

MODELOS GSZ-DEA NÃO RADIAIS COM RESTRIÇÕES AOS PESOS E SUA APLICAÇÃO A TARIFAS AEROPORTUÁRIAS

Aline Bandeira de Mello Fonseca
Universidade Federal Fluminense

João Carlos Correia Baptista Soares de Mello
Universidade Federal Fluminense

Respicio Antônio do Espírito Santo Jr.
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo

Este artigo apresenta um modelo para o cálculo de tarifas aeroportuárias pagas pelas empresas aéreas aos aeroportos. Com o intuito de estimular o aumento da porcentagem da receita não-aeronáutica na composição da receita dos aeroportos, este modelo atribui descontos e sobretaxas nas tarifas de pouso e de permanência proporcional à quantidade de passageiros trazidos aos aeroportos por voo, onde se considera que quanto maior o número de passageiros e visitantes, maior será a arrecadação em serviços e comércio nas dependências dos aeroportos. O modelo utiliza a metodologia DEA-GSZ para a realização do cálculo, cujos dados são simulados, e compara trinta e seis voos (DMUs) de três empresas aéreas diferentes em um aeroporto.

1. Introdução

O turismo é uma importante fonte de renda e desenvolvimento para qualquer cidade, estado ou país. Além de ser uma respeitável fonte de receita das economias locais, o turismo contribui de modo significativo na geração de empregos. Cerca de 192 milhões de empregos foram gerados em todo o mundo em 1999 e aproximadamente US\$3,55 trilhões circularam (Palhares e Espírito Santo Jr., 2001).

Porém, o incentivo dado pelas administrações locais difere e muito quando se considera a infra-estrutura disponibilizada para os visitantes e o empenho despendido em propaganda e gerenciamento do turismo. O aeroporto, infra-estrutura do transporte aéreo, é de vital importância no desenvolvimento urbano e do turismo local.

Doganis (1992) faz uma distinção entre as três principais atividades dos aeroportos: instalações e serviços operacionais de tráfego, serviços de controle de tráfego e atividades

comerciais. Essas atividades requerem um gerenciamento eficiente de modo a garantir uma operação organizada.

Muitas administrações de aeroportos no mundo já perceberam a importância das atividades comerciais em suas receitas. Behnke (2000) comenta que em 1400 aeroportos do mundo essas atividades de caráter comercial representavam mais de 50% da receita total.

De acordo com Page (2001), o gerenciamento de aeroportos é afetado pelas políticas governamentais, as quais, em parte, determinam o padrão de propriedade. No Brasil, a INFRAERO que é responsável pela administração de 66 aeroportos no país, dentre eles os principais aeroportos de médio e grande porte, e atua de forma centralizada e sob a égide do Ministério de Defesa, tenta aumentar o percentual de atividades comerciais na receita de seus aeroportos.

Fonseca *et al.* (2004a) apresentam as tarifas aeronáuticas que compõem a receita dos aeroportos e comentam a importância da receita não-aeronáutica. Também propõem um modelo matemático que aplica descontos e sobretaxas em algumas das tarifas aeronáuticas com o intuito de incentivar a diminuição dos custos das empresas aéreas e estimular o aumento do número de passageiros e visitantes nos aeroportos.

Neste estudo são apresentados os cálculos dos descontos e sobretaxas nas tarifas para os vôos considerados. Para tal é usada a metodologia DEA-GSZ (Análise Envoltória de Dados, com ganhos de soma zero, Lins *et al.*, 2003). O modelo parte da premissa que o objetivo da administração aeroportuária é ganhar dinheiro e, portanto, cabe reduzir receitas com o intuito de aumentar outras. Não cabe à administração aeroportuária nenhuma preocupação com a saúde financeira dos seus clientes, isto é, as empresas aéreas.

2. Composição da receita dos aeroportos

Segundo Doganis (1992) a receita dos aeroportos pode ser dividida em duas categorias:

♣ *Receita Aeronáutica ou Receita de Tráfego*

A receita aeronáutica ou de tráfego provém das tarifas pagas pelos passageiros, companhias aéreas e transportadores de carga que estão relacionadas à atividade fim do aeroporto.

♣ *Receita Não-Aeronáutica ou Receita Comercial*

A receita não-aeronáutica ou comercial provém de atividades comerciais não associadas com o negócio principal do aeroporto. Dentre as principais fontes de geração desta renda podem ser citadas: serviços de estacionamento de automóveis, lojas, concessões (por exemplo *duty free-shops*), entre outros.

As áreas comerciais dos aeroportos encontram-se tanto na área comum, onde passageiros, visitantes e empregados do aeroporto têm acesso, quanto na área restrita ao trânsito de passageiros que realizam vôos de conexão. As administrações dos aeroportos devem ter o conhecimento da grande oportunidade gerada por essas áreas comerciais. Aeroportos tipo *hubs*, onde há uma grande concentração de passageiros realizando conexões, devem investir cada vez mais nas áreas restritas, uma vez que há um número elevado de passageiros aguardando por vôos e são potenciais consumidores dos produtos comercializados nestas áreas. Já aeroportos essencialmente terminais devem investir nas áreas comuns de circulação.

Vários aeroportos do mundo tentam obter um percentual cada vez mais elevado da receita não-aeronáutica, de maneira a não ficarem tão dependentes das companhias aéreas e se tornarem auto-sustentáveis. Alguns já possuem *shopping centers* com cinemas, salões de beleza e lojas dos mais variados estilos. Em muitos casos, a busca de geração de receita através de fontes não-aeronáuticas é muito mais atrativa do que recorrer ao aumento das tarifas aeronáuticas. Fonseca *et al.* (2004a) destacam a importância das empresas aéreas no aumento da receita comercial dos aeroportos, que tende a crescer à medida que aumenta a movimentação de passageiros e de seus acompanhantes.

Carter (1996) descreve a passagem de uma visão de simples utilidade pública dos aeroportos para uma abordagem voltada para o gerenciamento, com motivação mais comercial. Para estabelecer uma estratégia comercial, os administradores dos aeroportos devem conhecer as oportunidades de negócio dentro dos aeroportos que gerarão receita e estarem cientes da estrutura organizacional necessária para a mudança.

3. Interdependência entre os tipos de receitas

Muitos aeroportos privatizados do mundo, que já deixaram de ter mera utilidade pública e passaram a ser um “negócio”, conseguem arrecadar receitas superiores aos custos

operacionais. Page (2001) cita a necessidade dos administradores de aeroportos de adotar a melhor estratégia no gerenciamento de infra-estrutura e serviços através de práticas empresariais mais comercialmente orientadas. A própria privatização é uma das causas dessa melhora financeira na situação desses aeroportos, que por possuírem características notadamente autônomas e comerciais conseguem gerar receitas não-aeronáuticas superiores a 50% do seu total e investir em desenvolvimento.

Abeyratne (2001) discute sobre o gerenciamento de investimento, ou seja, a flexibilidade do administrador em investir os fundos disponíveis em infra-estrutura, modernização e expansão dos aeroportos. Também são abordados os conceitos de “*dual till*” e “*single till*”. Na verdade, esses dois conceitos estão relacionados à separação ou não das receitas aeronáuticas e não-aeronáuticas como uma única fonte de receita ao estabelecer tarifas dos serviços aeronáuticos.

O conceito de “*single till*” admite a utilização da receita não-aeronáutica arrecadada para subsidiar custos vindos de serviços aeronáuticos, ao reduzir as tarifas de operadores do transporte aéreo. Acredita-se que como as empresas aéreas são as principais responsáveis pela ida de passageiros e visitantes aos aeroportos, elas devem ser beneficiadas por estimularem o uso das facilidades comerciais do aeroporto e conseqüentemente proporcionar o aumento da arrecadação de receita não-aeronáutica. O benefício seria na forma de redução das tarifas cobradas pelos serviços aeronáuticos. O conceito de “*dual till*” é contrário ao “*single till*” e prega a separação das receitas aeronáuticas e não-aeronáuticas (Abeyratne, 2001).

Oum *et al.* (2004) evidencia que o conceito de “*dual till*” é o mais apropriado para aeroportos com capacidade esgotada uma vez que melhora a eficiência econômica em termos de fator de produtividade total. Starkie (2001) também concorda com o fato que o conceito de “*dual till*”, que ocasiona em tarifas aeronáuticas mais altas, tem efeito positivo em aeroportos com alocação de capacidade escassa e leva a incentivos de ampliação e investimentos. Já o conceito de “*single till*” é apropriado para aeroportos com capacidade em excesso, pois a utilização da capacidade é melhorada. Czerny (2004) conclui que o conceito de “*single till*” domina o “*dual till*”.

A visão do ACI (*Airports Council International*) é contrária à idéia de usar a receita proveniente de atividades comerciais para reduzir as tarifas aeronáuticas, pois gera o subsídio cruzado para as empresas aéreas. Já a IATA (*International Air Transport Association*) é a

favor, uma vez que as atividades comerciais nos aeroportos só são viáveis devido às empresas aéreas. A IATA também considera que esses descontos só são aceitáveis quando forem disponíveis a todas as empresas e quando não afetar a competição entre as mesmas. Na verdade, esse é um tema para muito debate, pois muitos interesses estão envolvidos: de um lado está a administração dos aeroportos que não quer perder a fatia da receita aeronáutica e do outro lado estão as empresas aéreas que seriam beneficiadas com descontos nas tarifas aeronáuticas.

A proposta deste artigo é de atribuir descontos em tarifas aos vôos que trouxerem mais passageiros aos aeroportos e atribuir sobretaxas em tarifas aos vôos que trouxerem menos passageiros aos aeroportos. É importante ressaltar que a proposta deste artigo é mista se consideramos os conceitos de “*single till*” e “*dual till*”. Ao considerar as empresas aéreas individualmente, observa-se a aplicação do conceito de “*single till*”, uma vez que são aplicados descontos em tarifas devido à receita não-aeronáutica gerada. Ao considerar o conjunto das empresas aéreas e a atribuição de descontos e sobretaxas, de forma a manter constante a arrecadação da administração do aeroporto, verifica-se a aplicação do conceito de “*dual till*”. Ou seja, são beneficiadas as empresas que transportarem mais passageiros e não prejudica a administração do aeroporto.

4. Modelagem para descontos e sobretaxas

Este artigo, conforme já dito anteriormente, tem como objetivo propor um modelo de concessão de descontos proporcionais à quantidade de passageiros transportados, por vôo, pelas empresas aéreas. Pretende-se medir a eficiência dos vôos em trazer passageiros aos aeroportos, ou seja, quanto maior o número de passageiros transportados por vôo, maior será a receita não-aeronáutica gerada pelo mesmo e maior será a sua eficiência.

Serão assim concedidos descontos aos vôos que forem “mais eficientes” no transporte de passageiros e sobretaxas para os vôos “menos eficientes”. Assim, observa-se a necessidade de que, tanto desconto como a sobretaxa, sejam calculados para cada vôo, individualmente.

Para a realização dos cálculos usa-se a metodologia da Análise Envoltória de Dados com Ganhos de Soma Zero (DEA-GSZ) (Gomes, 2003).

4.1 Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma metodologia usada para medir a produtividade relativa de unidades de produção (DMUs) que avalia os produtos ou serviços alcançados

(*outputs*) a partir dos insumos (*inputs*) disponíveis para produzi-los (Fonseca *et al.*, 2004). A medida da eficiência é obtida através da divisão da soma ponderada dos insumos pela soma ponderada dos produtos, onde os pesos usados na ponderação são calculados através de um problema de programação linear, que atribui às DMUs pesos que maximizem sua eficiência (Soares de Mello e Gomes, 2004).

4.2 Análise Envoltória de Dados com Ganhos de Soma Zero (DEA-GSZ)

A Análise Envoltória de Dados com Ganhos de Soma Zero (Gomes, 2003) supõe dependência de produção entre as DMUs, onde a redução de *inputs* ou o aumento de *outputs* em uma DMU implica em uma redistribuição dessa diferença para as outras unidades, mantendo as somas de *inputs* ou *outputs* constante. Nestes casos, há o deslocamento da fronteira de eficiência de forma que DMUs ineficientes pelo DEA clássico atingem a fronteira pelo modelo DEA-GSZ (Fonseca *et al.*, 2004).

Para que seja possível a realização dos cálculos dos descontos e sobretaxas aqui propostos, é necessário o uso de modelos multidimensionais (um *input* não restrito modelado com um *output* de soma constante e um *output* não restrito) e que incorporem projeções não radiais, uma vez que apenas um dos *outputs* aplicado neste modelo possui soma constante (Fonseca *et al.*, 2004b).

O modelo aqui utilizado possui dois *outputs*, porém somente um deles é de soma constante. E, além disso, um dos *outputs* tem maior relevância na análise da eficiência das DMUs. Por esse motivo, se faz necessário o uso de um modelo DEA-GSZ não radial com restrição aos pesos.

É apresentado em (1) o modelo DEA-GSZ CCR não radial com restrição aos pesos, onde somente o *output* f é de soma constante e as demais variáveis são livres. $A^T \gamma$ representa a matriz dos coeficientes das restrições aos pesos de *outputs*, $Au \leq 0$.

Max h_{RO}

sujeito a

$$x_i \geq \sum_j \lambda_j x_{ji}, \quad i = 1, \dots, r \quad (1)$$

$$h_{RO} y_{of} \leq \sum_j \lambda_j y'_{jf} - A^T \gamma_i$$

$$y_k \leq \sum_j \lambda_j y_{jk} - A^T \gamma_i, \quad k = 1, \dots, s; \text{ com exceção de } f$$

$$\lambda_j, \gamma_i \geq 0, \forall j, i$$

em que h_{RO} : inverso da eficiência da DMU_O sob a condição de soma de um dos *output* constante;

y_{of} : valor original do *output* f da DMU_O;

x_{ji} e y_{jk} : valores dos i *inputs* e k *outputs* das DMU j , respectivamente;

$\tilde{\epsilon}$: contribuição das DMUs na projeção da fronteira eficiente;

y'_{jf} : novos valores para o *output* f das DMUs restantes.

4.3 Modelo Proposto

O novo conceito de atribuir descontos proporcionais à quantidade de passageiros que as empresas aéreas transportarem a cada aeroporto pode ser modelado através de DEA-GSZ. Neste artigo um aeroporto será analisado e serão consideradas as taxa de ocupação de cada voo em um determinado horário em um dia útil da semana. Serão considerados somente voos domésticos. O modelo proposto por Fonseca *et al.* (2004a) teve que ser modificado e suas variáveis redefinidas, uma vez que o objetivo não estava sendo alcançado.

O modelo DEA-GSZ CCR não radial é orientado a somente um dos *outputs*, cuja soma é constante. Segue as variáveis para o novo modelo, sob a ótica do administrador do aeroporto:

Inputs

PMD da aeronave que opera o voo.

Tempo de permanência da aeronave no pátio de manobras.

Outputs

Tarifa total (pouso mais permanência), gerada para o aeroporto por voo.

Tarifa Não-Aeroportuária gerada pelo voo.

Este último *output* é virtualmente impossível de ser medido diretamente. Portanto, em sua substituição, usa-se o número de passageiros efetivamente transportados no voo que, como já foi visto, guarda uma relação causal com a geração de receitas não-aeroportuárias. É claro que a escolha deste *output* é uma simplificação, como aliás é qualquer modelo matemático

O *input* PMD indica o peso máximo de decolagem da aeronave e geralmente quanto maior este valor, maior o porte da aeronave e maior o número de assentos oferecidos, ou seja, maior o número de passageiros que podem ser transportados, o que contribui para uma maior arrecadação de tarifa não-aeroportuária pela administração do aeroporto em suas dependências.

Como os valores da tarifa de pouso e da tarifa de permanência dependem do PMD da aeronave, quanto maior o PMD, maior é o valor cobrado pelo aeroporto para que uma aeronave possa pousar. E maior também é o valor cobrado por hora que a aeronave fica estacionada no pátio de manobras.

O *input* tempo de permanência da aeronave no pátio de manobras, como já mencionado, mede o tempo de permanência da aeronave no pátio de manobras do aeroporto entre um voo e outro. Na visão do aeroporto esta variável mede a indisponibilidade deste espaço, que poderia ser usado por outra aeronave. Ou seja, quanto menor este tempo maior a possibilidade de mais aeronaves ocuparem esse espaço e trazerem mais passageiros ao aeroporto.

A tarifa de permanência só é cobrada da empresa aérea caso sua aeronave fique estacionada além das três primeiras horas após o pouso. Após esse período, a tarifa de permanência passa a ser cobrada; e quanto maior o número de horas de estacionamento, maior será o valor cobrado da empresa aérea.

Dessa forma, o modelo aqui proposto, se encaixa numa reformulação total de tarifas e tem como objetivo medir a eficiência dos voos em gerar receita não-aeronáutica para os aeroportos. E de acordo com essas eficiências atribuir descontos e sobretaxas no valor da

tarifa total (pouso e permanência), de forma que o valor arrecadado pela administração do aeroporto se mantenha constante.

Como os vôos serão comparados pelo número de passageiros transportados, nota-se a necessidade de divisão de horários para evitar que vôos operados em um horário de maior movimentação no aeroporto sejam beneficiados. Ou seja, os vôos somente serão comparados com aqueles vôos que estiverem dentro do mesmo “turno” de horário. Isso impede que, por exemplo, vôos operados pela manhã (onde a concentração de passageiros é grande) sejam comparados com vôos operados no meio da tarde (onde a concentração de passageiros é menor). Para tal, existe a necessidade de observação da administração dos aeroportos para horários de maior e menor movimentação, para que uma justa divisão de horários seja realizada. Neste artigo, admite-se que os vôos analisados pertencem a um mesmo “turno” de horário.

4.4 DMUs

As DMUs analisadas no modelo são os vôos domésticos operados em um determinado aeroporto. O uso apenas de vôos domésticos obedece à necessidade de as DMUs serem homogêneas. Com efeito, um passageiro de vôo internacional tem probabilidade de gastar mais no aeroporto dado que tem de chegar com mais antecedência e tem acesso às lojas livres de impostos (*free shops*). Como houve a dificuldade de se obter dados reais para a realização desses cálculos, até pelo fato da falta de transparência no setor aéreo (Espírito Santo Jr., 2000), esses dados foram simulados. Na próxima seção será mais bem explicado como esses dados foram gerados.

Serão analisadas 36 vôos distribuídos da seguinte forma: 13 vôos fictícios operados por aeronaves da empresa aérea *A*, 13 vôos fictícios operados por aeronaves da empresa aérea *B* e 10 vôos fictícios operados por aeronaves da empresa aérea *C*. As DMUs foram assim distribuídas pelo fato de ter sido notado que nos aeroportos brasileiros há uma maior quantidade de vôos operados pelas empresas aéreas *A* e *B*, até por essas empresas atuarem em *code-share* até recentemente.

4.5 Os Dados

Os dados referentes ao número de aviões e às taxas de ocupação usados no modelo deste artigo foram simulados, pois não foi possível a obtenção de dados reais. Foi utilizada a função

de geração de números aleatórios do Excel para a simulação dos dados. Para esta simulação foram usadas distribuições triangulares centradas na ocupação média de cada empresa e com limite superior de 100%. O número de pousos e decolagens por companhia foram simulados levando em conta a participação de cada uma no mercado. Os valores para o PMD referentes a cada aeronave foram obtidos nos dados técnicos das frotas das empresas aéreas.

Como a tarifa de pouso e a tarifa de permanência dependem do PMD da aeronave, os valores para a tarifa total paga foram obtidos na Portaria N° 33/DGAC. De acordo com a Portaria N° 440/SOP, o PMD padronizado para as aeronaves classificadas no grupo I, para efeito de cobrança pelo uso dos serviços prestados pela infra-estrutura aeronáutica, é calculado através da média ponderada da frota de cada empresa, por tipo de aeronave. Nesta artigo, foi considerado o PMD individual de cada aeronave para fins de cobrança das tarifas de pouso e de permanência, pelo fato de empresas aéreas que possuem um maior número de aeronaves de porte menor serem beneficiadas nos valores destas tarifas. E também porque o PMD padronizado não faz sentido, uma vez que os descontos serão dados por voo para a empresa aérea. Para a tarifa de pouso e tarifa de permanência foram considerados os valores cobrados em aeroportos de categoria I.

Os valores de cada variável para cada DMU encontram-se na tabela 1 abaixo. O valor do somatório da tarifa total referente a todos os voos corresponde à R\$ 4457,27.

A tabela 2 mostra os valores ficticiamente pagos por cada empresa aérea referentes aos voos por elas operados já citados.

4.6 Resultados

Houve a necessidade de calcular as eficiências com um modelo com restrição aos pesos, onde foi dado um peso maior ao *output* número de passageiros transportados do que ao *output* tarifa total. Por isso, o modelo proposto neste artigo é o DEA-GSZ CCR não radial com restrição aos pesos, orientado somente ao *output* tarifa total. A restrição inserida no modelo que contempla essa necessidade foi a seguinte:

$$u_2 - 1,299lu_1 \geq 0$$

em que u_1 : peso dado à variável tarifa total;

u_2 : peso dado a variável número de passageiros transportados.

Esse valor corresponde à razão do somatório dos valores de tarifa total de todas as DMUs pelo somatório dos valores de passageiros transportados de todas as DMUs.

Tabela 1: Dados do modelo

Empresa	Aeronave	DMUs	PMD	Número de Minutos Permanência	Passageiros transportados	Tarifa Total
A	737-300	DMU 1	61	50	68	101,87
	737-800	DMU 2	77	40	119	128,59
	737-700	DMU 3	68	40	100	113,56
	737-500	DMU 4	52	240	87	155,48
	737-500	DMU 5	52	60	85	86,84
	737-500	DMU 6	52	70	61	86,84
	737-300	DMU 7	61	30	67	101,87
	737-300	DMU 8	61	40	58	101,87
	737-300	DMU 9	61	50	69	101,87
	737-500	DMU 10	52	40	67	86,84
	737-300	DMU 11	61	40	126	101,87
	767-300	DMU 12	181	300	138	600,92
	737-300	DMU 13	61	50	95	101,87
B	F-100	DMU 14	44	40	68	73,48
	A-320	DMU 15	70	50	88	116,9
	A-319	DMU 16	64	240	105	191,36
	A-320	DMU 17	70	70	74	116,9
	A-320	DMU 18	70	50	125	116,9
	A-320	DMU 19	70	50	110	116,9
	A-320	DMU 20	70	40	131	116,9
	F-100	DMU 21	44	40	66	73,48
	A-319	DMU 22	64	30	101	106,88
	A-319	DMU 23	64	50	74	106,88
	F-100	DMU 24	44	40	70	73,48
	F-100	DMU 25	44	40	58	73,48
	A-320	DMU 26	70	180	96	186,2
C	737-700	DMU 27	62	40	109	103,54
	737-800	DMU 28	62	240	125	185,38
	737-700	DMU 29	62	70	127	103,54
	737-700	DMU 30	62	40	124	103,54
	737-700	DMU 31	62	50	115	103,54
	737-700	DMU 32	62	30	43	103,54
	737-700	DMU 33	62	30	127	103,54
	737-800	DMU 34	62	50	146	103,54

	737-700	DMU 35	62	40	101	103,54
	737-700	DMU 36	62	30	108	103,54

Tabela 2: Valores pagos por cada empresa aérea

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
R\$ 1870,29	R\$ 1469,74	R\$ 1117,24

A primeira etapa é rodar o modelo não radial com restrição aos pesos de modo a obter os valores de h e conseqüentemente das eficiências de cada DMU. Para tal, foi utilizado o *software* LINDO. Para a obtenção da fronteira uniformizada, determina-se os alvos da DMUs, neste caso somente os alvos referentes ao *output* de soma constante, ao qual o modelo está orientado (tarifa total).

Em seguida, aplica-se a estratégia de redução proporcional ao *output* do alvo e obtêm-se assim os novos valores de tarifa total para cada DMU. Nota-se que a soma desses valores de *output* permanece o mesmo (R\$ 4457,27) de quando antes da redistribuição dos valores deste *output*.

A próxima etapa é rodar novamente o modelo com os novos valores de *output* obtidos. Esperava-se, de acordo com a conjectura de Gomes (2003) para modelos DEA-GSZ radiais com restrição aos pesos, a uniformização, ou seja, todas as DMUs deveriam ser eficientes após a aplicação da estratégia de redução proporcional ao *output* do alvo.. De acordo com Fonseca (2005), para um modelo DEA-GSZ CCR não radial com restrição aos pesos, a uniformização não imediatamente atingida. É necessário um método aproximado com repetidas iterações, de modo a calcular várias redistribuições do *output* ao qual o modelo é orientado e assim melhorar a eficiência média a cada iteração até chegar à uniformização. Uma eficiência média de 99,7% é obtida após a quinta iteração, ou seja, pode-se dizer que a uniformização da fronteira foi, para efeitos práticos, atingida. O resultado da última iteração é mostrado na tabela 3, onde são apresentados os valores das eficiências finais para cada DMU e os valores finais do *output* tarifa total para cada DMU. A soma dos valores de *output* para a variável tarifa total permanece em R\$4457,27.

Com esse resultado final verifica-se quanto cada empresa aérea deverá ficticiamente pagar após a redistribuição dos valores de tarifa total em cada voo. A tabela 4 mostra o valor total a ser pago por cada uma delas.

Verifica-se que o valor total a ser pago pela empresa A por seus voos aqui analisados será 7,4% maior. A empresa B deverá pagar uma quantia de aproximadamente 5,4% maior e a empresa C receberá um desconto no valor total pago por seus voos de aproximadamente 19,5%.

Tabela 3: Resultado final após quinta iteração

Empresa	DMUs	Eficiência Final	Tarifa Total Final
A	DMU 1	0,996303713	152,4947
	DMU 2	0,997496284	122,4576
	DMU 3	0,997161082	120,4511
	DMU 4	0,998735601	106,5529
	DMU 5	0,997312244	96,61787
	DMU 6	0,996610528	128,5074
	DMU 7	0,996736684	130,172
	DMU 8	0,996314632	154,059
	DMU 9	0,996331507	151,2034
	DMU 10	0,996559875	115,8917
	DMU 11	0,999096816	66,23008
	DMU 12	0,996355332	548,3035
	DMU 13	0,996952317	117,6257
B	DMU 14	0,997016925	85,86936
	DMU 15	0,996601589	154,1234
	DMU 16	0,998626888	133,14
	DMU 17	0,996401	181,3291
	DMU 18	0,99767044	106,3295
	DMU 19	0,997104409	125,7014
	DMU 20	0,998473334	86,3069
	DMU 21	0,996898648	88,45237
	DMU 22	0,997795869	89,19294
	DMU 23	0,996401	154,5112
	DMU 24	0,99714219	83,28631
	DMU 25	0,996588677	98,78376
	DMU 26	0,99748335	162,6538
C	DMU 27	0,997748083	91,13527
	DMU 28	1	99,573
	DMU 29	0,998551102	81,92974
	DMU 30	0,998761536	71,75953
	DMU 31	0,997678402	95,65987
	DMU 32	0,996201484	164,1176
	DMU 33	1	55,61435
	DMU 34	1	55,61435
	DMU 35	0,997457481	101,4668

	DMU 36	0,998216188	80,15243
Tarifa Total Paga			4457,27

Verifica-se também que 18 vôos receberão descontos e outros 18 terão que pagar sobretaxa. Os vôos referentes às DMUs 8, 17 e 32 receberão um maior acréscimo percentual em suas tarifas: 51%, 55% e 58% respectivamente. Nota-se que são todos vôos que transportaram poucos passageiros. Já os vôos referentes às DMUs 33 e 34 receberão um maior desconto percentual em suas tarifas: 46% ambos os vôos. São vôos que transportaram uma grande quantidade de passageiros.

A empresa aérea *C* foi que mais recebeu descontos em seus vôos: foram 9 vôos com descontos; a empresa *B* recebeu descontos em 5 vôos e a empresa *A* recebeu descontos em 4 vôos. Observa-se também que a média de ocupação para os 18 vôos que receberão a sobretaxa é de 0,56 e para os 18 vôos que receberão os descontos a ocupação média é de 0,78.

É importante frisar que estes resultados não são reais, uma vez que os dados foram simulados.

Tabela 4: Valores pagos por cada empresa aérea após aplicação do modelo.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
R\$ 2008,95	R\$ 1549,58	R\$ 898,74

5. Conclusões

O artigo aqui apresentado teve como objetivo medir a eficiência de vôos, e com isso redistribuir os valores de tarifas pagas pelas empresas aéreas de modo que a soma total arrecadada pela administração do aeroporto fosse constante. Para a realização dos cálculos, foi utilizada DEA com Ganhos de Soma Zero para medir a eficiência e garantir a redistribuição das tarifas.

É importante ressaltar que esse modelo deve ser aplicado em conjuntos de horários do dia, pois não faz sentido e não seria justo, por exemplo, avaliar um vôo de ponta aérea no horário de pico de concentração de passageiros com um horário de pouquíssimo movimento. Mesmo que não implantado, este estudo serve como base para que as empresas aéreas revejam seus custos e conseqüentemente o preço das passagens aéreas, além de estimular o crescimento da receita não-aeronáutica através de uma maior movimentação de passageiros nos aeroportos.

Este estudo serve também como base para discussões em relação à regulação de preços da infra-estrutura aeronáutica e principalmente a sua correlação com a receita não-aeronáutica arrecada pelos aeroportos. Muitos aeroportos no mundo, em sua maioria já privatizados e com uma filosofia mais comercial, já perceberam a importância deste tipo de receita. Com isso, a discussão sobre o “single till” ou “dual till” se torna importante e, com isso, divide as opiniões de especialistas e pesquisadores do transporte aéreo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeyratne, R.I.R. (2001) Revenue and investment management of privatized airports and air navigation services – a regulatory perspective. *Journal of Air Transport Management*, v.7, p 217-230.
- Behnke, P. (2000) Non-aeronautical revenues and the ‘Single-till’ Dilemma. *Airport World ACI Magazine*, v. 5, n. 4.
- Carter, D. (1996) Broader horizons beckon. *Financial Times*, London. World Airports Survey, II.
- Czerny, A.I. (2004) *Price-cap regulation of airports: single-till versus dual-till*. Berlim.
- Doganis, R. (1992) *The airport business*. London: Routledge.
- Espírito Santo Jr., R.A. (2000) Concentração no Transporte Aéreo e os Possíveis impactos sobre os Consumidores, a Sociedade e a Economia. *Anais do XIV ANPET*, Gramado, p.239-251.
- Fonseca, A.B.M. (2005) Revisão das tarifas aeroportuárias com modelos DEA-GSZ não radiais. *Dissertação de Mestrado*, Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense.
- Fonseca, A.B.M; Soares de Mello, J.C.C.B. e Espírito Santo Jr., R.A. (2004a) Proposta para revisão das tarifas aeroportuárias com uso de um modelo GSZ-DEA. *Anais do XVIII ANPET*, Comunicações Técnicas e Relatórios de Teses e Dissertações, CD-ROM , Florianópolis.
- Fonseca, A.B.M; Soares de Mello, J.C.C.B. e Espírito Santo Jr., R.A. (2004b) Um estudo sobre tarifas aeroportuárias. *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, v.4 (15). Disponível em: < http://www.producao.uff.br/rpep/RelPesq_V4_2004_15.pdf>.
- Gomes, E.G (2003) Modelos de Análise de Envoltória de Dados com Ganhos de Soma Zero. *Tese de Doutorado*, Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Lins, M.P.E; Gomes, E.G; Soares de Mello, J.C.C.B e A.J.R Soares de Mello (2003) Olympic ranking based on a zero sum gains DEA model. *European Journal of Operational Research*, v. 148, p. 312-322.
- Oum, T.H.; Zhang, A. e Zhang, Y. (2004) Alternative forms of economic regulation at airports. *Journal of Transport Economics and Policy*, v.38, n. 2, p. 217-248.
- Page, S.J. (2001) *Transporte e Turismo*. Porto Alegre: Bookman.
- Palhares, G.L e R.A Espírito Santo Jr. (2001) O turismo e o transporte aéreo como multiplicadores socioeconômicos. *Anais do XV ANPET*, Campinas, SP, Novembro, v.2, p. 225-232.

- Soares de Mello, J.C.C.B e E.G. Gomes, (2004) Eficiências Aeroportuárias: uma abordagem comparativa com análise envoltória de dados. *Revista de Economia e Administração*, v.3, n.1, p.15-23.
- Starkie, D. (2001) Reforming UK airport regulation. *Journal of Transport Economics and Policy*, v.35, p 119-135.