerou 8 assentos vazios e não 56 como era esperado com a atribuição original, aumentando o fator de ocupação do voo e economizando custos de operação; e
- **Números de embarques negados nos voos que foram alterados para aeronaves menores.** Esse indicador é importante para avaliar os gastos com indenizações pagas aos passageiros que não conseguiram embarcar devido a troca do equipamento original para um de menor capacidade.

É certo que cada companhia possui seus indicadores, que são relevantes para os modelos de negócios adotados. No caso apresentado, a Latam, no ano de 2019 obteve como primeiro resultado do processo, em termos comerciais, uma estimativa de receita com vendas de US\$ 10 MM por ano no mercado interno que atua no Aeroporto Internacional de Santiago, o que representou um aumento de 0,1 por cento na receita líquida. Vários outros casos de sucesso na implementação do D³ são conhecidos, Shebalov (2009) afirma que melhorias de 1 a 5 por cento foram alcançadas na lucratividade adicional devido à implementação da prática. Nesse contexto, a Sabre, empresa que oferece soluções de software como serviço para a aviação, possui em seu portfólio produtos de sistemas de gestão de frotas com a capacidade de reatribuir equipamentos de forma dinâmica no curto prazo, oferecendo aumentos de receita líquida de 0,5 a 3 por cento (PILQUIL, 2019). Diante do exposto, é possível afirmar que existem evidências de que a implementação do D³ traz retornos financeiros relevantes à companhia aérea, no entanto, devido a sua complexidade e ao alto preço de sistemas de gestão especializados, muitas empresas ainda não aplicam tal prática. Além de todas as dificuldades já citadas neste trabalho, a literatura especializada elenca outras. Nesse momento será realizado um apanhado geral das possíveis restrições

que impactam a implementação do D³ classificando-as em três diferentes grupos (BERGE; HOPPERSTAD, 1993; SHEBALOV, 2009).

- **Programação da tripulação fixa.** Qualquer alteração feita na escala após publicada pode resultar em gastos excessivos por parte da companhia. Isso se deve ao fato de que algumas dessas alterações entrarem em conflito com as muitas regulamentações impostas tanto pelo governo quanto pelos sindicatos trabalhistas. Ao trocar de equipamento pouco tempo antes da partida, o número de tripulantes originalmente atribuídos àquele voo pode ser insuficiente, resultando no cancelamento do voo. No caso da tripulação de cabine, o problema é ainda mais restritivo, visto que os pilotos geralmente são certificados para voar um, e somente um tipo de aeronave, nesse caso, mesmo que a troca entre um Airbus A320 e um Boeing 737-700 fosse lucrativa para a empresa, o piloto de um modelo seria impedido de voar o outro. Por isso, uma das considerações importantes para aplicação do modelo é a da companhia possuir aeronaves da mesma família com diferentes capacidades.
- **Atribuição de aeronaves.** A atribuição de aeronaves é feita de maneira a viabilizar as diversas atividades de manutenção, que vão desde verificações de rotina, envolvendo a inspeção visual dos principais sistemas de aeronave que duram de três a dez horas, até verificações que exigem que a aeronave seja retirada de serviço para um hangar por cerca de um mês para uma inspeção completa. É importante citar que algumas dessas atividades de manutenção só podem ser realizadas em bases específicas. Realizar trocas dinâmicas nos equipamentos sem o devido cuidado resultaria na inviabilização do modelo original de atribuição. Outra questão, que é observada em empresas com frotas bastante diversificadas, ocorre quando as capacidades de alcance entre os tipos de avião na frota D³ diferem o suficiente para criar uma situação na qual um tipo de avião pode ser atribuída a um trecho de voo, enquanto outro não pode devido à capacidade de alcance insuficiente. Por fim, deve-se analisar o impacto das trocas de equipamentos nos tempos de voo em si, visto que qualquer atraso ou adianto pode implicar em perdas de conexões e aeronaves ociosas em aeroportos.
- **Gerenciamento de recursos de solo.** Muitas das decisões dessa área dependem do tipo de aeronave relacionada. Se uma aeronave maior que a original for designada sem a preparação devida, esse equipamento pode não ter um portão adequado para viabilizar o desembarque na sua chegada, resultando em atrasos indesejados. Em geral, tanto características dos equipamentos de solo quanto a qualificação da equipe de solo podem não satisfazer os requisitos para viabilizar o desembarque de uma aeronave diferente da atribuída originalmente. Informações detalhadas sobre os recursos de solo raramente são levadas em conta nos modelos tradicionais de

atribuição de aeronaves, portanto, uma análise mais completa dessas informações é indispensável ao D^3 para evitar problemas adicionais nas operações.

Essa classificação é fundamental para a posterior análise de quais das restrições do modelo são fortes e quais são fracas, para dessa maneira atingir o último objetivo específico deste trabalho, que é a utilização do método de análise hierárquica (AHP) para definição dos pesos de restrições fracas na implementação do Demand-Driven Dispatch.

2.3 Restrições Fracas e o AHP

Essa seção tem como meta estabelecer um paralelo entre a aplicação do conceito de precificação de restrições fracas, amplamente utilizado no problema de programação de horários (LIMA¹ *et al.*, 2015) (Timetable problem) e a implementação do D^3 . Esse paralelo tem relevância pois nem todas as restrições estabelecidas na seção anterior são imprescindíveis.

Com a finalidade de otimizar esta implementação, usou-se o Método de Análise Hierárquica (AHP - Analytic Hierarchy Process) na definição dos pesos das restrições fracas, para com isso, atribuir penalizações sempre que desrespeitadas. Dessa maneira, além de respeitar todas as restrições fortes, buscou-se estabelecer critérios para quantificar quais restrições fracas são mais importantes. No contexto do problema de programação de horários algumas restrições são inerentes ao problema, um professor não pode lecionar em duas turmas ao mesmo tempo e uma turma não pode ter duas aulas diferentes ao mesmo tempo. Burke e Newall (1999) dividem as restrições em duas categorias:

- Fortes (Hard): Devem ser satisfeitas a todo custo, pois quando uma restrição forte não é satisfeita o resultado é inviável; e
- Fracas (Soft): São consideradas desejáveis, mas não são absolutamente essenciais satisfazer todas elas para se obter um resultado viável

Algumas restrições fracas são mais importantes de serem satisfeitas que outras, possuindo assim uma maior relevância. Essa relevância varia para cada instituição, pois a importância de uma restrição pode ser diferente dependendo de cada análise. Por isso é fundamental quantificar pesos para essas restrições, pois eles refletem a importância relativa de cada uma delas (LIMA¹ *et al.*, 2015).

No contexto do mercado aéreo são exemplos de restrições fortes o fato de que uma aeronave não pode ser atribuída a duas rotas ao mesmo tempo ou o fato de que uma aeronave não poder pousar em um aeroporto sem a infraestrutura necessária para recebê-la. Ao passo que, são exemplos de restrições fracas a aeronave não poder decolar com

muitos assentos vazios ou uma troca de aeronaves que impacte na perda de conexão por parte de alguns passageiros. É fácil perceber que da mesma maneira que no problema de programação de horários, a importância das restrições fracas depende de cada companhia aérea e do modelo de negócio adotado. Dessa maneira, uma restrição pode ter uma relevância muito grande para uma companhia a medida que quase não tem relevância em uma outra. Esse trabalho irá apresentar a utilização do método AHP para definir os valores dos pesos das restrições fracas envolvidas na implementação do D³ nas diferentes companhias aéreas brasileiras.

O método AHP surge no contexto dos métodos multicritérios, que de acordo com Martins (2019) surgiram com o objetivo de auxiliar o tomador de decisão a resolver problemas com objetivos conflitantes. Outra característica desses métodos é dar suporte durante todo o processo de tomada de decisão de modo que todos os critérios e consequências das decisões tomadas estejam evidentes. De acordo com Saaty (2008) o AHP é uma teoria de medição por meio de comparações de pares baseada nos julgamentos de especialistas. Essas comparações são feitas por meio de uma escala de julgamentos absolutos que representa a relevância de um elemento sobre o outro. Prevendo que estes julgamentos podem ter inconsistências, uma das preocupações do método é medir a consistência dos julgamentos, ajudando-os a melhorar. Nesse contexto, para tomar uma decisão de forma organizada com o objetivo de gerar prioridades, o problema precisa ser decomposto nas seguintes etapas Saaty (2008):

- Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado;
- Estruturar a hierarquia de decisão com o topo representando o objetivo da decisão, depois com os critérios (e se for o caso subcritérios) e alternativas. A Figura 5 ilustra essa hierarquia;
- Estabelecer prioridades entre os elementos, em cada nível, por meio de um conjunto de matrizes de comparação entre pares; e
- Usar as prioridades obtidas nas comparações para medir as prioridades no nível imediatamente abaixo. Fazer isso para cada elemento até que as prioridades finais das alternativas no nível mais inferior sejam obtidas.

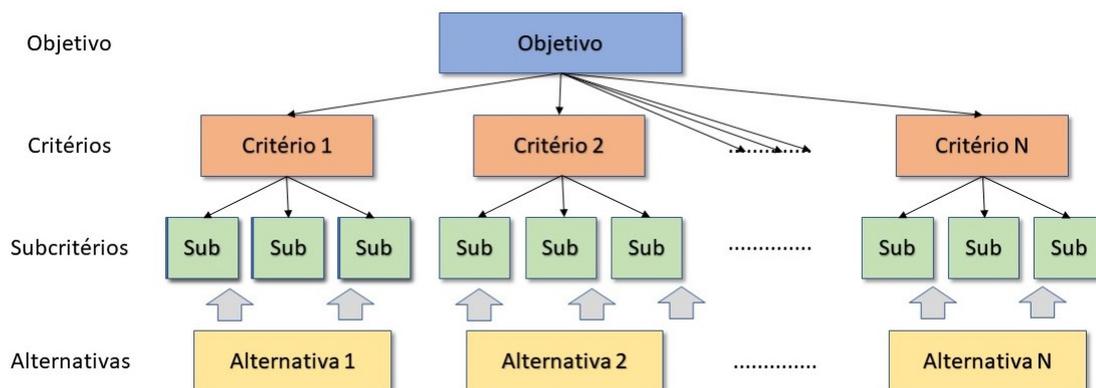


FIGURA 2.4 – Modelo Hierárquico
(baseado em Saaty (1991))

Para estabelecer prioridades entre pares de elementos, é necessário uma escala de números que indiquem quantas vezes mais importante um elemento é sobre o outro no que diz respeito ao critério que os dois elementos estão sendo comparados, uma das considerações feitas é que tal escala não deve exceder um total de nove fatores, com a finalidade de se manter a consistência da matriz de comparação. Dessa maneira, Saaty definiu uma escala fundamental que está evidenciada na Tabela 2.1.

TABELA 2.1 – Escala fundamental de Saaty

Escala	Avaliação	Recíproco	Comentário
Igual importância	1	1	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
Importância moderada	3	1/3	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra
Mais importante	5	1/5	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra
Muito importante	7	1/7	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra
Importância extrema	9	1/9	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança
Valores intermediários	2, 4, 6, 8	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Quando se procura uma condição entre duas definições

Fonte: Baseado em Saaty (1991)

Por fim, é importante calcular a Razão de Consistência (RC) para medir o quanto os julgamentos foram consistentes em relação a grandes amostras de juízos completamente aleatórios. Saaty propôs que caso o Valor de RC seja maior que 0,1 recomenda-se a revisão do modelo e/ou dos julgamentos. Mais detalhes sobre o cálculo do RC serão dados na Metodologia. É importante salientar que vários estudos abordam de forma complexa todos os processos e fatores que influenciam no AHP, no entanto, como a utilização desse

método tem um objetivo secundário no presente trabalho, somente conceitos gerais e abordagens simples serão utilizadas.

3 Metodologia

3.1 Apresentação

Nessa etapa do trabalho é apresentada e explicada, em detalhes, a metodologia utilizada para desenvolver o estudo proposto com a finalidade de atingir os objetivos estipulados. A abordagem adotada será qualitativa, de caráter compreensivo, exploratória, na medida que se pretende ir além da simples descrição dos dados coletados, pois busca-se realizar análises confrontando os resultados obtidos com os conceitos propostos no referencial teórico deste trabalho. De acordo com Creswell (2014) a pesquisa qualitativa é um conjunto de práticas que transformam o mundo visível em dados representativos, incluindo notas, entrevistas, fotografias e outros registros. De modo geral, esse tipo de pesquisa pressupõe que o significado dado ao fenômeno é mais importante que sua quantificação. Nesse contexto, por ser um estudo que visa abordar o contexto da aplicação da prática do D³ nas companhias aéreas brasileiras, tema com uma quantidade reduzida de artigos, utilizou-se o estudo exploratório, que, segundo Figueredo e Souza (2011) tem por objetivo formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses; aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa; e modificar e clarificar conceitos. A coleta de dados nesse tipo de pesquisa pode ocorrer de diferentes maneiras, neste trabalho foram utilizados tanto o levantamento bibliográfico (evidenciado no referencial teórico) quanto entrevistas com pessoas com experiências práticas no tema, que serão evidenciadas no próximo capítulo.

3.2 Contexto da pesquisa

Por se tratar de uma pesquisa com foco em compreender como as companhias aéreas brasileiras se valem da prática do Demand-Driven Dispatch, é claro que o trabalho teve como meta estabelecer contato com profissionais das quatro principais empresas aéreas do país.

- A empresa “A” é a maior companhia aérea brasileira em relação ao mercado doméstico de passageiros (ANAC, 2020). A empresa detém uma frota de 125 aeronaves entre ativas e inativas.
- A empresa “B” é a segunda maior companhia aérea brasileira em relação ao mercado doméstico de passageiros (ANAC, 2020). A empresa detém uma frota de 147 aeronaves entre ativas e inativas.
- A empresa “C” é a terceira maior companhia aérea brasileira em relação ao mercado doméstico de passageiros (ANAC, 2020). A empresa detém uma frota de 157 aeronaves entre ativas e inativas. Ela é a companhia aérea brasileira com maior diversidade de frota.
- A empresa “D” foi fundada em 2020 e ainda não possui uma participação relevante no mercado doméstico de passageiros. Seu primeiro voo regular ocorreu em julho de 2021. A empresa detém uma frota composta pela aeronave Airbus A320 e a previsão é terminar 2021 com 11 aeronaves. A previsão é que a companhia opere em 35 destinos até junho de 2022.

As Tabelas 3.1 e 3.2 são representativas da comparação entre as companhias A, B e C quanto a distribuição de empregados por categorias e empresas, e quanto a distribuição de aeronaves por operador e fabricante. Devido ao fato da Empresa D ainda não ter participação relevante no mercado doméstico ela não será representada.

TABELA 3.1 – Distribuição de empregados por categoria e empresa - empresas aéreas brasileiras, 2020

Empresa	Pilotos e Co-pilotos	Outros tripulantes de voo	Tripulação de Cabine	Pessoal de Manutenção e Revisão Geral	Pessoal de Tarifação e Vendas	Outros	Total de Empregados
Azul	1.872	0	3.065	1.857	2.483	1.750	11.027
Gol	1.853	0	3.149	2.080	5.829	1.889	14.800
Absa	75	0	0	30	0	86	191
Modern	27	0	0	32	13	226	298
Two	83	0	0	15	0	59	157
MAP	35	0	57	27	42	38	199
Passaredo	132	0	145	116	328	182	903
Sideral	72	0	9	153	0	98	332
Latam	1.399	0	3.151	2.837	107	7.727	15.221
Total Linhas Aéreas	16	16	7	42	0	90	171
Omni	5	0	5	16	0	0	26
América do Sul Linhas Aéreas	13	0	0	8	5	18	44
Indústria	5.582	16	9.588	7.213	8.807	12.163	43.369

Fonte: ANAC (2020)

TABELA 3.2 – Distribuição de aeronaves por operador e fabricante - empresas aéreas brasileiras, 2020

Empresa	Airbus	ATR	Boeing	Embraer	CESSNA	Total
Azul	57	33	2	65	0	157
Gol	0	0	125	0	0	125
Absa	0	0	4	0	0	4
Modern	0	0	4	0	0	4
Two	0	0	0	0	16	16
MAP	0	5	0	0	0	5
Passaredo	0	9	0	0	0	9
Sideral	0	0	15	0	0	15
Latam	124	0	23	0	0	147
Total Linhas Aéreas	0	1	3	0	0	4
Omni	0	1	0	0	0	1
América do Sul Linhas Aéreas	0	0	0	0	3	3
Total	181	49	176	65	19	490

Fonte: ANAC (2020)

Nesse contexto, é importante relacionar os modelos de aeronaves de cada companhia à quantidade de assentos de passageiro instalados, para isso observe a Tabela 3.3.

TABELA 3.3 – Quantidade de aeronaves por assentos de passageiro instalados em cada empresa aérea brasileira, 2020

Assentos de Passageiro Instalados	Azul	Gol	Avianca	Latam	Sideral	Demais Empresas	Total de Aeronaves
Nenhum (cargueiro)	2	0	0	0	12	11	25
Até 50	0	0	0	0	0	22	22
51 a 100	33	0	0	0	2	13	48
101 a 150	65	22	0	19	1	0	107
151 a 200	42	103	0	69	0	0	214
201 a 250	3	0	0	39	0	0	42
251 a 300	12	0	0	0	0	0	12
Acima de 300	0	0	0	20	0	0	20
Total de Aeronaves	157	125	0	147	15	46	490

Fonte: ANAC (2020)

3.3 Tipo de entrevista

Antes de partir, efetivamente, para as entrevistas com os profissionais do setor aéreo, a fim de se obter os dados qualitativos necessários para a análise, é necessário estabelecer o tipo de entrevista que será adotado. Em geral as entrevistas podem ser estrutura-

das e não estruturadas, dependendo do grau de direcionamento do entrevistador. Dessa maneira é possível trabalhar tanto com a entrevista aberta ou não-estruturada, onde o entrevistado aborda livremente o tema proposto, quanto com entrevista estruturada, que pressupõe perguntas previamente formuladas. Existem maneiras de articular os dois tipos de entrevistas para aplicar um modelo misto, chamado de entrevista semi-estruturada (MINAYO *et al.*, 2011). Nesse contexto, o tipo de entrevista adotado neste trabalho foi a semi-estruturada que de acordo com Ghiglione e Matalon (1993) são adequadas para aprofundar um determinado domínio, ou mesmo verificar a evolução de um domínio já conhecido. Dessa maneira, a missão do entrevistador é estabelecer o foco da entrevista e apresentar os principais pontos da discussão, permitindo respostas livres e espontâneas.

3.4 Formulação das perguntas

Escolhido o tipo de entrevista a ser adotado, partiu-se para o desenvolvimento das perguntas que serão usadas para guiar o andamento da entrevista. Como característica das entrevistas semi-estruturadas, as perguntas não terão caráter objetivo, mas sim exploratório. O principal objetivo das perguntas foi relacionar os conceitos já existentes, abordados no referencial teórico, com os objetivos estabelecidos no começo desse trabalho. Dessa maneira, foram criados tópicos gerais, que foram colocados em análise nas primeiras entrevistas. Como todo o conhecimento do tema era puramente teórico, era de se esperar que à medida que as entrevistas acontecessem, ajustes pontuais fossem realizados nas perguntas elaboradas.

3.5 Participantes da pesquisa e validação das perguntas

Para estabelecer o primeiro contato com profissionais do setor aéreo, foi necessário recorrer aos professores do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) explicando o caráter da pesquisa e a necessidade de contatos. Paralelamente a isso, foram realizadas pesquisas no LinkedIn buscando por profissionais das Companhias A, B, C e D. Todos os nomes encontrados por qualquer um dos métodos foram posteriormente validados pelo outro método. Por exemplo, se um professor do ITA indicasse um contato, realizava-se uma pesquisa no linkedIn para levantar mais informações sobre o profissional, ou caso um profissional fosse localizado através da pesquisa por linkedIn, perguntava-se aos professores do ITA se tinham algum contato prévio com aquele nome. Em seguida, todos os nomes encontrados foram arquivados para posterior utilização. Dando continuidade, foi preparado uma mensagem padrão, que continha a identificação do pesquisador, o tema de análise e o motivo do contato. Por fim, a mensagem foi disparada e algumas respostas

foram recebidas. Uma informação relevante é que até o momento não se sabia se efetivamente as companhias aéreas brasileiras aplicavam o D³, e se aplicavam, quem eram os responsáveis. Dessa maneira um desafio inicial do contato foi o de filtrar as respostas que poderiam ser relevantes a pesquisa, pois mesmo o profissional demonstrando interesse em ajudar, por vezes não entendia do que se tratava a temática. Dessa maneira, toda essa etapa pode ser resumida como a tentativa de encontrar profissionais das companhias aéreas que trabalhem diretamente com a aplicação do D³. Como forma de tornar mais claro todos esses passos, a Figura 3.1 traz uma ilustração didática do procedimento.

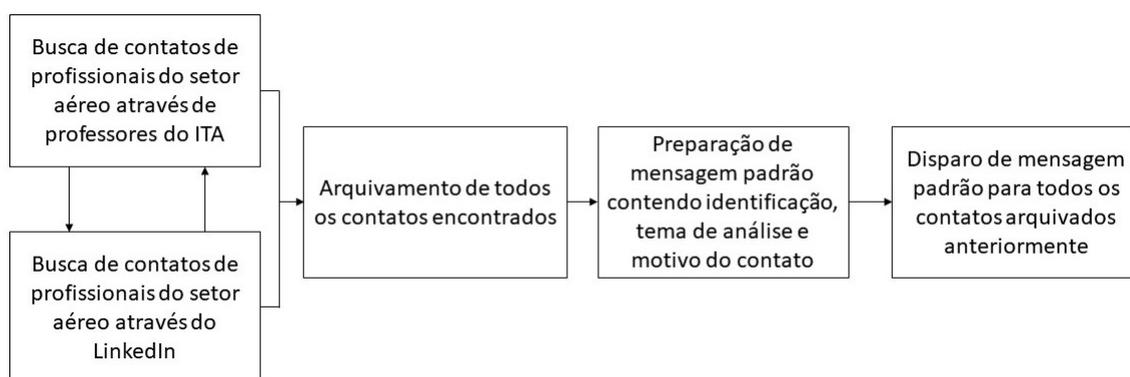


FIGURA 3.1 – Procedimento de prospecção de profissionais do setor aéreo

Às respostas obtidas foram atribuídas três classificações quanto a relevância para a pesquisa:

- **Alta.** Duas respostas com essa classificação. O profissional entendia do que o tema se tratava e tinha atuação direta na implementação do D³;
- **Média.** Poucas respostas receberam essa classificação. O profissional entendia do que o tema se tratava mas não tinha atuação direta na implementação do D³; e
- **Baixa.** A maioria das respostas receberam essa classificação. O profissional não sabia do que se tratava o tema.

Aos profissionais que forneceram as respostas com alta relevância o próximo contato se deu para solicitar a marcação da entrevista, fornecendo detalhes sobre a metodologia adotada e sobre quais perguntas seriam realizadas. Nesse contexto, é importante frisar que um desses profissionais trabalhava em uma companhia aérea estrangeira, como o objetivo deste trabalho é entender sobre a aplicação do D³ no contexto brasileiro os dados obtidos nessa entrevista foram utilizados somente como fonte de comparação entre o que ocorre no país e o que ocorre no exterior. Dessa maneira, o prosseguimento do trabalho será feito com foco na entrevista realizada com o profissional que trabalha no Brasil. Aos profissionais que forneceram respostas com relevância média, o próximo contato foi estabelecido no

sentido de obter algumas referências dentro das companhias aéreas que pudessem ter conhecimento sobre o tema. Aos que aceitaram, uma entrevista foi marcada para debater a área de atuação do profissional na empresa aérea, pois entendia-se que isso forneceria um ganho de experiência extra para a continuação do trabalho. Aos profissionais que forneceram respostas de baixa relevância o contato seguinte se deu no sentido de agradecer a resposta e encerrar a interação.

A primeira entrevista realizada com o profissional que forneceu a resposta de maior relevância, e trabalha no Brasil, foi através de *Google Meet*, e teve como maior objetivo validar e aprimorar as perguntas elaboradas anteriormente, visto que, como o profissional tinha contato com a implementação do D³ na prática, e no contexto brasileiro, era possível atribuir correções de forma a garantir que as perguntas fossem realizadas da maneira mais adequada para alcançar os objetivos desejados. Devido ao fato do processo de elaboração das perguntas ter impacto crucial no restante do trabalho, a Figura 3.2 evidencia todos os passos que foram seguidos a fim de chegar no melhor modelo possível para as perguntas utilizadas nas entrevistas.

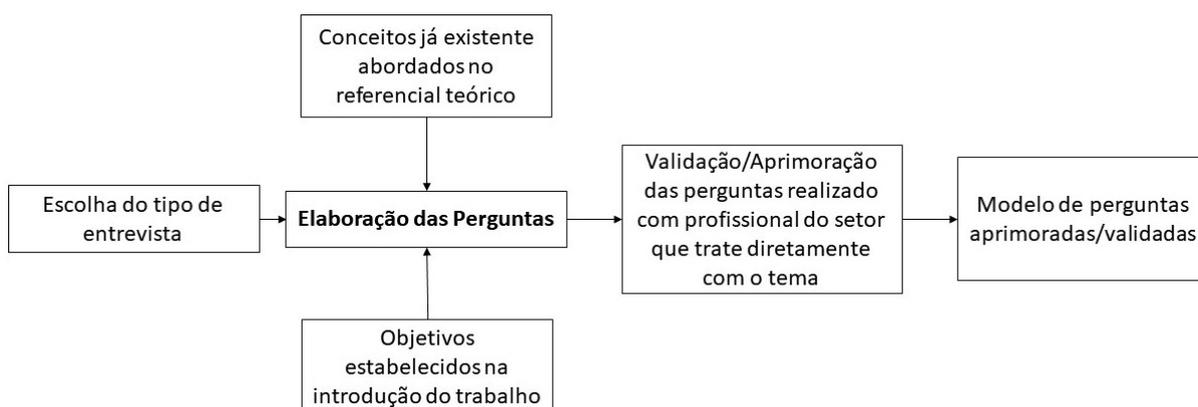


FIGURA 3.2 – Procedimento de elaboração de perguntas aprimoradas e validadas por profissional da área de estudo

Nesse contexto, algumas entrevistas foram marcadas através dos profissionais que tiveram suas respostas classificadas como relevância média, entretanto, nenhuma dessas resultaram em respostas concretas sobre o D³. Os nomes obtidos por indicação desses profissionais também não tiveram grande impacto nos resultados desse trabalho de graduação. Em contrapartida, o profissional que forneceu a resposta mais relevante também ajudou com o contato de outros profissionais das outras companhias aéreas brasileiras que também tinham contato direto com a implementação do D³. Dessa maneira, através desse profissional, que trabalha na companhia “A” conseguiu-se contatos de profissionais que atuam, ou que já atuaram nas companhias “B”, “C” e “D” da maneira, evidenciada na Figura 3.3.

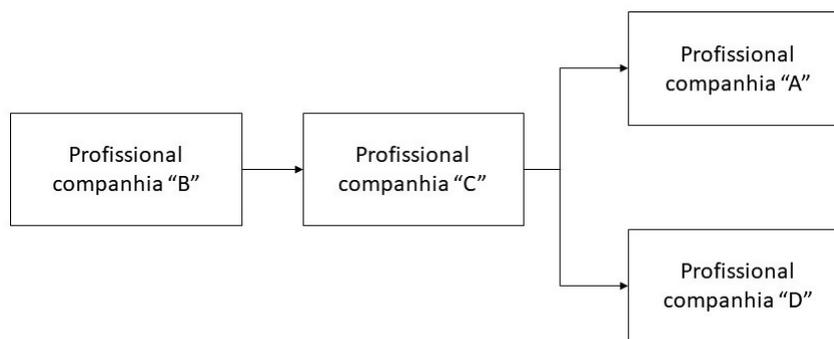


FIGURA 3.3 – Caminho seguido para conseguir os contatos

Um fato que deve ser destacado é que o profissional da companhia “D” foi por muito tempo funcionário da companhia “B” e por causa disso conseguiu responder perguntas relacionadas ao D³ com a visão das duas companhias, essas respostas foram consideradas válidas pois não só confirmaram como ampliaram as respostas dadas pelo atual funcionário da companhia “B”. Nesse contexto, a pesquisa, além de estabelecer contato com esses profissionais, percebeu que todos ocupavam posições de gerência no planejamento de malha aérea nas respectivas companhias que atuam, alguns em nível estratégico, outros em nível tático. Esses profissionais desempenham funções de muita relevância para a companhia, geralmente são responsáveis pela estratégia de oferta de voos e sua implementação com o objetivo de maximizar a rentabilidade e ter uma operação segura e com pontualidade. Desse modo, é possível depreender que estão no topo da hierarquia nas suas respectivas áreas de atuação. De acordo com Daft e Weick (1984), os gerentes, especialmente aqueles que estão no topo da hierarquia, assumem papel decisivo na forma como as informações convergem e são interpretadas pelas organizações. Dessa maneira, percebe-se que a escolha dos participantes da pesquisa foi bem executada.

3.6 Etapa de coleta de dados

A coleta dos dados ocorreu entre os meses de maio e agosto do ano de 2021 e deu-se a partir de entrevistas semiestruturadas com quatro gerentes das companhias aéreas brasileiras (com a particularidade de um desses gerentes conseguir fornecer informações sobre duas companhias). Estas entrevistas tiveram duração aproximada de 60 minutos cada, foram previamente agendadas através de e-mail e realizadas integralmente de modo remoto, através do *Google Meet*, optando pela gravação para evitar perder informações relevantes. Com o questionário devidamente elaborado e validado, o roteiro de cada entrevista dividiu-se em duas etapas com o objetivo de selecionar os dados da melhor maneira.

- **Primeira etapa.** Optou-se por realizar quatro perguntas de caráter geral, sem ne-

nhum direcionamento específico, como forma de obter espontaneamente do profissional uma completa análise do processo de tomada de decisão do D³. As perguntas foram: 1) Definição do entrevistado; 2) Visão geral do problema e soluções; 3) O que precisa ser melhorado no modelo atual?; 4) Alternativas e instrumentos disponíveis para solução do problema (PNUD e ME, 2020). O questionário detalhado encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

- **Segunda etapa.** Optou-se por aumentar o direcionamento, envolvendo termos específicos, que poderiam ou não já terem sido contemplados nas respostas anteriores, essenciais aos objetivos do trabalho. As perguntas estão evidenciadas no Apêndice A deste trabalho.

3.7 Procedimentos de transcrição e coleta de dados

Após a realização e gravação das entrevistas foi necessário compilar os dados extraídos para posterior análise. Dessa maneira, o seguinte método foi utilizado para extrair os conteúdos:

1. Gravar toda a entrevista tanto com o próprio *Google Meet* quanto com o gravador de tela do Windows;
2. Descarregar os áudios da gravação no computador;
3. Instalar o *software* para transcrição VB-Audio VoiceMeeter;
4. Configurar o *software* de transcrição;
5. Transcrever a entrevista por áudio com o auxílio do dictation.io e salvar o conteúdo gerado no computador;
6. Conferir a transcrição através de leitura detalhada de todo o material; e
7. Corrigir as diferenças encontradas entre o áudio e o que foi transcrito.

Após a transcrição e de posse dos dados, realizou-se uma análise das entrevistas (análise de conteúdo). De acordo com Guerra (2006) essa análise tem uma dimensão descritiva que visa dar conta do que foi narrado e uma dimensão interpretativa que decorre das interrogações do analista frente a um objeto de estudo. Para realizar essa análise de conteúdo utilizou-se o *software* webQDA da seguinte forma:

1. **Importação e identificação de todas as entrevistas transcritas anteriormente.** Depois de transcritas as entrevistas foram importadas para o *software* como fontes

internas, a identificação de cada entrevista foi dada em relação a companhia aérea que o entrevistado trabalha.

2. **Codificação das entrevistas utilizando tanto códigos criados a priori quanto a posteriori.** A interface do *software* permite tanto a criação quanto correlação dos códigos de maneira bastante intuitiva. Para a criação é necessário especificar o tipo de código e em seguida adicioná-lo, informando um nome e uma descrição. Já no processo de correlação é necessário abrir a entrevista importada, selecionar o trecho de interesse, escolher o código correspondente e associá-los. Como este trabalho tem um caráter exploratório a definição de quais códigos foram criados a priori e a posteriori já compõe os resultados, e portanto serão especificados no próximo capítulo. Todos os códigos criados receberam um grau de hierarquização, visando facilitar o processo de entendimento dos conceitos apresentados, eles foram classificados como dimensões de análises, categorias e subcategorias. é importante citar que um mesmo trecho pode receber mais de uma codificação, desde que esteja enquadrado no mesmo grau de hierarquia.
3. **Extração dos resultados julgados necessários para atingir todos os objetivos específicos propostos.** Mais uma vez é necessário salientar o caráter exploratório deste trabalho, visto que a forma de apresentar os resultados foi escolhida para associar definições importantes dentro de cada tema de interesse e hierarquizá-las quanto a sua relevância, para isso foram utilizados três recursos do *software*:
 - **Mapa de códigos.** Utilizado para evidenciar a hierarquização proposta e organizar quais as definições mais importantes dentro de cada objetivo específico.
 - **Mapa de densidade.** Utilizado como forma de quantificar a relevância de cada código criado para estabelecer padrões lógicos na hora de explicar cada um deles com base nos trechos das entrevistas que foram realizadas nesse trabalho. A porcentagem que esses mapas apresentam se refere ao número de referências que cada código possui nas entrevistas, dessa maneira, um trecho com 100 palavras e outro com 10 palavras corresponde cada um, a uma, e só uma referência. Essa estratégia foi adotada devido ao caráter semi-estruturado da entrevista, pois entende-se que quanto mais vezes um mesmo tema aparecer em distintos momentos dos relatos mais importância deve ser atribuída a esse tema.
 - **Matrizes.** Esse recurso foi utilizado sempre que julgou-se necessário evidenciar determinadas diferenças entre cada uma das companhias analisadas. Nesse contexto, no que se refere ao ponto de vista operacional, sua utilização baseou-se na realização de um cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos. Sempre que esse recurso for utilizado, uma devida explicação do seu processo de formulação será fornecido.

3.8 Restrições fracas e o AHP

Nesta fase, após o avanço das entrevistas e a consequente interpretação dos resultados obtidos no objetivo específico que trata dos desafios envolvidos na aplicação do D³ no contexto brasileiro, é possível estabelecer quais as restrições estão presentes na implementação. Dessa maneira, também é possível classificar essas restrições como fortes e fracas, sendo que as restrições fortes não serão utilizadas nessa parte do trabalho, pois por serem imprescindíveis, não faz sentido precificá-las.

Sendo assim, esta seção visa contribuir com a análise de quais aspectos, mesmo que não imprescindíveis, também são relevantes na hora de tomar a decisão de realizar a troca de equipamento, elencando situações que devem ser verificadas pela companhia aérea e classificadas quanto ao nível de penalização quando não satisfeitas. De maneira geral, um exemplo é qual o nível de punição (quantitativo) aplicada a uma troca de aeronave que afete o tempo de conexão dos passageiros. Dessa forma, tal contribuição além de fornecer dados de entrada através dos pesos estabelecidos também fomenta trabalhos futuros que se dediquem ao desenvolvimento de heurísticas para auxiliar o processo de tomada de decisão da aplicação do D³ tendo em mente a importância de questões secundárias para a companhia optar pela troca de equipamento, mas que podem acarretar em resultados adversos àquele originalmente esperado. Desse modo, para classificar as restrições fracas foram utilizados, de início, os três grupos já definidos no referencial teórico deste trabalho, são eles:

- Programação da tripulação fixa;
- Atribuição das aeronaves; e
- Gerenciamento de recursos de solo.

As escolhas das restrições mais relevantes foram realizadas após a total análise e codificação de todas as entrevistas. É importante salientar que como cada companhia possui suas especificidades, tanto as restrições quanto as suas classificações apresentaram algumas distinções. Foi objetivo do trabalho preparar um questionário que englobasse todas essas visões individuais de maneira ampla, de modo que fossem levadas em conta todas as restrições extraídas das entrevistas. O profissional escolhido para responder o questionário foi o da companhia “B”, de modo que foram realizadas análises de sensibilidade do AHP com base nos dados extraídos com os profissionais das outras companhias. Um outro objetivo poderia ser o de obter respostas de cada um dos profissionais e realizar uma comparação entre a importância de cada restrição para cada companhia. No entanto, esse caminho não foi seguido pois entendeu-se que muitas perguntas necessárias para uma análise ampla não fariam sentido para determinados profissionais.

O questionário utilizado para aplicação do método está evidenciado no Apêndice B deste trabalho. Após definidas quais restrições pertenciam a qual grupo foi elaborado uma árvore hierárquica, que segundo Dumoulin *et al.* (2006) é o elemento central da metodologia AHP, pois é nela que ocorre a decomposição do objeto de análise em um conjunto de fatores organizados hierarquicamente. Essa elaboração pressupõe que o problema esteja claro e bem definido. A Figura 3.4 mostra um exemplo possível de árvore hierárquica para o problema em questão. A verdadeira árvore será elaborada no próximo capítulo.

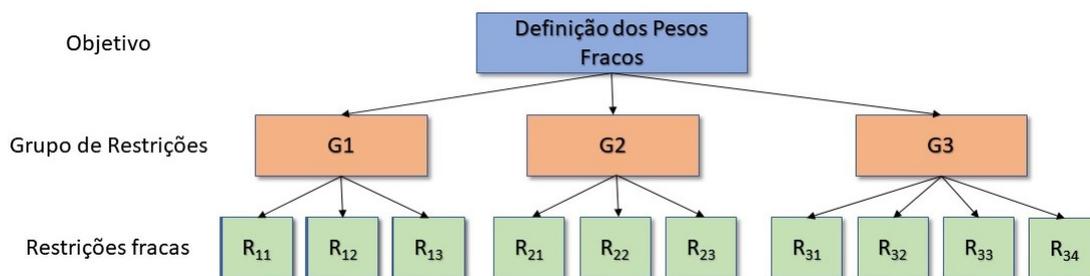


FIGURA 3.4 – Modelo possível de árvore hierárquica para o problema em questão

Dando continuidade ao processo, partiu-se para a montagem da matriz de comparação. O decisor escolhido, como já citado, foi o profissional da companhia “B”. O questionário atribuído possibilitou tanto a comparação par a par entre os critérios do mesmo nível, para avaliação do quanto se prefere um elemento em detrimento a outro, quanto a comparação par a par entre os grupos estabelecidos. As respostas foram dadas de forma numérica, tendo como base a Escala Fundamental de Saaty (1991). A matriz formada, já com os valores provenientes do questionário, será evidenciada também no próximo capítulo. Um exemplo genérico de matriz de comparação para as restrições do grupo 1 é evidenciada na Figura 3.5.

	R_{11}	R_{12}	R_{13}
R_{11}	1	5	1/3
R_{12}	1/5	1	1/7
R_{13}	3	7	1

FIGURA 3.5 – Matriz de comparação pareada - Grupo 1

Nesse exemplo genérico, observando a matriz é possível perceber que a restrição R_{11} quando comparada a restrição R_{12} recebeu a avaliação 5 que de acordo com a Escala Fundamental de Saaty (1991) significa que R_{11} foi fortemente favorecida em relação a R_{12} evidenciando um caráter mais importante. Da mesma maneira é possível perceber que R_{13} é muito fortemente favorecida se comparada a R_{12} . Mesmo já exemplificado, é

importante ressaltar que, quando é feita a comparação e o critério da coluna possui maior relevância em relação a linha, este valor é o recíproco, ou seja, usa-se o valor fracionado. A restrição R_{13} é favorecida se comparada a restrição R_{11} .

4 Resultados e Discussões

Com a transcrição das entrevistas realizadas, partiu-se para a definição das dimensões de análise, que são as primeiras cações dos Códigos Árvore do *software* webQDA, essas dimensões foram criadas com a finalidade de alcançar os objetivos específicos do trabalho e apoiadas tanto no referencial teórico quanto na leitura exhaustiva das entrevistas. Dessa maneira, a Figura 4.1 evidencia as dimensões de análise utilizadas.

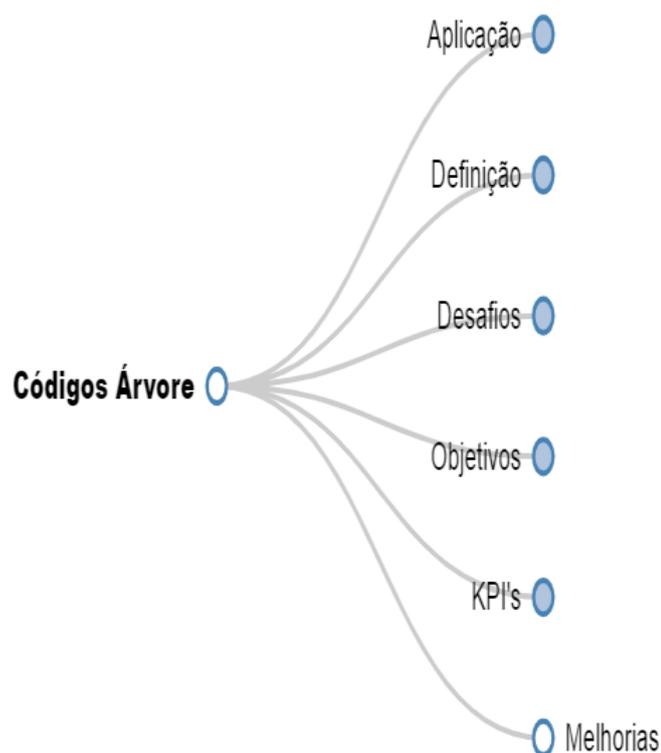


FIGURA 4.1 – Dimensões de análise

Após essa etapa, a análise das entrevistas no *software* prosseguiu pelo sistema de codificação, cada dimensão de análise, de acordo com a necessidade foi cada em categorias e subcategorias. Essas definições foram formuladas de duas maneiras, a primeira são os códigos criados *a priori*, que integram um sistema de análise pensado antecipadamente, que também foram baseados tanto no referencial teórico quanto nos objetivos estipulados, a segunda maneira são os códigos criados *a posteriori*, que surgem a partir da leitura

e releitura das entrevistas. Nas próximas seções deste trabalho serão apresentados os resultados obtidos de acordo com cada objetivo específico. Quando houver necessidade, serão evidenciadas quais as categorias foram criadas a priori e quais foram criadas a posteriori. Nesse contexto, a Figura 4.2 apresenta um mapa de densidade que mostra a porcentagem de cada uma das dimensões de análise utilizadas. É importante ressaltar que este mapa evidencia quantitativamente a codificação de uma dimensão de análise dentro das entrevistas analisadas.

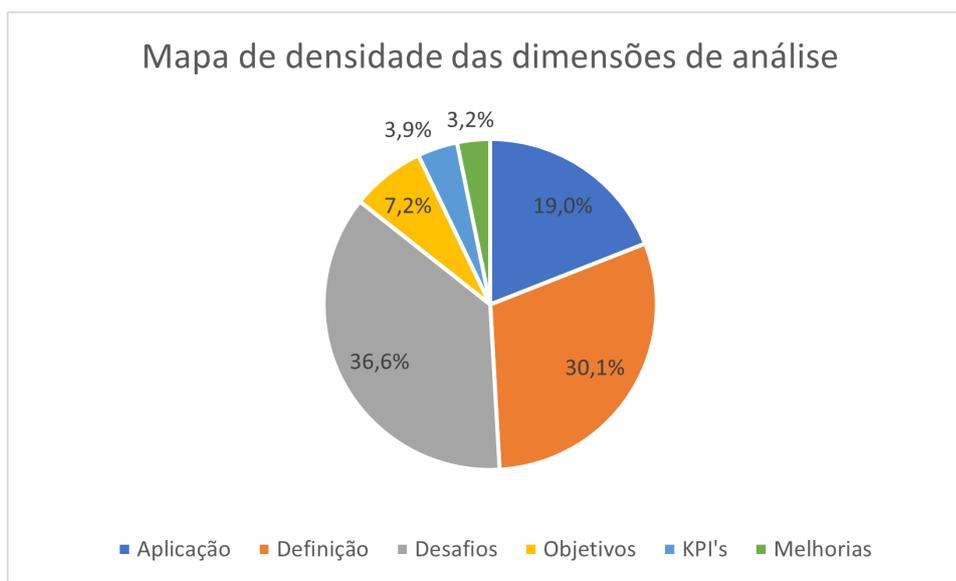


FIGURA 4.2 – Mapa de densidade das dimensões de análise

De imediato, é possível perceber que a maior parte das entrevistas receberam códigos relacionados aos desafios envolvidos na aplicação do D^3 , devido a esse fato, é fácil perceber que para melhor trabalhar com esse conjunto de dados, a criação de categorias e subcategorias torna-se necessária. Em contrapartida, na avaliação dos KPI's e das Melhorias sugeridas na aplicação da prática do D^3 , o pouco volume de dados sugere respostas mais objetivas, sem maiores necessidades de categorizações.

4.1 Esclarecer se as companhias aéreas brasileiras aplicam o conceito

Por se tratar de uma resposta mais objetiva, dentro dessa dimensão de análise foram criadas a priori somente duas categorias, uma referente às companhias que aplicam o D^3 e outra referente às companhias que não aplicam. No entanto, com a revisão das transcrições foi possível observar que mais duas categorias deveriam ser criadas a posteriori, uma que dizia respeito aos exemplos práticos relatados nas entrevistas e outra para evidenciar o uso de sistemas computacionais existentes, tais como o *Sabre*, devidamente comentado

no referencial teórico, por parte das companhias. Com isso, a Figura 4.3 evidencia as categorias da dimensão de análise “aplicação”.

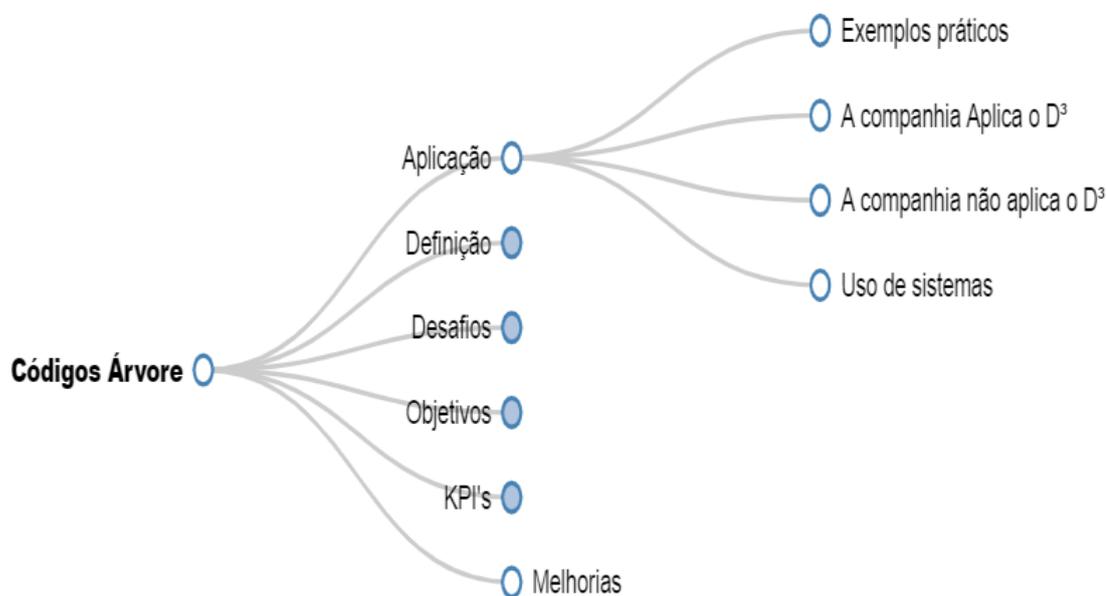


FIGURA 4.3 – Categorias da dimensão de análise “Aplicação”

Dessa maneira, para esclarecer quais das companhias analisadas, efetivamente aplicam o D³ foi criada uma matriz por meio do *software* webQDA para realizar um cruzamento dos códigos interpretativos, que são as duas categorias relacionadas a aplicação ou não do D³, com os códigos descritivos, aqueles que definem de qual companhia aérea é o profissional. O resultado desse cruzamento está evidenciado na Tabela 4.1 que apresenta a referida matriz. Dessa forma, pode-se concluir que dentre as companhias analisadas somente a companhia “D” não aplica o D³. Esse resultado justifica a continuação da pesquisa, pois já que foi esclarecido que as 3 principais companhias aéreas brasileiras se valem da prática, é importante analisar os parâmetros envolvidos no processo de tomada de decisão da aplicação do D³.

TABELA 4.1 – Matriz de cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos para evidenciar quais companhias aplicam o D³

	A companhia aplica o D³	A companhia não aplica o D³
Companhia “A”	1	0
Companhia “B”	1	0
Companhia “C”	1	0
Companhia Internacional	1	0
Companhia “D”	0	1

Fonte: webQDA

No que diz respeito ao uso de sistemas computacionais, todas as entrevistas referentes

às companhias que aplicam ao D³ receberam códigos nessas categorias, conforme evidenciado na Tabela 4.2 que representa uma matriz de cruzamento que relaciona o código interpretativo “Uso de sistemas” com o código descritivo que define de qual companhia aérea é o profissional.

TABELA 4.2 – Matriz de cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos para indicar quais companhias aéreas utilizam sistemas computacionais para auxiliar na aplicação do D³
Fonte: webQDA.

	Companhia “A”	Companhia “B”	Companhia “C”	Companhia Internacional
Uso de sistemas	1	2	1	2

Fonte: webQDA

Ainda nesse contexto, e com base na leitura das entrevistas, algumas suposições podem ser levantadas com respeito à utilização desses sistemas por parte das companhias aéreas brasileiras, entre elas:

- Esse tipo de sistema, que auxilia na decisão da realização da troca de equipamento, precisam de muitas informações para fornecer boas opções, e dessa forma, sendo o mercado brasileiro não tão maduro em transporte aéreo, essas informações podem não ser suficientes para uma boa operação desses sistemas; e
- Mesmo com a existência dos sistemas computacionais, o processo de realizar as trocas de equipamentos ainda são bastante manuais, ou seja, ainda tem a necessidade de uma avaliação humana.

4.2 Esclarecer como as Companhias aéreas brasileiras definem o D³

Por se tratar de um objetivo com um aspecto mais geral, a criação de diversas categorias a priori foram necessárias, dessa maneira, de imediato foram criados os seguintes códigos:

- Gerenciamento de receitas;
- Características da frota;
- Tipo de *swap*; e
- Operação Hub-and-Spoke.

Todas essas categorias foram definidas com base no referencial teórico. Dessa maneira, com a leitura das entrevistas surgiu a necessidade de elencar categorias a posteriori, como a que dizia respeito aos slots, assunto presente em vários trechos das entrevistas. Outras categorias que surgiram tinham um caráter mais descritivo, são elas:

- Departamentos: usada para codificar trechos que o profissional introduzia definições importantes quanto ao funcionamento da burocracia interna da companhia;
- Linha do tempo: usada para codificar trechos que o profissional explicava a operação com base no avanço temporal; e
- Comportamento do mercado: usado para codificar trechos que o profissional recorresse a sua experiência para explicar características e desafios particulares que o mercado brasileiro oferece a aplicação do D³.

Sendo assim, percebeu-se que todas essas categorias possuem algumas semelhanças entre si, por isso definiu-se que elas seriam subcategorias de duas categorias principais, a primeira foi chamada de “Elementos integradores” e a segunda foi chamada de “Características inerentes”. A Figura 4.4 evidencia a cação proposta para a dimensão de análise “Definição”.

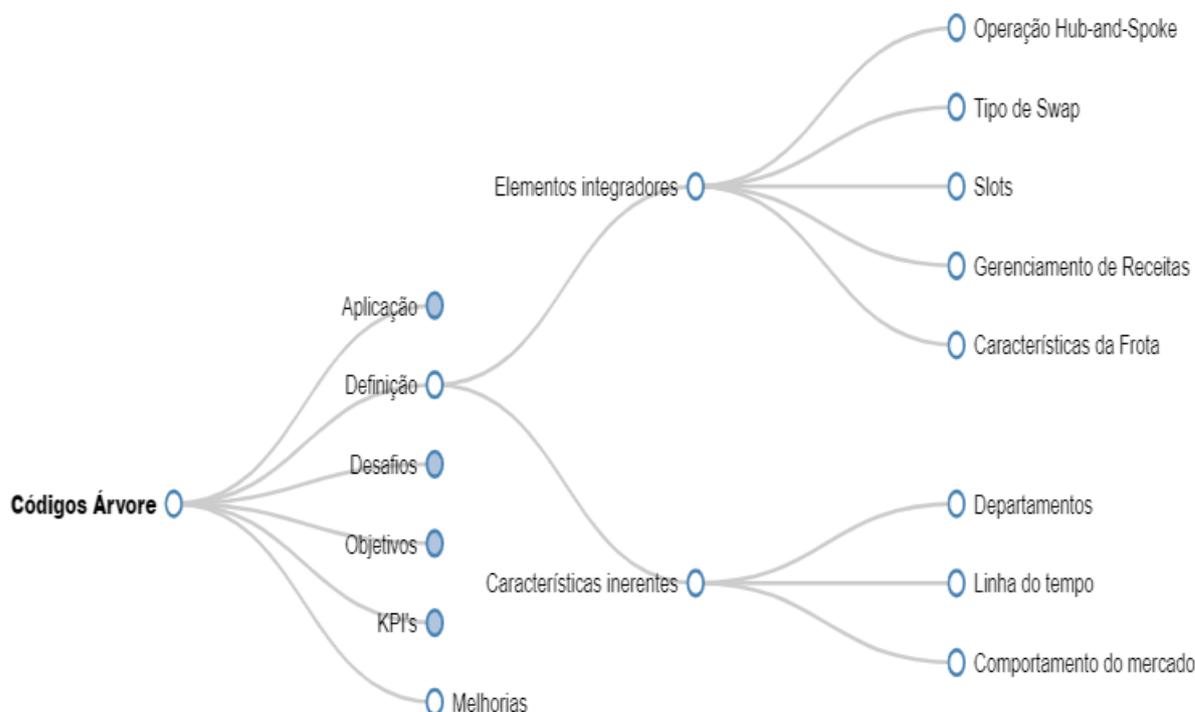


FIGURA 4.4 – Categorias da dimensão de análise “Definição”

Nesse contexto, seguiu-se para uma análise mais específica de ambas as categorias propostas, buscando, dessa forma, evidenciar a importância de cada subcategoria para

esclarecer como as companhias aéreas brasileiras definem o D^3 . A Figura 4.5 evidencia o mapa de densidade da dimensão de análise “Definição”. Mesmo a categoria “Elementos integradores” apresentando uma maior relevância decidiu-se analisar primeiramente a categoria “Características inerentes”, pois alguns conceitos presentes nessa análise serão importantes para a outra categoria.

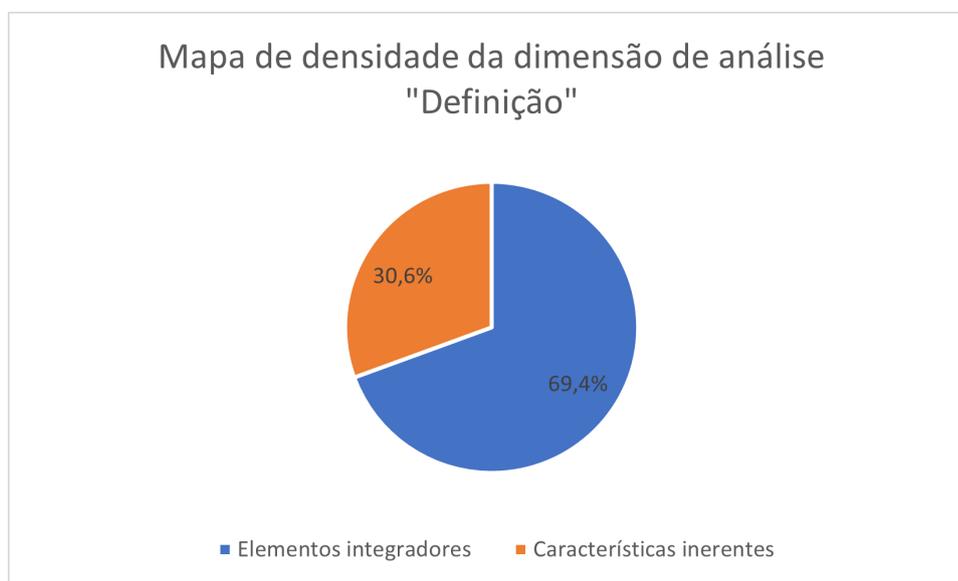


FIGURA 4.5 – Mapa de densidade da dimensão de análise “Definição”

4.2.1 Características Inerentes

Para analisar cada uma das 3 subcategorias propostas para as Características Inerentes, no que tange à definição do D^3 , primeiramente, percebeu-se a necessidade de evidenciar, quantitativamente, qual grau de relevância, dentro das entrevistas, cada uma delas recebeu, para isso utilizou-se um mapa de densidade demonstrado na Figura 4.6. Feito isso, as análises seguirão a ordem de relevância da maior para a menor.

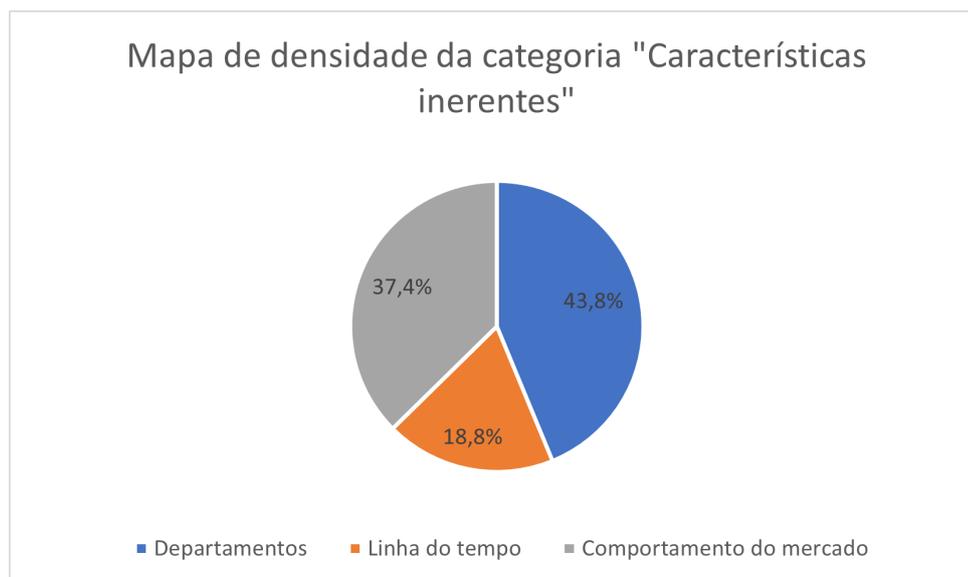


FIGURA 4.6 – Mapa de densidade da categoria “Características Inerentes”

- 1. Departamentos.** Existe uma clara divisão nas companhias aéreas no que diz respeito a quais departamentos lidam com problemas envolvidos nas operações com base no avanço temporal. Uma separação que ficou bastante clara durante a análise das entrevistas foi entre o planejamento estratégico e o planejamento tático. O primeiro é responsável por desenvolver os mercados, quais os destinos atendidos pela empresa, o tamanho da frota, os horários de voos e outras decisões tomadas a longo prazo, enquanto que o segundo é responsável por realizar ajustes no curto prazo, tais como conseguir liberação de aeroportos e realizar trocas de equipamentos para ajustar a oferta à demanda.
- 2. Comportamento do mercado.** A grande relevância desta subcategoria no contexto das entrevistas foi o comportamento da curva de demanda. As características do mercado fornecem informações preciosas a respeito do tempo antes da partida que a demanda aumenta de forma substancial, e a respeito do quão efetiva será a troca de equipamento naquele período. Nos EUA, cerca de 25 dias antes do voo, metade dos bilhetes originalmente destinados já foram vendidos, a oportunidade de D^3 nesse contexto é de 10 a 15 dias antes do voo. No Brasil, esse ponto médio é cerca de 15 dias antes do voo, sendo assim, as oportunidades de D^3 também são diferentes. Essa diferença se deve a como o potencial de venda avança no tempo, no exemplo dos EUA, como existe um intervalo de tempo maior até a partida é possível que o RM trabalhe melhor as classes tarifárias com a finalidade de atrair o restante da demanda. Ao passo que no Brasil, como esse tempo é limitado, é mais provável que uma troca de equipamento tenha um desempenho melhor que alterações nas classes tarifárias no que diz respeito à adequação da demanda à capacidade.
- 3. Linha do tempo.** Como já explicado no referencial teórico deste trabalho, é prática

comum desenvolver o planejamento operacional das companhias aéreas com base em linha do tempo. No que diz respeito ao planejamento de malha aérea, que está diretamente relacionado ao D^3 , a partir de 2 ou 3 anos antes do voo o planejamento estratégico já está tomando decisões, à medida que a data do voo se aproxima o controle da operação passa para o planejamento tático e no dia da operação o Centro de Controle de Operações (CCO) que toma as decisões. A razão para tamanha antecedência é que, mesmo sem conhecer todos os dados importantes, o tomador de decisão tem sua capacidade limitada pelo tempo, por uma série de peculiaridades da indústria aérea.

4.2.2 Elementos integradores

De maneira absolutamente análoga, a Figura 4.7 é apresentada, e uma análise baseada na ordem de relevância da maior para a menor é realizada na sequência.

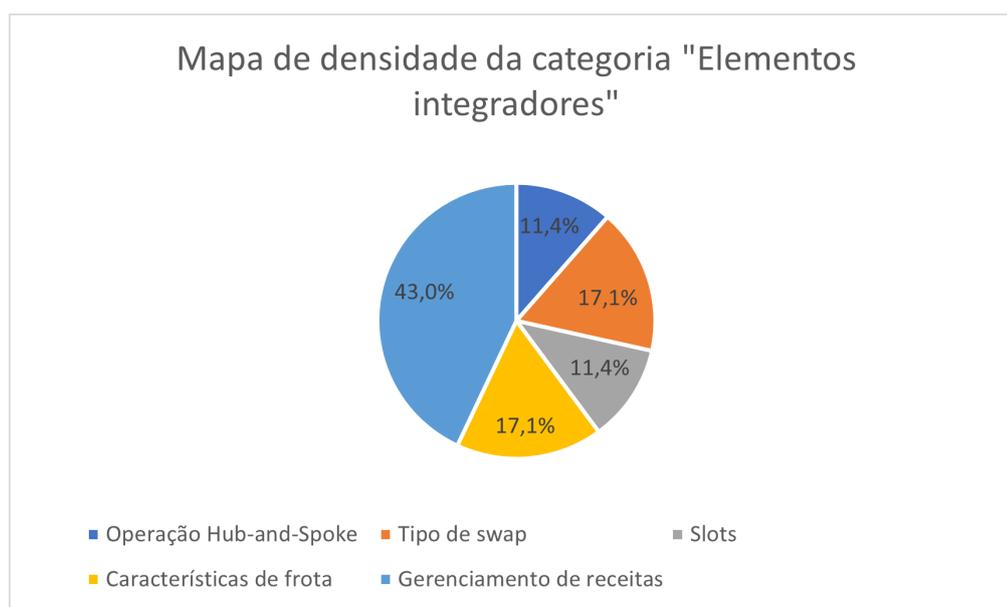


FIGURA 4.7 – Mapa de densidade da categoria “Elementos integradores”

1. **Gerenciamento de receitas.** É uma das ferramentas mais importantes na hora de avaliar a troca de equipamento, visto que a questão principal envolvida no D^3 é conseguir prever com o máximo de exatidão possível a demanda para um voo num tempo que seja possível ajustar a capacidade, no contexto de companhias aéreas, quem consegue prever isso é o RM. É possível encontrar nas entrevistas passageiros em que o profissional se refere ao sistema de gerenciamento de receitas como o “gatilho” do ajuste de capacidade, ele é quem analisa o comportamento da demanda e informa as oportunidades de ganho, o planejamento tático avalia junto as áreas operacionais a viabilidade de realizar a troca de equipamento sugerida pelo RM.

2. **Operação Hub-and-Spoke.** Esse modelo de operação potencializa as oportunidades de trocas, é possível encontrar relatos, por parte dos profissionais, afirmando que a maioria das empresas que realizam esse ajuste de capacidade trabalham no modelo Hub-and-Spoke, pois dessa maneira a troca de equipamento é mais fluida, visto que existem muitos aviões saindo do mesmo local no mesmo horário e eles geralmente vão para os destinos e voltam para os Hubs. A experiência internacional também confirma essa afirmação.
3. **Tipo de *swap*** Quase todas companhias analisadas, incluindo a internacional, relataram que a grande maioria das trocas de equipamentos são feitas no modelo de trilhos permutáveis, ou seja, aeronaves que estão saindo do Hub em horários próximos e que retornarão para o Hub posteriormente. O profissional da companhia “C” foi o único que relatou diretamente que não tem problemas em adotar um outro modelo de trocas, alegando que possui subsídios o suficiente (pessoas, sistemas e processos) para fazer uma correta comparação do ganho de receita com o aumento de complexidade operacional gerado, e dessa forma optar ou não pela troca.
4. **Características de frota.** Uma frota diversificada, no que se refere a capacidade das aeronaves, oferece uma maior flexibilidade no que diz respeito a realização de ajustes no curto prazo. No entanto, se essa diversificação impactar em várias famílias diferentes de aeronaves a complexidade do D^3 também aumenta, principalmente por questões relacionadas a tripulação. Mesmo assim, o funcionário da companhia “B” faz referência a diversidade de frota da companhia “C” indicando que isso é uma vantagem competitiva para aplicação do D^3 . Além disso, existe um grau mínimo de diversidade que permite a aplicação do D^3 , o funcionário da companhia “D” relata que não realiza esse ajuste de capacidade no curto prazo pela característica de sua frota, que no momento conta, somente, com 5 aviões Airbus A320. Nesse contexto, é necessário citar que uma frota diversificada carece de maiores custos de manutenção, pois necessita de diferentes modelos de peças e técnicos com diferentes especializações. Dessa maneira, é constatado a existência de um *trade-off*, quanto mais diversificada a frota mais oportunidades de D^3 , e em contrapartida, maiores os custos de manutenção e dificuldades relacionadas com a realocação da tripulação. Faz parte do planejamento estratégico da companhia entender o que faz sentido para seu modelo de negócio.
5. **Slots.** São os responsáveis por oferecer mais flexibilidade na realização desses ajustes no curto prazo. Slots são horários de pouso e decolagem em determinado aeroporto, quanto menos slots a empresa possuir, mais difícil será operacionalizar trocas de equipamentos. Outra característica é que os slots não são propriedades das companhias aéreas, elas tem uma concessão de uso amparada em normas impostas, tais como pontualidade e nível mínimo de operação.

4.3 Identificar os principais desafios envolvidos na aplicação do conceito por parte das companhias aéreas brasileiras

Para essa dimensão de análise, se imaginou, a priori, a criação de categorias relacionadas somente as restrições da aplicação do D³. Nesse contexto foram criadas as subcategorias “Programação da tripulação fixa”, “Atribuição de aeronaves” e “Gerenciamento de recursos de solo”, em acordo com o referencial teórico deste trabalho. No entanto, com a realização das entrevistas percebeu-se a necessidade de se criar outras categorias, dessa maneira a categoria “Variáveis” foi criada para elencar fatores ao alcance imediato da companhia que influenciava na aplicação do D³, dentro dessa categoria foram criadas as seguintes subcategorias:

- Demanda de passageiros;
- Demanda de carga; e
- Janela de tempo .

É necessário ressaltar que houve uma diferenciação dessas três subcategorias em relação a algumas citadas na seção anterior, tais como “Características de frota” e “Slots”, isso ocorreu devido ao fato dessas três dependerem exclusivamente da companhia e serem de rápida manipulação, por exemplo, a companhia decide quanto tempo antes da partida pode trocar o equipamento, a companhia também decide a forma que seu departamento de RM irá trabalhar a demanda. No entanto, a decisão de adquirir novas aeronaves para mudar o modelo de frota não é imediata, e a aquisição de novos slots não depende somente da companhia. Sendo assim, partiu-se para a criação da última categoria desta dimensão de análise, denominada “Impacto da troca”, criada para analisar o efeito de uma troca de equipamento na operação completa de uma companhia aérea. A Figura 4.8 evidencia a cação proposta desta dimensão de análise.

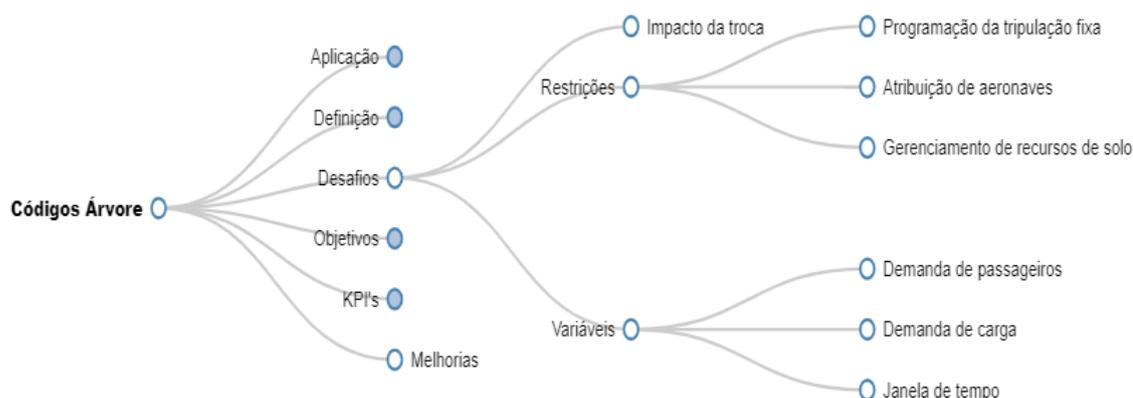


FIGURA 4.8 – Categorias da dimensão de análise “Desafios”

Dando prosseguimento, a Figura 4.9 evidencia o mapa de densidade desta dimensão de análise para estabelecer a ordem de relevância de suas categorias. De maneira análoga a seção anterior, as análises serão realizadas a partir da categoria de menor relevância, pois entende-se que alguns conceitos apresentados serão úteis nas análises das categorias de maior relevância.

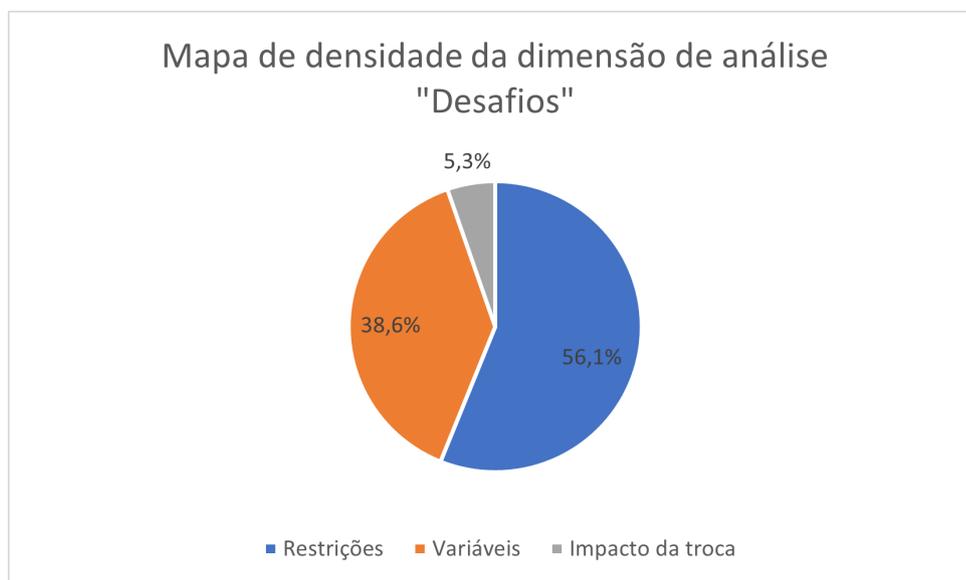


FIGURA 4.9 – Mapa de densidade da dimensão de análise “Desafios”

4.3.1 Impacto da troca

Como já afirmado ao longo deste trabalho, essas trocas de equipamento realizadas no curto prazo fornecem vantagens na receita da companhia aérea, entretanto é necessário ressaltar que essas trocas representam uma pequena parcela do planejamento inicial. Na entrevista do funcionário da companhia “C” essa ideia torna-se muito clara quando ele informa que as companhias realizam mensalmente de 25 a 30 mil voos, e a quantidade de otimizações no curto prazo pode ser, por exemplo, de 100, 150 ou 200 voos. Mesmo ele reafirmando que vale a pena realizar essas trocas, existe a ressalva de ser uma parcela pequena, e que o mais importante não é otimizar um voo, mas otimizar a operação como um todo. Visando reforçar esse conceito, é possível extrair da entrevista do funcionário da companhia “B” um fato bastante relevante, ele informa que por vezes ao dar entrada no sistema com os dados referentes ao planejamento inicial da malha, ele devolveia sugestões de otimização bastante complexas, chegando ao ponto de trocar 100 voos para realizar 2 ou 3 ajustes, o que é absolutamente inviável. Nesse contexto, é possível afirmar que a análise do impacto da troca de equipamento na operação da companhia, como um todo, é bastante relevante para a aplicação do D³.

4.3.2 Variáveis

Para analisar cada uma das 3 subcategorias propostas para a categoria “Variáveis”, no que se refere aos desafios do D³, primeiramente, percebeu-se a necessidade de evidenciar, quantitativamente, qual grau de relevância, dentro das entrevistas, cada uma delas recebeu. De maneira análoga ao que já foi feito na seção anterior, utilizou-se um mapa de densidade demonstrado na Figura 4.10. Feito isso, as análises seguirão a ordem de relevância da maior para a menor, pois entende-se, que nesse caso alguns conceitos estabelecidos na subcategoria “Demanda de Passageiros” serão replicados para a “Demanda de Cargas”.

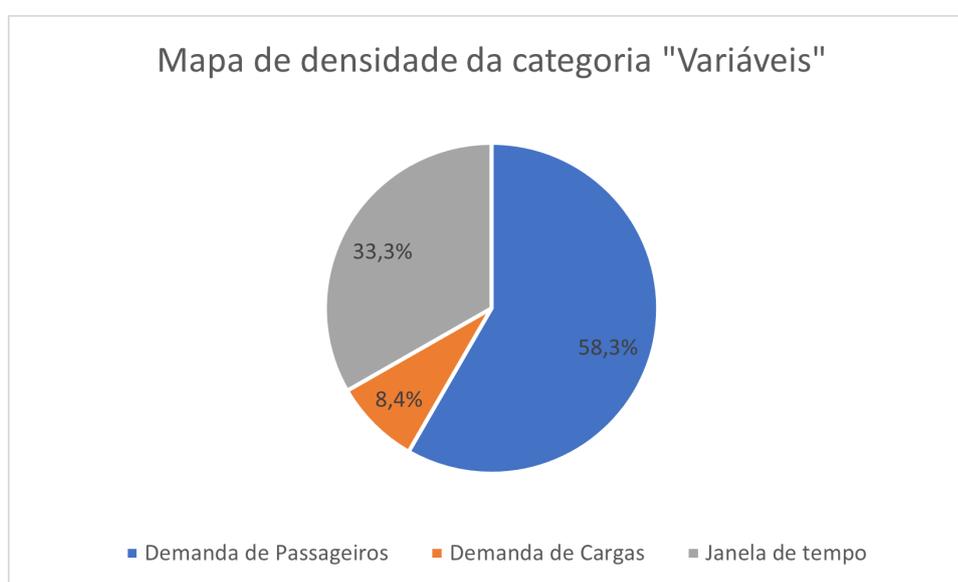


FIGURA 4.10 – Mapa de densidade da categoria “Variáveis”

1. **Demanda de passageiros.** Essa variável é o fator motivador de todo o trabalho, o profissional da companhia “A” relatou que o comportamento da demanda de passageiros é o driver principal para a análise da troca de equipamento. Uma realização adequada e consequentemente lucrativa do D³ por parte da companhia aérea passa por uma correta análise e manipulação da demanda de passageiros, por isso o enquadramento de variável foi estabelecido para essa subcategoria. No que diz respeito a essa manipulação, o funcionário da companhia aérea internacional deu um exemplo informando primeiro a expectativa inicial de 100 passageiros para determinado voo, e com base nisso a modelagem inicial das classes tarifárias estabelecida pelo RM. O problema é que a expectativa inicial tem uma variabilidade muito grande, com margens de erro de até 40
2. **Janela de Tempo.** Essa variável foi definida como sendo o desafio mais importante para a aplicação do D³ pelo funcionário da companhia “B” pois o momento que se faz a troca tem influência direta na quantidade de passageiros extras que a companhia

irá conseguir atrair, se a troca for realizada muito próxima à partida é possível que o mercado não se adeque bem àquela mudança (não apareça demanda) e assim a companhia não vende os assentos extras. Uma troca muito distante da partida tem impacto nas classes tarifárias que serão estabelecidas pelo RM e a possibilidade de com o passar do tempo ter que desfazer a troca, o que envolve mais complexidade operacional. O funcionário da companhia “C” atentou para a importância de se observar padrões de ajustes no curto prazo, pois com isso é possível que seja necessário redesenhar a malha para tornar aquele ajuste algo fixo, fornecendo com isso mais tempo para o RM trabalhar bem as classes tarifárias de acordo com demanda de passageiros.

3. **Demanda de carga.** Mesmo não sendo enquadrado como o drive principal para análise da troca de equipamentos no curto prazo para nenhum dos profissionais, a demanda de carga tem sua relevância dentro do escopo do D³. O funcionário da companhia “B” informou que existe sim o ajuste de capacidade por conta de cargas e citou o exemplo dos voos para Manaus, que mesmo não tendo uma demanda de passageiros considerável era feito a troca de equipamento para o Boeing 777 (Triple Seven) devido à quantidade de carga que seria transportada.

4.3.3 Restrições

A Figura 4.11 evidencia um certo equilíbrio entre as subcategorias no mapa de densidade da categoria “Restrições”. Esse fato está de acordo com o referencial teórico, pois quando esses três grupos são apresentados não se faz referência a nenhum deles como mais relevante.

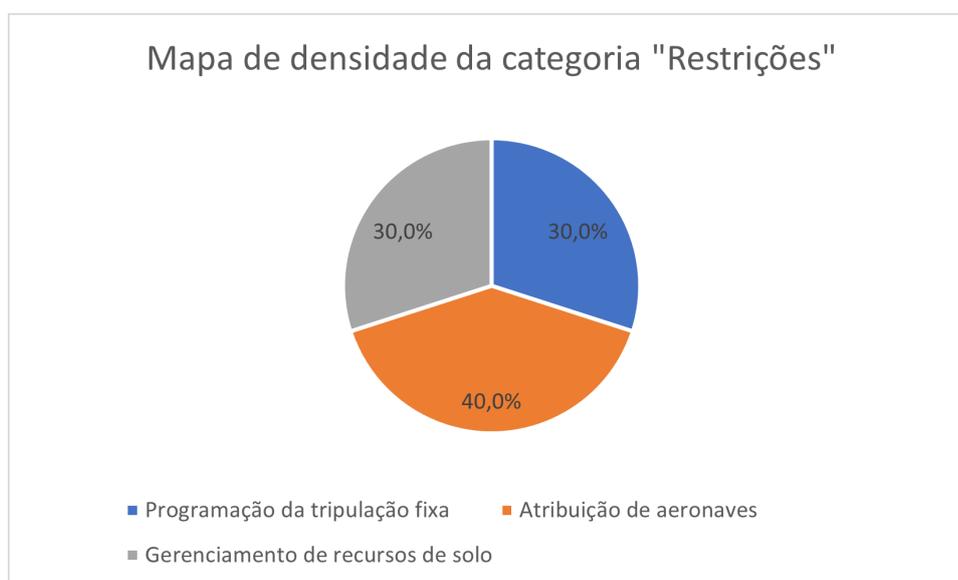


FIGURA 4.11 – Mapa de densidade da categoria “Restrições”

Nesse momento surge a necessidade de entender como cada uma dessas classes de restrições foi relatada nas entrevistas, visando, com isso, relacionar o tipo de restrição com a companhia aérea. Para isso foi criada uma matriz, também por meio do *software* webQDA, para realizar um cruzamento dos códigos interpretativos, que são as três subcategorias relacionadas com as restrições, com os códigos descritivos, aqueles que definem de qual companhia aérea é o profissional. O resultado desse cruzamento está evidenciado na Tabela 4.3 que apresenta a referida matriz.

TABELA 4.3 – Matriz de cruzamento de códigos interpretativos com códigos descritivos para relacionar o tipo de restrição com a companhia aérea

	Programação da tripulação fixa	Atribuição de aeronaves	Gerenciamento de recursos de solo
Companhia “A”	5	5	2
Companhia “B”	5	4	3
Companhia “C”	2	5	5
Companhia Internacional	2	3	2
Companhia “D”	0	1	0

Fonte: webQDA

Para compreender qual a restrição que está enquadrado em cada grupo optou-se pela criação da Figura 29 que busca descrever a restrição relatada por cada profissional para conseguir realizar as análises necessárias.

TABELA 4.4 – Descrição do tipo de restrição por companhias aéreas

	Programação da tripulação fixa	Atribuição de aeronaves	Gerenciamento de recursos de solo
Companhia “A”	- Antecedência - Retorno para a base	- Manutenção - Rotações na estrutura de malha - Possibilidade de trocas	- Tripulação de solo - Infraestrutura do aeroporto
Companhia “B”	- Antecedência - Retorno para a base - Satisfação - Atrasos - Especialização	- Manutenção - Rotações na estrutura de malha - Possibilidade de trocas - Impossibilidade de usar equipamentos	- Tripulação de solo - Infraestrutura do aeroporto
Companhia “C”	- Antecedência - Retorno para a base - Atrasos - Especialização - Perda de espaço em outros voos	- Manutenção - Rotações na estrutura de malha - Possibilidade de trocas - Impossibilidade de usar equipamentos - Impacto no tempo de viagem	- Tripulação de solo - Infraestrutura do aeroporto - Infraestrutura da companhia
Companhia Internacional	- Antecedência - Retorno para a base	- Manutenção - Rotações na estrutura de malha - Possibilidade de trocas	- Tripulação de solo - Infraestrutura do aeroporto
Companhia “D”	-	- Possibilidade de trocas	-

Fonte: O autor

Ao observar a Tabela 4.3 é possível perceber, por exemplo, que só existem duas referências a programação de tripulação fixa na entrevista do profissional da companhia “C” e mesmo assim na Tabela 4.4 percebe-se que é justamente nessa entrevista que existe mais atribuições para esse tipo de restrição. Isso se deve ao fato que a Tabela 4.4 foi construída ao analisar a entrevista como um todo. A técnica utilizada para não dificultar o entendimento dos dados da Tabela 4.4 foi a de atribuir poucas palavras para uma definição, abaixo será apresentada uma legenda para melhor especificar do que se trata cada restrição.

- **Programação da tripulação fixa**

- **Antecedência.** As companhias são obrigadas a publicar as escalas de tripulantes com determinada antecedência. Isso tem muito impacto na operação, pois nessa fase de publicação a demanda para o voo em questão tem muita variabilidade.
- **Retorno para base.** As companhias são obrigadas a proverem os meios necessários para o tripulante retornar para sua base domiciliar, esse fator tem muito impacto na aplicação do D³ pois diminui as possibilidades de troca.
- **Satisfação.** O profissional da companhia “B” revelou a existência de um KPI para medir a satisfação da tripulação. Em geral, a tripulação quer voar a malha publicada, desse modo, as alterações devido ao D³ podem diminuir esse KPI. É importante frisar que os ganhos de receitas com o D³ são mais relevantes que esse KPI.
- **Atrasos.** Um tripulante que está realizando voos em sequência na mesma aeronave não necessita realizar alguns checks de segurança que outro que acaba de assumir a aeronave precisa. Dessa maneira ao optar por uma troca de equipamento que necessite também de troca de tripulação o tempo para a realização desses checks pela nova tripulação pode acarretar em atrasos no voo.
- **Especialização.** Essa dificuldade não é sentida na companhia “A” visto que sua frota é composta por aviões da mesma família, ou seja, qualquer tripulante pode operar qualquer aeronave. Entretanto, nas demais companhias essa é uma questão relevante, pois para trocar de um Airbus para um Boeing uma outra equipe de tripulantes será necessária.
- **Perda de espaço em outros voos.** Ao optar por uma troca de equipamento pode ser que a companhia inviabilize a volta de um tripulante para sua base domiciliar, como essa volta é obrigatória e de responsabilidade da empresa ela terá que disponibilizar meios para concretizá-la, podendo ser por meio de outros voos que façam o caminho desejado. Desse modo a companhia deixa de vender esse assento ocupado por um tripulante que está sendo remanejado para sua base domiciliar

- **Atribuição de aeronaves**

- **Manutenção.** Ao optar por uma troca de equipamento a companhia tem que garantir que ambas as aeronaves seguirão seus planos de manutenção previstos, ou seja, que ela permanecerá o tempo necessário na base determinada para realizar as devidas atividades. É fácil perceber que isso é um desafio para a aplicação do D³ por motivos já explicados no referencial teórico.

- **rotações na estrutura de malha.** Uma troca de equipamento tem que ser realizada seguindo o conceito básico que os ganhos de receitas devem justificar o aumento de complexidade da operação. Essas otimizações têm impacto na continuação da operação prevista de acordo com a malha idealizada, esses impactos devem ser analisados para decidir se a troca é viável ou não.
- **Possibilidade de trocas.** Uma condição necessária mas não suficiente para a aplicação do D³ é a existência da possibilidade de trocas. Como já citado neste trabalho, o modelo de operação Hub-and-Spoke potencializa essas oportunidades. Nesse contexto é possível verificar que a companhia “D” não aplica o D³ por não conseguir satisfazer essa condição mínima de proporcionar trocas com aviões de diferentes capacidades, pois sua frota , no momento, conta com 5 aviões A320.
- **Impossibilidade de usar equipamentos.** Essa restrição tem uma relação direta com a restrição “Infraestrutura do aeroporto” no que tange ao gerenciamento de recursos de solo. Algumas vezes, mesmo a troca sendo viável e vantajosa a companhia não consegue efetuar-la devido a restrições na infraestrutura do aeroporto de destino, sendo assim, impossibilitada de usar seu equipamento.
- **Impacto no tempo de viagem.** Essa restrição foi relatada somente pelo profissional da companhia “C” motivada pela característica de sua frota. Ao optar por trocar aeronaves tais como o A320 pelo o ATR-72 existe um impacto no tempo total de viagem, o que pode acarretar em perda de conexões por parte dos passageiros, ou ainda em outros ganhos de complexidade por parte da operação.

- **Gerenciamento de recursos de solo**

- **Tripulação de solo.** O desenvolvimento da operação de uma companhia aérea envolve tanto a operação no ar, o voo em si, quanto a operação em solo, da mesma maneira que a tripulação do voo, para operar determinados equipamento em solo os tripulantes precisam de certas certificações. Dessa maneira, ao optar por uma troca a companhia precisa garantir que a equipe de solo do aeroporto de destino, que estava preparada para receber uma determinada aeronave tenha as ferramentas e certificações necessárias para receber um equipamento diferente.
- **Infraestrutura do aeroporto.** Relatado por muitos profissionais como um dos maiores problemas para realizar o D³, e do mercado aéreo brasileiro em geral, muitos aeroportos não têm a infraestrutura padronizada, e quando tem, é para um padrão 3C onde a aeronave crítica foi fixada como sendo o Boeing 737-800. O profissional da companhia “C” dá o exemplo do que acontece com uma

das aeronaves de sua frota, o Embraer 195 E2, que mesmo sendo da categoria 3C não consegue operar em finger no aeroporto de Congonhas devido ao seu comprimento ser 2,5 metros maior que 737-800. Outro tema abordado por todos os profissionais foi com relação aos slots, o profissional da companhia “B” citou uma carência de slots nos principais aeroportos do país.

- **Infraestrutura da companhia.** Essa restrição foi relatada somente pelo profissional da companhia “C” motivada pela característica de sua frota. O profissional forneceu o seguinte exemplo: ao optar por trocar aeronaves tais como o Embraer 195 E2 pelo o Airbus A320 a companhia tem que garantir que no aeroporto de destino esteja disponível um loader para o transporte de carga, pois como tal equipamento não era necessário para a aeronave originalmente atribuída é possível que esse material não esteja disponível.

4.4 Identificar os principais motivos que levam as companhias aéreas brasileiras a aplicarem o D³

Ao analisar as entrevistas foi possível perceber que como objetivo geral de todas as companhias o D³ busca adequar a oferta à demanda, com otimizações no curto prazo. Nesse contexto, devido ao fato do objetivo específico tratar de uma identificação de caráter mais objetivo, na dimensão de análise “Objetivos” foram criadas a priori três categorias, a primeira fazendo relação à diminuição da dispersão dos passageiros, a segunda ao aumento de receita e a terceira à diminuição do custo operacionais, todas essas devidamente embasadas no referencial teórico. Com isso, a Figura 4.12 evidencia o que foi proposto.

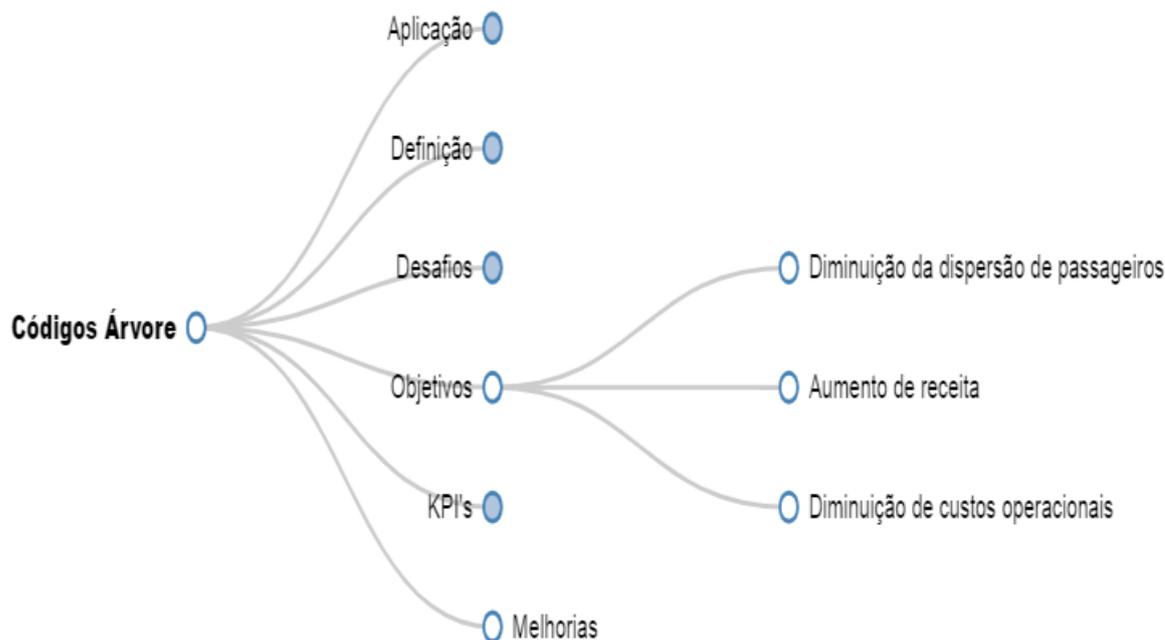


FIGURA 4.12 – Categorias da dimensão de análise “Objetivos”

De forma análoga, para analisar cada uma dessas 3 categorias propostas, percebeu-se a necessidade de evidenciar, quantitativamente, qual grau de relevância, dentro das entrevistas, cada uma delas recebeu, para isso utilizou-se um mapa de densidade demonstrado na Figura 4.13. Feito isso, as análises serão realizadas a partir da categoria de menor relevância, pois entende-se que alguns conceitos apresentados serão úteis nas análises das categorias de maior relevância.

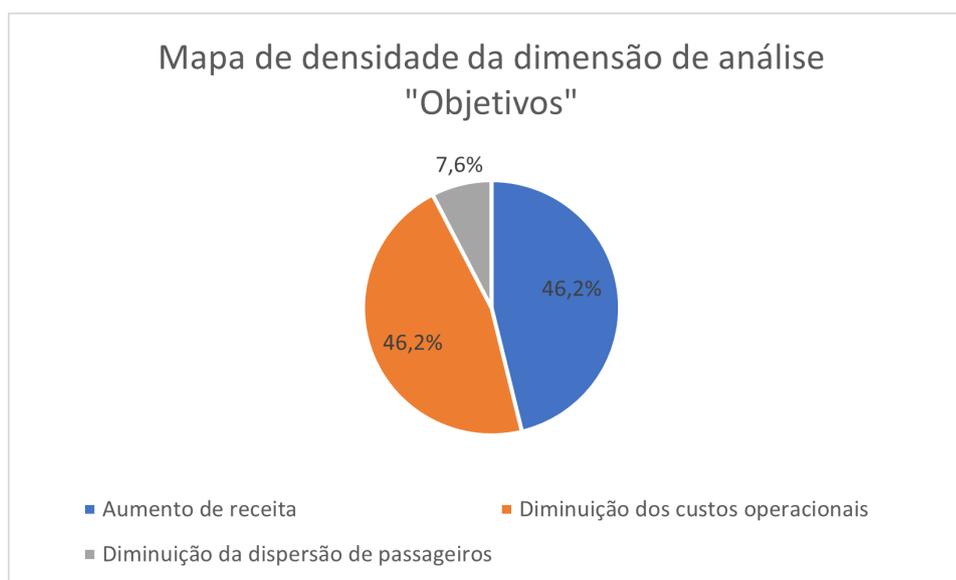


FIGURA 4.13 – Mapa de densidade da dimensão de análise “Objetivos”

1. **Diminuição da dispersão de passageiros.** Essa diminuição da dispersão, também chamado de derramamento, só foi relatada na entrevista do profissional da compa-

nhia “C”, apesar de ser um objetivo em comum de todas as companhias. Tão importante quanto aumentar receitas e diminuir custo é diminuir ao máximo a perda de demanda para concorrentes diretos, por isso uma companhia jamais planeja voar com a aeronave na capacidade máxima, pois dessa forma supõe-se que a oferta não foi adequada à demanda, e assim alguns passageiros optaram por companhias concorrentes.

2. **Diminuição dos custos operacionais.** Objetivo amplamente discutido nesse trabalho, e bastante relatado nas entrevistas, a aplicação do D³ não se restringe a aumentar capacidade para vender mais bilhetes, pode acontecer uma diminuição de capacidade para evitar decolar com muitos assentos vazios e dessa maneira diminuir custos para salvar receita.
3. **Aumento de receita.** Principal objetivo do D³ e também bastante relatado nas entrevistas, aumentar a capacidade no curto prazo observando variações na demanda para conseguir vender bilhetes extras, que não seriam vendidos na capacidade original.

4.5 Identificar quais são os indicadores de desempenho utilizados pelas companhias aéreas brasileiras para avaliar a eficácia do D³

No referente a essa dimensão de análise foram criadas a priori três categorias, todas embasadas no referencial teórico, foram elas:

- Número de assentos vendidos acima da capacidade máxima originalmente planejada;
- Número de assentos não vendidos que a companhia deixou de ofertar; e
- Número de embarques negados nos voos que foram alterados para aeronaves menores.

No entanto, com a revisão das transcrições foi possível observar que nenhum profissional fez menção ao número de embarques negados devido a troca de equipamentos, e ainda percebeu-se que o profissional da companhia “B” relatou um indicador referente ao número de alterações realizadas na malha. Dessa maneira, as categorias foram redefinidas como sendo:

- Número de assentos vendidos acima da capacidade máxima originalmente planejada;

- Número de assentos não vendidos que a companhia deixou de ofertar; e
- Número de alterações na malha.

Sendo assim, a Figura 4.14 evidencia as categorias da dimensão de análise “KPI’s”.



FIGURA 4.14 – Categorias da dimensão de análise “KPI’s”

De forma análoga as seções anteriores, utilizou-se um mapa de densidade demonstrado na Figura 4.15 para evidenciar o grau de relevância de cada categoria. Feito isso, as análises serão realizadas a partir da categoria de menor relevância, pois entende-se que alguns conceitos apresentados serão úteis nas análises das categorias de maior relevância.

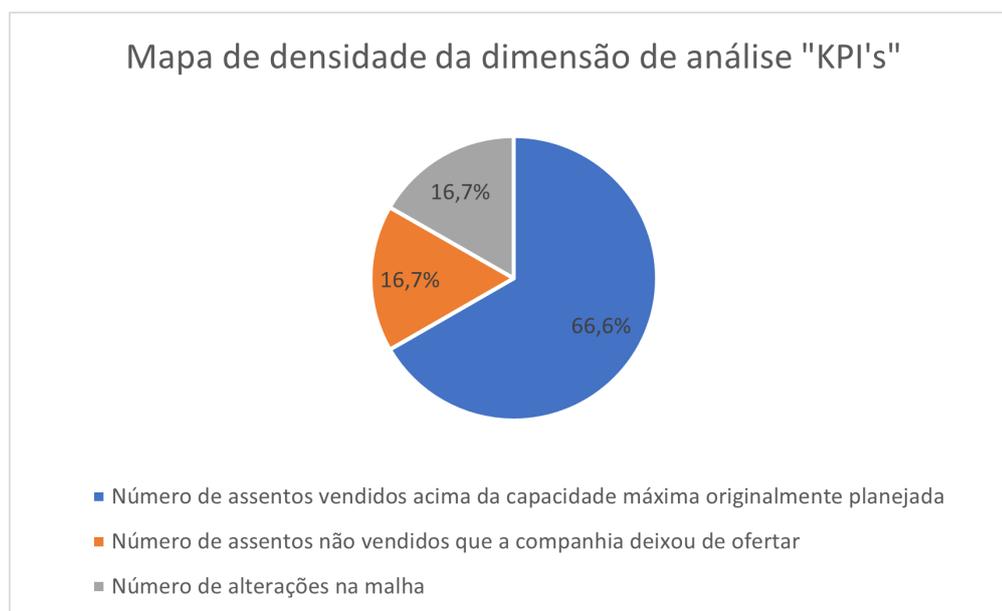


FIGURA 4.15 – Mapa de densidade da dimensão de análise “KPI’s”

1. **Número de alterações na malha.** Esse KPI foi citado somente pelo profissional da companhia “B”, e tem como principal objetivo quantificar o quanto a aplicação do

D³ está influenciando na complexidade da operação, visto que cada alteração implica diretamente nas escalas dos tripulantes, o que pode acarretar em baixos níveis de satisfação da tripulação, que também é um KPI, e até em atrasos de voos. No que se refere a essa satisfação ele relata que se o ganho de receita fosse considerável realizava a troca independentemente, entretanto, esse KPI ajudava a entender como essas alterações impactam outras áreas.

2. **Número de assentos não vendidos que a companhia deixou de ofertar.** KPI já discutido nesse trabalho, a medição dos resultados do D³ não se restringe a quantidade de bilhetes extras vendidos, também é necessário quantificar quantos assentos não vendidos foram deixados de serem ofertados, pois isso implica em redução de custos operacionais, e dessa maneira tem relação direta com a receita da companhia.
3. **Número de assentos vendidos acima da capacidade máxima originalmente planejada.** Principal KPI para medir os resultados D³ em grau de relevância nas entrevistas. Essa medição se refere a contabilização adicional de receita devido a disponibilização de mais bilhetes e é bastante relevante, como todos os outros, para efetivamente medir se a aplicação do D³ está trazendo resultados positivos para a companhia, pois sua implementação e utilização envolve complexidade e custos.

Ainda no tocante a esse objetivo específico é necessário citar a dimensão de análise “Melhorias”, ela foi a única criada a posteriori, com o auxílio do recurso Códigos Livres do *software* webQDA. Sua criação foi motivada por todos os profissionais, ao final das entrevistas, proporem melhorias ao modelo atual de implementação e aplicação do D³, essas proposições puderam ser condensadas e apresentadas somente como um tópico de análise, evidenciado a seguir:

- **Inteligência de dados.** Aumentar a capacidade analítica da companhia com o desenvolvimento de departamentos especializados em captar, analisar e processar dados para auxiliar na predição da demanda e na decisão de realizar a troca de equipamento. Atualmente, as companhias brasileiras não possuem uma inteligência artificial capaz de propor otimizações consideráveis baseadas somente nos dados que elas têm. A maneira como essas otimizações no curto prazo ocorrem ainda é muito humana, baseada nas experiências do profissional e na sua visão de mundo. Com o avanço da tecnologia na área da análise de dados espera-se que as companhias utilizem modelos robustos que tomem as decisões sem o viés pessoal.

4.6 Classificar os desafios identificados em forma de restrições fortes e fracas

Após o levantamento das restrições fracas verificou-se a necessidade de se estabelecer um outro grupo para fazer alusão ao aspecto financeiro da troca, pois é objetivo deste trabalho evidenciar que mesmo em situações que haja uma clara vantagem econômica em trocar equipamentos pode acontecer que o aumento de complexidade da operação como um todo venha a tornar aquela troca uma decisão questionável. Dessa maneira, as restrições fracas foram separadas em quatro grupos. Essa divisão foi estabelecida pois cada grupo possui importâncias diferentes que serão atribuídas também pelo profissional da companhia “C”. Sendo assim, os grupos se dividem da seguinte forma:

- **Grupo 1: Aspecto financeiro do voo em si**

- R_{11} - Ganho de receita devido a venda de assentos extras.
- R_{12} - Redução de custo devido a assentos vazios deixados de ofertar.

- **Grupo 2: Programação da tripulação fixa**

- R_{21} - Satisfação da tripulação
- R_{22} - Perda de assentos pagos em outros voos motivados por realocação de tripulação

- **Grupo 3: Atribuição das aeronaves**

- R_{31} - Net Promoter Score (NPS) negativo em decorrência de troca de equipamento
- R_{32} - Perda de conexão em decorrência de troca de equipamento
- R_{33} - Aumento de complexidade na malha em decorrência de uma troca de equipamento

- **Grupo 4: Gerenciamento de recursos de solo**

- R_{41} - Realocação de ferramentas de suporte de solo em decorrência de trocas
- R_{42} - Qualidade do serviço da tripulação de solo afetada em decorrência de uma troca de equipamento

Por fim, a análise das entrevistas também permitiu identificar algumas restrições fortes, dentre as quais podem-se citar:

- Antecedência na publicação da escala de tripulantes;

- Obrigação de providenciar o retorno dos tripulantes para a base domiciliar;
- Especialização requerida por normas internas da própria companhia;
- Especialização dos tripulantes requeridas por normas externas;
- Manutenção das aeronaves;
- Carência de Slots;
- Questões de infraestrutura do aeroporto.

4.7 Apresentar a utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP - Analytic Hierarchy Process) para definir os valores dos pesos das restrições fracas

Tendo estabelecido a elaboração hierárquica dos critérios relevantes para o problema é possível estruturar a árvore hierárquica utilizada para aplicação do AHP, tal árvore é evidenciada na Figura 4.16.

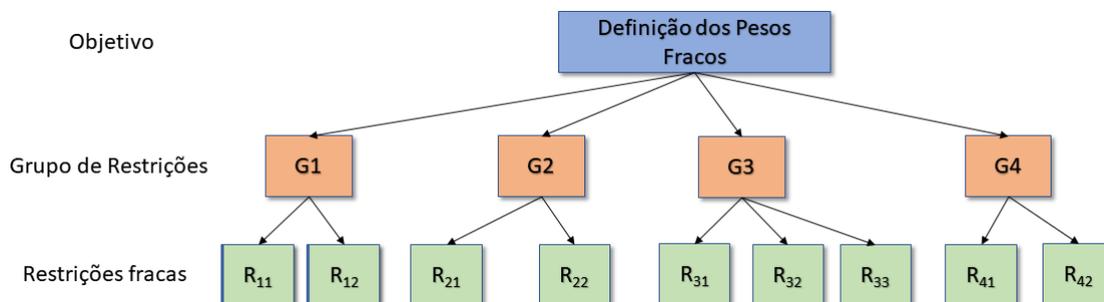


FIGURA 4.16 – Modelo de árvore hierárquica elaborada para o problema em questão

Após essa estruturação, dando prosseguimento ao processo, partiu-se para a montagem das matrizes de comparação. Após aplicado e analisado, o questionário possibilitou a construção das Tabelas (Tabelas 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9)

TABELA 4.5 – Matriz de comparação pareada - Grupo 1

	G1-R ₁₁	G1-R ₁₂
G1-R ₁₁	1	9
G1-R ₁₂	1/9	1

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.6 – Matriz de comparação pareada - Grupo 2

	G2-R₂₁	G2-R₂₂
G2-R₂₁	1	1
G2-R₂₂	1	1

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.7 – Matriz de comparação pareada - Grupo 3

	G3-R₃₁	G3-R₃₂	G3-R₃₃
G3-R₃₁	1	1/7	1/7
G3-R₃₂	7	1	2
G3-R₃₃	7	1/2	1

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.8 – Matriz de comparação pareada - Grupo 4

	G4-R₄₁	G4-R₄₂
G4-R₄₁	1	9
G4-R₄₂	1/9	1

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.9 – Matriz de comparação pareada dos grupos

	G1	G2	G3	G4
<i>G₁</i>	1	9	3	7
<i>G₂</i>	1/9	1	1/7	1/3
<i>G₃</i>	1/3	7	1	3
<i>G₄</i>	1/7	3	1/3	1

Fonte: Profissional da companhia “A”

A partir dessas matrizes e utilizando o *software* SuperDecision, que é uma interface criada para facilitar o desenvolvimento das fórmulas sugeridas por Saaty (1991) para o AHP, construíram-se as Tabelas (Tabelas 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 e 4.14) que resumem as prioridades relativas atribuídas a cada restrição no seu respectivo grupo e a cada um dos quatro grupos analisados.

TABELA 4.10 – Prioridades entre as restrições do grupo 1

<i>R₁₁</i>	0,900
<i>R₁₂</i>	0,100
Inconsistência	0,000

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.11 – Prioridades entre as restrições do grupo 2

R_{21}	0,500
R_{22}	0,500
Inconsistência	0,000

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.12 – Prioridades entre as restrições do grupo 3

R_{31}	0,065
R_{32}	0,573
R_{33}	0,036
Inconsistência	0,051

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.13 – Prioridades entre as restrições do grupo 4

R_{41}	0,900
R_{42}	0,100
Inconsistência	0,000

Fonte: Profissional da companhia “A”

TABELA 4.14 – Prioridades entre os grupos

G_1	0,599
G_2	0,044
G_3	0,258
G_4	0,098
Inconsistência	0,037

Fonte: Profissional da companhia “A”

Observe que em cada uma das tabelas acima existe uma linha destinada à análise da inconsistência da matriz de comparação, onde foi avaliada a coerência do julgamento do decisor, para determinar se os valores estavam aceitáveis, ou seja, menor que 10%. Ao se analisar esses valores percebe-se que todos os julgamentos foram considerados válidos.

Dando prosseguimento, calculou-se as prioridades globais de cada uma das restrições, evidenciadas na Tabela 4.15. Essas prioridades serão os pesos de entrada para a formulação de heurísticas, as quais, buscarão optar pela troca de aeronave no curto prazo que apresente o menor valor de penalização, que será calculada como a soma dos pesos das restrições desobedecidas.

TABELA 4.15 – Prioridades global de cada restrição - Companhia “A”

Restrição	Peso
R_{11}	0,539
R_{12}	0,060
R_{21}	0,022
R_{22}	0,022
R_{31}	0,017
R_{32}	0,148
R_{33}	0,093
R_{41}	0,088
R_{42}	0,010

Fonte: Profissional da companhia “A”

O objetivo da heurística será maximizar o valor da função objetivo. Dessa maneira, percebe-se que sempre que uma troca de equipamento resultar na realocação de ferramentas de suporte de solo a função objetivo será penalizada de 0,088, ou ainda quando uma troca de equipamento implicar na perda de assentos pagos em outros voos devido a realocação de tripulantes, a função objetivo será penalizada de 0,022. Observe que as prioridades globais das restrições do grupo 1 não possuem uma relevância significativa, essas restrições foram colocadas para efeito de comparação com as demais, ou seja, pode-se inferir que mesmo uma troca de equipamento apresentando um claro retorno financeiro para a companhia, o tomador de decisão tem que dar a devida atenção à possível perda de conexão de alguns passageiros em decorrência dessa troca, visto que essa restrição irá penalizar a função objetivo em 0,148. Dessa forma, ao desconsiderar as restrições do grupo 1, é possível organizar em ordem decrescente de importância as restrições que devem ser analisadas no momento da possível troca de aeronave, a Tabela 4.16 evidencia os valores finais relevantes para essa análise.

TABELA 4.16 – Valores finais - Companhia “A”

Restrição	Peso
R_{32}	0,148
R_{33}	0,093
R_{41}	0,088
R_{21}	0,022
R_{22}	0,022
R_{31}	0,017
R_{42}	0,010

Fonte: Profissional da companhia “A”

Para realizar uma análise de sensibilidade é interessante escolher uma companhia com um modelo de negócio distinto do modelo da companhia "B", sendo assim, entende-se que tanto pela diversidade de frota quanto pelo número de destinos atendidos a escolha mais adequada é a companhia "C".

Ao analisar a entrevista do profissional da companhia "C" algumas inferências podem ser realizadas sobre as possíveis notas nas comparações par a par dos critérios. Dentre essas comparações, uma bastante perceptível é a questão da redução de custos, no que se refere ao grupo que trata do aspecto financeiro do voo. Devido a maior diversidade de frota da companhia "C" a restrição R_{12} mostrou-se um pouco mais relevante que a restrição R_{11} . Dessa maneira, nessa comparação pode-se atribuir a avaliação 3 a restrição R_{12} .

Nesse contexto, outra questão interessante de abordar diz respeito ao grupo que trata da programação fixa da tripulação. É possível inferir a partir das entrevistas que a R_{22} é mais relevante que a R_{21} . Isso se deve principalmente ao fato que a maior diversidade de frota da companhia "C" possibilita mais oportunidades de troca, e quanto mais trocas, mais complexo é o desafio de realocar os tripulantes para os seus trilhos originais. Desse modo, nessa comparação pode-se atribuir a avaliação 7 à restrição R_{22} .

Além disso, no que diz respeito ao grupo que trata da atribuição de aeronaves as inferências resultam em valores muito diferentes para as avaliações par a par. Isso se deve principalmente ao fato do profissional deixar claro que o aumento de complexidade não é um entrave relevante para seu modelo de negócio, baseado em multifrota, pois acredita que a companhia tenha subsídios suficientes para contornar eventuais problemas ocasionados pela troca de equipamento. Para esse grupo será apresentada a nova matriz de comparação pareada, que está evidenciada na Tabela 4.17.

TABELA 4.17 – Matriz de comparação pareada - Grupo 3 - Companhia "C"

	G3-R_{31}	G3-R_{32}	G3-R_{33}
G3-R_{31}	1	1/9	2
G3-R_{32}	9	1	9
G3-R_{33}	1/2	1/9	1

Fonte: Profissional da companhia "C"

Por fim, outra inferência bastante interessante diz respeito a comparação entre as restrições R_{41} e R_{42} . Por ter aeronaves com diferenças de capacidade bastante acentuadas, faz sentido que a qualidade do serviço da tripulação de solo seja levada em conta na possível troca de equipamento, visto que em uma situação hipotética onde a tripulação de um aeroporto pequeno esperava a chegada de um ATR-72 e se depara com um Airbus A320 certamente terá impacto negativo na qualidade do serviço que será oferecido aos

clientes. Desse modo, nessa comparação pode-se atribuir a avaliação 3 à restrição R_{41} ressaltando a maior importância da restrição R_{42} para essa companhia.

Dando prosseguimento, calculou-se as prioridades globais de cada uma das restrições levando-se em conta cada uma dessas inferências relatadas. As demais comparações foram mantidas iguais pois estavam de acordo com o que foi extraído da entrevista do profissional da companhia “C”, observe a Tabela 4.17.

TABELA 4.18 – Prioridades global de cada restrição - Companhia “C”

Restrição	Peso
R_{11}	0,150
R_{12}	0,450
R_{21}	0,005
R_{22}	0,038
R_{31}	0,029
R_{32}	0,211
R_{33}	0,019
R_{41}	0,074
R_{42}	0,025

Fonte: Profissional da companhia “C”

De forma análoga, ao desconsiderar as restrições do grupo 1, é possível organizar em ordem decrescente de importância as restrições que devem ser analisadas no momento da possível troca de aeronave, a Tabela 4.18 evidencia os valores finais relevantes para essa análise.

TABELA 4.19 – Valores finais - Companhia “C”

Restrição	Peso
R_{32}	0,211
R_{41}	0,074
R_{22}	0,038
R_{31}	0,029
R_{42}	0,025
R_{33}	0,019
R_{21}	0,005

Fonte: Profissional da companhia “C”

5 Conclusão

Ao longo das últimas décadas o conceito abordado nesse trabalho, denominado Demand-Driven Dispatch, ganhou muita notoriedade por proporcionar aumentos de receita consideráveis nas empresas que o implementaram, fator esse extremamente relevante em um mercado tão competitivo e complexo como o setor aéreo.

Muitos estudos surgiram nesse período, alguns analisando os fatores envolvidos na correta implementação do conceito, outros abordando casos de sucesso da implementação e outros analisando a matemática envolvida no processo. No entanto, é válido citar que a grande maioria desses estudos se concentram nas peculiaridades dos mercados estrangeiros, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa.

O presente estudo teve como foco estabelecer os parâmetros envolvidos na implementação desse conceito com foco nas características do mercado brasileiro. Dessa maneira, por existirem poucos estudos que tratem desse tema, decidiu-se realizar uma pesquisa exploratória que permitisse além do desenvolvimento de hipóteses, o aumento da familiaridade com o tema para proporcionar oportunidades de pesquisas futuras mais precisas. Para isso, a forma de coleta de dados escolhida para essa pesquisa foi a realização de entrevistas semi-estruturadas com gerentes das companhias aéreas brasileiras que tratam diretamente com o tema de análise. Para realizar a análise desses dados optou-se pela utilização do software webQDA, seguindo o passo-a-passo estabelecido na metodologia do trabalho.

Além disso, ao percorrer os objetivos específicos deste trabalho, que foram estabelecidos de acordo com o processo geral de tomada de decisão, buscou-se estabelecer os principais parâmetros de análise em grau de relevância para o D^3 , permitindo estruturar esse processo, mesmo que de maneira simplificada.

Por fim, o último objetivo específico deste trabalho fez uma analogia com o problema de programação de horários utilizando o AHP, a relevância dessa analogia se deu no sentido de estabelecer o peso de algumas restrições fracas existentes no D^3 mas que de alguma forma possam afetar a operação, visto que, de maneira geral, as trocas de equipamento no curto prazo representam uma porcentagem quase que desprezível da operação como um todo, logo, tão importante quanto o retorno financeiro dessa prática é a garantia que

ela não afete o correto funcionamento do restante da operação.

5.1 Limitações do trabalho

Por se tratar de um tema sem uma ampla cobertura de artigos científicos no que diz respeito a realidade do mercado nacional, a prospecção de profissionais que consigam fornecer informações relevantes sobre a prática é um tanto complexa, isso é um fator limitante para a aplicação do questionário AHP, visto que quanto mais profissionais, mais respostas e consequentemente mais apurado o resultado seria.

Outra limitação bastante relevante diz respeito ao tipo de dados de acesso público, para uma pesquisa mais voltada ao retorno financeiro da prática algumas informações são necessárias, entre elas pode-se citar, o avião que estava planejado para voar, o que efetivamente voou e a quantidade de passageiros impactadas por essa troca.

5.2 Sugestões de trabalhos futuros

Durante a realização desse trabalho um profissional da companhia "C" se mostrou interessado nos possíveis resultados que seriam obtidos e chegou a propor um estágio em que o pesquisador teria acesso a alguns dados que não são de domínio público. Essa seria uma forma de conseguir desenvolver um trabalho voltado puramente a questões financeiras da implementação da prática, visto que a presente pesquisa proporciona subsídios suficientes acerca de quais parâmetros são importantes para desenvolver uma análise completa.

Outra sugestão é estudar como as diferentes frotas das companhias brasileiras impactam o D^3 . Para isso é fundamental um sistema gerador de demanda e um sistema que consiga replicar as funcionalidades de um gerenciamento de receitas. Desse modo, a comparação seria feita mediante iguais condições para ambas as companhias. Ao final do estudo espera-se entender qual das companhias conseguiu gerar melhores receitas, partindo do pressuposto de que a única diferença entre elas está nas características das frotas.

Por fim, a última sugestão será dada no grau de dinamismo que motiva o gerenciamento dinâmico de frota. Esse trabalho se preocupou em analisar a demanda como responsável por esse grau, outros trabalhos podem optar por estudar outros elementos. Uma sugestão é o preço do combustível. Como a variação desses preços motivam a realocação dinâmica de equipamentos das companhias aéreas no curto prazo é um tema bastante relevante.

Referências

- ANAC. **Anuario do transporte aéreo - 2020**. 2020. Available at: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo>.
- BAKER, D.; BRIDGES, D.; HUNTER, R.; JOHNSON, G.; KRUPA, J.; MURPHY, J.; SORENSON, K. Guidebook to decision-making methods. 01 2001.
- BARNHART, C.; BELOBABA, P.; ODONI, A. Applications of operations research in the air transport industry. **Transportation Science**, v. 37, p. 368–391, 11 2003.
- BELOBABA, P. Passenger origin destination simulator (pods): Summary of processes and models. **Unpublished Report**, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 2010.
- BERGE, M. E.; HOPPERSTAD, C. A. Demand driven dispatch: A method for dynamic aircraft capacity assignment, models and algorithms. **Operations Research**, v. 41, n. 1, p. 153–168, 1993.
- BURKE, E. K.; NEWALL, J. P. A multistage evolutionary algorithm for the timetable problem. **IEEE transactions on evolutionary computation**, IEEE, v. 3, n. 1, p. 63–74, 1999.
- CAETANO, D. **MODELAGEM INTEGRADA PARA A PROGRAMAÇÃO DE VOOS E A ALOCAÇÃO DE FROTAS: ABORDAGENS BASEADAS EM PROGRAMAÇÃO LINEAR INTEIRA E NA META-HEURÍSTICA COLÔNIA DE FORMIGAS**. Thesis (Doutorado), 01 2011.
- CRESWELL, J. W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: Escolhendo entre Cinco Abordagens**. [S.l.]: Penso Editora, 2014.
- DAFT, R. L.; WEICK, K. E. Toward a model of organizations as interpretation systems. **Academy of management review**, Academy of management Briarcliff Manor, NY 10510, v. 9, n. 2, p. 284–295, 1984.
- DUMOULIN, B.; GUIMARÃES, D.; NEVES, G. O método ahp como ferramenta de focalização do processo de gerenciamento de projetos-caso: Apex-brasil. **Macroplan: Prospectiva, Estratégia e Gestão, Rio de Janeiro**, p. 1–12, 2006.

- ETSCHMAIER, M.; MATHAISEL, D. Aircraft scheduling: The state of the art. **AGIFORS**, v. 24, p. 181–209, 01 1984.
- FELLOWS, M. R.; WAREHAM, H. T. Systematic parameterized complexity analysis in computational phonology. *In: . Proceedings [...]. [S.l.: s.n.]*, 1999.
- FIGUEIREDO, A. M. d.; SOUZA, S. R. G. d. Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final. **Ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris**, 2011.
- FILHO, F. M. **Fatores intervenientes na tomada de decisão em conselhos superiores dos Institutos Federais de Educação**. 2016. 98 f. Dissertation (Mestrado em Administração Pública em Rede Nacional) — Universidade Federal de Goiás, Aparecida d Goiânia, 2016.
- FRY, D.; BELOBABA, P. Demand driven dispatch and revenue management in a competitive network environment. **Journal of Revenue and Pricing Management**, v. 15, 10 2016.
- GHIGLIONE, R.; MATALON, B. O inquerito: Teoria e prática. **Oeiras: Celta Editora**, 1993.
- GOMES, W.; GUALDA, N. ProgramaÇÃO de tripulantes de aeronaves no contexto brasileiro. *In: . Proceedings [...]. [S.l.: s.n.]*, 2009.
- GOPALAKRISHNAN BALAJI; JOHNSON, E. L. Airline crew scheduling: State-of-the-art. **Annals of Operations Research**, v. 140, n. 1, p. 305–337, 2005.
- GUERRA, I. C. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso**. [S.l.]: Lucerna, 2006.
- HANE, C.; BARNHART, C.; JOHNSON, E.; MARSTEN, R.; NEMHAUSER, G.; SIGISMONDI, G. The fleet assignment problem: Solving a large-scale integer program. **Mathematical Programming**, v. 70, p. 211–232, 10 1995.
- ICHOUA, M. G. S.; POTVIN, J.-Y. Planned route optimization for real-time vehicle routing. **Dynamic Fleet Management**, p. 1–18, 2007.
- JACOBS, T.; SMITH, B.; JOHNSON, E. Incorporating network flow effects into the airline fleet assignment process. **Transportation Science**, v. 42, p. 514–529, 11 2008.
- KLABJAN, D. Large-scale models in the airline industry. *In: _____. [S.l.: s.n.]*, 2005. p. 163–196.
- LARSEN ALLAN; MADSEN, O. B. S. M. M. Classification of dynamic vehicle routing systems routing. **Dynamic Fleet Management**, p. 19–40, 2007.
- LIMA¹, T. J. B. de; MARTINS¹, C. B.; VIANNA¹, D. S.; VIANNA¹, M. d. F. D.; COSTA, S. O. da. Utilização do método de análise hierárquica (ahp) para definição dos pesos de restrições fracas na resolução de problemas de programação de horários para uma instituição federal de ensino superior. 2015.
- MARR, B. **Key Performance Indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know**. [S.l.]: Pearson UK, 2012.

- MARTINS, R. P. **Análise de métodos multicritérios de apoio à decisão aplicados à seleção de sítios aeroportuários regionais**. 74 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica — Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos, 2019).
- MAYO, D. **Contribuições para Implementação do Yield Management em Companhias Aéreas Brasileiras**. 169 p. Dissertation — Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 1999.
- MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. [S.l.]: Editora Vozes Limitada, 2011.
- OBA, K. Supply side revenue management: Ana's experience with an optimized equipment swap system. **AGIFORS Scheduling and Strategic Planning Study Group**, 2007.
- PANDORA. **Lei 7183/84 - Sindicato Nacional dos Aeronautas - SNA**. 2020. Available at: <https://www.aeronautas.org.br/leis-e-documentos/lei-7183-84.html>.
- PETERSON, R. The penultimate hub airplane. **Seattle, Washigton DC: Internal Memo, Boeing Commercial Airplane Group**, 1986.
- PILQUIL, P. E. F. Descripción del modelo demand driven dispatch y su implementación en latam airlines. 2019.
- RABETANETY, A.; CALMET, J.; SCHOEN, C. Airline schedule planning integrated flight schedule design and product line design. **Universit at Karlsruhe**, 2006.
- SAATY, T. L. Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process. **Behaviormetrika**, The Behaviormetric Society, v. 18, n. 29, p. 1–9, 1991.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International journal of services sciences**, Inderscience Publishers, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.
- SHEBALOV, S. Practical overview of demand-driven dispatch. **Journal of Revenue and Pricing Management**, v. 8, n. 2, p. 166–173, 2009.
- ZEIMPEKIS, V. S. e. a. **Dynamic fleet management: concepts, systems, algorithms case studies**. rd. [S.l.]: Springer Science Business Media, 2007.

Apêndice A - Questionário entrevista semi-estruturada

1º Etapa

PERGUNTA 1: DEFINIÇÃO DO ENTREVISTADO

- Define o papel do entrevistado na indústria e, se necessário, sua relação com o tema D³.

PERGUNTA 2: VISÃO GERAL DO PROBLEMA E SOLUÇÕES

- Explora as causas, problemas e consequências identificados no D³, assim como delimitar alguns dos termos utilizados na descrição do problema pelo entrevistado.

PERGUNTA 3: O QUE PRECISA SER MELHORADO NO MODELO ATUAL?

- Aborda as deficiências do modelo atual diante das dificuldades e características das Cias Aéreas brasileiras.

PERGUNTA 4: ALTERNATIVAS E INSTRUMENTOS DISPONÍVEIS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA

- Explora as diferentes alternativas/instrumentos disponíveis para solução do problema. Ressalta-se que não se espera que todos os instrumentos apresentados nesse bloco sejam adotados conjuntamente como proposta para solução do problema. O objetivo é levantar informações sobre os diferentes instrumentos para melhor avaliação das alternativas que virão a ser propostas para solução do problema.

2º Etapa

PERGUNTA 5: COMO AS CIAS AÉREAS EFETIVAMENTE APLICAM O D³? E COMO MEDEM SUA EFICIÊNCIA (KPIs)?

- Busca avaliar, na prática, como está sendo a implementação do D³, quais aspectos fundamentais tratados em seu uso e como as cias quantificam sua eficiência.

PERGUNTA 6: PAPEL DOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS DAS CIAS AÉREAS

- Busca avaliar a percepção do papel dos diversos departamentos de uma cia aérea no processo D³ no Brasil, considerando as diferentes experiências de coordenação em outros países.

PERGUNTA 7: COMO O TEMPO DE TROCA DO EQUIPAMENTO ANTES DA PARTIDA (d-2, d-5, d-10) INFLUENCIA NA IMPLEMENTAÇÃO DO D³

- Como esse tempo entra no equacionamento do D³?

PERGUNTA 8: COMO E QUAIS RESTRIÇÕES IMPOSTAS PELO GOVERNO LIMITAM A APLICAÇÃO DO D³?

- Restrições quanto a operação em aeroportos que limitam o tempo de troca da aeronave antes da partida

PERGUNTA 9: COMO UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECEITAS IMPACTA NA EFICIÊNCIA DO D³?

- Geração de previsor de demanda, restrições a compras antecipadas, estruturas de controle aninhadas etc. Importância desses fatores para o D³

PERGUNTA 10: COMO AS CIAS AÉREAS BRASILEIRAS ESTÃO SE VALENDO DO D³?

- Aborda a realidade do tema no nosso país, seu grau de amadurecimento e como as cias aéreas o tratam

Apêndice B - Questionário AHP

Apresentação dos Grupos

- **Grupo 1:**
 - R_{11} - Ganho de receita devido a venda de assentos extras.
 - R_{12} - Redução de custo devido a assentos vazios deixados de ofertar.
- **Grupo 2:**
 - R_{21} - Satisfação da tripulação
 - R_{22} - Perda de assentos pagos em outros voos motivados por realocação de tripulação
- **Grupo 3:**
 - R_{31} - NPS negativo em decorrência de troca de equipamento
 - R_{32} - Perda de conexão em decorrência de troca de equipamento
 - R_{33} - Aumento de complexidade na malha em decorrência de uma troca de equipamento
- **Grupo 4:**
 - R_{41} - Realocação de ferramentas de suporte de solo em decorrência de trocas
 - R_{42} - Qualidade do serviço da tripulação de solo afetada em decorrência de uma troca de equipamento

Grupo 1:

R₁₁ - Ganho de receita devido a venda de assentos extras.

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R₁₂ - Redução de custo devido a assentos vazios deixados de ofertar.

Grupo 2:

R₂₁ - Satisfação da tripulação

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R₂₂ - Perda de assentos pagos em outros voos motivados por realocação de tripulação

Grupo 3:

R₃₁ - NPS negativo em decorrência de troca de equipamento

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R₃₂ - Perda de conexão em decorrência de troca de equipamento

R₃₁ - NPS negativo em decorrência de troca de equipamento

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R₃₃ - Aumento de complexidade na malha em decorrência de uma troca de equipamento

R₃₂ - Perda de conexão em decorrência de troca de equipamento

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R₃₃ - Aumento de complexidade na malha em decorrência de uma troca de equipamento

Grupo 4:

R₄₁ - Realocação de ferramentas de suporte de solo em decorrência de trocas

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

R₄₂ - Qualidade do serviço da tripulação de solo afetada em decorrência de uma troca de equipamento

Análise entre os Grupos

Grupo 1:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Grupo 2:

Grupo 1:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Grupo 3:

Grupo 1:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Grupo 4:

Grupo 2:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Grupo 3:

Grupo 2:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Grupo 4:

Grupo 3:

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Grupo 4:

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 19 de novembro de 2021	3. DOCUMENTO Nº DCTA/ITA/TC-094/2021	4. Nº DE PÁGINAS 87
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Análise dos parâmetros envolvidos no processo de tomada de decisão do Demand-Driven Dispatch no contexto das companhias aéreas brasileiras			
6. AUTOR(ES): Daniel Augusto Marques Magalhães			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Demand-Driven Dispatch; Companhias aéreas brasileiras; AHP			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Operações de linhas aéreas; Modelos de decisão; Transporte aéreo; Transportes			
10. APRESENTAÇÃO: (X) Nacional () Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Graduação em Engenharia Civil-Aeronáutica. Orientador: Prof. Dr. Alessandro Vinícius Marques de Oliveira. Publicado em 2021.			
11. RESUMO: <p>O setor aéreo é caracterizado por ser um mercado com pequena margem de lucro, necessidade de investimento muito alta e uma exposição considerável a fatores totalmente fora do seu controle, como a pandemia do novo Coronavírus. Um dos principais desafios dentro da operação de uma companhia aérea é a atribuição do equipamento correto para atender a demanda prevista. As exigências de antecedência mínima impostas por setores regulatórios e sindicatos aumentam de forma considerável a complexidade desse desafio. Ao longo das últimas três décadas, um novo conceito denominado Demand-Driven Dispatch ou simplesmente D³, tem ganhado bastante notoriedade, pois ele é uma tentativa de adequar a capacidade do equipamento à demanda exata do voo, se valendo para isso de trocas no curto prazo. Muitos estudos surgiram para analisar os impactos financeiros dessa prática que mostrou-se como sendo vantajosa desde que corretamente implementada. É válido citar que a quase totalidade desses estudos se concentraram nos mercados estrangeiros, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa. O presente trabalho tem por finalidade entender se as companhias aéreas brasileiras utilizam essa prática e, se utilizam, quais os principais parâmetros de análise envolvidos, tendo como plano de fundo as características do mercado nacional num cenário anterior à pandemia do novo Coronavírus. Para isso, foram realizadas entrevistas com gerentes das maiores companhias aéreas nacionais que tratam diretamente com essa prática, e a partir dessas entrevistas, optou-se por utilizar o <i>software</i> webQDA para analisar os dados provenientes extraídos. Por fim recorreu-se ao método multicritério AHP como forma de quantificar algumas restrições não essenciais, mas que podem acarretar impactos na operação da companhia, para viabilizar, no futuro, implementações de heurísticas para auxiliar na tomada de decisão da troca de equipamento no curto prazo. Dessa forma, é esperado que esse tema, bastante relevante pela capacidade de proporcionar retornos financeiros às companhias aéreas, torne-se mais difundido no cenário nacional e outras pesquisas com diferentes análises comecem a surgir.</p> <p>Palavras-chave: Demand-Driven Dispatch, D³, cenário nacional, companhias aéreas brasileiras, restrições fracas, quantificação, AHP.</p>			
12. GRAU DE SIGILO: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> (X) OSTENSIVO () RESERVADO () SECRETO </div>			