

EFICIÊNCIA E DESEMPENHO DO TRANSPORTE AÉREO REGIONAL BRASILEIRO

Antônio Henriques de Araújo Júnior

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA
Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica –
São José dos Campos, SP- CEP: 12228-900
anhenriques2001@yahoo.com.br

José Virgílio Guedes de Avellar

Instituto de Estudos Avançados – IEAv
Rodovia dos Tamoios km 5,5 – Putim
CEP: 12228-001 – São José dos Campos – SP
avellar@ieav.cta.br

Fernando Augusto Silva Marins

Faculdade de Engenharia – Campus de Guaratinguetá
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Av Dr Ariberto Pereira da Cunha, 333
CEP: 12516-410 – Guaratinguetá - SP
fmarins@feg.unesp.br

Armando Zeferino Milioni

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA
Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica –
São José dos Campos, SP- CEP: 12228-900
milioni@ita.br

Resumo

Este trabalho foca a eficiência das principais empresas aéreas regionais brasileiras e seus principais fatores de produção: mão-de-obra, capital e energia (combustível) e, também, os processos diretamente gerenciáveis por estas empresas utilizando o método da Análise de Envoltória de Dados (DEA). A eficiência operacional é avaliada, bem como suas variáveis explicativas, no período pós-desregulamentação.

Palavras-chave: Eficiência, eficiência do transporte aéreo, análise envoltória de dados (DEA).

Abstract

The paper focuses on the efficiency and productivity of the main Brazilian regional airlines and its main production factors: labor, capital, energy (fuel) and also in the processes directly managed by the airlines using Data Envelopment Analysis (DEA). It measures the operational efficiency and its explanatory variables during the post-deregulation period.

Keywords: Efficiency, air transport efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA).

1. INTRODUÇÃO

Até recentemente o serviço regular de transporte aéreo de passageiros era fortemente regulamentado na maioria dos países, tanto em rotas domésticas quanto em rotas internacionais.

Há consenso entre os especialistas do transporte aéreo que regulamentações restritivas têm conduzido a perdas significativas de eficiência econômica e, em decorrência, têm privado grandes parcelas da população do acesso ao transporte aéreo.

Governos de diferentes países, entre eles o Brasil, reconhecendo estas limitações, iniciaram um processo de desregulamentação na última década visando uma melhoria na eficiência do transporte aéreo e redução dos preços pelo aumento da competição entre as empresas.

No transporte aéreo brasileiro, outros fatores, decorrentes da desregulamentação do setor, têm contribuído para a busca de eficiência e da produtividade: o aumento dos principais fatores de custo, reduzindo a rentabilidade das empresas aéreas; o seu crescente endividamento, afetando a situação de caixa das empresas; o acirramento da concorrência no mercado doméstico e internacional que, com a abertura a empresas estrangeiras, forçaram as companhias aéreas brasileiras a aumentarem sua eficiência operacional e gerencial, como forma de garantir sua sobrevivência.

O mercado doméstico brasileiro de transporte aéreo é o maior mercado latino-americano. As empresas aéreas brasileiras, de acordo com a ATAG - Air Transportation Action Group -, mantém uma participação de 4,6% nos mercados internacionais das Américas, transportando anualmente 7,2 milhões de passageiros, esperando-se uma ampliação deste volume para 20 milhões em 2015.

A indústria brasileira de transporte aéreo é responsável por 3% do PIB com impacto direto de US\$ 6,7 bilhões e impacto indireto de US\$ 18 bilhões, gerando cerca de 35.000 empregos diretos em 2003. A participação da indústria do transporte aéreo na economia brasileira passou de 0,7% para 2,7% entre o início dos anos setenta e 2002. A taxa de crescimento anual entre 1997 e 2001 foi de 6,5%.

O presente estudo de caso visa verificar o desempenho das principais empresas regionais de aviação ao longo do período compreendido entre os anos de 2001 a 2004. A metodologia escolhida (COOPER *et al.*, 2000) para a análise das eficiências destas companhias e para o estabelecimento de *benchmarking* para as empresas não eficientes foi a Análise Envoltória de dados (DEA - *Data Envelopment Analysis*).

O artigo está assim organizado como se segue. Na Seção 2 é feita revisão da literatura concernente aos trabalhos e métodos de cálculo da eficiência do transporte aéreo. Na Seção 3, são abordadas as principais características e conceitos da metodologia DEA. Na Seção 4, é abordada a aplicação da metodologia DEA em empresas brasileiras regionais de transporte aéreo, sendo discutidos os resultados da simulação matemática e, finalmente na Seção 5, são mostradas as conclusões do trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para MORRISON & WATSON (1999), apesar dos benefícios, as reformas econômicas na aviação civil falharam quanto ao total aproveitamento do potencial e da eficiência do transporte aéreo. A eficiência e os ganhos tarifários ficaram concentrados em rotas onde ocorreu uma efetiva competição e onde houve uma otimização das redes sem interferência de obstáculos operacionais, como congestionamento de aeroportos e dominância dos “Hubs” pelas empresas concessionárias.

Na Europa, os benefícios do mercado comum de aviação não atendeu às expectativas, devido às barreiras a entradas e saídas de novos concorrentes, como relatado em EUROPEAN COMMISSION (1999), à reorganização das empresas concessionárias em MARIN (1995), e à otimização da rede intra-países, como mencionado por LAPAUTRE (2000).

Estudos focados nos efeitos dos acordos aéreos bilaterais mostraram que os benefícios para os consumidores são maximizados apenas com a entrada de efetivos competidores no mercado de

acordo com CAVES & HIGGINS (1993), e GILLEN *et al.* (1998).

SCHEFCZYK (1993) apresentou um modelo de mensuração do desempenho operacional de empresas aéreas utilizando informações (*inputs*) como tonelada-quilômetros, custos operacionais e ativos não operacionais. As saídas (*outputs*) utilizadas para este modelo foram passageiro-quilômetros pagos e receitas operacionais, sendo utilizada a metodologia DEA – *Data Envelopment Analysis* - para analisar o desempenho das 15 maiores empresas aéreas internacionais no ano de 1990. A Cathay Pacific, Federal Express, Singapore Airlines e a UAL Corporation foram apontadas no estudo como as mais eficientes, com uma pontuação de 100%. As quatro empresas européias amostradas, British Airways, Iberia, KLM e Lufthansa foram consideradas ineficientes, com pontuação abaixo de 100%.

DISTEXHE & PERELMAN (1994) objetivaram, no seu estudo, avaliar as conseqüências da desregulamentação mensurando a eficiência e a produtividade de empresas aéreas no período compreendido entre 1977 e 1988. A amostra foi composta de 33 empresas operando em 3 grupos de mercado: Ásia e Oceania, Europa e América do Norte.

Foram construídas, neste estudo com a metodologia DEA, diversas fronteiras de produção para estas empresas, e utilizada a abordagem de FÄRE (2001) para estimar o índice de produtividade de Malmquist, decompondo este índice em progresso técnico e ganhos de eficiência. Os insumos utilizados foram mão-de-obra e capital. A mão-de-obra foi mensurada em termos de número de funcionários e o capital em termos de aeronaves operadas, ponderadas pelo número de dias de operação. As variáveis de produção utilizadas foram tonelada-quilômetros disponíveis para carga e passageiros transportados.

Os resultados demonstraram que os níveis de eficiência técnica nos anos 80 foram superiores aos níveis de eficiência dos anos 70. O estudo mostrou, também, que as empresas aéreas européias, em média, foram menos eficientes que as outras empresas amostradas. Entre as operadoras européias, Lufthansa, KLM e Air France registraram a maior pontuação de eficiência, enquanto, que British Airways, Alitalia e Swissair não conseguiram atingir mais do que 80% do nível de eficiência. Os resultados obtidos com a mensuração da produtividade pelo método DEA foram similares aos obtidos com o índice de Malmquist. Lufthansa, Finnair e Air France obtiveram os melhores resultados, juntamente com Japan Airlines, Singapore Airlines, American e TWA.

As empresas norte-americanas e européias obtiveram baixa pontuação, entre 1980 e 1982, devido ao impacto da segunda crise do petróleo (1979). As empresas dos grupos Ásia e Oceania obtiveram a melhor pontuação em todos os períodos devido à habilidade de auferir ganhos no processo tecnológico.

GOOD *et al.* (1995) analisaram a eficiência e os diferenciais de produtividade entre empresas européias e americanas entre 1976 e 1986. Os autores utilizaram duas metodologias alternativas – uma paramétrica, utilizando estimação estatística, e uma não paramétrica utilizando Problemas de Programação Linear (PPL's). As empresas foram classificadas por diferenças específicas de produtividade e eficiência ao longo do tempo.

FETHI *et al.* (1999) aplicaram a metodologia DEA para detectar e modelar a eficiência e seus determinantes com propósitos de formulação de políticas regulatórias do transporte aéreo na Europa. A análise foi baseada numa amostragem de 17 empresas européias, no período compreendido entre 1991 e 1995. O estudo foca o período inicial das reformas liberalizantes do setor aéreo europeu, mostrando e discutindo os resultados entre empresas e as variáveis explicativas deste desempenho.

OUM & YU (2001) produziram um trabalho abrangente do ponto de vista empírico e conceitual, avaliando o desempenho e a produtividade das maiores empresas canadenses em comparação com as oito maiores empresas americanas. Foram utilizados indicadores de desempenho, como taxa média de ocupação de aeronaves (*average load factor*) e percurso médio (*medium stage length*). Neste estudo foi avaliado, também, o desempenho econômico e financeiro destas empresas.

E, por fim, SOARES DE MELLO *et al.* (2003) compararam o transporte aéreo de passageiros

no anos de 1998, 1999 e 2000, sendo cada companhia considerada como uma unidade diferente em cada um dos três anos. A ferramenta utilizada, também foi a Análise Envoltória de Dados (DEA).

3. A METODOLOGIA DEA

O método DEA é uma ferramenta da estatística não-paramétrica que tem como principal objetivo medir a eficiência relativa de diferentes entidades de um gênero comum e estabelecer metas de eficiência (com base na identificação de *benchmarks*) para as entidades consideradas aquém da fronteira de eficiência. Este método usa, para tal, a comparação dos diversos *inputs* e *outputs* dos processos realizados nas entidades avaliadas, denominadas *Decision Making Units (DMU's)*.

COOPER *et al.* (2000) definem DEA como sendo uma ferramenta que tem como um de seus objetivos calcular a eficiência de unidades produtivas, *DMU's*, conhecendo-se os níveis de recursos utilizados e de resultados obtidos. Em sua formulação, usa PPL's que otimizam cada observação individual de modo a estimar uma fronteira eficiente (linear por partes), composta das unidades que apresentam as melhores práticas dentro da amostra em avaliação (unidades Pareto-Koopmans eficientes). Essas unidades servem como referência ou *benchmark* para as unidades ineficientes.

A eficiência relativa de uma *DMU* é definida como a razão da soma ponderada de produtos pela soma ponderada de insumos necessários para gerá-los. Os pesos usados nas ponderações são obtidos de um Problema de Programação Fracionária, posteriormente linearizado, que atribui a cada *DMU* os pesos que maximizam a sua eficiência.

A vantagem do método DEA frente a outros modelos de produção é a capacidade de incorporar múltiplos *inputs* (entradas, recursos, insumos ou fatores de produção) e múltiplos *outputs* (saídas ou produtos) para o cálculo de uma medida de eficiência única. Em princípio, a formulação de DEA permite total flexibilidade na escolha dos pesos; modelos mais avançados permitem incorporar restrições aos pesos de acordo com ALLEN *et al.* (1997), provenientes dos julgamentos dos especialistas a respeito da importância relativa de cada variável.

Há dois modelos DEA clássicos: (i) O modelo CCR (também conhecido por *CRS* ou *Constant Returns to Scale*) trabalha com retornos constantes de escala como proposto por CHARNES *et al.* (1978), assumindo proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*; (ii) o modelo BCC ou *VRS (Variable Returns to Scale)*, devido a BANKER *et al.* (1984), que considera retornos variáveis de escala, ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade. Tradicionalmente, são possíveis duas orientações radiais para esses modelos na busca da fronteira de eficiência: orientação a *inputs*, quando se deseja minimizar os recursos disponíveis, sem alteração do nível de produção; orientação a *outputs*, quando o objetivo é aumentar as quantidades produzidas, sem mexer nas quantidades dos recursos usados.

Existem duas formulações equivalentes para o método DEA (*PPL's duais*). De forma simplificada, pode-se dizer que uma das formulações (Modelo dos Multiplicadores) trabalha com a razão de somas ponderadas de produtos e recursos, com a ponderação escolhida de forma mais favorável a cada *DMU*, respeitando-se determinadas condições. A outra formulação (*Modelo do Envelope*), define uma região viável de produção e trabalha com uma projeção de cada *DMU* na fronteira dessa região; as *DMU's* ineficientes, localizam-se abaixo da fronteira de eficiência e as eficientes na fronteira.

Em (1) e em (2) apresentam-se, respectivamente, o modelo DEA/CCR dos Multiplicadores e o do Envelope, com orientação a *outputs*. Considera-se que cada *DMU* k , $k=1\dots n$, é uma unidade de produção que utiliza r *inputs* x_{ik} , $i=1\dots r$, para produzir s *outputs* y_{jk} , $j=1\dots s$; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* e *outputs* da *DMU* o . Em (1), v_i e u_j são os pesos calculados pelo modelo para *inputs* e *outputs*, respectivamente.

$$\begin{aligned}
& \text{Min } \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \\
& \text{sujeito a} \\
& \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} = 1 \\
& - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} \leq 0, \forall k \\
& u_j, v_i \geq 0, \forall j, i
\end{aligned} \tag{1}$$

Em (2), a eficiência da *DMU o* em análise é dada por $1/h_o$ e λ_k representa a contribuição da *DMU k* na formação do alvo da *DMU o*.

$$\begin{aligned}
& \text{Max } h_o \\
& \text{sujeito a} \\
& x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
& - h_o y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
& \lambda_k \geq 0, \forall k
\end{aligned} \tag{2}$$

Aqui, o trabalho foi baseado em pesquisa empírica com modelagem matemática, que utilizou o método DEA para calcular a eficiência relativa das 5 maiores empresas regionais amostradas, entre anos de 2001 a 2004 (Rio Sul, Ocean Air, Nordeste, Total e Pantanal). Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar a correlação entre eficiência e taxa de ocupação de passageiros e carga, e entre eficiência e alguns indicadores de produtividade.

Foram escolhidas como variáveis para *inputs*: número de funcionários (mão-de-obra), assentos instalados (capital) e quantidade de combustível (energia) e como variável de *output*: assentos-quilômetros utilizados.

Os dados foram levantados do Relatório Estatístico anual do DAC (2001 a 2004), disponível no site do Departamento de Aviação Civil - DAC (www.dac.gov.br).

4. RESULTADO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DEA EM EMPRESAS REGIONAIS DE TRANSPORTE AÉREO

4.1 – O MERCADO REGIONAL BRASILEIRO DE TRANSPORTE AÉREO

A aviação regional brasileira, historicamente, tem tido pouco peso no transporte aéreo, representando, atualmente, cerca de 5% do fluxo doméstico de passageiros. Nos anos 70, visando estimular o transporte regional de passageiros e especialmente nas regiões mais remotas do país, como a Amazônia, o governo brasileiro criou um programa subvencionado, denominado de SITAR (Sistema Integrado de Transporte Regional) que tinha como objetivo:

- Garantir ligação aérea a localidades isoladas ou de difícil acesso, deixadas de lado pelas grandes companhias aéreas;
- Permitir a ligação direta entre cidades de porte médio, nas quais a demanda é demasiadamente fraca para permitir ligações rentáveis com aviões de grande porte, como os utilizados pelas grandes companhias nacionais;
- Desenvolver a indústria aeronáutica nacional, estimulando as companhias regionais a adquirirem aviões de fabricação nacional;
- Subvencionar, ao mínimo, as empresas regionais.

As autoridades deram às empresas de táxi-aéreo, de então, a oportunidade de diversificar suas atividades ao autorizá-las a efetuar vôos regionais regulares. Cada uma das empresas regionais selecionadas tinha que atender a um abrangente caderno de encargos definidos pelas autoridades, entre os quais:

- Equipar-se, rapidamente, com uma estrutura administrativa simples, análoga a das empresas regionais americanas (*commuter airlines*).
- Minimizar os custos operacionais;
- Elaborar sua programação de vôos em colaboração com as grandes companhias de operação nacional, visando diminuir ao mínimo os tempos de conexão;
- Utilizar, prioritariamente, aeronaves de fabricação brasileira;
- Possuir uma frota de no mínimo 8 aparelhos, com capacidade de no máximo 20 lugares;
- Explorar somente linhas de fraca demanda, evitando concorrer com as operadoras nacionais.

No início dos anos 90, o número de pequenas localidades atendidas pelo transporte aéreo superou o nível de 1976. Entretanto, o desenvolvimento das diferentes empresas aéreas atingiu níveis muito diferentes: as áreas atribuídas a cada empresa, diferentemente das primeiras avaliações/previsões, não oferecia o mesmo potencial de tráfego.

4.2 – MODELO 1 – EMPRESAS REGIONAIS (2001-2004)

Foram avaliadas, neste artigo, as principais empresas aéreas regionais no período de 2001 a 2004: Nordeste Linhas Aéreas Regionais S.A, Oceanair, Pantanal Linhas Aéreas Sul-Matogrossense, Rio Sul Serviços Aéreos Regionais S/A, empresa subsidiária da VARIG e TOTAL Linhas Aéreas S/A.

ARAÚJO (2004) estudou o impacto de variáveis explicativas na produtividade do transporte aéreo, construindo uma inter-relação entre os principais elementos/variáveis determinantes da produtividade isolada e da produtividade múltipla dos fatores do transporte aéreo de passageiros e carga, como pode ser observado na Figura 1.

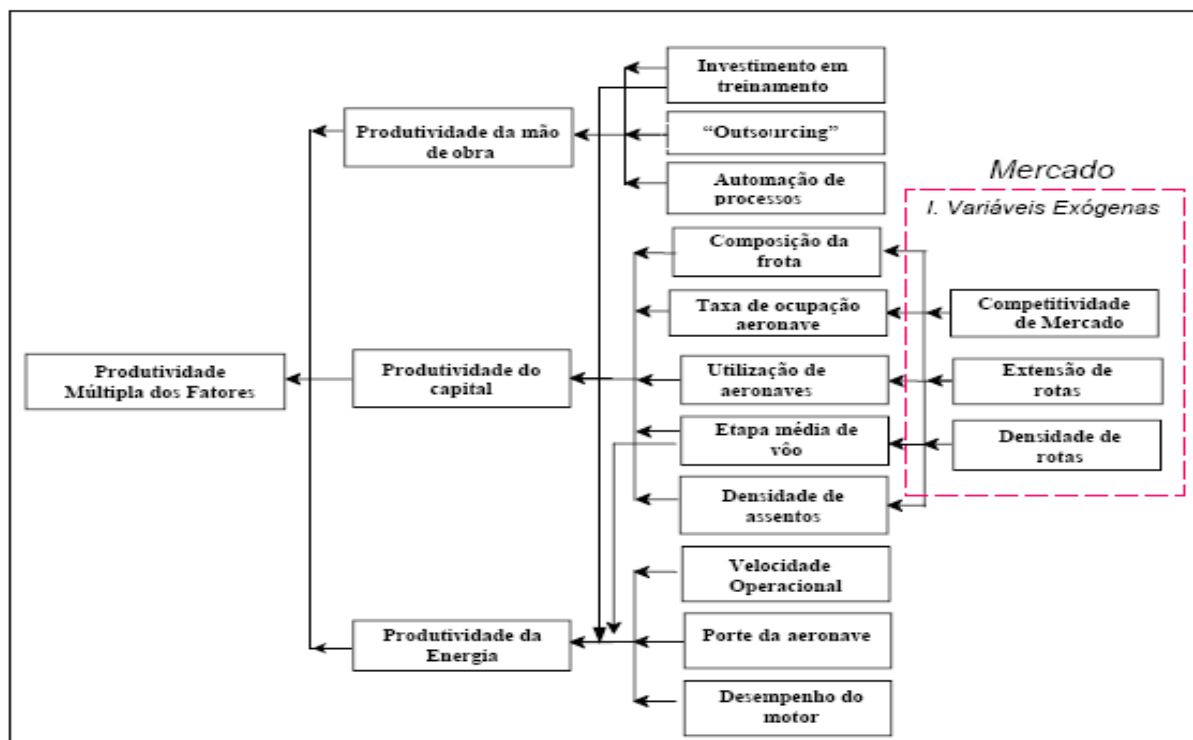


Figura 1 – Inter-relação entre produtividade múltipla dos fatores, produtividade isolada dos fatores e variáveis explicativas da produtividade do transporte aéreo.

Fonte: ARAÚJO (2004)

Dessa forma, foram escolhidas como variáveis de *input*, as variáveis explicativas resultantes do estudo de ARAÚJO (2004), quais sejam: número de funcionários (mão-de-obra), combustível gasto (energia) e assentos oferecidos (capital) e como variável de *output*, foi escolhida pax-quilômetro utilizado. Para a avaliação dessas empresas, foi utilizado o modelo DEA com retorno constante de escala (*CCR*), orientado a *inputs*, sem restrições nos pesos. A escolha de um modelo *CCR* se justifica pelo fato dessas empresas escolhidas operarem em escala pouco diferenciada. Os índices de eficiência obtidos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – *Inputs*, *outputs* e eficiência relativa de empresas regionais brasileiras, 2001-2004

Empresa	<i>Inputs</i>			Output	<i>Eficiência (%)</i>
	Mão-de-obra (*)	Consumo Combustível (10 ⁶ l)	Assentos Ofertados	Pax-km utilizados (10 ⁶)	
NORD02	685	82	1068	1068	100,00
NORD01	666	76	1140	1140	95,57
RSUL02	1648	219	3516	3516	95,48
NORD04	256	13	384	384	89,37
NORD03	322	20	840	840	89,32
RSUL01	2686	209	3758	3758	87,02
RSUL03	914	57	2610	2610	76,26
RSUL04	840	18	1686	1686	61,91
OAIR04	430	8	360	360	59,12
PANT01	277	11	315	315	58,44
PANT04	310	9	270	270	51,72
PANT03	309	9	270	270	50,35
PANT02	307	11	315	315	49,66
TOTAL03	330	8	799	799	48,01
OAIR03	372	4	310	310	42,31
TOTAL04	419	17	460	460	35,39
TOTAL02	301	11	318	318	35,38
TOTAL01	177	9	286	286	22,85

Fonte: Os autores; Relatório Estatístico DAC (*) Número total de funcionários

Analisando-se os dados da Tabela 1, pode-se observar o melhor desempenho da empresa NORD02, com eficiência relativa de 100%, seguido das empresas NORD01, RSUL02 e NORD04. As eficiências mais reduzidas foram respectivamente das empresas TOTAL04, TOTAL02 e TOTAL01.

O transporte regional aéreo vem passando por dificuldades e instabilidades. No período analisado (2001-2004), ocorreram movimentos acentuados de crescimento e retração nas operações das maiores empresas regionais brasileiras: A RIOSUL, subsidiária da VARIG, reduziu fortemente suas operações, diminuindo o número anual de passageiros transportados de 3,89 milhões em 2001 para 387 mil em 2004 e reduzindo, em decorrência, sua frota de 47 para 20 aeronaves, no mesmo período, como pode ser depreendido da Tabela 2.

A empresa NORDESTE reduziu, igualmente, entre 2001 e 2004 suas operações com passageiros e carga. Em contrapartida, a empresa TOTAL, neste período, aumentou estas mesmas operações. Embora não tenham sido analisadas nesta amostra, as empresas TAM e GOL, que começaram a atividade como empresas de atuação regional, passaram por forte crescimento, transformando-se em empresas nacionais (*majors*). Testou-se para a aviação regional brasileira, nesta pesquisa, a taxa de ocupação (*load factor*) como uma *proxy* de eficiência. A correlação estatística de Pearson (R^2) entre eficiência relativa e a taxa de

ocupação das aeronaves para passageiros e carga foi da ordem de 79% e 69%, respectivamente, como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Taxa de ocupação, frota e produção das empresas regionais amostradas, 2001-2004

Empresa	Taxa de ocupação <i>Passageiro</i>	Taxa de ocupação <i>Carga</i>	Frota	Passageiros transportados	Pax-km utilizados (10 ⁶)	t-km utilizados (10 ³)
NORD02	60	64	13	1.252.091	1019	105.197
NORD01	54	57	17	1.322.697	919	94.653
RSUL02	58	54	40	4.015.746	2458	236.402
NORD04	65	72	3	233.477	168	17.574
NORD03	62	71	7	399.312	265	27.549
RSUL01	58	56	47	3.896.326	2411	229.083
RSUL03	58	60	29	924.348	654	65.935
RSUL04	63	69	20	387.009	231	22.629
OAIRO4	47	46	10	190.754	88	8.273
PANT01	40	48	7	248.874	96	10.126
PANT04	39	45	6	182.391	74	6.970
PANT03	36	41	6	173.664	72	6.686
PANT02	38	37	7	244.691	83	8.586
TOTAL03	63	68	10	290.062	79	11.422
OAIRO3	41	40	9	105.423	41	3.765
TOTAL04	63	67	13	280.026	89	22.874
TOTAL02	63	65	10	167.166	59	17.840
TOTAL01	77	71	9	68.641	30	14.715
$R^2 = 0,79$ $R^2 = 0,69$						
Fonte: Os autores; Relatório Estatístico DAC (*) Número total de funcionários						

Desta análise foi excluída a empresa TOTAL, por suas características de operação e frota: as suas operações estão concentradas no transporte de carga, operando quase que exclusivamente com aeronaves cargueiras e combinadas.

Procurou-se explicar a eficiência das empresas regionais, pela comparação de sua eficiência relativa, mensurada pelo método DEA com alguns indicadores de desempenho, como passageiros anualmente transportados por aeronave (produtividade de capital), passageiros anualmente transportados por funcionário (produtividade de mão-de-obra) e consumo de combustível por passageiro (produtividade de energia). A melhor correlação nesta amostra, foi entre eficiência e passageiros transportados por funcionário ($R^2 = 0,82$) e entre eficiência e consumo de combustível por pax-km ($R^2 = 0,75$).

A melhor eficiência da NORD02 deveu-se ao desempenho combinado da melhor produtividade de energia entre as empresas regionais amostradas (0,08 l/pax-km), segundo melhor desempenho na alocação de capital (96,3 mil passageiros/aeronave ano) e terceiro melhor desempenho do fator mão-de-obra (1.828 passageiros transportados por funcionário). Por outro lado, o desempenho da empresa TOTAL01 é explicado pelo pior desempenho entre todas as empresas amostradas no período, da produtividade de energia, capital e mão-de-obra, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Eficiência, indicadores de desempenho e correlação entre eficiência relativa e indicadores de desempenho operacional

Empresa	Eficiência	Passageiros/ aeronave/ano	Passageiros/ Funcionário	Funcionário/ Aeronave	Consumo de combustível/ pax-km (10 ⁻³)l
	(%)	Capital	Mão-de-obra (*)	Mão-de-obra	Energia
NORD02	100,00	96315	1828	52,7	80,5
NORD01	95,57	77806	1986	39,2	82,7
RSUL02	95,48	100394	2437	41,2	89,1
NORD04	89,37	77826	912	85,3	77,4
NORD03	89,32	57045	1240	46,0	75,5
RSUL01	87,02	82901	1451	57,1	86,7
RSUL03	76,26	31874	1011	31,5	87,2
RSUL04	61,91	19350	461	42,0	77,9
OAIR04	59,12	19075	444	43,0	90,9
PANT01	58,44	35553	898	39,6	114,6
PANT04	51,72	30399	588	51,7	121,6
PANT03	50,35	28944	562	51,5	125,0
PANT02	49,66	34956	797	43,9	132,5
TOTAL03	48,01	29006	879	33,0	101,3
OAIR03	42,31	11714	283	41,3	97,6
TOTAL04	35,39	21540	668	32,2	191,0
TOTAL02	35,38	16717	555	30,1	186,4
TOTAL01	22,85	7627	388	19,7	300,0
		$R^2 = 0,49$	$R^2 = 0,82$	$R^2 = 0,53$	$R^2 = 0,75$
Fonte: Os autores; Relatório Estatístico DAC (*) Número total de funcionários					

Nesta amostra de empresas regionais, a eficiência operacional é melhor explicada pelos indicadores *passageiros transportados por funcionário* (produtividade de mão-de-obra) e *consumo de combustível por pax-km* (produtividade de energia). A produtividade de capital, neste caso, não é uma boa variável explicativa para a eficiência relativa destas empresas.

5. CONCLUSÕES

O período situado entre 2001 e 2004 foi de transição e de grandes definições para o setor aéreo brasileiro. A liberalização e a abertura desse mercado, iniciadas em princípios da década de 90, expuseram as empresas brasileiras a uma concorrência que as levou a praticar uma redução generalizada de preços, com reflexos no aumento da demanda como estratégia para manter ou ampliar a sua participação no mercado.

Neste período, as empresas nacionais (*majors*) como TRANSBRASIL e VASP não suportaram as conseqüências de uma política econômica de freqüentes desvalorizações da moeda nacional, visto que suas receitas foram geradas predominantemente em moeda nacional, enquanto que suas dívidas, decorrentes do pagamento de aeronaves e de peças de reposição, *leasing* e juros de financiamento, foram pagas em dólar americano.

Já empresas como TAM e GOL, que evoluíram a partir de operação regional, sobreviveram no mercado graças a medidas que geraram um aumento na produtividade, como apontado em ARAÚJO (2004). Em 2002 e 2003 essas empresas anunciaram produtos como totens de auto-atendimento para *check-in* em aeroportos e pela internet. Além disso, promoveram ações de reestruturação da frota, substituindo aeronaves obsoletas e de maior porte por aeronaves menores, possibilitando menor consumo de combustível e melhor desempenho aerodinâmico.

Medidas governamentais ainda são necessárias para uma efetiva recuperação financeira de todo o setor aéreo brasileiro, e em especial da aviação regional. A desoneração de taxas e impostos incidentes nos combustíveis e lubrificantes, a isenção de impostos incidentes na aquisição de aeronaves de fabricação nacional, eliminação da alíquota do IOF sobre o seguro de responsabilidade civil, ou ainda, diminuição do prazo de desembaraço alfandegário de peças importadas, seriam um bom começo.

Não obstante a participação reduzida das empresas regionais no mercado doméstico, pode-se prever, uma expansão acentuada nos próximos anos, devido as dimensões do país, ao desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira, e ao crescimento esperado para a renda nacional e as economias regionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Air Transportation Action Group. The Americas's air passenger traffic 1985-2011. 1998 edition, Genebra., 1998.
- [2] Allen, R.; Athanassopoulos, A.; Dyson, R.G.; Thanassoulis, E. Weights restrictions and value judgements in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, v. 73, p. 14-25, 1997.
- [3] Araújo, A.H. Jr. Análise da Produtividade do Transporte Aéreo Brasileiro. In: Doctoral Dissertation, Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2004.
- [4] Banker, R.D.; Charnes, A.; Cooper, W.W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, v. 30, p. 1078-1092, 1984.
- [5] Caves, R. & Higgins, C. The Consequences of the liberalized UK-Europe bilateral Air Service Agreements. *International Journal of Transport Economics*, Vol. XX, n. 1, February, pp. 3-25, 1993.
- [6] Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, p. 429-444, 1978.
- [7] Cooper, W.W.; Seiford, L.M.; Tone, K. Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA - Solver Software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.
- [8] Distexhe, V. & Perelman, S. Technical efficiency and productivity growth in an era of deregulation: the case of airlines. *Swiss Journal of Economics and Statistics* 130, 4, 669-68, 1994.
- [9] European Commission (1999). The European Airline Industry: from Single Market to World Wide Challenges A Communication from the European Commission to the Council of Ministers and European Parliament, 1999.
- [10] Färe, R. Productivity of U.S. Airlines after Deregulation. Paper of the Department of Agricultural and Resource Economics, Oregon state University, 2001.
- [11] Fethi M.D.; Jackson, P. M.; Weyman-Jones, T.G. Measuring the efficiency of European Airlines: An Application of DEA and Tobit Analysis. University of Leicester, Management Center, 1999.
- [12] Gillen, D.; Morris R.; Oum, T.H. A Model for measuring economic Effects of bilateral air Transport Liberalization. Paper presented at the International Colloquium on Air Transportation, Toulouse, November 17-19, 1998.

- [13] Good, D.; Nadiri, I.; Roeller, L.-H.; And Sickles, R.C. Airline efficiency differences between Europe and the US: implications for the pace of EC integration and domestic regulation. *European Journal of Operational Research* 80, 508-518, 1995.
- [14] Lapautre, R. Liberalisation des transports aériens: quel bilan? *Problèmes économiques*, n. 2650, february, 2000.
- [15] Marin, P.L. Competition on European Aviation: Pricing Policy and Market Structure. *The Journal of Industrial Economics*, vol XLIII, n. 2, june 141 – 159, 1995.
- [16] Morrison & Watson. *Enhancing the Performance of the deregulated Air Transportation System*. Brookings Papers:Micro-economics, pp. 62 – 123, 1999.
- [17] Oum, T.H. & Yu, C. *Assessment of Recent Performance of Canadian Carriers: Focus on Quantitative Evidence for evaluating Canada's Air Transport Policy Options*. Relatório de pesquisa apresentado para revisão do Canada Transportation Act, Montreal, 2001.
- [18] Schefczyk, M. Operational performance of airlines: An extension of traditional measurement paradigms, *Strategic Management Journal* 14, 301-317, 1993.
- [19] Soares de Mello, J.C.C.B.; Angulo Meza, L.; Gomes, E.G; Serapião, B.P.; Estellita Lins, M.P. Análise envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras. *Revista Pesquisa Operacional* v. 23, n. 2, 2003.