

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do Problema

Em função da expressiva expansão do comércio exterior brasileiro e com previsões mundiais de crescimento consideráveis, o transporte aéreo passou a ter fundamental importância na viabilização dos fluxos de mercadorias, onde o fator custo é um dos principais diferenciais de conquista e manutenção de mercados.

As importantes mudanças na regulamentação mundial observadas nas últimas duas décadas trouxeram tanto um desafio como um estímulo aos sistemas de distribuição de mercadorias, com a ampliação dos volumes transportados, associada à redução de distâncias, obrigando as companhias aéreas a serem mais eficientes.

Assim, as malhas aéreas domésticas e internacionais passaram a ter suas redes de conexões encaradas de forma estratégica pelos gestores da área e a decisão de localização de aeroportos para atuarem como consolidadores de vôos passou a ser tratada como uma questão de longo prazo.

Quando se decide pela utilização de um ponto específico dentro de uma rede de transportes para atuar de maneira centralizadora, a estrutura aérea de determinada companhia fica fortemente dependente desse ponto. O aeroporto necessita então dispor de uma estrutura física e operacional condizente com o número de pessoas e de aeronaves que passam por ele.

Alban (2002) cita que, segundo previsões da *Boeing*, anteriores aos atentados de 11 de setembro de 2001, as viagens aéreas em âmbito mundial deveriam crescer em média, 4,8% a.a. e o mercado de carga aérea deveria se expandir na taxa de 6,4% a.a., fazendo com que o mesmo triplicasse nos próximos 20 anos.

Segundo Alban (2002), nos anos 80, os países desenvolvidos vivenciaram um vigoroso processo de desregulamentação. Com isso, os preços das tarifas sofreram quedas expressivas nas rotas entre grandes centros nacionais e internacionais, com essa expansão processando-se basicamente através do turismo de massas.

O autor menciona ainda que a desregulamentação da indústria aérea brasileira ocorreu ao longo da década de 90, uma década pós-desregulamentação dos países mais desenvolvidos, o que possibilitaria, via concorrência, maior competitividade externa e interna. A desregulamentação proporcionava às companhias, dentre outros aspectos, uma liberdade tarifária bastante ampla e o direito de operar rotas internacionais.

Em seu estudo, o autor lembra que, em âmbito nacional, não apenas o turismo justificou a rápida expansão da indústria aeronáutica nos anos recentes. O transporte de cargas no mercado doméstico vem aos poucos se destacando. O motivo principal atribuído para esse crescimento foi a difusão do comércio eletrônico no mundo moderno.

O modal aéreo caracteriza-se por proporcionar uma grande eficiência no transporte de cargas de alto valor agregado, baixo peso e volume, mercadorias com data de entrega rígida e prioridade de urgência (documentos, produtos perecíveis, etc.). Os fatores que compensam os altos custos no frete para este modal são as baixas incidências de perdas, rapidez e um menor valor no seguro cobrado (BNDES, 2001).

A logística de transporte aéreo no Brasil apresenta algumas peculiaridades em função das dimensões continentais do país. Os quatro principais centros econômicos (Porto Alegre, São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte) distam entre si mais de 500 Km, sem qualquer alternativa ferroviária de alta velocidade (Alban 2002). Dessa forma, torna-se mais do que necessário investimentos em infra-estrutura aeroportuária por parte do governo, e em capacidade operacional pela iniciativa privada.

Com o objetivo de acompanhar esse crescimento, foi criada em 1972 a Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária - INFRAERO, empresa pública de direito privado, vinculada ao Ministério da Defesa, através do Comando da Aeronáutica e que tem como objetivo implantar, administrar, operar e explorar industrial e comercialmente a infra-estrutura aeroportuária do país.

Na sua origem a empresa teve como objetivo a racionalização das operações e a expansão de todo o sistema de transporte aéreo. Atualmente, a empresa administra 66 aeroportos que concentram 97% do transporte aéreo regular, de um total de 703 aeroportos públicos existentes no Brasil.

Como consequência do processo de liberalização econômica ocorrida no país no início da década de 90, os principais aeroportos brasileiros atingiram

seus limites operacionais em função do crescimento das importações e das exportações e da conseqüente movimentação interna das cargas.

Nesse sentido, os investimentos da INFRAERO têm se direcionado não apenas para os terminais de passageiros, mas também para os terminais de cargas. No mercado de cargas aéreas, a grande maioria das mercadorias é transportada em aviões mistos, junto com as bagagens dos passageiros, o que contribui para um melhor aproveitamento das aeronaves.

Entretanto, as companhias aéreas brasileiras vêm encontrando dificuldades na manutenção de seus mercados em virtude da forte concorrência, dos altos custos operacionais e dos elevados investimentos para a modernização de suas frotas. Para “sobreviverem”, necessitam gerar soluções rápidas e eficazes, de forma que o crescimento a ser alcançado seja útil também ao processo de desenvolvimento do país.

Uma alternativa para enfrentar esse ambiente competitivo de uma maneira eficiente pode ser a configuração de suas redes de transportes de maneira que os custos sejam minimizados e o espaço físico das aeronaves maximizado. Assim, passou a ser necessária a elaboração de estudos nesse sentido, de forma que as vantagens obtidas viessem a se tornar diferenciais entre empresas do ramo, melhorando sua competitividade e racionalizando toda a malha aeroviária nacional.

Tais estudos buscam a identificação de aeroportos que tenham proximidade de complexos industriais e empresariais, turismo, alternativa de integração com outros modais, localização geográfica central e área local e periférica em potencial, tanto na geração quanto na destinação de cargas e passageiros.

O termo que vêm sendo utilizado para designar redes que estão configuradas de maneira a atuarem como pontos estratégicos consolidadores é conhecido como *hub-and-spoke*. Nesse cenário, os *hubs* concentram um número maior de vôos e consolidam a demanda de aeroportos *spokes*, que possuem uma movimentação menor. Tratam-se de redes de transporte configuradas de maneira a se minimizar os custos e as distâncias percorridas, de forma a se obter localizações específicas que otimizem um conjunto de fatores integrantes dessa rede.

Porém, para que esse tipo de configuração venha a ser utilizada, é necessário que se tenha um vasto conhecimento sobre as características das

regiões envolvidas, tais como das empresas aéreas que integram o mercado e da infra-estrutura oferecida em terminais de cargas e de passageiros. Deve ser levada em conta também a previsão de crescimento, dada a complexidade das decisões que envolvem todo esse processo.

## **1.2**

### **Objetivo**

Índices operacionais positivos e crescentes vêm sendo registrados no mercado de carga aérea brasileiro nos últimos anos, simultâneos às previsões de futuro crescimento.

Considerando a enorme dificuldade encontrada por diversas empresas desse setor em lidar com a acentuada competitividade, o presente trabalho pretende propor uma alternativa de otimização para a rede aérea brasileira de transporte de cargas, sem que haja a necessidade de se realizar grandes investimentos.

Para isso, das cinco regiões brasileiras utilizadas no estudo, pretende-se identificar uma única região a atuar como *hub*, de forma que ocorra fluxo de cargas utilizando sempre o *hub* como ponto de transbordo entre origens e destinos.

## **1.3**

### **Metodologia**

O presente trabalho utiliza como base os dados do Departamento de Aviação Civil (DAC)<sup>1</sup> para o transporte aéreo entre os 32 aeroportos de carga brasileiros. O próprio DAC, em seu anuário estatístico, divulga esses dados de maneira condensada, considerando somente o fluxo de cargas entre as cinco regiões brasileiras.

---

<sup>1</sup> Fundado em 1931 era subordinado ao então Ministério de Viação e Obras Públicas. Em 1941, após a criação do Ministério da Aeronáutica, passou a incorporar todo o acervo material e humano das extintas Aviações Naval e Militar.

Fonte: <http://www.dac.gov.br/institucional/institucional4.asp>.

Dessa maneira, a resolução do problema para uma rede com cinco pontos evita usar um modelo de otimização, fazendo uma enumeração de todas as alternativas, com apoio de uma planilha de dados.

Para isso, é considerado o custo operacional fixo de viagem para uma aeronave padrão entre todas as origens e destinos tal como o seu custo corrigido já com a utilização do *hub*. Para representar os ganhos em economias de escala, introduz-se um fator de desconto diretamente proporcional ao fluxo de carga movimentado para as ligações utilizando o *hub*. Assim, a região na qual a configuração apresentar o menor custo total será escolhida para atuar como *hub*.

Dessa maneira, a aplicação do modelo pretende viabilizar a utilização de conceitos de otimização na área de Engenharia de Transportes, procurando demonstrar que, com a realocação de recursos, empresas inseridas em um mercado cada vez mais globalizado podem se tornar ainda mais competitivas.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Esta dissertação é composta por cinco capítulos. O capítulo próximo trata da revisão bibliográfica sobre o tema, ressaltando não só os clássicos problemas de localização, como a associação desses estudos às pesquisas de localização de *hubs*. As características da configuração das redes aéreas no modelo *hub-and-spoke* também são mencionadas, tal qual os inúmeros benefícios que elas trazem não só ao gestor, como também ao usuário. O terceiro capítulo apresenta um breve histórico do transporte aéreo no Brasil, e, utilizando dados estatísticos, procura retratar a evolução do transporte aéreo mundial e do transporte de passageiros e cargas no Brasil e a sua situação no contexto atual. O quarto capítulo utiliza dados do DAC entre origens e destinos relativos à movimentação de cargas no mercado aéreo brasileiro e apresenta um estudo de caso que tem como objetivo identificar uma única região no Brasil a atuar como *hub*. O último capítulo apresenta a conclusão do trabalho.