

ESTUDO DO DESEMPENHO OPERACIONAL DOS AEROPORTOS BRASILEIROS RELATIVO AO MOVIMENTO DE CARGAS

Daniele Silva Oliveira

Anderson Ribeiro Correia

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

RESUMO

O presente trabalho almeja comparar os principais aeroportos brasileiros em relação ao movimento de cargas utilizando técnicas quantitativas de análise multivariada como ferramentas de auxílio à gestão. Fez-se ainda uma comparação dos aeroportos brasileiros com os principais *players* deste setor de diversos países. Este assunto torna-se relevante devido à crescente representatividade das receitas provenientes da movimentação e da armazenagem da carga aérea na composição da receita total nos principais aeroportos do Brasil e do mundo. A comparação dos dez aeroportos baseou-se em fatores de desempenho cuidadosamente escolhidos dentre os apresentados na literatura estudada. A análise por agrupamento hierárquico promoveu a formação de seis grupos, sendo quatro deles unitários. A análise por componentes principais reduziu o espaço amostral dos treze fatores para um espaço bidimensional, o que facilitou a análise qualitativa dos fatores dos aeroportos.

ABSTRACT

The present work longs for to compare the main Brazilian airports in relation to the cargo movement utilizing quantitative techniques of multivariate analyses as a helpful management tool. It was done a comparison of Brazilian Airports with the major players in the sector of several countries. This matter becomes relevant due to the growing participation of the incomes related to the air cargo movement and storage in the composition of the total income in the main airports of Brazil and of the world. The comparison of the ten airports is based on performance factors carefully chosen among their presented in the studied literature. The hierarchical clustering analysis promoted the formation of six groups, being four of them unitary. The main components analysis reduced the space of the thirteen factors for a bi-dimensional space, what facilitated the qualitative analysis airport factors.

1. INTRODUÇÃO

A evolução do comércio mundial e o constante processo de globalização têm promovido uma internacionalização da produção, o que só se faz possível a partir da implantação de um sistema logístico que integre eficaz e economicamente as regiões. A revolução industrial trouxe a produção em massa, gerando a necessidade de se atingir mercados mais distante a preços menores. Esta necessidade permeou o desenvolvimento dos sistemas logísticos, no que se refere ao alcance. No entanto, a logística passou a agregar novos valores aos produtos, principalmente no que tange à satisfação dos clientes. Com novos valores e horizontes, a logística ganhou importância estratégica.

Os custos logísticos podem representar até 30% dos valores das vendas e 12% do PIB mundial. Isto impulsiona as empresas a estudar e melhorar sua cadeia logística, de forma a reduzir custos e agregar vantagem competitiva (tempo e local) a seus produtos. O custo de transporte é o de maior relevância dentre os demais. É importante destacar, ainda, que é no transporte que residem a confiabilidade e a velocidade de entregas. (Ballou, 2006)

Clientes cada vez mais exigentes têm feito da satisfação dos mesmos uma obsessão para as empresas. Desta maneira, a importância do modal aéreo cresce, tendo em vista suas características de velocidade, agilidade, confiabilidade e segurança. Estes requisitos vão ao encontro das atuais requisições de produção e estratégias logísticas. Estudar e entender o que influi no desempenho do modal aéreo torna-se imperativo para organizações e países que querem obter vantagem competitiva no comércio internacional.

Lima et al. (2006) considera os indicadores logísticos como ferramentas-chave do sistema de controle que permite ações e decisões orientadas para a estratégia. Para que as medidas sejam eficazes, ressalta a importância da análise dos fatores a serem utilizados. Segundo Lima Jr. (2001), o sistema de indicadores deve relacionar as ações operacionais com os resultados que afetam e com os padrões a serem atingidos, minimizando ociosidades e desperdícios.

O objetivo primário deste trabalho, de caráter prático, é prover uma comparação dos principais aeroportos brasileiros, relativo ao movimento de cargas. O resultado será útil à gestão dos aeroportos da Infraero, pois possibilitará: avaliação dos aeroportos, identificação de características favoráveis e desfavoráveis de cada um, direcionamento de recursos a serem investidos e *benchmarking*. O objetivo secundário, de caráter acadêmico, é explorar a utilização de técnicas quantitativas de análise multivariada como ferramentas de auxílio à gestão. O trabalho pretende ser útil aos que desejarem comparar aeroportos ou empresas de outros setores, quanto ao desempenho operacional das mesmas.

2. CARGA AÉREA NO BRASIL

A matriz de transporte de cargas do Geipot (2006) referente ao ano de 2000 mostra que o modal aéreo foi responsável por apenas 0,33% da carga transportada no país, em ton-km. No entanto, considerando o valor da carga transportada via aérea no comércio exterior, sua contribuição torna-se relevante. A participação do modal aéreo no ano de 2000, em Dólar, foi de 28,9% do total de importações do país e 8,8% do total de exportações. (Keedi, 2001)

Segundo a Infraero (2006), o Brasil transportou 1,3 milhões de toneladas de carga aérea. Desse total, 641 mil toneladas (49%) foram de carga internacional manipulada nos terminais da Infraero. Os negócios na área de logística de carga responderam por 26% do total de receitas da Infraero em 2004, fazendo deste o mais rentável e promissor dos serviços prestados pela empresa. A Infraero movimentou 279 mil toneladas de carga para exportação, com uma queda de 7,8% em relação ao ano anterior, e 290 mil toneladas em importação, aumento de 0,2%. A carga nacional movimentou 184 mil toneladas, crescimento de 26% em relação a 2003. O aumento na arrecadação foi de 70%, gerando um incremento de R\$ 8,5 milhões nas receitas totais de carga aérea da Infraero.

O tráfego regular de cargas apresenta grande concentração no Brasil. A verificação do seu perfil de distribuição mostra que, no ano de 2004, apenas onze aeroportos foram responsáveis pela movimentação de 90% de toda carga e mala postal processada nos aeroportos administrados pela Infraero. Ainda, apenas quatro respondem por cerca de 65% do volume total, conforme pode ser observado a partir da Figura 1 a seguir.

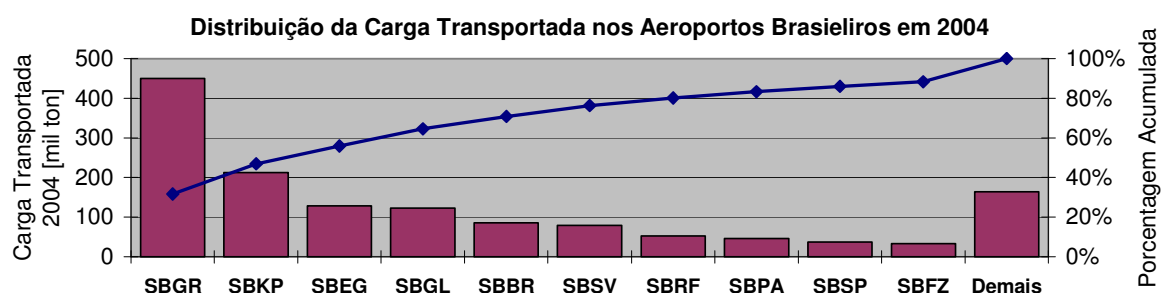


Figura 1: Principais aeroportos em movimentação de carga em 2004. Fonte: IAC (2006)

3. ANÁLISE MULTIVARIADA

Os métodos de análise multivariada abordados no presente trabalho possibilitam a avaliação do conjunto de características disponíveis para um grupo de indivíduos, levando em consideração as correlações existentes entre os mesmos. São eles: Análise por Agrupamento Hierárquico e Análise por Componentes Principais.

3.1. Análise por Agrupamento Hierárquico

A análise por agrupamento tem por finalidade reunir, com algum critério de classificação, as unidades amostrais – no presente trabalho, os aeroportos – em grupos de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. Utilizada também para avaliar o desempenho de empresas identificando grupos de acordo com sua estratégia. (Hair et al., 2006) Os resultados são representados por dendrogramas, gráficos com estrutura de árvore. Para aplicação, três etapas são necessárias: padronização dos dados, escolha do coeficiente de semelhança e da estratégia de agrupamento. (Hair et al., 2006 e Manly, 1994)

1) Padronização dos dados

Deve ser utilizada quando se tem variáveis com ordem de grandezas discrepantes, evitando que variáveis com valores numéricos mais altos tenham maior impacto no cálculo que as variáveis com valores numéricos mais baixos. (Hair et al., 2006) O pré-tratamento mais comumente empregado é a transformação Z, que transforma as medidas de cada variável de tal modo que o conjunto de dados tenha média zero e variância um. A finalidade deste procedimento é igualar a importância estatística de todas as variáveis utilizadas. (Costa et al., 2004) O valor padronizado na matriz de dados, para cada fixo é dado pela Equação (1):

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \quad (1)$$

em que i : aeroportos, tal que $i = 1, 2, \dots, n$;

j : fatores, tal que $j = 1, 2, \dots, p$;

x_{ij} : valor do j -ésimo fator para o i -ésimo aeroporto;

X_{np} : matriz de dados x_{ij} com p fator e n aeroporto;

2) Escolha do coeficiente de semelhança

Quantifica a semelhança de dois objetos através de medidas de similaridade ou de dissimilaridades. Como exemplo da primeira, o coeficiente de correlação, que indica maior similaridade dos objetos, quanto maior for o seu valor. E, a exemplo da segunda, distância, que indica maior similaridade dos objetos, quanto menor for o seu valor. (Ferraudo, 2005)

A análise de agrupamento hierárquico consiste no tratamento matemático de cada amostra como um ponto no espaço multidimensional descrito pelas variáveis escolhidas (Moita Neto e Moita, 1998). Quando uma determinada amostra é tomada como um ponto no espaço das variáveis, é possível calcular a distância deste ponto a todos os outros. (Manly, 1994) A idéia para o presente trabalho é que cada aeroporto esteja próximo aos aeroportos com características similares às suas e distantes dos que possuem características diferentes. Com as distâncias entre os pontos, constitui-se uma matriz que descreve a proximidade entre todas as amostras estudadas, trata-se da matriz fenética de semelhança (F). Baseada nesta matriz se constrói um diagrama de similaridade denominado dendrograma.

3) Escolha da estratégia de agrupamento.

Existem diversos procedimentos para se efetuar o agrupamento, ou aglomerar matematicamente os pontos no espaço multidimensional para formar os grupos. Cada um corresponde a um algoritmo específico para a criação do dendrograma a partir da matriz de proximidade. Os procedimentos hierárquicos fornecem todas as possibilidades de agrupamento possível para um conjunto de dados. Em contraposição, os procedimentos não hierárquicos fornecem uma única solução de agrupamento para um conjunto de dados. Nesta abordagem, predetermina-se uma distância máxima entre os indivíduos para que estes sejam enquadrados no mesmo grupo ou define-se de antemão a quantidade desejada de grupos a serem formados. (Hair et al., 2006)

Os métodos de agrupamento hierárquicos podem ser aglomerativos ou divisivos. Ambos baseiam-se nas informações sobre as distâncias entre os indivíduos. A diferença consiste na “direção” de formação dos grupos. No caso aglomerativo, os indivíduos inicialmente estão separados e vão sendo agrupados conforme a proximidade existente entre eles. No caso divisivo, os indivíduos compõem um único grupo no início do processo e são removidos, um a um, para a formação de um novo grupo de acordo com a distância média que apresenta dos demais indivíduos do grupo. (Manly, 1994) A distância entre os grupos pode ser definida de várias formas. (Ferraudo, 2005; Manly, 1994 e Hair et al., 2006)

- *Ligação simples* ou *Vizinho mais próximo*: a distância entre dois grupos é definida pela distância mínima, ou seja, a distância entre os elementos mais próximos dos dois grupos.
- *Ligação completa* ou *Vizinho mais distante*: a distância é definida pela distância máxima entre os grupos, ou seja, a distância entre os elementos mais distantes dos dois grupos.
- *Agrupamento médio aos pares não ponderado* ou *Média do grupo*: a distância é definida pela média das distâncias entre todos os pares de indivíduos de um grupo com o outro.

As dificuldades matemáticas envolvidas nestes cálculos, hoje são removidas pelos pacotes estatísticos de grande amplitude e facilidade de uso, como é o caso do *software SAS System*. Manly (1994) alerta para a existência de vários métodos de agrupamento, alguns deles já abordados nesta seção, que não necessariamente conduzem ao mesmo resultado para um mesmo conjunto de dados.

3.2. Análise por Componentes Principais

A técnica de análise por componentes principais tem o objetivo de facilitar a interpretação das variáveis de um conjunto amostral. Para tal, reduz o espaço de variáveis criando eixos ortogonais, que são combinação linear das variáveis principais, denominados de componentes principais. (Scarpel, 2006 e Manly, 1994) Desta forma, a explicação da variação dos dados dá-se de forma mais concisa, o que caracteriza uma vantagem ao permitir a visualização em forma gráfica bi ou tridimensional e uma desvantagem ao possibilitar a perda de parte das informações que descrevem a diferença entre os objetos de estudo.

Os componentes principais são novas variáveis geradas através de uma transformação matemática realizada sobre as variáveis originais. A transformação de coordenadas é um processo trivial quando feito usando matrizes. Esta operação matemática está disponível em diversos *softwares* estatísticos especializados. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, ou seja, cada variável terá uma importância ou peso diferente na composição do componente. (Manly, 1994)

Uma característica importante da análise por meio de componentes principais é decorrente do processo matemático-estatístico de geração de cada componente que maximiza a informação estatística para cada uma das coordenadas que estão sendo criadas. As variáveis originais têm a mesma importância estatística, enquanto que os componentes principais têm importância estatística decrescente. (Manly, 1994) Com isso, alguns poucos componentes são responsáveis por grande parte da explicação total enquanto os demais são dispensáveis. (Pontes, 2005)

Manly (1994) descreve as seguintes etapas para aplicação da metodologia:

- 1) Padronizar as variáveis, já abordado na seção anterior.
- 2) Definir a matriz de correlação C através do cálculo das correlações $c_{kj}(x_k, x_j)$ existentes entre as variáveis x_k e x_j , no caso os fatores, a partir das equações a seguir.

$$c_{kj}(x_k, x_j) = \frac{Cov(x_k, x_j)}{S_{xk} \cdot S_{xj}} \quad (2)$$

$$Cov(x_k, x_j) = \frac{\sum (x_k - \bar{x}_k) \cdot (x_j - \bar{x}_j)}{n - 1} \quad (3)$$

$$S_{xk} = \sqrt{\frac{\sum (x_k - \bar{x}_k)^2}{n - 1}} \quad (4)$$

em que: $Cov(x_k, x_j)$: covariância entre as variáveis x_k e x_j ;

S_{xk} : desvio padrão da variável x_k ;

k, j : variáveis, tal que $k = 1, 2, \dots, p$ e $j = 1, 2, \dots, p$;

x_k : valor da k -ésima variável para cada objeto;

\bar{x}_k : média dos valores da k -ésima variável para os n objetos.

Os valores c_{kj} são então reunidos na matriz de correlação C .

- 3) Calcular os autovalores λ por meio da equação matricial:

$$|C - \lambda \cdot I| = 0 \quad (5)$$

em que: I : matriz identidade.

Os autovalores são as p soluções do polinômio gerado com a equação acima. Sodré (2004) define autovalor e autovetor como um escalar e um vetor não nulo, respectivamente, resultantes de uma transformação linear da matriz originária.

- 4) Calcular os autovetores X substituindo os autovalores obtidos na Equação (6).

$$C \cdot X = \lambda \cdot X \rightarrow (C - \lambda \cdot I) \cdot X = 0 \quad (6)$$

Os autovetores, quando normalizados, correspondem aos componentes principais. O maior autovalor gera o componente principal responsável pela explicação da maior parte do comportamento das variáveis originais.

4. FATORES DE DESEMPENHO

Diante do vasto número de fatores encontrados na literatura e das características do transporte de carga aérea no Brasil, houve a necessidade de efetuar uma seleção. Todos os fatores foram exaustivamente discutidos com especialistas da área a fim de se garantir que fossem selecionados apenas os que auxiliassem a análise pretendida. A Figura 2 exibe tais fatores, as unidades em que serão medidos e as siglas adotadas para a análise dos dados.

Aspecto geral	Fatores Selecionados	Unidades	Siglas
Infra-estrutura	Posições no pátio de aeronaves	posições	POSPAT
	Área do pátio de aeronaves	m ²	AANV
	Área do terminal de carga exportação	m ²	ATCEXP
	Área do terminal de carga importação	m ²	ATCIMP
	Área do terminal de carga fria	m ²	ATCFRI
	Área do terminal de carga seca	m ²	ATCSEC
	Comprimento básico da maior pista	m	PISTA
Operação	Automatização do armazenamento	posições	POSARM
	Frequência de voo das companhias aéreas	mov/dia	CIAFREQ
	Movimento anual de aeronaves	mov/ano	MOVANV
	Companhias aéreas presentes	cias	CIA
	Agentes de carga presentes	agentes	AGENTE
	Docas no terminal de cargas	docas	DOCA
Localização	Acessibilidade aos mercados (quantidade de rodovias distante em até 50km)	rodovias	RODOVIA
	Proximidade do centro gerador de demanda (distância ao centro da cidade)	km	PROXCGD
	Potencial do mercado local	R\$	PIB
Receita	Faturamento do aeroporto relativo a carga	%	FATCARG
Demanda	Volume anual de carga	ton/ano	VOLCARG

Figura 2: Fatores para comparação de aeroportos brasileiros.

Seguem as informações, embora parcialmente, coletadas para os aeroportos obtidas por meio de consultas à Infraero em seu *website*, contato telefônico e visitas presenciais.

Tabela 1: Coleta de dados dos fatores dos aeroportos brasileiros.

	POSPAT	AANV	ATCEXP	ATCIMP	ATCFRI	PISTA	POSARM	MOVANV	CIA	RODOVIA	PROXCGD	PIB	VOLCARG
SBGR	66	468110	22887	41865	3400	2671	9800	149497	36	2	42	146855	449531
SBKP	8	145800	13760	53698	2700	2372	10000	24584	9	3	71	13005	212594
SBEG	15	18576	1800	7500	164	2217	8000	31273	7	2	111	23294	128483
SBGL	53	712895	10800	31000	769	3469	6000	77530	18	2	77	67603	123003
SBBR	26	57113	400	5445	0	2206	0	129979	7	1	125	37752	86174
SBSV	24	211000	888	2540	129	2057		81365	10	3	55	11967	79693
SBRF	26	139616	272	965	643	2630		56551	7	3	125	12747	52627
SBPA	42	137680	2469	3361	0	1980	680	57740	10	1	100	14655	46694
SBSP	25	77321	0	0	0	1406	0	217782	6	1	200	146855	37548
SBFZ	14	152857	600	900	0	2178		39618	8	1	200	12884	33398

Fonte: IAC (2006), Infraero (2006), IBGE (2006), AIP (2007) e DNIT (2007)

5. APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE ANÁLISE MULTIVARIADA

5.1. Análise por Agrupamento Hierárquico

Com este método, pretende-se reunir os aeroportos em grupos homogêneos, possibilitando o entendimento da atual situação da infra-estrutura de carga aérea no Brasil. A padronização dos dados faz-se necessária devido à grande diferença de escala entre os parâmetros analisados. Para quantificar a dissimilaridade dos aeroportos escolheu-se como medida a distância euclidiana, pois corresponde ao sentido trivial de distância geométrica no plano. Optou-se por utilizar o Método de Agrupamento Médio aos Pares que calcula a distância entre os grupos por meio da média das distâncias entre todos os pares de valores de um grupo com o outro. Com isso pretende-se evitar que os valores referentes a aeroportos muito próximos ou muito distantes influenciem erroneamente a análise dos resultados.

A interpretação do dendrograma de similaridade fundamentou-se na intuição: duas amostras próximas devem ter também valores semelhantes para as variáveis medidas. Portanto, quanto maior a proximidade entre as medidas relativas às amostras, maior a similaridade entre elas. O dendrograma hierarquiza esta similaridade de modo que se possa ter uma visão bidimensional da similaridade ou dissimilaridade de todo o conjunto de amostras utilizado no estudo. O dendrograma obtido por meio do *software* SAS é apresentado na Figura 3 a seguir.

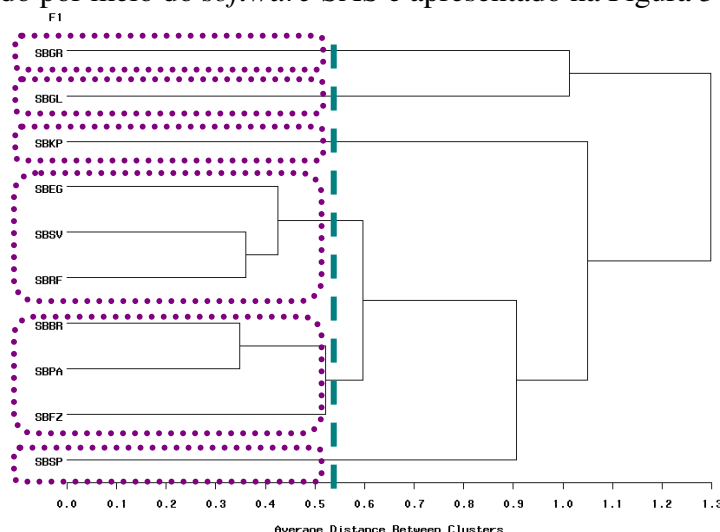


Figura 3: Dendrograma resultante da análise de agrupamento.

“Uma vez construído o dendrograma, nós estamos livres para decidir quantos grupos formar” (Manly, 1994, pág. 135) Formam-se seis grupos ao definir em 0,55 a distância euclidiana média entre grupos. Dentre os grupos, quatro são grupos unitários, ou seja, é composto por apenas um aeroporto.

Para facilitar a posterior discussão a respeito dos resultados obtidos, os grupos serão aqui classificados de acordo com a ordem apresentada no dendrograma da Figura 3 acima. Desta forma, o Aeroporto Internacional de São Paulo/ Guarulhos compõe o Grupo 1; o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/ Galeão o Grupo 2; o Aeroporto de Internacional de Viracopos o Grupo 3; os Aeroportos Internacionais de Manaus, Salvador e Recife o Grupo 4; os Aeroportos Internacionais de Brasília, Porto Alegre e Pinto Martins o Grupo 5 e o Aeroporto de Internacional de Congonhas o Grupo 6.

Ao aplicar a Análise de Componentes Principais à base de dados atual, pretende-se reduzir o espaço do conjunto amostral de 13 (quantidade de fatores) para 2 (componentes principais com grande poder de explicação). Desta forma a análise poderá ser realizada mais facilmente. Os resultados obtidos pelo *software* SAS são apresentados a seguir.



6. ANÁLISE CRÍTICA

Segundo Hair *et al.* (2006), “A análise de agrupamento é muito mais uma arte que uma ciência”. O resultado atingido nesta pesquisa poderia sofrer alterações em casos de inclusão ou exclusão de indicadores ou até mesmo nas hipóteses admitidas no processamento dos dados. Entretanto, o empenho dos autores no estudo do tema e a colaboração dos professores da Área de Transporte Aéreo do Departamento de Infra-Estrutura Aeronáutica - ITA na condução da pesquisa nos levam a crer que as escolhas feitas foram as que melhor representam a realidade dos aeroportos. A comparação dos aeroportos será exibida adiante nas Figuras de 5 a 8, com os valores médios dos fatores para os grupos.



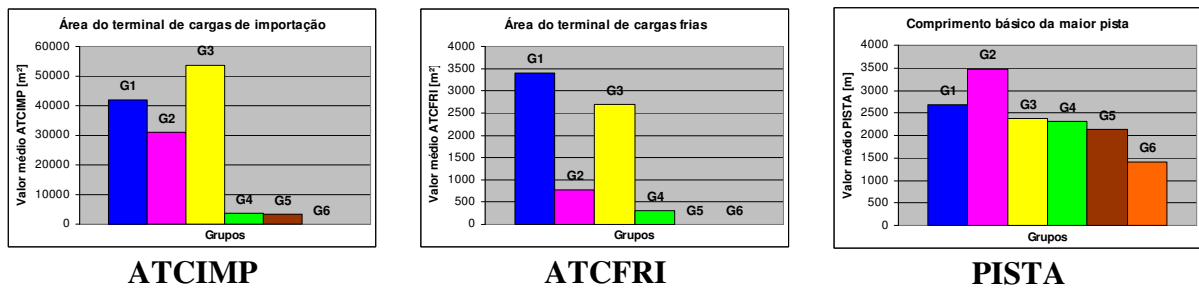


Figura 5: Valores médios dos fatores relacionados à infra-estrutura aeroportuária dos grupos.

Em relação à infra-estrutura, destacam-se os três primeiros grupos. O grupo G1, Aeroporto Internacional de São Paulo, lidera os indicadores relacionados à infra-estrutura de armazenamento para exportação: ATCEXP, ATCFRI e apresenta altos valores para os demais. O grupo G2, Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, apresenta os maiores valores para os fatores relacionados à infra-estrutura do lado ar do aeroporto: POSPAT, AANV e PISTA e valores intermediários em relação à infra-estrutura de armazenamento de cargas. O grupo G3, Aeroporto Internacional de Viracopos, apresenta valores elevados para os indicadores relacionados à infra-estrutura de armazenamento de cargas e de pista, porém apresenta valores baixos para os indicadores relacionados ao pátio de aeronaves.

O grupo G4, composto pelos Aeroportos Internacionais Eduardo Gomes, Salvador e Recife, apresenta valores muito baixos para os indicadores desta seção, com exceção do comprimento básico de pista de tamanho intermediário. O grupo G5, composto pelos Aeroportos Internacionais de Brasília, Porto Alegre e Pinto Martins, apresenta valores muito baixos para os indicadores desta seção, com exceção do comprimento básico de pista de tamanho intermediário e da ausência de refrigeração de cargas. Por fim, o grupo G6, Aeroporto Internacional de Congonhas, apresenta valores baixos para a infra-estrutura do lado aéreo e ausência de infra-estrutura de armazenamento de cargas.

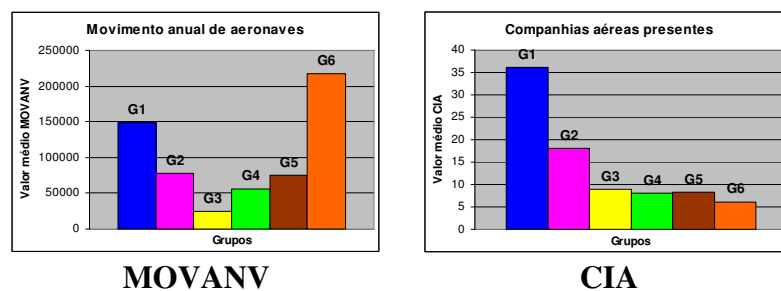


Figura 6: Valores médios dos fatores relacionados à operação aeroportuária para os grupos.

Em relação à operação, destacam-se os grupos G1 e G6. O grupo G1 (SBGR) lidera os demais na elevada quantidade de companhias aéreas presentes no aeroporto e realiza grande movimentação de aeronaves. O grupo G6 (SBSP) lidera o movimento de aeronaves, porém possui pequena quantidade de companhias aéreas. O grupo G2 (SBGL) possui altos valores para esses indicadores. O grupo G3 (SBKP) é caracterizado pelo de menor movimento de aeronaves e possui quantidade intermediária de companhias aéreas. O grupo G4 (SBEG, SBSV e SBRF) possui valores intermediários para os indicadores relacionados à operação. O grupo G5 (SBBR, SBPA e SBFZ) possui grande movimento de aeronaves e quantidade intermediária de companhias aéreas.

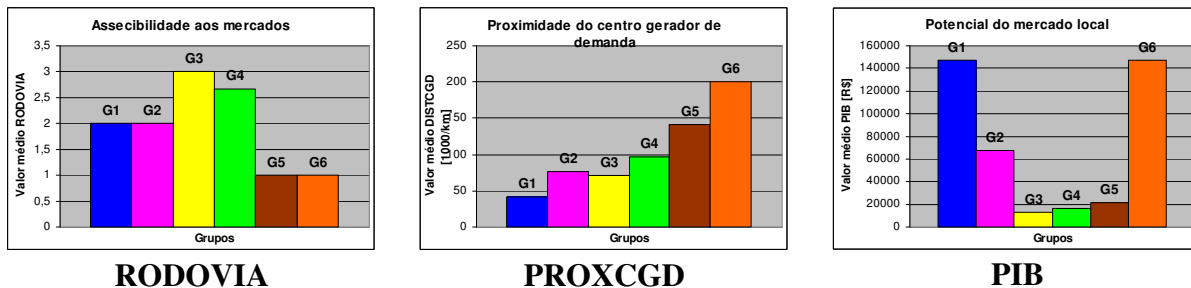


Figura 7: Valores médios dos fatores relacionados à localização do aeroporto para os grupos.

Em relação à localização, destaca-se o grupo G6 (SBSP) por ser próximo ao centro gerador de demanda e por atender uma região com elevado potencial de mercado. O grupo G1 (SBGR) possui elevado PIB e considerável acessibilidade, porém não é próximo do centro gerador de demanda. O grupo G2 (SBGL) possui altos valores para esses indicadores, com exceção à proximidade do centro gerador de demanda. O grupo G3 (SBKP) é caracterizado pela grande acessibilidade, bem como o grupo G4 (SBEG, SBSV e SBRF). O grupo G5 (SBBR, SBPA e SBFZ) é caracterizado por sua proximidade em relação ao centro gerador de demanda.

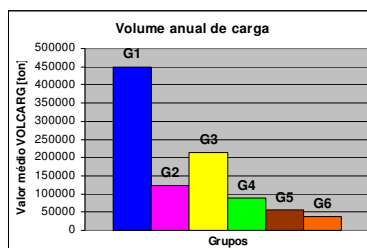


Figura 8: Valores médios do volume anual de carga (demanda) para os grupos.

Em relação à demanda, destaca-se o grupo G1 (SBGR) seguido, em ordem decrescente por G3 (SBKP), G2 (SBGL), G4 (SBEG, SBSV e SBRF), G5 (SBBR, SBPA e SBFZ) e G6 (SBSP).

Do resultado gráfico obtido com a análise de componentes principais – exibida anteriormente na Figura 4 – observa-se nitidamente que três aeroportos destacam-se entre os demais – SBGR, SBGL e SBKP – devido aos elevados valores nos quesitos analisados. No entanto, os três aeroportos supracitados não compõem um único grupo, como pode ser visto no resultado gráfico da análise de agrupamento, devido às diferenças de suas grandiosidades. Em parte, este resultado já era esperado, pois trata de três grandes aeroportos da rede Infraero que são motivados a manter sua vocação cargueira.

Os outros três grupos – G4, G5 e G6 – apresentam pouca diferença em relação ao componente principal 1, eixo vertical. Basicamente, a distância entre eles é definida pelo componente principal 2, eixo horizontal. Em outras palavras, Congonhas possui elevados valores de MOVANV, PIB e PROXCGD enquanto Eduardo Gomes, Salvador e Recife apresentam valores consideráveis para RODOVIA, POARM e PISTA.

7. COMPARATIVO INTERNACIONAL

A obtenção de dados de terminais de cargas em aeroportos, tal como foi apresentada nas seções anteriores, é uma tarefa complexa para aeroportos localizados fora do Brasil. Não obstante, desenvolveu-se uma base de dados (Tabela 2) que apresenta os indicadores de

movimento de carga dividido pela área total do terminal de cargas. O indicador movimento de cargas é o principal fator para a geração de receitas aeroportuárias. Similarmente, a área do terminal de cargas é o principal fator gerador de custos aeroportuários, diretos e indiretos (energia elétrica, manutenção, seguro, etc). Os dados foram coletados para o período de 2004 a 2006. Apesar de haverem anos distintos na análise, todos os dados de um aeroporto são de apenas um ano específico. Há dados de aeroportos do Brasil, Canadá, Argentina, Estados Unidos, Japão, Cingapura, Alemanha e Servia. Desta forma, há 4 continentes representados na amostra: América do Sul, América do Norte, Europa e Ásia.

Tabela 2: Coleta de dados de fatores de aeroportos brasileiros e no exterior

Aeroporto	(A) Área Term. Carga [m ²]	(B) Vol. Carga [ton]	(B/A) [ton/m ²]	Ano de Análise
São Paulo / Guarulhos	64.752	419.848	6,48	2006
Rio de Janeiro / Galeão	41.800	78.139	1,87	2006
Campinas / Viracopos	67.458	178.797	2,65	2006
Manaus / Eduardo Gomes	9.300	147.241	15,83	2006
Calgary	54.812	116.000	2,12	2004
Vancouver	96.200	223.071	2,32	2006
Toronto	84.575	288.000	3,41	2004
Montreal	135.000	242.193	1,79	2004
Buenos Aires / Aeroparque	10.000	13.471	1,35	2006
Buenos Aires / Ezeiza	203.827	185.575	0,91	2006
Tampa	22.300	120.317	5,40	2006
Tóquio / Narita	815.580	2.235.548	2,74	2006
Nagoya / Central Japão	260.000	279.751	1,08	2006
Changi	510.000	1.910.000	3,75	2006
Munich	66.500	224.400	3,37	2006
Berlin / Schoenefeld	3.850	8.547	2,22	2006
Berlin / Tegel	11.428	27.935	2,44	2006
Belgrado / Nikola Tesla	7.300	10.299	1,41	2006

Fonte: Administrações Aeroportuárias

Observa-se que os aeroportos de Manaus e Guarulhos estão entre os mais produtivos da amostra, com índices de 15,83 e 6,48 ton/m², respectivamente. Isto indica que estes dois aeroportos estão aproveitando bem o uso de seus recursos (área de terminal de cargas) para obtenção de seus produtos (movimento de cargas, que gera receitas). O aeroporto do Rio de Janeiro, com um índice de 1,87 ton/m² é o menos produtivo da lista de quatro aeroportos Brasileiros; todavia, assim como Viracopos, apresenta-se dentro da ordem de grandeza dos índices de outros aeroportos do exterior. Para maior compreensão dessas produtividades, é necessária uma análise mais aprofundada do movimento operacional de cargas, incluindo: nível de unitização dos volumes, número de funcionários, grau de automação, concentração temporal do movimento, etc. Particularmente para Viracopos, Tozi e Correia (2007) apresentaram um estudo detalhado por uso da simulação computacional.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado possibilitou uma análise da situação dos principais aeroportos brasileiros, no que se refere ao movimento de cargas. Procurou-se incluir no escopo do

trabalho essencialmente a diversidade de fatores que podem influenciar o desempenho do aeroporto nesta atividade. Foi possível efetuar interpretações consideráveis sobre o grupo de aeroportos analisados, ainda que alguns fatores não tenham sido incluídos. Em termos internacionais, a análise foi mais limitada, mas útil para entender o posicionamento dos aeroportos Brasileiros com seus pares internacionais. Pesquisa futura seria interessante para identificar oportunidades de melhoria de produtividade em aeroportos Brasileiros. Nesta linha encontram-se os terminais de Viracopos e Galeão.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP e à CAPES pelo suporte oferecido na condução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballou, R. H. (2006) *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. Ed. Bookman, Porto Alegre.
- Costa, A. F. B., Epprech, E. e Carpinetti, L. C. (2004) *Controle Estatístico da Qualidade*. Ed. Atlas, São Paulo, 336 p.
- DNIT (2007) *Mapas rodoviários dos estados brasileiros*. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/menu>>. Acesso em 04 abril 2007.
- Ferraud, A. S. (2005) *Técnicas de Análise Multivariada*. 1ª Edição.
- GEIPOT (2006). *Quantidade Transportada em Ton-Km por Modo de Transporte 96-00*. Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes. Disponível em: <www.geipot.gov.br>. Acesso em 21 maio 2006.
- Hair, J. F.; Black, W. C.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; (2006) *Multivariate Data Analysis*. 6ª Edição, Prentice Hall, New Jersey.
- IAC (2006). *Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros*. Instituto de Aviação Civil, Ministério da Aeronáutica. Documento Preliminar.
- IBGE (2006) *Produto Interno Bruto dos Municípios 1999-2002*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias>>. Acesso em 12 jun 2006.
- Infraero (2006). *Relatório Anual 2005*. Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeronáutica. Disponível em <<http://www.infraero.com.br>>. Acesso em: 21 maio 2006.
- Keedi, S. (2001). *Logística de Transporte Internacional: Veículo Prático de Competitividade*. Aduaneiras, São Paulo.
- Lima, M. G.; Felipe, D. S.; Nogueira, R. Q. e Correia, A. R. (2006) *Aspectos de Desempenho Competitivo: Um estudo exploratório com os atores do modal de carga aérea brasileiro*. V SITRAER, Brasília.
- Lima JR., O. F. (2001) *Análise e Avaliação do Desempenho dos Serviços de Transporte de Carga*. In: Caixeta-Filho, J.V. e Martins, R.S. (eds.) *Gestão Logística do Transporte de Cargas*. Ed. Atlas, São Paulo.
- Manly, B. F. J. (1994) *Multivariate Statistical Methods: A primer*. 2ª Edição, Chapman & Hall, London
- Moita Neto, J. M.; Moita, G. C. (1998) *Uma Introdução à Análise Exploratória de Dados Multivariados*. Química Nova, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 467-469.
- Pontes, S. H. N. (2005) *Uma Análise dos Tempos de Escala das Aeronaves em Pátios de Estacionamento de Aeroportos*. Trabalho de Graduação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil.
- Scarpel, R. A. (2006) *Análise de Componentes Principais*. Apresentações de Aula sobre Análise Multivariada. Documento Interno, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil.
- Sodré, U. (2004) *Matemática Essencial: Álgebra linear*. Departamento de Matemática, Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <<http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/superior/algebra/autoval/autoval.htm>> Atualizado em 14 outubro 2004. Acesso em 12 abril 2007.
- Tozi, L. A.; Correia, A. R. . Aplicação do Ferramental de Simulação por Evento Discreto na Prospecção de um Terminal de Carga Aérea Internacional. In: *Primer Congreso de la Red Iberoamericana de Investigación en Transporte Aéreo*, Buenos Aires. *Actas del Primer Congreso de la Red Iberoamericana de Investigación en Transporte Aéreo*, v. 1., p. 154-166, 2007.