



# Gestão de auto-estradas

## Análise de eficiência das auto-estradas federais brasileiras com portagens

por Eliane Gomes, João Mello, Luiz Neto e Lidia Meza

**RESUMO:** Nos últimos anos, a exploração de várias auto-estradas tem sido privatizada. A avaliação dos serviços prestados pelas empresas concessionárias é feita normalmente por métodos qualitativos. Este trabalho propõe o uso do método quantitativo Análise Envoltória de Dados («Data Envelopment Analysis» – DEA) na avaliação de cinco auto-estradas federais com cobrança de portagem. São usados dois modelos parciais e dois modelos globais – que agregam os resultados dos modelos parciais –, com variáveis relativas à arrecadação das praças de portagem, ao tráfego da auto-estrada, ao número de acidentes, aos investimentos realizados e à extensão total da auto-estrada. Os resultados obtidos indicam que essa abordagem pode ser empregada, com sucesso, na determinação de um índice único de qualidade, pois não exige a aplicação de nenhum tipo de questionário ao usuário.

**Palavras-chave:** Auto-Estradas, Eficiência, Análise Envoltória de Dados

**TITLE:** Highways management: Brazilian Federal toll highways efficiency analysis

**ABSTRACT:** In recent years, the operation of several highways has been privatized. The assessment of the services carried out by the concessionaire companies is done usually using qualitative methods. This work proposes the use of a quantitative method based on Data Envelopment Analysis (DEA) in the assessment of five federal toll highways. Four models are used, two partial and two global models – that aggregate the partial model results – having variables relatively to the collect toll units, road traffic, number of accidents, investments and the full road width. The obtained results indicate that this approach may be used successfully in the determination of a unique quality index, because the approach does not require any sort of queries by use of questionnaires answered by the users.

**Key words:** Highways, Efficiency, Data Envelopment Analysis

O programa de privatização de empresas públicas, nos diversos níveis da administração governamental, visa reduzir o déficit público, criar novas oportunidades de investimento, incentivar a competição e fortalecer o mercado acionário. No que tange especificamente ao sector rodoviário, as privatizações tiveram como motivações principais: a necessidade de investir na infra-estrutura do transporte; a incapacidade financeira, a curto-prazo, de investimento público; a geração de novos empregos; e o desenvolvimento de novas tecnologias. Além disso, eram espera-

dos o aumento da segurança nas estradas e a redução dos custos totais de transportes, ao adaptar a capacidade das auto-estradas em função da demanda de tráfego. Atingidos esses objectivos, obter-se-iam, entre outros, os seguintes benefícios: economia de combustível, redução do tempo de percurso de viagens, conservação do veículo e segurança do motorista.

A privatização não significa isenção de responsabilidades por parte do poder público. Este deve verificar se as concessionárias cumprem o estabelecido no edital de licitação e



prestam ao usuário serviços com qualidade mínima aceitável. Dessa forma, é necessário acompanhar e avaliar a evolução desses serviços.

Segundo Rocha (2002), as metodologias de aferição da qualidade das concessões rodoviárias brasileiras podem ser avaliadas através de *ranking* de pólos, vistorias e pesquisas de opinião. Já Zeithaml *et al.* (1990) afirmam que a qualidade de serviços pode ser analisada através de aspectos tangíveis (relativos à infra-estrutura da rede rodoviária), confiabilidade, receptividade (relacionamento entre os funcionários da concessionária e os usuários), garantia (manutenção da auto-estrada, fluidez de tráfego, segurança e equipamento da polícia rodoviária) e empatia (relativa aos programas oferecidos pela concessionária em benefício dos usuários).

Ao invés de avaliar cada concessionária de forma isolada, este trabalho apresenta um estudo comparativo de cinco auto-estradas federais privatizadas, com o uso da



metodologia denominada Análise Envolvória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*). Foram considerados aspectos relativos à arrecadação das praças de portagem, ao tráfego da

auto-estrada, ao número de acidentes, aos investimentos realizados, e à extensão total da auto-estrada. Outros casos do uso de DEA no sector de transportes podem ser vistos, por exemplo, em Soares de Mello *et al.* (2003), Fernandes e Pacheco (2002), Angulo Meza *et al.* (2002), Novaes (2001), Adler e Golany (2001) e Gomes *et al.* (2001).

### Auto-estradas avaliadas

Em 2002, existiam no Brasil cerca de 10 mil Km de auto-estradas privatizadas (Rocha, 2002). Neste artigo, foram avaliadas cinco auto-estradas federais brasileiras. Os dados utilizados referem-se à situação das auto-estradas Ponte Rio-Niterói, Rodovia Rio-Teresópolis, Rodovia Rio-Juiz de Fora, Rodovia Presidente Dutra e Rodovia Osório-Porto Alegre, correspondentes aos anos de 1999 e 2000, obtidos

---

#### Eliane Gonçalves Gomes

eliane@cnpm.embrapa.br

Doutora em Investigação Operacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP, Brasil.

Doctor of Science in Operational Research (Rio de Janeiro Federal University, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and Researcher at Embrapa Satellite Monitoring, Campinas, SP, Brazil.

#### João Carlos C. B. Soares de Mello

jcsmello@producao.uff.br

Doutor em Investigação Operacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

Doctor of Science in Operational Research (Rio de Janeiro Federal University, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and Professor at the Production Engineering Department of Fluminense Federal University, Niterói, RJ, Brazil.

#### Luiz Biondi Neto

lbiondi@uerj.br

Doutor em Investigação Operacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e Diretor da Faculdade de Engenharia e Professor Adjunto do Departamento de Eletrônica e Telecomunicações da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Doctor of Science in Operational Research (Rio de Janeiro Federal University, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and Director of the Engineering Faculty and Professor at the Electronic and Telecommunications Department of Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

#### Lidia Angulo Meza

lidia@lab.uva.br

Doutora em Investigação Operacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e Professora do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Doctor of Science in Operational Research (Rio de Janeiro Federal University, Rio de Janeiro, RJ, Brazil) and Professor at the Science and Technology Department of Veiga Almeida University, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Recebido em Março de 2004 e aceite em Maio de 2004.  
Received in March 2004 and accepted in May 2004.

na homepage do antigo DNER, em Abril de 2002. Descrevem-se, a seguir, algumas características dessas auto-estradas.

• **PONTE - Concessionária da Ponte Rio-Niterói S/A**

Inaugurada na década de 70, a Ponte Rio-Niterói é operada pela Concessionária da Ponte Rio-Niterói S/A - PONTE S/A desde Junho de 1995. Foi a primeira grande estrutura rodoviária a ser concedida ao sector privado (na web consultar em [www.ponte.com.br](http://www.ponte.com.br)). A Figura 1 mostra o trecho administrado pela PONTE S/A.

Com um tráfego médio diário de 120 mil veículos, esse valor aumenta substancialmente nas vésperas de grandes feriados e fins-de-semana, uma vez que a ponte é a principal via de ligação entre a cidade do Rio de Janeiro e a Região dos Lagos, onde estão localizados alguns dos principais balneários do Estado do Rio de Janeiro (RJ).

**Figura 1**  
**Trecho administrado pela concessionária PONTE S/A**



Fonte: [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)

• **CRT - Concessionária da Rodovia Rio-Teresópolis**

Apesar de conhecida como Rio-Teresópolis, a auto-estrada corta importantes municípios da Baixada Fluminense (Estado do RJ), como Duque de Caxias e Magé. Ao subir a Serra dos Órgãos, passa por Guapimirim e Teresópolis, até alcançar os municípios de São José do Vale do Rio Preto e Sapucaia, na fronteira com Além-Paraíba em Minas Gerais (ver na web em [www.crt.com.br](http://www.crt.com.br)). Em Março de 1996, a CRT assumiu a administração da auto-estrada Rio-Teresópolis (Figura 2). São 142,5 Km de auto-estrada, com volume médio diário de tráfego de 20 mil veículos.

**Figura 2**  
**Trecho administrado pela concessionária CRT**



Fonte: [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)

• **CONCER - Concessionária da Rodovia Juiz de Fora-Rio**

A concessão feita pelo Governo Federal foi firmada em Março de 1996, onde o trecho de 179,7 Km que liga Juiz de Fora ao Rio de Janeiro passou a ser administrado pela CONCER, formada por um conjunto de quatro empresas accionistas (ver na web em [www.concer.com.br](http://www.concer.com.br)). Em sua extensão passam diariamente cerca de 120 mil veículos (Figura 3).

**Figura 3**  
**Trecho administrado pela concessionária CONCER**

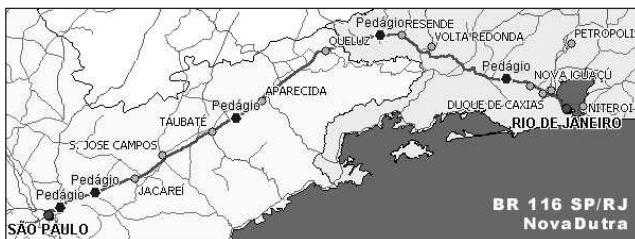


Fonte: [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)

• **NOVADUTRA - Concessionária da Rodovia Presidente Dutra S/A**

Em Janeiro de 1951, foi inaugurada uma nova ligação entre Rio de Janeiro e São Paulo, que recebeu o nome de Rodovia Presidente Dutra. Com sérios problemas de caixa, o Governo Federal foi obrigado a reduzir gradativamente os recursos destinados à manutenção e modernização do parque rodoviário existente. Em 1995, o Governo criou o Procrofe - Programa de Concessões de Rodovias Federais - e incluiu a Dutra no primeiro pacote de trechos a serem dados em concessão (ver na web em [www.novadutra.com.br](http://www.novadutra.com.br)). Como liga as duas maiores cidades do país, esta rodovia é de grande importância económica. Além disso, ainda atravessa o Vale do Paraíba onde estão instaladas várias indústrias. A Figura 4 apresenta o trecho administrado pela concessionária NOVADUTRA.

**Figura 4**  
**Trecho administrado pela NOVADUTRA**



Fonte: [www.anft.gov.br](http://www.anft.gov.br)

• **CONCEPA - Concessionária da Rodovia Osório-Porto Alegre S/A**

Esta foi a primeira concessão rodoviária federal do Rio Grande do Sul, em Julho de 1997. Tem 112,3 Km de extensão, ligando Osório e Eldorado do Sul (Figura 5). A auto-estrada já chegou a registrar um pico de tráfego de cerca de 50 mil veículos por dia (ver na web em [www.concepa.com.br](http://www.concepa.com.br)).

**Figura 5**  
**Trecho administrado pela concessionária CONCEPA**



Fonte: [www.anft.gov.br](http://www.anft.gov.br)

**Modelagem do problema**

• **Análise Envoltória de Dados**

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) é uma metodologia que usa programação linear para avaliação de eficiências comparativas de Unidades de Tomada de Decisão (*Decision Making Unit - DMU*). A eficiência relativa de uma DMU é definida como a razão entre a soma ponderada de produtos (*outputs*) e a soma ponderada dos recursos necessários para gerá-los (*inputs*). Os pesos usados nas ponderações são obtidos de um programa de programação fraccionária que atribui, a cada DMU, os pesos que maximizam a sua eficiência. Seu uso é de particular interesse quando se deseja determinar a eficiência de unidades produtivas onde não seja relevante ou não se deseja considerar somente o aspecto financeiro (Gomes *et al.*, 2001).

Há dois modelos DEA clássicos: o modelo CRS ou CCR (Charnes *et al.*, 1978), que considera retornos de escala constantes, e o modelo VRS ou BCC (Banker *et al.*, 1984), que considera retornos variáveis de escala e não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

Como não há nenhuma evidência de ganhos de escala, todos os dados foram divididos pela extensão de cada auto-estrada, o que aconselha o uso do modelo DEA CRS. Em (1) apresenta-se sua formulação geral.

Nesse modelo, conhecido como modelo dos multiplicadores, para a DMU *o* em análise: a eficiência é dada por  $h_o$ ;  $x_{ik}$  representa o *input* *i* da DMU *k*;  $y_{jk}$  representa o *output* *j* da DMU *k*;  $v_i$  e  $u_j$  representam os pesos dados aos *inputs* *i* e aos *outputs* *j*, respectivamente. Se  $h_o$  é igual a 1, a DMU *o* em análise é considerada eficiente. As variáveis de decisão deste problema de programação linear (PPL) são  $v_i$  e  $u_j$ .

$$\begin{aligned} \max \quad & h_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \\ \text{sujeito a} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\ & \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad k = 1, \dots, n \\ & u_j, v_i \geq 0 \quad \forall x, y \end{aligned} \tag{1}$$

### • Construção de modelos em DEA

Na construção do modelo DEA, deve-se atentar quais variáveis serão consideradas *inputs* e quais serão consideradas *outputs*. Muitas vezes, uma variável representa algo que é produzido, mas cuja quantidade deve ser minimizada (e.g. acidentes, poluição). Nesses casos, essa variável será, na realidade, tratada como um *input*. De forma geral, as variáveis que se desejam maximizar são consideradas *outputs*, e, caso contrário, *inputs*.

É fortemente aconselhável que exista uma relação de causa-efeito entre *inputs* e *outputs*. A inexistência desse tipo de relação pode tornar conveniente o uso de vários modelos DEA parciais em que essa relação exista. Dessa forma, evita-se o uso de um modelo com grande número de variáveis, sem relação de causalidade.

Um modelo com grande número de variáveis pode acarretar outro problema, qual seja, uma avaliação extremamente benevolente, com várias DMUs 100% eficientes. Existe uma recomendação empírica que o número de DMUs seja pelo menos o dobro ou o triplo do número de variáveis. Estudos mais recentes (Gonzalez Araya, 2002) indicam que essa relação deve ser ainda maior (4 a 5 vezes), em especial, quando além do índice de eficiência deseja-se analisar os *benchmarks* das unidades em avaliação.

### • Definição dos modelos

As unidades de avaliação (DMUs) são as auto-estradas supracitadas. A fim de avaliar-se a evolução temporal da eficiência dessas auto-estradas, a mesma auto-estrada com os dados de 1999 e 2000 é considerada como duas DMUs diferentes (Soares de Mello *et al.*, 2003). Essa é uma hipótese razoável já que as técnicas de gestão não apresentaram mudanças substanciais. Caso o objectivo fosse verificar as mudanças de tecnologia, e como cada DMU se comporta em relação a elas, seria necessário usar o índice de Malmquist (Färe e Grosskopf, 1992).

Diferentemente das abordagens tradicionais que utilizam dados qualitativos, oriundos de questionários de pesquisa de opinião, as variáveis aqui usadas são quantitativas, providas de fontes oficiais.

Para garantir a relação de causalidade referida anteriormente, foram construídos dois modelos de análise de eficiência. O primeiro (modelo parcial I) busca medir se, no caso de o número de acidentes ser grande em relação ao tráfego, a concessionária está investindo em medidas para a sua redução. Deve-se ressaltar que as características do modelo DEA também tornam eficiente uma concessionária que invista pouco por ter baixo índice de acidentes. As variáveis desse modelo são acidentes/Km (*input*), investimento/Km (*output*) e tráfego/Km (*output*).

**A concessionária é eficiente se tiver uma alta relação entre investimento e acidentes. Entretanto, também é eficiente se tiver alta relação entre investimentos e receita, o que significa que uma concessionária que tenha vários acidentes pode ser considerada eficiente se estiver usando um grande percentual de suas receitas para melhorar as condições da auto-estrada.**

Alternativamente, o segundo modelo (modelo parcial II) retracts o uso que é dado à receita da concessionária. Tal como no modelo anterior, a concessionária é eficiente se tiver uma alta relação entre investimento e acidentes. Entretanto, também é eficiente se tiver alta relação entre investimentos e receita, o que significa que uma concessionária que tenha vários acidentes pode ser considerada eficiente se estiver usando um grande percentual de suas receitas para melhorar as condições da auto-estrada. Nesse modelo, os *inputs* são acidentes/Km e receita-dia/Km, e o *output* é investimento/Km.

Os modelos parciais reflectem a eficiência do ponto de vista de quem deseja melhores serviços, seja o usuário ou a agência reguladora. Não reflectem, portanto, a eficiência empresarial. Os dados utilizados nesses modelos encontram-se na Tabela 1 (ver p. 60).

Para obter-se um índice único de eficiência a partir dos índices parciais dos dois modelos, serão consideradas duas abordagens. Uma delas, considerada benevolente, constrói um novo modelo DEA, no qual o *input* é unitário para todas as DMUs e os *outputs* são os índices de eficiência (Soares de Mello *et al.*, 2000; Gomes *et al.*,



**Tabela 1**  
**Dados utilizados nos modelos DEA parciais**

DMU	Acidentes/Km	Investimento/Km	Tráfego/Km	Receita-dia/Km
CONCEPA 1999	14,3	668,9	382,4	1.151,3
CONCEPA 2000	12,7	965,9	377,5	1.559,8
CONCER 1999	9,8	1.163,7	225,0	992,5
CONCER 2000	12,5	1.474,5	212,6	1.133,1
CRT 1999	5,7	406,4	147,3	744,5
CRT 2000	5,0	556,5	156,9	794,8
NOVADUTRA 1999	24,2	1.706,87	234,6	2.049,1
NOVADUTRA 2000	22,9	1.886,2	250,78	1.987,3
PONTE 1999	75,4	4.777,6	4.763,9	7.566,68
PONTE 2000	78,0	6.902,3	4.735,9	8.958,0

2002). Essa formulação é denominada benevolente, porque para que uma DMU seja eficiente, basta que o seja em um dos dois modelos parciais. A segunda abordagem, agressiva, considera como índice de eficiência o produto dos dois índices parciais (Soares de Mello et al., 2002). Assim, uma DMU só é eficiente se o for em ambos os modelos parciais.

## Resultados e análises

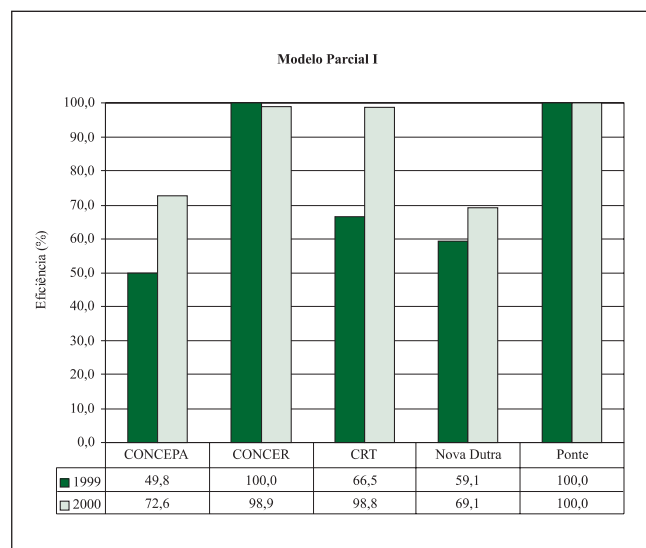
### • Modelos parciais

A Figura 6 resume os resultados da aplicação do modelo DEA CRS para o caso do modelo parcial I. Verifica-se que, de forma geral, as concessionárias melhoraram ou mantiveram suas eficiências de 1999 para 2000. A exceção é a queda, extremamente pequena, da CONCER.

No modelo parcial II (Figura 7, ver p. 61) nota-se a mesma tendência de aumento ou manutenção dos índices de eficiência.

Comparando-se os dois modelos, observa-se que há uma grande semelhança nos resultados obtidos. Destaca-se a concessionária CONCER que apresenta consistentemente índices mais elevados. Chama atenção a concessionária PONTE que tem 100% de eficiência no modelo parcial I, e eficiências relativamente baixas no

**Figura 6**  
**Resultados do modelo parcial I**

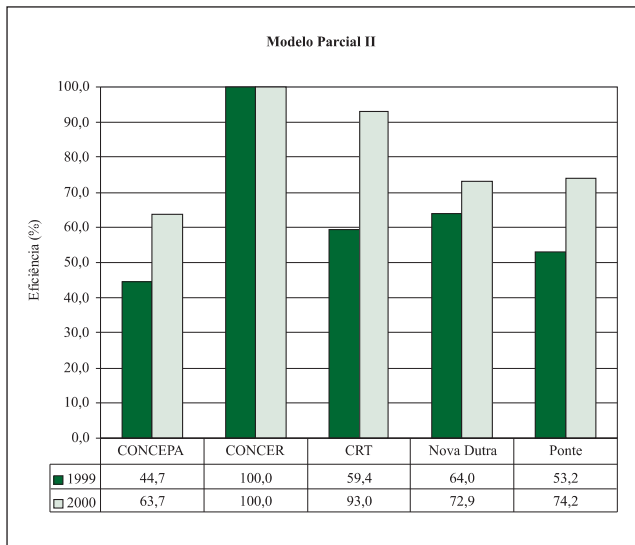


modelo parcial II. Pela análise dos *inputs* e *outputs* de cada modelo, esse fato significa que a Ponte Rio-Niterói é uma auto-estrada comparativamente segura onde é cobrada uma taxa na portagem extremamente elevada para sua extensão.

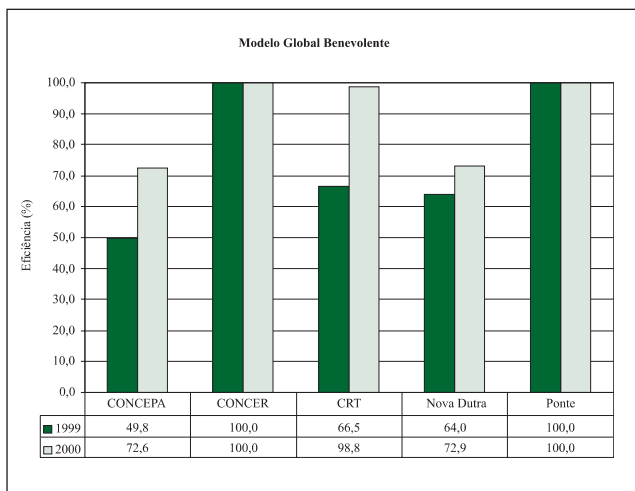
### • Modelos globais

As Figuras 8 e 9 (ver p. 61) apresentam os resultados dos

**Figura 7**  
**Resultados do modelo parcial II**



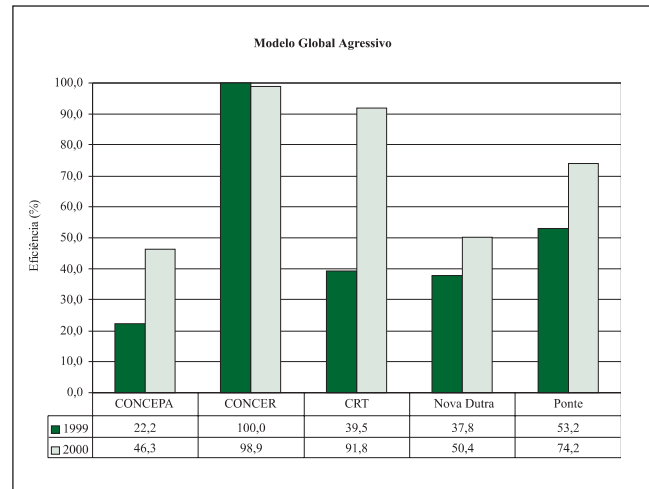
**Figura 8**  
**Resultados do modelo global benevolente**



modelos globais – benevolente e agressivo, respectivamente. Nota-se uma grande consistência entre os resultados dos dois modelos globais, embora, como é evidente, as eficiências no modelo benevolente sejam mais elevadas que no modelo agressivo.

Deve-se destacar, mais uma vez, os bons índices da CON-CER em ambos os modelos e a discrepância dos resultados

**Figura 9**  
**Resultados do modelo global agressivo**



para a concessionária PONTE, cujos motivos já foram abordados.

A Tabela 2 (ver p. 62) traz a posição relativa de cada concessionária em cada modelo. Nessa Tabela, o valor 1 refere-se à melhor posição, ou seja, maior eficiência.

### Conclusões

A avaliação de eficiência segundo a abordagem DEA, complementa as abordagens tradicionais de avaliação que fazem uso de questionários. Essa abordagem introduziu uma vertente comparativa e quantitativa aos estudos que eram eminentemente qualitativos e, assim, subjectivos.

Os índices de eficiência globais permitem avaliar a actuação das concessionárias. É importante salientar que os resultados dos modelos parciais também trazem informações relevantes referentes à qualidade dos serviços prestados, explicitadas ao longo do texto. Em quaisquer dos índices de eficiência - global ou parcial - devem-se analisar os resultados junto com a estrutura do modelo que o gerou, de forma a evitar interpretações errôneas.

Finalmente, verifica-se uma tendência de melhoria das eficiências das concessionárias ao longo do tempo. Dados actualizados seriam necessários para ratificar ou rejeitar essa tendência. ■



**Tabela 2**  
**Posição relativa de cada DMU em cada modelo DEA**

DMU	Modelo Parcial I	Modelo Parcial II	Modelo Global Agressivo	Modelo Global Benevolente
CONCEPA 1999	8	3	2	4
CONCEPA 2000	4	2	1	7
CONCER 1999	1	9	5	1
CONCER 2000	2	1	7	6
CRT 1999	6	4	8	3
CRT 2000	3	7	6	2
NOVADUTRA 1999	7	8	5	5
NOVADUTRA 2000	5	5	3	1
PONTE 1999	1	6	9	1
PONTE 2000	1	1	1	1

### Referências bibliográficas

CONCEPA (2003), *Homepage da CONCEPA S/A*. In <http://www.concepa.com.br>. Acesso em Março de 2003.

CONCER (2003), *Homepage da CONCER S/A*. In <http://www.concer.com.br>. Acesso em Março de 2003.

CRT (2003), *Homepage da CRT S/A*. In <http://www.crt.com.br>. Acesso em Março de 2003.

NOVA DUTRA (2003), *Homepage da NOVA DUTRA S/A*. In [http://www.novadutra.com.br/concessao\\_his.html](http://www.novadutra.com.br/concessao_his.html). Acesso em Março de 2003.

PONTE (2003), *Homepage da PONTE S/A*. In <http://www.ponte.com.br>. Acesso em Março de 2003.

ADLER, N. e GOLANY, B. (2001), «Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe». *European Journal of Operational Research*, vol. 132(no. 2), pp. 260-273.

ANGULO MEZA, L.; GOMES, E. G. e SOARES DE MELLO, J. C. C. B. (2002), «Enfoque multiobjetivo para determinação de benchmarks de companhias aéreas brasileiras DEA-ineficientes». *Anais do XVI ANPET*, Natal, RN, Outubro, pp. 27-34.

BANKER, R. D.; CHARNES, A. e COOPER, W. W. (1984), «Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis». *Management Science*, vol. 30(no. 9), pp. 1078-1092.

CHARNES, A.; COOPER, W. W. e RHODES, E. (1978), «Measuring the efficiency of decision-making units». *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429-444.

FÄRE, R. e GROSSKOPF, S. (1992), «Malmquist productivity indexes and fisher ideal indexes». *Economic Journal*, vol. 102, pp. 158-160.

FERNANDES, E. e PACHECO, R. R. (2002), «Efficient use of airport capacity». *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 36(no. 3), pp. 225-238.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; SERAPIÃO, B. P.; ESTELLITA LINS, M. P. e BIONDI NETO, L. (2001), «Avaliação de Eficiência de Companhias Aéreas Brasileiras: Uma Abordagem por Análise de Envoltória de Dados». In J. R. A. Setti e O. F. Lima Júnior

(Eds.), **Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2001 - Anais do XV ANPET**, Campinas, SP, Novembro, vol. 2, pp. 125-133.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. e BIONDI NETO, L. (2002), «Medidas comparativas de eficiências aeroportuárias». *Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, pp. 3-9.

GONZALEZ ARAYA, M. C. (2002), «Uma metodologia para projetar DMUs em facets eficientes de maior dimensão». *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Outubro, Rio de Janeiro.

NOVAES, A. G. N. (2001), «Rapid-transit efficiency analysis with the Assurance-Region DEA method». *Pesquisa Operacional*, vol. 21(no. 2), pp. 179-197.

ROCHA, J. G. C. (2002), «Estudo comparativo dos critérios de aferição na qualidade dos serviços das concessionárias brasileiras de rodovias». In J. R. A. Setti e E. M. Santos (Eds.), **Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2002 - Anais do XVI ANPET**, Natal, RN, Outubro, vol. 2, pp. 395-405.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; ANGULO MEZA, L. e SOARES DE MELLO, M. H. C. (2002), «Qualidade e produtividade de programas de pós-graduação em Engenharia». *Anais do VIII Encontro Educação em Engenharia*, Petrópolis/Juiz de Fora, Novembro.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ANGULO MEZA, L.; GOMES, E. G.; SERAPIÃO, B. P. e ESTELLITA LINS, M. P. (2003), «Análise de Envoltória de Dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras». *Pesquisa Operacional*, vol. 23 (a publicar), pp. 325-345.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; ESTELLITA LINS, M. P. e VIEIRA, L. A. M. (2000), «Mapeamento da interiorização da Universidade Federal Fluminense, fazendo uso integrado de Sistemas de Informação Geográfica, Análise de Envoltória de Dados e Análise Multicritério». *Anais do GISBRASIL 2000*, Salvador.

ZEITHAML, V. A.; PARASURAMAN, A.; BERRY, L. L. e LEONARD, L. (1990), **Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions and Expectations**. The Free Press, New York.