

## ANÁLISE MULTICRITÉRIO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE UM AEROPORTO *HUB* UTILIZANDO O MÉTODO AHP

Ingrid Rebouças de Moura<sup>1</sup>

Luís Henrique Gonçalves Costa<sup>1,2</sup>

Enilson Santos<sup>2,3</sup>

Yasmin Dantas de Araújo<sup>1</sup>

Leonardo Bruno Morais Vieira da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte

### RESUMO

A escolha de um aeroporto *hub* por uma empresa aérea garante uma série de benefícios relacionados à movimentação de passageiros, o que implica em um estudo detalhado quanto a demanda, localização geográfica e infraestrutura aeroportuária disponível para acomodar esse novo modelo de operação de voos. Neste sentido, este artigo tem como objetivo realizar um estudo quanto às principais características para que um aeroporto se estabeleça como um *hub*, firmando a importância que um componente tem sobre outro, como fator de instalação do sistema, na visão de especialistas. A metodologia da pesquisa está baseada na utilização do *Analytical Hierarchy Process* (AHP) para determinar a relevância dos componentes para escolha de um aeroporto *hub*. O resultado do trabalho caracteriza os principais indicadores e determina os critérios mais relevantes para a avaliação do potencial de um dado aeroporto para abrigar operações de *hub*.

### ABSTRACT

The choice of a hub airport by an airline ensures a number of benefits related to the movement of passengers, which implies the needs for detailed studies on demand, geographical location and airport infrastructure available to accommodate the new model of flight operations. In this sense, this article aims to analyze the main characteristics for an airport to establish as a hub, assessing the importance that one criterium has over another, as a factor of system installation, in the view of specialists. The research methodology is based on the use of the *Analytical Hierarchy Process* (AHP) to determine the weight of components for an airport hub. Results characterize the main criteria and determine the most relevant ones for the evaluation of the potential of a given airport to receive hub operations.

### 1. INTRODUÇÃO

Um aeroporto tem como função principal comportar a movimentação de passageiros e cargas, podendo ser avaliado em termo de eficiência quanto a frequência de voos oferecidos. Segundo Ashford *et al.* (2015), as empresas aéreas passaram a possuir maior controle dos serviços de rotas e frequências logo após a desregulamentação, o que possibilitou a instalação dos aeroportos *hubs*. A instalação de redes *hub and spoke* permite às companhias aéreas a redução de seus custos de operação de aeronaves e a redução de atrasos no cronograma dos passageiros, uma vez que atinge maiores fatores de carga em aeronaves maiores com maior frequência de serviço. Esse sistema permite combinar passageiros com a mesma origem, mas com diferentes destinos no mesmo voo e vice-versa, podendo por meio deste sistema ampliar o número de passageiros quando comparado a modelos de ponto a ponto (Daniel, 1995).

A escolha de um *hub* por uma empresa aérea envolve um alto investimento onde se espera um retorno com o aumento de eficiência dos voos realizados e os serviços prestados. Logo, essa decisão engloba uma série de fatores não somente relacionados à demanda econômica ou posição geográfica, bem como referentes à infraestrutura e às operações do aeroporto.

Diante do que foi abordado, por meio da revisão de literatura, e a busca por caracterizar esses aeroportos em questão, justifica-se a realização do estudo na área de aeroportos *hubs*, pela

escassez de trabalhos que apresentem indicadores relevante às empresas aéreas no momento de decisão de escolha de um *hub*, como determinar uma ordem para melhor avaliar esses critérios dentro de um aeroporto. Desta maneira, este artigo busca caracterizar e definir por meio do método de auxílio a decisão multicritério *Analytical Hierarchy Process* (AHP), indicadores relacionados à infraestrutura aeroportuária – Lado Ar, Lado Terra e Serviços de Suporte –, que norteiam a escolha de um aeroporto *hub*. Portanto, o estudo busca definir a importância relativa e a relevância desses critérios para melhorar a escolha por parte das empresas aéreas.

O presente trabalho está assim dividido: (2) Breve revisão de literatura contendo a caracterização de um aeroporto *hub*, (3) metodologia empregada para elaboração e aplicação dos questionários da pesquisa, apresentação da escala de prioridades relativas do método e seleção dos indicadores analisados, (4) análise dos dados e resultados do grau de importância das variáveis do aeroporto e (5) apresentação das considerações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Um aeroporto pode ser entendido como um sistema responsável por atender necessidades relacionadas ao movimento de pessoas e mercadorias, estas vêm apresentando grande crescimento nas últimas décadas, o que pode estar associado ao crescimento do setor de turismo. Por outro lado, a infraestrutura aeroportuária tem passado por grandes mudanças em consequência das alterações no mercado de transporte aéreo (Almeida, 2011).

O aeroporto é o componente principal no transporte aéreo, devendo sua estrutura física comportar a transferência modal entre os sistemas aéreos e terrestres. Logo, é um importante sistema de interação dos três maiores sistemas que compõem o sistema de transporte aéreo: o próprio sistema aeroportuário e seus sistemas de controle, as companhias aéreas e os usuários. Ashford *et al.* (2015) afirmam que um aeroporto pode ser entendido como um sistema que se divide de acordo com seus serviços operacionais: Lado Ar e Lado Terra. O Lado Ar é composto pelo espaço aéreo em torno do aeroporto, compreendendo as pistas de circulação, oferece acomodação para a chegada de aeronaves antes do pouso e de aeronaves de partida logo após a decolagem. Já o sistema referente ao Lado Terra abrange os sistemas de acesso à superfície, ligando o aeroporto à sua área de captação e ao sistema de terminais de passageiros e cargas. Segundo Moreira (2006), um aeroporto tem como objetivo garantir que as transferências modais sejam executadas de forma segura e ordenada, de modo que sua infraestrutura permita aos usuários o conforto durante o aguardo de suas atividades. Da mesma forma, deve possuir a capacidade de se expandir e possuir flexibilidade suficiente para atender todas as oscilações com relação a demanda.

Senguttuvan (2006) explica a visão sinalizada pela moderna teoria de gestão de redes aeroportuárias, em que um aeroporto pode se estabelecer como um “Centro de Negócios Multimodal”, uma vez que o desenvolvimento de aeroportos de sucesso auxilia no incentivo a formação de grupos de indústrias, além de contribuir na geração de milhões de oportunidades de emprego em todo o mundo e de ser uma vitrine de realizações culturais, econômicas e tecnológicas da nação.

Nas últimas décadas, é perceptível o crescimento do setor da aviação civil. Em janeiro de 2017, a OACI – Organização da Aviação Civil Internacional divulgou que houve 35 milhões de embarques em todo o mundo em 2016, com a receita passageiro-quilômetro (RPK) chegando a

7,015 bilhões (Addepalli *et al.*, 2018). Nos aeroportos brasileiros, a movimentação de passageiros (pax) dobrou entre 2006 e 2015, atingindo 200 milhões/ano (Costa e Santos, 2016).

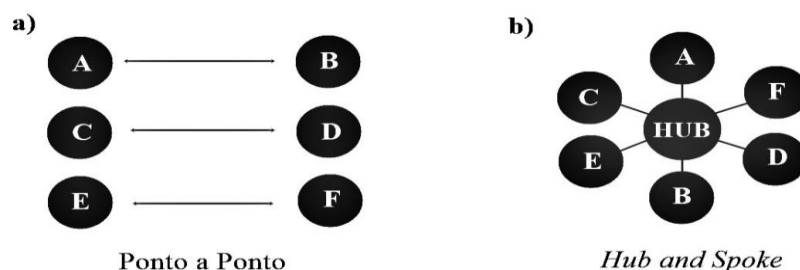
O crescimento acelerado na demanda aérea provocou aumento nos atrasos das viagens, além de congestionamentos (Zhang e Czerny, 2012; Gillen *et al.*, 2016). Embora tenha havido a construção de novos aeroportos e pistas de pouso e decolagem (PPD), persiste em alguns aeroportos a falta de capacidade. Por outro lado, cresce a importância das receitas alternativas ligadas a pistas, estacionamentos e terminais aeroportuários, tornando-se comum a adesão às receitas de serviços não aeronáuticos, que incluem as lojas comerciais, publicidade, locação de carros, estacionamento e aluguel de áreas dentro do sítio aeroportuário (Kidokoro e Zhang, 2017).

A utilização de aeroportos *hub* pode reduzir os atrasos de congestionamentos, porém aumenta o atraso de parada (Daniel, 1995). A instalação do sistema *hub and spoke* só foi possível para as empresas aéreas em decorrência da desregulamentação, que se concluiu por volta de 1997, resultando na ampliação do setor e na alteração da dinâmica dos serviços de transporte aéreo. Por meio desta nova reestruturação, se passou a adotar o sistema *hub and spoke* como estratégia para melhorar a frequência de voos.

### 2.1. Sistematização de um aeroporto *hub*

Segundo Button (2002), não há uma definição única ou amplamente usada para um aeroporto *hub*, seja ela de um ponto de vista econômico ou legal, pois todas elas refletem limitações práticas da qualidade dos dados e informações disponíveis, ou considerações normativas sobre a natureza do argumento sendo favorecido. Logo, será apresentada a definição mais geral em termo da forma e da funcionalidade desses aeroportos de acordo com o que é demonstrado na literatura.

Para melhor entendimento, pode-se diferenciar as duas formas de ligação, *hub and spoke* e ponto a ponto, pela observação da Figura 1. Nas rotas ponto a ponto, as ligações ocorrem somente entre dois pontos (Figura 1.a), já nas rotas *Hub and Spoke*, os pontos são ligados a um ponto central, como apresentado abaixo (Figura 1.b), importando em um aumento da malha (Lelles, 2001).



**Figura 1** – Tipos de rotas (Adaptada de Lelles, 2001).

De acordo com Lin (2006), em uma rede simples ligando um aeroporto *hub* e dois aeroportos *spokes*, o aeroporto *hub* está em uma posição de monopólio, no qual o desenvolvimento das companhias de redes aéreas torna-se possível pelo preenchimento de janelas horárias por parte do *hub* que realiza a ligação entre estes aeroportos *spoke*. Neste caso, o aeroporto *hub*, na verdade, disputa contra um outro *hub* potencial no mercado de voos de ligação. Assim, devido

ao crescimento dramático de redes *hub and spoke*, a competição entre esses aeroportos centrais tem se tornado cada vez mais frequentes em muitos países do mundo.

Conforme Graham (2014) a competição tradicional entre aeroportos é uma competição entre companhias aéreas. Os aeroportos próximos competem para atrair serviços aéreos para seus usuários em que as viagens se originam ou terminam na região. As redes *hub and spoke* deram origem a uma segunda forma de competição entre aeroportos, que podem estar localizados em diferentes regiões para oferecer serviços de *hub*, com voos de diferentes origens para o mesmo destino ou da mesma origem para diferentes destinos, e que são concentrados passando por nós intermediários (os *hubs*).

## 2.2. Operações de um aeroporto *hub*

De acordo com Almeida e Costa (2014), citando Danesi e Lupi (2005), uma companhia é responsável por ajustar as chegadas e partidas de forma que os horários dos mais diversos voos de ligação sejam coordenados e que os usuários não percam muitas horas de espera ao aguardo do seu destino final. O que acontece é que há passageiros que voam de diferentes origens em direção a destinos que apresentam pouca demanda para voos diretos, logo, se faz necessário que os passageiros saiam de um aeroporto considerado como *spoke* e efetuem uma escala em um aeroporto *hub*, onde são transferidos para outra aeronave que os transporta até o seu destino.

Redondi *et al.* (2011) explicam o *hub and spoke* como um sistema simples composto de dois aeroportos “*spoke*”, um A e outro B, ao qual se conectam entre si apenas por meio de um terceiro aeroporto central, H, sendo este último responsável por deter o monopólio do mercado (Figura 2). Neste caso, pode se afirmar que a pressão exercida por alianças e operadoras independentes podem gerar mais de uma opção para conexão entre qualquer par de aeroportos.



**Figura 2:** Esquema de operações *hub and spoke*

Um passageiro normalmente faz sua escolha quanto à empresa aérea de acordo com indicadores de frequência, preço e demais critérios que dizem respeito à qualidade esperada do serviço. Todavia, tais critérios podem ser resumidos em três fatores principais: a conectividade que é oferecida, pois o passageiro tem o desejo de chegar a seu destino final o mais rápido possível; o custo total da viagem, definido principalmente pelas tarifas de voo; e a qualidade do serviço em si, que irá englobar a pontualidade, presença de serviços auxiliares e congestionamento no aeroporto (Redondi *et al.*, 2011).

De acordo com Button *et al.* (1999), passageiros com viagens a negócio são menos sensíveis aos custos tarifários, mas exigem maior qualidade do serviço, em termos de tempo e frequência

de voos, instalações de lazer e outros. Isso reflete a importância dos custos generalizados em suas tomadas de decisão. Ao oferecer entradas flexíveis, conforto, comodidade e agendamento de voos convenientes às necessidades de negócios a um preço *premium*, as operadoras podem atrair esses usuários.

### 2.3. Vantagens do sistema de um aeroporto *hub*

Segundo Borenstein (1989), que estudou os fatores econômicos e a dinâmica competitiva que levam os operadores a escolherem um sistema *hub and spoke*, um sistema como este utiliza um número menor de voos para conectar cada nó da rede do sistema. Isso leva a um uso mais eficiente dos recursos de transporte, permitindo que companhias aéreas empreguem aeronaves maiores e em frequências mais altas, obtendo economias de densidade.

Uma rede *hub and spoke* é uma estratégia orientada por fornecedores, que potencializa as conexões entre as mesmas operadoras disponíveis para uma determinada companhia aérea em um aeroporto *hub*. No caso de apenas seis serviços ponto a ponto serem reencaminhados através de um *hub*, o número de conexões possíveis entre cidades do leste e do oeste servidas por uma rede de 12 *spokes*, passa para 36 *spokes*, sem falar no aumento exponencial nos possíveis mercados de conexão que ocorre quando outros *spokes* são adicionados ao *hub*, como pode ser observado na Tabela 1. Logo, a configuração *Hub and Spoke* permite se chegar a uma rede na qual voos diretos são substituídos por um número mais elevado de conexões indiretas (Wei e Yanji, 2006).

**Tabela 1:** Colaboração de um *hub* ao crescimento.

Número de raios ( <i>spokes</i> )	Número de mercados de conexão	Mercados locais terminam no <i>hub</i>	Mercado total de par de cidades
2	1	2	3
6	15	6	21
10	45	10	55
50	1225	50	1275
100	4950	100	5050

Fonte: Adaptado de Wei e Yanji (2006)

Ainda por Wei e Yanji (2006), o objetivo principal de um *hub* em uma companhia aérea é aumentar o número de possibilidades de viagens que podem ser realizadas pela companhia. Para isso, é preciso contar com uma agenda cuidadosa que será essencial para vincular o maior número possíveis de pares de cidades, a fim de diminuir o tempo que passageiros ficam em aguardo no aeroporto, logo, envolvendo um grande número de aeronaves que chegaram a determinado aeroporto *hub* em um curto espaço de tempo, seguida por uma demanda semelhante de partidas.

As operações *hub and spoke* geram benefícios tanto para as companhias aéreas como para os passageiros. Button *et al.* (1999), que pesquisaram os ganhos conquistados pelas companhias em termos de economias de escala, escopo e densidade, dando atenção à demanda e às economias relevantes no mercado, há um forte envolvimento de implicações positivas que uma grande rede pode ter no patrocínio e na receita obtida por uma operadora. A análise destes autores observou, por exemplo, que devido a economias de densidade, um aumento de 1% no número de passageiros transportados por uma companhia aérea resultou em uma redução de 0,8% nos custos totais.

Além da diversidade de fatores positivos quanto a infraestrutura, atendimento e economia, é importante salientar os benefícios gerados para a cidade que comporta um aeroporto central. Conforme Button *et al.* (1999), aqueles que residem em cidades com aeroporto *hub* tem certas vantagens. A seguir são apresentadas algumas das características que categorizam a cidade *hub* quando comparadas a áreas urbanas com aeroportos que possuem outras formas de serviços de transporte aéreo:

- Maior frequência de voos;
- Voos diretos. Segundo Button *et al.* (1999), uma pesquisa de 1996 salientou, controlado o tamanho da população, que os aeroportos *hub* eram capazes de oferecer voos sem escalas para quase o dobro de cidades, com 25% a mais de saídas diárias por cidade atendida;
- Mais possibilidades de voos com retorno no mesmo dia;
- Probabilidade maior de voos internacionais;
- Serviços voltados as necessidades do mercado local, como possibilitar destinos atraentes aos residentes;
- Os moradores de cidades *hub* possuem a oportunidade de se conectarem a outros grandes centros.

A FAA (*Federal Aviation Administration*) argumenta que moradores próximos a aeroportos centrais, têm o *hub* como um benefício, pois muitos voos sem escalas estão disponíveis para muitas cidades que de outra forma não seriam capazes de suportar tal serviço. Em condições econômicas isso quer dizer que essas regiões desfrutam de benefícios externos de ter passageiros em trânsito passando por seu aeroporto local que lhes permitem acesso a uma grande rede de transporte aéreo regular (Button *et al.*, 1999).

Por fim, segundo Campos *et al.* (2010), podemos chegar à conclusão de que os aeroportos *hub* são essenciais para a produção e distribuição, que faz com que tenham papel fundamental na promoção do desenvolvimento das cidades, atraindo empresas e originando negócios em suas proximidades.

### 3. METODOLOGIA

Após a revisão da literatura e obtidos os procedimentos para aplicação do método AHP, o passo seguinte seria montar a estrutura do modelo a ser avaliado, como é apresentado na Figura 3. O aplicativo utilizado para montar a matriz de julgamento e avaliar a consistência dos valores determinados foi o Sistema Online BPMSG AHP. Este sistema calcula automaticamente a razão de consistência (CR) e mostra algumas opções para melhorar a consistência das alternativas.



**Figura 3:** Estrutura hierárquica do modelo de decisão

O método utilizado determina o peso dos critérios e seus valores de desempenho nas alternativas por meio da utilização de matrizes de julgamento. Na prática, cada critério será avaliado e classificado por grau de importância, para isso elaborou-se um questionário de opinião com o auxílio do *Google Docs*, enviado a 79 especialistas da área de gestão de infraestrutura aeroportuária (das áreas de operações, segurança, comercial, manutenção e segurança operacional), de posse das 6 respostas recebidas buscou-se avaliar separadamente, identificando e discutindo a validade dos pesos atribuídos com os especialistas.

### 3.1. O Método AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

O método AHP é um processo hierárquico na medida que em seu desenvolvimento realiza comparações a partir de uma escala fundamental que represente a preferência, tendo a preocupação em obter resultados consistentes a sua medição e a dependência dentro e entre os grupos de elementos de sua estrutura. Segundo o autor, o método tem amplas aplicações na tomada de decisão, planejamento e alocação de recursos multicritérios e na resolução de conflitos (Saaty, 1987).

Saaty (1987) apresenta a formação da estrutura hierárquica de um problema como um desmembramento a partir de um foco principal, que seria o objetivo geral, até seus critérios e a subdivisão destes em subcritérios até finalmente chegar as alternativas que iram solucionar o problema inicial. Nosal e Solecka (2014) descrevem que todas as variáveis em um problema são comparáveis no método, o que significa que em cada par de variantes, o decisor sempre terá uma preferência ou irá considerá-las equivalentes. A modelagem de preferência é feita comparando pares de critérios ou subcritérios. Conforme Lambert (1991), o processo de decisão hierárquico de Saaty classifica as alternativas discretas usando a comparação paritária das alternativas, no intuito de classificar  $n$  alternativas.

As decisões relacionando múltiplos critérios constituem uma área de conhecimento resultante da investigação, que fornece a quem cabe o direito de decisão as ferramentas e os métodos (no caso, o método AHP) que ajudam a resolver problemas complexos de decisão, considerando pontos de vista, que muitas vezes podem ser conflitivos.

Um problema de decisão multicritério pode envolver: a Seleção (otimização), onde se tem um subconjunto de decisões (ação, opções) consideradas as melhores em termos da família de critérios considerada; a Classificação (ordenação), em que o tomador de decisão divide um conjunto de decisões (atividades e variantes de ação) em subconjuntos (classes, categorias), de acordo com os padrões aceitos; e, a Hierarquia (ranking), quando o tomador de decisão visa colocar as alternativas em ordem decrescente (Nosal e Solecka, 2014).

Portanto, o AHP tem a vantagem de avaliar um conjunto de critérios em uma estrutura hierárquica, permitindo que o usuário tenha um foco melhor ao alocar os pesos aos critérios e subcritérios. Essa etapa é importante, porque uma estrutura diferente pode levar a uma classificação final diferente. Ao configurar a hierarquia do AHP com um grande número de elementos, o tomador de decisão deve tentar organizar esses elementos em grupos em que eles não sejam diferentes de maneiras extremas (Franek e Kresta, 2014).

Existem situações em que o número de variáveis é demasiadamente alto e é preciso fazer subdivisões do que será analisado. É interessante que cada critério ou subcritério pertença a um grupo no qual todos os elementos tenham características compatíveis, a fim de garantir maior

precisão na avaliação par a par, ao qual os psicólogos atribuem a obtenção de respostas mais precisas quando comparadas a análises em conjunto.

### 3.2. Seleção dos componentes aeroportuários

Os componentes adotados na avaliação foram selecionados com base na literatura relacionada com o sistema *hub and spoke* de acordo com sua operação. Os indicadores mais importantes passaram por uma triagem na qual se observou sua importância e com a opinião de especialistas se chegou à Tabela 2, que apresenta o conjunto de critérios e subcritérios que serão analisados.

**Tabela 2:** Critérios e subcritérios de avaliação de um aeroporto *hub*

<b>Critério 1: Lado Ar</b>	<b>Critério 2: Lado Terra</b>	<b>Critério 3: Serviços de Suporte</b>
Pista de Pouso e Decolagem (PPD)	Check-in exclusivo	Modos de acesso
Pistas de Táxi	Check-in compartilhado	Confiabilidade do tempo de acesso
Auxílios de Navegação Aérea	Área de processamento de bagagens ( <i>bag drop</i> )	Disponibilidade de Hotéis (leitos)
Instrumentos de Navegação Aérea	Dimensão do Saguão	Disponibilidade de Hotéis (distância)
Número de Classificação de Proteção Requerida (NCPR)	Mix de Estabelecimentos Comerciais	Disponibilidade de Locais para realização de Eventos
Número de Classificação de Proteção Existente (NCPE)	Praça de Alimentação	
Capacidade de Abastecimento (PAA)	Canais de Inspeção de Segurança	
Capacidade de Pouso e Decolagem ( <i>slots</i> )	Área da Sala de Embarque	
Disponibilidade de Área para Manutenção de Aeronaves	Pontes de Embarque/Desembarque	
	Embarque Remoto	
	Número de Esteiras de Desembarque	
	Sistema de informação ao passageiro	
	Facilidade de Conexão	
	Disponibilidade de Meio-Fio	
	Área do Estacionamento Comercial	
	Disponibilidade de Hotel de Passagem	

A escala fundamental de Saaty poderia ser de difícil compreensão no momento de aplicação dos questionários, por isso se adotou a sua relação com uma escala percentual proposta por Bandeira e Correia (2006) no intuito de facilitar a coleta de dados por parte dos especialistas na área. Assim, foi possível realizar a comparação por pares quanto à importância de um componente ou indicador sobre outro. A Tabela 3 apresenta a relação entre as escalas utilizadas. É importante salientar que Bandeira e Correia (2006) definem com esta escala que todos os critérios são importantes, por isso não se consideram valores de 100%/0%.



**Tabela 3:** Relação da escala utilizada com a Escala de Saaty

Escala Percentual (%)		Escala Fundamental	Grau de Importância
X	Y		Definição
90%	10%	9	Componente X é extremamente mais importante que o Componente Y.
80%	20%	7	Componente X é muito importante em relação ao Componente Y.
70%	30%	5	Componente X é importante em relação ao Componente Y.
60%	40%	3	Componente X é pouco importante em relação ao Componente Y.
50%	50%	1	Os dois Componentes têm a mesma importância.
40%	60%	1/3	Componente Y é pouco importante em relação ao Componente Y.
30%	70%	1/5	Componente Y é importante em relação ao Componente Y.
20%	80%	1/7	Componente Y é muito importante em relação ao Componente X.
10%	90%	1/9	Componente Y é extremamente mais importante que o Componente X.

Fonte: Bandeira e Correia (2006)

### 3.3. Avaliação dos dados obtidos

A coleta de dados é o maior desafio em uma pesquisa de opinião, embora as respostas viessem de especialistas o questionário proposto foi analisado individualmente no intuito de identificar a incoerência de determinadas respostas, no qual se aconselha a proposta de uma nova análise por parte do respondente. Desta forma, foram elaboradas matrizes com os dados obtidos de cada especialista, e avaliado o CR – razão de consistência –, verificando a consistência das respostas. De acordo com o método, as respostas podem ser consideradas consistentes quando possuem  $CR < 10\%$ .

## 4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Com os resultados de cada matriz, elaborada de acordo com os dados obtidos das respostas dos especialistas, o cálculo do peso da importância do indicador foi obtido com a média aritmética dos resultados apresentados em cada matriz.

A Tabela 4 apresenta os pesos referentes aos critérios adotados, que indicam o grau de importância para os especialistas em relação as áreas de estudo: Lado Ar (LA), Lado Terra (LT) e os Serviços de Suporte (SS). De acordo com a Tabela 4, o Lado Ar (52,45%) é o componente mais importante, obtida a partir das matrizes de julgamento que alcançaram consistência abaixo de 10%.

**Tabela 4:** Grau de importância entre áreas de um aeroporto

Áreas	Prioridade	Rank
1. Lado Ar (LA)	52,45%	1
2. Lado Terra (LT)	27,55%	2
3. Serviços de Suporte (SS)	20,00%	3

Com base nos dados, e de forma a avaliar a infraestrutura aeroportuária quanto à implantação de um aeroporto *hub*, utilizando a escala Likert na avaliação do indicador, pode-se adotar a Equação 1.

$$\text{NOTA DO AEROPORTO} = 0,5245 \text{ LA} + 0,2755 \text{ LT} + 0,20 \text{ SS} \quad (1)$$

A Tabela 5 apresenta os dados relativo aos indicadores do Lado AR, onde a maior importância está relacionada com a Pista de Pouso e Decolagem (PPD), seguido pelas Pistas de Táxi, pelos Níveis de Proteção Contra Incêndio Existente (NPCE) e, Requerida (NPCR), destacando sua importância, visto que influenciam na operação aeroportuária restringindo ou autorizando o

pouso e decolagem de aeronaves de acordo com a classificação, seguido da Capacidade de Pouso e Decolagem (slots), Auxílios e Instrumentos de Navegação Aérea.

**Tabela 5:** Pesos obtidos para os subcritérios relacionados ao Lado Ar

Indicador	Prioridade	Rank
Pista de Pouso e Decolagem (PPD)	28,63%	1
Pistas de Táxi (PTX)	15,30%	2
Número de Classificação de Proteção Existente (NCPE)	12,10%	3
Número de Classificação de Proteção Requerida (NCPR)	11,40%	4
Capacidade de Pouso e Decolagem (slots) (CPD)	9,40%	5
Auxílios de Navegação Aérea (ANA)	8,20%	6
Instrumentos de Navegação Aérea (INA)	7,40%	7
Capacidade de Abastecimento (PAA)	5,30%	8
Disponibilidade de Área para Manutenção de Aeronaves (DMN)	2,17%	9

Para avaliação da infraestrutura aeroportuária, relacionada com o Lado AR (LA), pode-se usar a Equação 2.

$$LA = 0,2863 \text{ PPD} + 0,153 \text{ PTX} + 0,121 \text{ NCPE} + 0,114 \text{ NCPR} + 0,094 \text{ CPD} + 0,082 \text{ ANA} + 0,074 \text{ INA} + 0,053 \text{ PAA} + 0,0217 \text{ DMN} \quad (2)$$

A Tabela 6 apresenta os dados relativo aos indicadores do Lado Terra, onde as maiores importâncias estão relacionadas com Área de Processamento de Bagagens, Número de Esteira de Desembarque, Pontes de Embarque/Desembarque, Área da Sala de Embarque, Check-in, Saguão, Canais de Inspeção de Segurança e Facilidade de Conexão. Tais características estão ligadas diretamente a operação de um aeroporto *hub*.

**Tabela 6:** Pesos obtidos para os subcritérios relacionados ao Lado Terra

Indicador	Prioridade	Rank
Área de processamento de bagagens (bag drop) (APB)	9,6%	1
Número de Esteiras de Desembarque (NED)	8,7%	2
Pontes de Embarque/Desembarque (PED)	8,2%	3
Área da Sala de Embarque (SE)	8,0%	4
Check-in compartilhado (CKC)	8,0%	5
Dimensão do Saguão (SG)	7,8%	6
Check-in exclusivo (CKE)	7,6%	7
Canais de Inspeção de Segurança (CIS)	7,6%	8
Facilidade de Conexão (CNX)	6,3%	9
Embarque Remoto (ER)	5,3%	10
Sistema de informação ao passageiro (SIP)	4,2%	11
Disponibilidade de Hotel de Passagem (DHP)	4,1%	12
Praça de Alimentação (PA)	3,8%	13
Disponibilidade de Meio-Fio (MF)	3,7%	14
Mix de Estabelecimentos Comerciais (MEC)	3,6%	15
Área do Estacionamento Comercial (EST)	3,4%	16

Para avaliação da infraestrutura aeroportuária, relacionada com o Lado Terra (LT), pode-se usar a Equação 3.

$$LT = 0,096 \text{ APB} + 0,087 \text{ NED} + 0,082 \text{ PED} + 0,08 \text{ SE} + 0,08 \text{ CKC} + 0,078 \text{ SG} + 0,076 \text{ CKE} + 0,076 \text{ CIS} + 0,063 \text{ CNX} + 0,053 \text{ ER} + 0,042 \text{ SIP} + 0,041 \text{ DHP} + 0,038 \text{ PA} + 0,037 \text{ MF} + 0,036 \text{ MEC} + 0,034 \text{ EST} \quad (3)$$

A Tabela 7 apresenta os dados relativo aos indicadores aos Serviços de Suporte, onde a maior importância está relacionada com os Modos de acesso, seguida pela Confiabilidade do tempo de acesso, Disponibilidade de Hotéis (distância e a quantidade de leitos).

**Tabela 7:** Pesos obtidos para os subcritérios relacionados aos Serviços de Suporte

Indicador	Prioridade	Rank
Modos de acesso (MA)	45,65%	1
Confiabilidade do tempo de acesso (CTA)	17,35%	2
Disponibilidade de Hotéis (distância) (DHD)	16,80%	3
Disponibilidade de Hotéis (leitos) (DHL)	12,80%	4
Disponibilidade de Locais para realização de Eventos (DLE)	7,40%	5

Na avaliação dos Serviços de Suporte (SS), pode-se usar a Equação 4.

$$SS = 0,4565 MA + 0,1735 CTA + 0,168 DHD + 0,128 DHL + 0,074 DLE \quad (4)$$

O modelo proposto de avaliação remete a necessidade de avaliação de cada característica da infraestrutura aeroportuária e dos serviços de suporte.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados da pesquisa foi possível definir as características técnicas pertinentes a implantação de um *hub* por determinada empresa aérea, de forma a auxiliar a gestão aeroportuária na definição de prioridades de investimentos e adequação da infraestrutura. Por meio do diagnóstico dos pesos referentes as variáveis abordadas, é possível avaliar medidas no planejamento aeroportuário realizando mudanças que tornem a infraestrutura mais competitiva.

Quando uma empresa aérea opta por instalar um *hub* em determinado aeroporto os benefícios deste novo sistema se estendem por toda a região atendida, gerando atratividade para novos empreendimentos, aumento no número de empregos, fluxo turístico e visibilidade mundial. A compreensão sobre quais componentes do Lado Ar, Lado Terra e dos Serviços de Suporte que necessitam de maior atenção em relação a infraestrutura e operações, podem levar um aeroporto a níveis de qualidade mais elevados e apropriados para implantação desse sistema.

A utilização do método AHP se mostrou apropriada considerando que obteve resultados bastante coerentes com o que foi analisado da estrutura de aeroportos que comportam este tipo de sistema, o que leva a estudos futuros que busquem quantificar esses componentes com o intuito de selecionar aeroportos que melhor se adequem as expectativas de uma empresa aérea.

Ressalta-se que os resultados foram obtidos através de uma pesquisa de opinião aplicada a especialistas na área, os quais foram analisados dentro do próprio método como consistentes. Outras pesquisas também podem ser aprofundadas no intuito de analisar esses pesos obtidos em função da dinâmica competitiva entre aeroportos que pretendem se estabelecer como *hub*.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida a um dos autores do artigo.

## REFERÊNCIAS

- Addepalli, S.; G. Pagalday; K. Salonitis e R. Roy (2018). Socio-economic and demographic factors that contribute to the growth of the civil aviation industry. *Procedia Manufacturing*. Bremen, p. 2-9.
- Almeida, C. R. de (2011). Low Cost Airlines, Airports and Tourism. The Case of Faro Airport. *Ersa 2011*, Barcelona, p.1-17.
- Almeida, C. R. de e C. Costa (2014). A operação das companhias aéreas nos aeroportos hub & spoke e nas bases operacionais. *Pasos*, Portugal, p.765-775.
- Ashford, N. J.; H. P. M. Stanton; C. A. Moore; P. Coutu e J. R. Beasley (2015). *Operações aeroportuárias: As melhores práticas*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 448 p.
- Bandeira, M. e A. Correia (2006). Determinação dos critérios para avaliar o nível de serviço de um aeroporto. In: *Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA*, 12., São José dos Campos, 2006. *Anais...* São José dos Campos: ITA.
- Borenstein, S. (1989). Hubs and high fares: dominance and market power in the U.S. airline industry. *RAND Journal of Economics*. v. 20, No. 3, Autumn, pp. 344-365.
- Button, K. (2002). Debunking some common myths about airport hubs. *Journal of Air Transport Management*. v. 8, p. 177-188.
- Button, K.; S. Lall; R. Stough e M. Trice (199). High-technology employment and hub airports. *Air Transport Management*. Fairfax, p. 53-59.
- Campos, P.; J. Silva; A. Pereira e C. Moreira (2010). *Logística Aeroportuária: Análises Setoriais e o Modelo de Cidades-Aeroportos*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 278 p.
- Costa, L. H. G. e E. Santos (2016). Análise do desempenho operacional dos aeroportos brasileiros na visão dos passageiros. *Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Rio de Janeiro.
- Daniel, J. I. (1995). Congestion Pricing and Capacity of Large Hub Airports: A Bottleneck Model with Stochastic Queues. *Econometrica*. New York, p. 327-370.
- Franek, J. e A. Kresta (2014). Judgment scales and consistency measure in AHP. *Elsevier*, Ostrava, p.164-173.
- Gillen, D.; A. Jacquillat e A. R. Odoni (2016). Airport demand management: The operations research and economics perspectives and potential synergies. *Transportation Research Part A*, v. 94, p. 495-513.
- Graham, A. (2014). *Managing Airports: An International Perspective*. 4th ed. Routledge, London, 326 p.
- Kidokoro, Y. e A. Zhang (2017). Airport congestion pricing and cost recovery with side business. *Transportation Research*. [s. l.], n.p., dez. 2017.
- Lambert, J. M. (1991). The Extended Analytic Hierarchy Decision Method. *Pergamon Press*. Great Britain, p. 141-151.
- Lelles, L. (2001). *Mercado do Transporte Aéreo Brasileiro: o Papel do Sistema Hub and spoke*. Monografia de Especialização, Publicação E-TA01A/00, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, 96 p.
- Lin, M. H. (2006). Hub-Airport Competition: Connecting time differentiation and concession consumption. *Australian Economic Papers*. Australia, p. 299-317.
- Moreira, B. H. da N. (2006). *Transporte Aéreo: A Inserção da Região Nordeste Brasileira nas Artérias da Globalização*. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Análise Regional, Universidade Salvador - Unifacs, Salvador, 171 f.
- Nosal, K. e K. Solecka (2014). Application of AHP method for multi-criteria evaluation of variants of the integration of urban public transport. *Elsevier*, Warszawska, p.269-278.
- Redondi, R.; P. Malighetti e S. Paleari (2011). Hub competition and travel times in the world-wide airport network. *Transport Geography*. [s. l.], p. 1260-1271.
- Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process-What it is and How it is used. *Pergamon*. Pittsburgh, p. 161-176.
- Senguttuvan, P. S. (2006). Economics of the Airport Capacity System in the Growing Demand of Air Traffic – A Global View. In: *Transport research annual forum*, New York. *Forum*, p. 1-29.
- Wei, S. e M. Yanji (2006). Hub-and-Spoke System in Air Transportation and Its Implications to Regional Economic Development: A Case Study of United States. *Chinese Geographical Science*. [s. l.], p. 211-216.
- Zhang, A. e A. Czerny (2012). I. Airports and airlines economics and policy: An interpretive review of recent research. *Economics of Transportation*, v. 1, p. 15-34.

---

Ingrid Rebouças de Moura (ing\_moura@hotmail.com)  
Luís Henrique Gonçalves Costa (luis.henrique@ufersa.edu.br)  
Enilson Santos (enilson@interjato.com.br)  
Yasmin Dantas de Araújo (yasmin.sey@hotmail.com)  
Leonardo Bruno Morais Vieira da Silva (leobruno\_@live.com)