

## **Análise de Eficiência de Empresas Turísticas pelo Método DEA e Análise de Correlação**

**Fernanda Alves Rocha Guimarães<sup>1</sup>**

**Mauri Fortes<sup>2</sup>**

**Wanyr Romero Ferreira<sup>3</sup>**

### **Resumo**

A análise por envoltória de dados (DEA) tem-se mostrado uma técnica segura para avaliar e comparar unidades de negócios que podem incluir uma ou múltiplas empresas, municípios ou regiões. Embora alguns trabalhos disponíveis na literatura sejam aplicados ao turismo ou a gestão de hotéis, muito mais pesquisa se torna necessária dadas as situações altamente complexas encontradas nos processos de tomada de decisão em turismo. Este trabalho propõe uma metodologia que envolve a técnica não paramétrica DEA e a análise de correlação estocástica ou paramétrica, e sua utilidade é averiguada pela aplicação para resolver um problema exemplo. No problema exemplo, avaliam-se as eficiências relativas de diferentes unidades de um sistema de *fast food* e mostra-se que a técnica proposta pode ser diretamente aplicada a restaurantes, bares, redes de hotéis, locadoras de automóveis, agências de turismo, etc. Mostra-se a maior clareza de análise quando se acoplam a DEA à análise de correlação.

**Palavras-chave:** Turismo. Ciência da Decisão. Data Envelopment Analysis. DEA. DEA Estocástica.

### **1 Introdução**

No turismo, como em outras áreas, para identificar e comparar organizações de alto desempenho há necessidade do uso de técnicas de avaliação do desenho organizacional, desenvolvimento de produto e implantação de estratégia (FUCHS, 2004; FUCHS & ZACH, 2004).

Empresas que possuem diversas unidades de negócios com características distintas necessitam, também, de avaliação de suas eficiências relativas, uma vez que fatores idênticos ou semelhantes influenciam, de maneira diferente, a produtividade de cada unidade (KOZYREFF FILHO & MILIONI, 2004). A determinação da eficiência relativa de unidades de negócio ou tomadoras de decisão de uma empresa pode levar ao estabelecimento de

---

<sup>1</sup> Mestre em Turismo e Meio Ambiente, Centro Universitário UNA. E-mail: fe.alves@gmail.com

<sup>2</sup> PhD, Professor do Mestrado em Turismo e Meio Ambiente, Centro Universitário UNA. E-mail: mauri.fortes@terra.com.br

<sup>3</sup> Docteur, Professora do Mestrado em Turismo e Meio Ambiente, Centro Universitário UNA. E-mail: wanyr@terra.com.br

mecanismos para melhorar o desempenho atual da empresa bem como introduzir novas tecnologias e elevar a produção de forma racional.

Banker, Charnes & Cooper (1984) e Souza (2003) apresentam os dois tipos de eficiência plausíveis de serem aplicados a processos de produção e de serviços:

- **Eficiência técnica** – refere-se à competência com que os insumos utilizados no processo são transformados em produtos, ou quando não existem outros processos ou combinações de processos que alcancem o mesmo nível de produção com um nível inferior de insumos. Relaciona-se ao aspecto físico da produção.
- **Eficiência econômica** – está ligada ao processo de otimização de custo e de lucro. Considera-se um processo produtivo como sendo economicamente eficiente quando não existe outro processo, ou combinações de processos, que ofereçam uma produção igual a um custo menor. É uma extensão da eficiência técnica, uma vez que o custo e o lucro envolvem aspectos físicos e monetários.

É possível avaliar a eficiência relativa de unidades estratégicas ou tomadoras de decisão de empresas, cidades, estados ou regiões por técnicas quantitativas tais como a Análise por Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis - DEA) (FUCHS & ZACH, 2004; BROWN & RAGSDALE, 2002; RAGSDALE, 2004). A DEA é uma técnica multivariável, não paramétrica, que utiliza a programação linear (PL) para diferenciar as eficiências de unidades tomadoras de decisão ou UTDs (Decision-Making Units - DMUs), ou seja, de unidades semelhantes que têm o mesmo objetivo de converter entradas em saídas (CHARNES *et al.*, 1994; KASSAI, 2002).

Emrouznejad, Parker e Tavares (2008) fizeram um levantamento abrangente das referências publicadas sobre o tema de Data Envelopment Analysis (DEA) de 1978 até o ano de 2007. A extensa pesquisa de literatura identificou mais de 4 mil trabalhos publicados em encontros científicos, artigos de revistas científicas, livros e capítulos de livros com 2500 autores distintos. As principais áreas envolvidas foram negócios bancários, educação fundamental e universitária, ciências da saúde e eficiência hospitalar.

A DEA tem por base a estimação de uma fronteira eficiente composta pelos dados de DMU's, que representam as melhores práticas (benchmarks) de produção na amostra (unidades eficientes de Pareto) (BANKER *et al.*, 2004; KOZYREFF FILHO & MILIONI, 2004; GOMES, MANGABEIRA & MELO, 2005).

As principais características e vantagens da DEA são (CHARNES *et al.*, 1994;

CHARNES, COOPER & RHODES, 1978; MARQUES & SILVA, 2006): soluções relativas; orientação para as entradas (fontes, inputs) ou saídas (outputs); facilidade em lidar com múltiplas entradas e saídas; adoção dos melhores resultados como elementos de comparação; não admissão de uma forma paramétrica para fronteira ou para a ineficiência quando associada ao erro; natureza conservativa das avaliações e decomposição da natureza da eficiência em várias componentes. Entretanto, a técnica também possui algumas desvantagens tais como sensibilidade elevada aos dados de saída incomuns, ou seja, fora dos valores considerados normais.

Banker *et al.* (2004) apresentam as bases dos principais modelos associados ou versões modificadas dos modelos originais de Charnes, Cooper & Rhodes (1978) e de Banker, Charnes & Cooper (1984), chamados, respectivamente, de modelos CCR e BCC. Estes modelos têm por base, respectivamente, retornos constantes e variáveis de escala.

Apesar da extensa literatura envolvendo modelos e aplicações da DEA a diferentes áreas, pode-se afirmar que há poucos trabalhos associados ao uso acoplado de métodos paramétricos e não paramétricos (SIMAR & ZELENYUK, 2008). Geralmente não se efetuam testes para se avaliar a significância ou relevâncias dos dados de entrada ou saída. De maneira ideal, esses testes devem ser simples e equivalentes a testes-*t* de parâmetro de regressão (HORSKY & NELSON, 2006).

Há, na literatura revista, relativamente poucos estudos quantitativos de análise de eficiência no setor de turismo. Como exemplos de aplicações recentes, podem-se citar análises DEA de cadeia de Pousadas de Portugal (BARROS, 2005), restaurantes (REYNOLDS, 2003; RAGSDALE, 2004), produtividade de marketing de uma cadeia de hotéis (KEH, CHU & XU, 2006), hotéis (BROWN & RAGSDALE, 2002; SUN & LU, 2005; HSIEH & LIN, 2009).

Assim, este trabalho pretende apresentar uma forma simples de acoplamento de método paramétrico (análise de correlação) à DEA. O método paramétrico/ não paramétrico é aplicado a um problema exemplo, envolvendo estabelecimentos prestadores de serviços turísticos, mais especificamente, uma cadeia de restaurantes, tendo por base os dados de RAGSDALE (2004). Espera-se, com este trabalho, ampliar os estudos econômicos em turismo e chamar a atenção de outros pesquisadores para a importância da aplicação da técnica em pesquisas que visem o aumento de produtividade no setor.

## 2 Metodologia

### 2.1 Definição de métodos paramétricos e não paramétricos

Em estatística, a amostra a ser utilizada em testes de hipóteses e intervalos de confiança, deve consistir de variáveis com leis de probabilidade conhecidas (normal, exponencial, binomial, etc.). As técnicas associadas à análise são frequentemente chamadas de paramétricas pelo fato de os procedimentos experimentais serem projetados para gerar informação sobre parâmetros específicos, tais como médias, desvios-padrões, etc., e tirar proveito da lei de probabilidade conhecida (LARSON, 1982; TRIOLA, 2005).

O termo não-paramétrico sugere que os testes associados não se baseiam em um parâmetro estatístico. Estes testes, por vezes, são chamados de testes *livres de distribuição*, por não dependerem de parâmetros originados de uma lei presumida de probabilidade. Os métodos não-paramétricos podem ser aplicados a uma grande variedade de situações por não possuírem as exigências rígidas dos métodos paramétricos. Esses procedimentos geralmente requerem menos suposições sobre a lei de probabilidade subjacente e assim são aplicados bem além das faixas de distribuições possíveis. Há um preço a se pagar por esta generalidade: se ambos os métodos forem aplicados para testar uma mesma hipótese, o método paramétrico é mais sensível se a amostra vier de uma população com distribuição normal (ou outra). O procedimento não-paramétrico, contudo, deveria ser usado quando não se conhece a lei correta de probabilidades (LARSON, 1982).

### 2.2 Análise por Envoltória de Dados – DEA (Data Envelopment Analysis)

Pelo método CCR da DEA, a eficiência de uma unidade arbitrária  $i$  é definida por (CHARNES *et al.*, 1994; RAGSDALE, 2004; BROWN & RAGSDALE, 2002):

$$\text{Eficiência da unidade } i = \frac{\text{Soma ponderada das unidades de saída } i}{\text{Soma ponderada das unidades de entrada } i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_0} O_{ij} w_j}{\sum_{j=1}^{n_1} I_{ij} v_j} \quad (1)$$

Sendo:

$O_{ij}$  valor da unidade  $i$  na saída  $j$

$I_{ij}$  valor da unidade  $i$  na entrada  $j$

$w_j$  é o peso atribuído à saída  $j$

$v_j$  é o peso atribuído à entrada  $j$

$n_0$  é o número de saídas variáveis

$n_1$  é o número de entradas variáveis

O problema da DEA consiste em determinar os valores para as variáveis de decisão, ou seja, os pesos  $w_j$  e  $v_j$ , que maximizam a eficiência (Equação 1)

Neste trabalho adotar-se-á o modelo de DEA orientado pela saída, ou seja, o modelo CCR. Um problema separado de programação linear é resolvido para cada unidade em um problema de DEA. Para uma unidade  $i$  arbitrária, a função objetivo é:

$$\text{MAX: } \sum_{j=1}^{n_0} O_{ij} w_j \quad (2)$$

Com as restrições:

$$\sum_{j=1}^{n_0} O_{kj} w_j - \sum_{j=1}^{n_1} I_{kj} v_j \leq 0, \text{ para } k \text{ variando de } 1 \text{ ao número de unidades.} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{n_1} I_{ij} v_j = 1 \quad (4)$$

Assim, ao se resolver cada problema de programação linear, a unidade sob investigação oferece a oportunidade de selecionar as melhores possibilidades de pesos para ela mesma ou os pesos que maximizam a soma dos pesos de sua saída.

Quando se aplica a DEA, é importante ressaltar que, para as variáveis de saída, considera-se que “mais é melhor” (por exemplo, o lucro), e para as variáveis de entrada “menos é melhor” (por exemplo, os custos). Quaisquer variáveis de saída ou de entrada que não estejam naturalmente em conformidade com estas regras podem ser transformadas antes de se aplicar a DEA (CHARNES *et al.*, 1994; KASSAI, 2002).

### 2.3 Análise por Envoltória de Dados acoplada a análise paramétrica

A DEA, por ser uma técnica não-paramétrica, não requer, em princípio, uma investigação do relacionamento estatístico entre as variáveis de saída e as de entrada. Entretanto, segundo Jubran (2006), em uma análise de eficiência DEA, para a redução do número de saídas sugere-se a exclusão de medidas de desempenho que não estejam fortemente relacionadas com os objetivos da organização.

Neste trabalho supõe-se que todos os componentes dos conjuntos de entradas e saídas possam estar correlacionados e que, portanto, seja necessário verificar a correlação entre todas as variáveis, uma vez que a exclusão de variáveis fortemente correlacionadas pode ocasionar alterações significativas no resultado das eficiências. Conseqüentemente, ao invés de técnicas estatísticas mais complexas, utilizou-se, neste trabalho, o *coeficiente de correlação de produto de momentos de Pearson* para determinar o grau de intensidade da relação linear entre duas variáveis aleatórias quantitativas (TRIOLA, 2005; GUJARATI, 2006; GRIFFITHS *et al.*, 1999). É importante notar, contudo, que pode não haver nenhuma relação linear entre duas variáveis, mas pode existir uma relação regular não-linear entre elas, de tal forma que uma variável pode ser estatisticamente predita pela outra (GRIFFITHS *et al.*, 1999).

#### **2.4 Definição de entradas e saídas, do problema exemplo e da metodologia DEA**

A seleção de parâmetros de entrada e saída depende dos objetivos do sistema de gestão turística. Os trabalhos de Hwang & Chang (2003) e Keh, Chu & Xu (2006) permitem inferir que as entradas e saídas são determinadas pela experiência na formulação e execução de planos operacionais, bem como da disponibilidade de dados; no caso de empresas turísticas, as entradas incluem, tipicamente, material, pessoal, capital (incluindo marketing) e equipamentos. Esses recursos produzem saídas (receitas) expressas em termos de bens tangíveis e intangíveis de serviços através de operações de atendimento ao cliente e suporte operacional e incluem receitas provenientes da locação de quartos, de alimentos e bebidas, além de receitas operacionais provenientes de locação de espaços lojas, lavanderia, piscina, salões de eventos, salões de beleza e livrarias.

Neste trabalho, seguindo Reynolds (2003) e Ragsdale (2004), procurou-se aplicar o método DEA associado a análise de correlação (DEA- estocástica) a um problema que pudesse ser associado claramente à indústria hoteleira. Assim, utilizou-se um exemplo disponível em Ragsdale (2004) que trata da cadeia de restaurantes de fast-food Steak & Burger com 12 estabelecimentos em uma mesma região.

A análise a ser apresentada pode ser definida a partir dos seguintes dados:

- **Número de DMUs** ou UTDs: 12 unidades.
- **Variáveis de saída:** lucro (em \$100.000,00), nível de satisfação dos clientes (em escala de 0 a 10) e percepção de limpeza (em escala de 0 a 100).

- **Variáveis de entrada:** horas de trabalho (em unidades de \$100.000,00) e total dos custos de operação (em unidades de \$100.000,00).
- **Modelo:** CCR por ser um modelo mais adequado para a indústria altamente competitiva de hotéis e restaurantes (BROWN & RAGSDALE, 2002; BARROS, 2005; SUN & LU, 2005; HSIEH & LIN, 2009; KEH, CHU & XU, 2006).

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Análise da solução via DEA

A solução apresentada na Tabela 1 indica que somente as unidades (restaurantes) 2, 4, 7 e 12 operam com 100% de eficiência relativa (pela análise DEA). Os dados das unidades eficientes permitem observar que:

- Unidade 2: mesmo não tendo dados de entrada baixos, possui altos dados de saída, ou seja, o melhor índice de satisfação dos clientes e o segundo melhor índice de limpeza e de lucro.
- Unidade 4: tem baixos dados de entrada, principalmente de horas de trabalho; não possui os melhores dados de saída que, também, não são os mais baixos.
- Unidade 7: dentre as 12, é a que possui os menores valores de entrada, ou seja, custos da unidade com índices compatíveis de limpeza e satisfação dos clientes.
- Unidade 12: possui altos valores de saída, o maior índice de lucro, o segundo maior índice de satisfação do cliente e o terceiro melhor de limpeza, com índices compatíveis de entrada.

Uma análise crítica do método DEA, para o caso em questão, permite afirmar que:

- A DEA não permite analisar a possibilidade de dupla ponderação de dados de entrada ou de saída, pela alta correlação entre estes dados.
- De fato, supondo, por exemplo, que dados de entrada apresentem um alto grau de correlação (entre si), eles devem ser eliminados, para evitar redundância de informação, com conseqüente redução do número de variáveis investigadas e conseqüente empobrecimento da pesquisa.

Tabela 1 – Eficiência DEA para o problema-exemplo

Unidades	----- Saídas -----			-- Entradas --		Saída ponderada	Entrada ponderada	Diferença	Eficiência DEA
	Lucro	Satisfação	Limpeza	Horas Trab.	Custos Op.				
1	5,98	7,70	92	4,74	6,75	0,7248	0,7639	-0,0392	0,9667
2	7,18	9,70	99	6,38	7,42	0,8658	0,8658	0,0000	<b>1,0000</b>
3	4,97	9,30	98	5,04	6,35	0,6106	0,7316	-0,1211	0,8345
4	5,32	7,70	87	3,61	6,34	0,6467	0,6988	-0,0521	<b>1,0000</b>
5	3,39	7,80	94	3,45	4,43	0,4268	0,5089	-0,0821	0,8426
6	4,95	7,90	88	5,25	6,31	0,6044	0,7324	-0,1280	0,8259
7	2,89	8,60	90	2,36	3,23	0,3676	0,3676	0,0000	<b>1,0000</b>
8	6,40	9,10	100	7,09	8,69	0,7762	1,0055	-0,2293	0,7720
9	6,01	7,30	89	6,49	7,28	0,7271	0,8546	-0,1275	0,8572
10	6,94	8,80	89	7,36	9,07	0,8343	1,0486	-0,2143	0,7958
11	5,86	8,20	93	5,46	6,69	0,7113	0,7741	-0,0628	0,9188
12	8,35	9,60	97	6,58	8,75	1,0000	1,0000	0,0000	<b>1,0000</b>

Fonte: Ragsdale, 2004.

### 3.2 Análise de correlação estatística

A Tabela 2 mostra os valores de coeficientes de correlação relativos a todas as variáveis de entrada e de saída do problema-exemplo.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação do problema de Ragsdale

	<i>Lucro</i>	<i>Satisfação</i>	<i>Limpeza</i>	<i>Horas Trabalhadas</i>	<i>Custos Operacionais</i>
Lucro	1				
Satisfação	0,458	1			
Limpeza	0,342	0,751	1		
Horas Trabalhadas	0,849	0,392	0,352	1	
Custos Operacionais	0,925	0,376	0,292	0,937	1

Fonte: Dados da pesquisa

Para  $n = 12$  unidades, o valor crítico de  $r$  é 0,576 (TRIOLA, 2005), no nível de significância  $\alpha = 0,05$ . As correlações que apresentam resultado superior ao valor crítico são as existentes entre lucro e horas de trabalho, entre lucro e custos operacionais, entre satisfação e limpeza e entre horas de trabalho e custos de operação. Entretanto, quando se faz a análise para a metodologia DEA, correlações entre variáveis de saída ou entre variáveis de entrada não são relevantes. Assim, as correlações entre satisfação e limpeza e entre horas de trabalho e custos de operação são de pouca valia. Desta forma, somente as correlações entre lucro e horas de trabalho e entre lucro e custos operacionais seriam significativos. Estatisticamente,

deve-se observar a alta correlação entre horas de trabalho e custos operacionais, fato que permite questionar a obtenção conjunta destes dados, como sendo independentes.

Portanto, a análise de correlação permite inferir que:

- Pode-se questionar em nível de significância  $\alpha = 0,05$ , a independência estatística dos dados de entrada: horas trabalhadas e custo operacional.
- Os dados de limpeza e horas trabalhadas não se correlacionam com os dados de entrada.
- Portanto, em princípio, o problema poderia, em sua maior parte, ser analisado em termos de apenas um dado de entrada (qualquer deles) e um de saída (Lucro).

### **3.3 Análise simultânea DEA - Correlação**

Os resultados da análise de correlação mostram que existem correlações estatísticas que podem ajudar no processo de compreensão, análise e aplicação dos dados disponíveis. Tendo por base os dados de correlação, simularam-se, de novo, o comportamento dos índices de eficiência DEA sob diversas condições dos dados de entrada; os resultados encontram-se na Tabela 3. Esta tabela mostra que:

- conforme indicavam os dados de correlação, a retirada dos dados de limpeza, dada sua baixa correlação com o número de horas trabalhadas e custos operacionais, praticamente não afetou os índices de eficiência DEA;
- o mesmo pode ser dito ao se retirarem os dados de satisfação do cliente;
- ao se retirarem ambos, os dados de limpeza e de satisfação, a unidade 7 deixou de ser eficiente, indicando que há uma fronteira ligando a combinação de limpeza e satisfação e que a unidade 7 se otimiza nesta fronteira;
- finalmente, ao se retirar a saída mais significativa, em termos dos dados de entrada, praticamente desapareceram as unidades eficientes, ou seja, houve uma disrupção dos dados do problema. A unidade 7 permaneceu eficiente, pois seu ponto de fronteira permaneceu imutável.

Pode-se, portanto, inferir do método DEA-estocástico aqui apresentado que:

- Os dados de entrada e saída devem ser escrutinados quanto à sua correlação, fato que pode permitir a exclusão dos dados correlacionados quando da análise via DEA, com

conseqüente redução de tempo computacional necessário para a análise e simplicidade das análises inerentes.

- Por outro lado, os dados considerados mais importantes (lucro, no exemplo), podem ser mascarados por dados operacionais (caso da DMU 7).

Tabela 3- Eficiências DEA para o problema-exemplo - testes de dados de saída

Unidade	Completo	Sem dados de limpeza	Sem Satisfação	Sem Limpeza e sem Satisfação	Sem lucro
1	0,9667	0,9617	0,9667	0,9599	0,5090
2	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	0,4910
3	0,8345	0,8336	0,8345	0,8158	0,5539
4	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	0,6319
5	0,8426	0,8290	0,8426	0,7991	0,7615
6	0,8259	0,8218	0,8259	0,8136	0,5005
7	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	0,9510	<b>1,0000</b>
8	0,7720	0,7694	0,7720	0,7654	0,4130
9	0,8572	0,8531	0,8572	0,8531	0,4388
10	0,7958	0,7958	0,7957	0,7957	0,3644
11	0,9188	0,9143	0,9188	0,9103	0,4989
12	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	0,4121

Fonte: Dados da pesquisa

#### 4. Conclusão

A metodologia DEA é uma ferramenta de análise de eficiência que vem sendo muito utilizada em diversos setores da economia e pode perfeitamente ser utilizada por empresas prestadoras de serviços turísticos. A análise de correlação estatística é de extrema importância para determinar quais variáveis devem ser utilizadas na DEA, bem como as variações de análise que podem ser aplicadas.

Pode-se inferir que a análise simples, usando o acoplamento da DEA com os dados estatísticos de correlação, permite uma visão muito mais clara do problema de otimização de eficiências.

O problema-exemplo analisado serve como modelo para aplicação para diversos estabelecimentos ligados ao turismo tais como restaurantes, bares, estabelecimentos de hospedagem, locadoras de veículos, operadoras de turismo, agências de turismo, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- BARROS, Carlos Pestana. Measuring efficiency in the hotel sector. **Annals of Tourism Research**, v.32, n. 2, p. 456-477, 2005.
- BANKER, Rajiv D.; CHARNES, A.; COOPER, William W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BANKER, Rajiv D.; COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; THRALL, Robert M.; ZHU, Joe, 2004. Returns to scale in different DEA models. **European Journal of Operational Research**, Elsevier, v. 154, n.2, p. 345-362, 2004.
- BROWN, J.R.; RAGSDALE, C.T. The competitive market efficiency of hotel brands: An application of data envelopment analysis. **Journal of Hospitality & Tourism Research**, v. 26, n.4, p. 332-360, 2002.
- 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.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; LEWIN, A.; SEIFORD, Lawrence M. **Data envelopment analysis: theory, methodology and application**. 2 ed. New York: Springer, 1994. 513p.
- EMROUZNEJAD, A.; PARKER, B.; TAVARES, G. Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. **Journal of Socio-Economics Planning Science**, v.42, n.3, p.151-157, 2008.
- FUCHS, M. Strategy Development in Tourism Destinations: A DEA Approach. **Poznan University of Economics Review**, v. 4. n. 1, p.52-73, 2004.
- FUCHS, Matthias; ZACH, Florian. On the usefulness of Data Envelopment Analysis for strategy development: a tourism destination case study. In EMROUZNEJAD, Ali, PODINPVSKI, Victor. **Data Envelopment Analysis and Performance Management**. Warwick print, Coventry, UK. 2004. Disponível em: < <http://www.deazone.com/%20DEA2004> >. Acesso em: 24 Fev. 2009.
- GOMES, Eliane Gonçalves; MANGABEIRA, João Alfredo de Carvalho; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 607-631, 2005.
- GRIFFITHS, Anthony J. F.; GERLBART, William M.; MILLER, Jeffrey H.; LEWONTIN, Richard C. **Modern Genetic Analysis**. New York: W. H. Freeman and Company, 1999. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?rid=mga.TOC> >. Acesso em: 27 Jan. 2009.
- GUJARATI, D.N. **Econometria Básica**. 4. ed. São Paulo: Editora Campus, 2006. 819p.
- HSIEH, L.-F.; LIN, L.H. A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan – An application of the relational network DEA. **Int. J. Hospitality Management**, 2009, doi:10.1016/j.ijhm. 2009.04.004, in press.
- HORSKY, Dan; NELSON, Paul. Testing the statistical significance of linear programming estimators. **Management Science**, v. 52, n.1, p.128-135, 2006.

HWANG, Shih-Nan; CHANG, Te-Yi. Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan. **Tourism Management**, v. 24, n.4, p. 357-369, 2003.

JUBRAN, Aparecido Jorge. **Modelo de análise de eficiência na administração pública: estudo aplicado às prefeituras brasileiras usando a análise envoltória de dados**. 2006. 226f. Tese. (Doutorado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

KASSAI, Silvia. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. 2002. 350f. Tese. (Doutorado em Contabilidade e Controladoria). Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – USP. São Paulo.

KEH, Hean Tat; CHU, Singfat; XU, Jiye. Efficiency, effectiveness and productivity of marketing in services. **European Journal of Operational Research**, v. 170, n. 1, p. 265-276, 2006.

KOZYREFF FILHO, Ernée; MILIONI, Armando Zeferino. Um método para estimativa de metas DEA. **Revista Produção**, São Paulo, v.14, n.2, p.70-81, 2004.

LARSON, Harold J. **Introduction to probability theory and statistical inference**. 3.ed. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. New York: Wiley, 1982. 637 p.

MARQUES, Rui Cunha; SILVA, Duarte. Inferência estatística dos estimadores de eficiência obtidos com a técnica fronteira não paramétrica de DEA: Uma metodologia de Bootstrap. **Investigação Operacional**, v.26, n.1, p.89-110, 2006.

RAGSDALE, Cliff T. **Spreadsheet Modeling & Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science**. 4.ed. Mason, Ohio: Thomson Learning South-Western, 2004. 842 p.

REYNOLDS, Dennis. Hospitality-productivity assessment: using data-envelopment Analysis. **Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly**, v.44, p.130-137, 2003.

SIMAR, Leopold; ZELENYUK, Valentin. Stochastic FDH/DEA estimators for Frontier Analysis. **Discussion Papers** 8, Kyiv School of Economics. 2008. Disponível em: < <http://ideas.repec.org/p/kse/dpaper/8.html> >. Acesso em: 30 Abr. 2009.

SOUZA, Daniel Pacífico Homem. **Avaliação de métodos paramétricos e não paramétricos na análise da eficiência da produção de leite**. 2003. 136p. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada). Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

SUN, Shinn; LU, Wen-Min. Evaluating the performance of the Taiwanese hotel industry using a weight slacks-based measure. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, v. 22, n.4, p. 487-512, Dec. 2005.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 682p.