

# A EFICIÊNCIA TÉCNICA DE EMPRESAS E O PARADOXO DO DESEMPENHO

Carlos A.C. Ribeiro

## Resumo

O artigo discute um problema relacionado aos métodos de mensuração da eficiência em nível da firma: o paradoxo de desempenho. Este fenômeno caracteriza-se pela proliferação dos métodos de mensuração e não-correlação entre as múltiplas medidas de eficiência. A discussão sobre as características do fenômeno é realizada a partir de modelos de função de produção de fronteira.

Ilustra-se o problema com o uso de dois estudos empíricos realizados para o Brasil e Argentina. Por fim, discute-se as implicações que o surgimento do problema traz para a escolha do método de cálculo da eficiência da empresa.

## Palavras-chave

eficiência, métodos de mensuração, modelos de fronteira de produção, paradoxo de desempenho

## Abstract

The article deals with a problem related to the measurement of efficiency at a firm level: the performance paradox. This phenomenon characterizes by the proliferation of measurement methods and the non-correlation across the multiple efficiency measures. The discussion about the characteristics of the phenomenon is made based on the frontier production function models. Also, the problem is illustrated with 2 empirical studies made for Brazil and Argentina. At last, it is discussed the implications that the appearance of the problem brings to the choice of the efficiency measurement method at the firm level.

## Key words

efficiency, measurement methods, frontier production models, performance paradox

---

*O autor é Professor do Departamento de Planejamento e Análise Econômica da EAESP/FGV-SP.*

(\*) Este artigo corresponde a uma versão modificada do capítulo 3 da dissertação de mestrado *A Eficiência Técnica de Empresas Públicas e Privadas no Brasil: 1978-1988*, apresentada à EAESP/FGV em julho 92. O autor agradece os comentários dos profs. José Carlos de Souza Santos, Robert Nicol, Samuel de Abreu Pessoa e de um parecerista desta publicação.

## Introdução

Na sociedade moderna a procura da eficiência incorporou-se à vida dos agentes econômicos. Uma análise da literatura acerca de métodos de mensuração de eficiência, entre os quais destacam-se a produtividade total dos fatores<sup>(1)</sup> e os modelos de fronteira de produção,<sup>(2)</sup> fornece não só uma dimensão da importância atribuída ao tema como também do interesse entre os economistas por esses métodos.

A proliferação de métodos de mensuração da eficiência técnica introduziu um novo problema na análise da eficiência de empresas: o paradoxo do desempenho. Esse fenômeno ocorre quando métodos alternativos aplicados a uma mesma amostra de dados produzem resultados diferentes, afetando tanto o ordenamento como o nível de eficiência. Em consequência, o paradoxo do desempenho dificulta a análise das medidas de eficiência.

O objetivo deste artigo é mostrar de que forma o paradoxo atua sobre as medidas de desempenho e suas implicações para a escolha do método de cálculo.

A primeira seção descreve métodos alternativos de mensuração de eficiência nos quais as diferentes medidas de eficiência são obtidas de fronteiras de produção estocásticas e determinísticas. Deu-se preferência a estudos que usam fronteiras de produção em detrimento daqueles que utilizam a produtividade total de fatores como medida de eficiência.<sup>(3)</sup> A seção seguinte mostra o paradoxo do desempenho em estudos empíricos que utilizaram esses métodos na estimação da eficiência de empresas. A última seção discute as implicações do paradoxo do desempenho sobre a escolha do método.

## 1. Funções de Produção de Fronteira

Defina-se uma função de produção de fronteira como o nível máximo de atividade que é possível alcançar com as diferentes dotações de recursos

---

(1) Sobre esta abordagem veja NADIRI (1970) e também HAYES & CLARK (1986).

(2) Para uma descrição do desenvolvimento do uso de fronteiras de produção na mensuração da eficiência veja o *survey* de FORSUND *et al.* (1980). KOPP (1982) descreve a formulação matemática e estatística de alguns dos modelos de fronteira de produção tratados por Forsund *et al.*

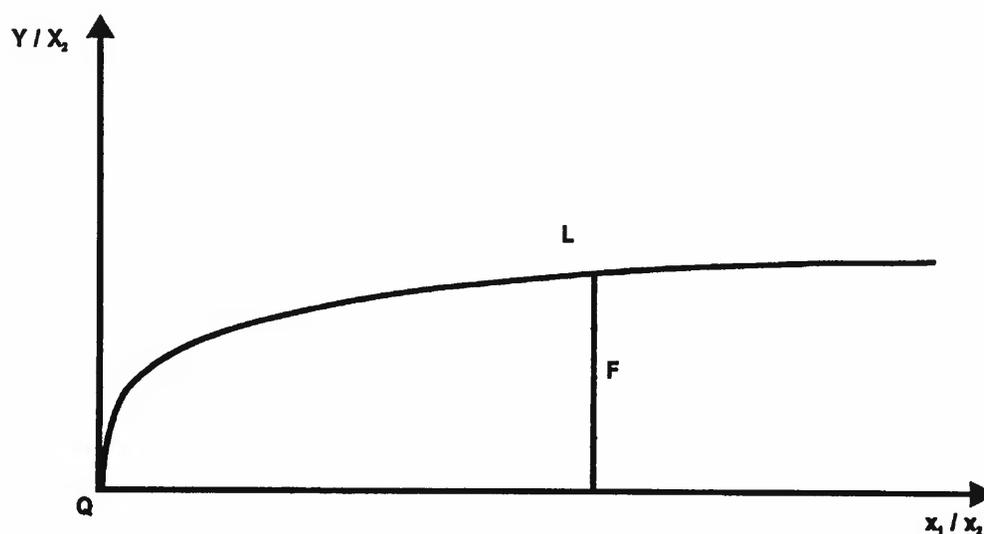
(3) Sob determinadas condições é possível demonstrar que os modelos de fronteira de produção geram índices de eficiência técnica que equivalem à produtividade total de fatores. Assim, o conceito de eficiência técnica pode também ser interpretado como uma medida de produtividade total de fatores. Veja, por exemplo, a discussão em PAGE (1984). Merece atenção também o comentário que BRAGA & ROSSI (1986) fazem a respeito da maior abrangência do conceito de produtividade total de fatores sobre o de eficiência técnica.

e tecnologia disponível. Uma vez conhecida a fronteira de produção, a medida da ineficiência de uma empresa é determinada pela distância entre o nível de produção observado e a fronteira. Em consequência, empresas que não operam na fronteira de produção são ineficientes.

A relação entre o conceito de fronteira de produção e a eficiência da empresa é expressa na Figura 1. Vamos supor o caso de um setor em que as empresas produzam um único bem ( $y$ ) empregando dois insumos ( $x_1$  e  $x_2$ ). Adicionalmente, admite-se que a função de produção é linear homogênea e que a empresa opera sob retornos constantes à escala. Em termos gerais procura-se medir uma relação do tipo  $y/x_2 = f(x_1/x_2, 1)$ .

Neste diagrama, o ponto eficiente é aquele que se encontra na fronteira, ou seja, o ponto L. O ponto F é ineficiente e a medida dessa ineficiência é dada pela distância LF.

FIGURA 1  
EFICIÊNCIA E FRONTEIRA DE PRODUÇÃO



### 1.1. Fronteiras Estocásticas e Determinísticas

O estudo de Michael J. Farrell (1957) é apontado como precursor do uso de modelos de fronteiras de produção para a mensuração da eficiência. Dado que o método de Farrell apresenta algumas hipóteses restritivas,<sup>(4)</sup> outros tipos de modelos de fronteira seguiram-se ao seu

(4) Por exemplo, a hipótese de que as empresas operam sob retornos constantes de escala.

trabalho, tendo como finalidade comum contornar os problemas teóricos existentes.

Consideradas em seu conjunto, essas abordagens podem ser divididas em dois grandes grupos: os modelos de fronteiras de produção determinísticos e os estocásticos. A diferença básica entre as fronteiras determinísticas e estocásticas reside na hipótese acerca da posição das observações em relação à fronteira.

Num modelo determinístico as observações só podem localizar-se abaixo ou na própria fronteira de produção. Os desvios em relação à fronteira são atribuídos única e exclusivamente à ineficiência. Nesta abordagem, a influência dos erros de medida sobre as medidas de eficiência não pode ser distinguida, pois na formulação desses modelos não se prevê nenhum termo para se encarregar de distúrbios estocásticos.

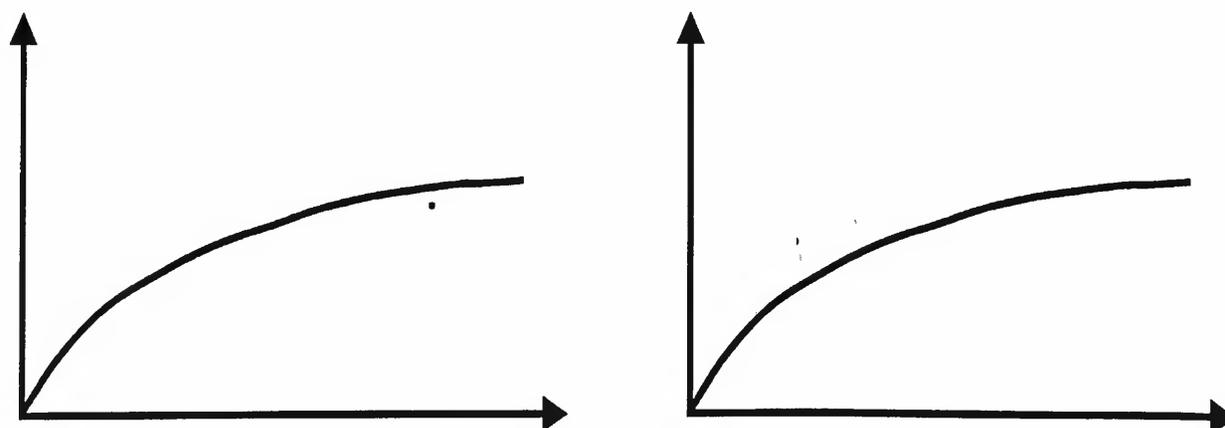
Os modelos estocásticos permitem que as observações situem-se acima da fronteira, pois admite-se que, além da ineficiência, choques externos possam determinar os desvios com relação à fronteira. Os modelos determinísticos são também chamados de modelos de erro composto devido à distinção que se faz acerca dos fatores que afetam a produção: choques externos - sobre os quais a empresa não possui controle - e a ineficiência. No modelo estocástico é possível separar os efeitos do termo estocástico daquele do termo eficiência.

Essa distinção pode ser vista na Figura 2.

## FIGURA 2 FRONTEIRAS DE PRODUÇÃO DETERMINÍSTICAS E ESTOCÁSTICAS

MODELOS DETERMINÍSTICOS

MODELOS ESTOCÁSTICOS



Da discussão precedente fica a indagação: afinal, qual modelo de fronteira deve ser empregado na comparação da eficiência relativa de empresas públicas e privadas?

Dois problemas surgem quando é necessário escolher o modelo de fronteira de produção: 1) a especificação da forma funcional da fronteira de produção, e 2) a natureza do distúrbio ou erro.

Considere a seguinte relação de produção:

$$Q = f(X, \beta) + w$$

onde:

Q: vetor de observações sobre o produto

X: matriz de observações dos fatores de produção

$\beta$ : vetor de parâmetros da função de produção

w: vetor dos distúrbios

Em primeiro lugar, é necessário definir a forma funcional que relaciona o produto a seus insumos. As funções do tipo Cobb-Douglas, translog, CES (elasticidade de substituição constante) são geralmente usadas para representar esta relação.<sup>(5)</sup>

Em segundo lugar, define-se a natureza do distúrbio, isto é, como este termo se comporta em relação à fronteira de produção. Sua natureza determinará tanto as características das medidas de eficiência técnica como o método de estimação dos parâmetros da função de produção.

O modelo determinístico especifica que o distúrbio fique abaixo ou na própria fronteira de produção. Para que isto ocorra, é necessário impor uma restrição sobre o distúrbio. Esta restrição pode ser feita mediante métodos de programação linear ou imposição de determinadas distribuições sobre o termo erro, como, por exemplo, as distribuições gama, truncada,

---

(5) Sobre uma análise comparativa de algumas formas funcionais de produção veja ROSSI (1985). Sobre o uso de funções de produção de engenharia veja WIBE (1985).

exponencial etc. Mediante o uso de método de mínimos quadrados corrigidos e de máxima verossimilhança estima-se os parâmetros da fronteira de produção. Como exemplos desse tipo de modelo temos aqueles desenvolvidos por Aigner & Chu (1968) e Richmond (1974) (veja Quadro 1).

A constatação de que nos modelos determinísticos o distúrbio engloba tanto efeitos de choques externos como os decorrentes da ineficiência da empresa levou a uma formulação que separa estes dois tipos de erro. Mais precisamente, os modelos estocásticos atribuem distribuições diferentes para os dois tipos de erro. Por exemplo, para o erro resultante de choques externos impõe-se uma distribuição normal, enquanto para o termo erro que representa a ineficiência atribui-se uma distribuição truncada, exponencial, seminormal etc. Nesta formulação, representada pelo modelo de Aigner, Lovell & Schmidt (1977) (Quadro 1), a fronteira é estimada somente para métodos estatísticos.

QUADRO 1  
MODELOS DE FRONTEIRA DE PRODUÇÃO

Estudo	Modelo	Forma de Distúrbio	Restrições Laterais	Método de Estimação
Aigner e Chu (1968)	Função de Produção $Q=f(x,\beta)+w$	Livre	$f(x,\beta)=0$	Programação Matemática
Richmond (1974)	Função de Produção $Q=f(x,\beta) w$	$w=e^{-z}$ , onde $z \sim \text{gama}$		Mínimos Quadrados Corrigidos
Aigner, Lovell e Schmidt (1977)	Função de Produção $Q=f(x,\beta)+w$	$w=U+V$ , onde $U \sim N(0, \sigma^2)$ $V \sim \text{truncada}$		Máxima Verossimilhança

Fonte: KOPP (1982, p. 484-85).

Esses estudos chamam atenção também para o paradoxo do desempenho: um fenômeno relacionado à proliferação de medidas de desempenho de empresas.

## 2. O Paradoxo do Desempenho

Meyer (1991) define o paradoxo do desempenho como a proliferação simultânea e a não-correlação (ou elevada variabilidade) entre as medidas de desempenho. (MEYER, 1991, p. 5 e 27).

Esse fenômeno pode ser observado em estudos de mensuração de eficiência que fizeram uso tanto de fronteiras determinísticas quanto de estocásticas. O caso de dois estudos, um realizado para o Brasil e o outro para a Argentina, cuja metodologia foi praticamente a mesma, é ilustrativo.

Braga & Rossi (1986) (daqui para frente denominados B-R) analisaram a eficiência técnica do setor manufatureiro da indústria brasileira no ano de 1980, enquanto Delfino (1987) fez o mesmo na Argentina para o ano de 1973. Nos dois estudos foram elaboradas cinco séries de medidas de eficiência, cada uma correspondendo a uma hipótese específica de distribuição do termo erro do modelo. Assim, no caso determinístico temos as distribuições livre, gama e exponencial; quando se trata das fronteiras estocásticas, trabalha-se com as distribuições exponencial e seminormal.

A variabilidade entre as diferentes medidas é possível de ser captada por meio dos índices de Pearson e Spearman. Com esse objetivo, foram calculados os índices de correlação de Pearson e Spearman entre as medidas de eficiência. Tomando os índices de Pearson (Quadro 2) como base, os resultados revelam um comportamento sistemático das diferentes medidas de eficiência em ambos os casos, os quais podemos resumir da seguinte maneira:

- (a) o grau de correlação entre as medidas de eficiência geradas a partir da fronteira determinística com distribuição gama e exponencial é elevado (os valores do índice de Pearson são maiores que 0,98);
- (b) o grau de correlação entre as medidas determinísticas com distribuição livre e exponencial é variável e baixo (valores no intervalo entre 0,08 e 0,61), o mesmo ocorrendo com o grau de correlação entre as medidas com distribuição livre e gama (valores no intervalo entre 0,10 e 0,55);

- (c) o grau de correlação entre as medidas de eficiência estocástica com distribuição exponencial e seminormal é elevado (valores acima de 0,97);
- (d) o grau de correlação entre as medidas determinísticas e estocásticas é baixo (valores no intervalo entre 0,23 e 0,51)

**QUADRO 2**  
**GRAU DE CORRELAÇÃO ENTRE AS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA TÉCNICA; (ÍNDICE DE PEARSON)**

	Determinísticas			Estocásticas	
	Livre	Gama	Exponencial	Seminormal	Exponencial
<b>Determinísticas</b>					
Livre	1,00	0,55 (0,10)	0,61 (0,08)	0,28 (-0,34)	0,23 (-0,26)
Gama		1,00	0,98 (0,99)	0,33 (-0,56)	0,51 (-0,57)
Exponencial			1,00	0,32 (-0,53)	0,51 (-0,52)
<b>Estocásticas</b>					
Seminormal				1,00	0,99 (0,97)
Exponencial					1,00

- Notas: a) As medidas colocadas entre parênteses referem-se ao estudo de B-R (1986, p. 104), e as demais ao estudo de DELFINO (1987, p. 75).
- b) As correlações de B-R são significantes a 5%. Não há indicação dos níveis de significância em Delfino.
- c) O grau de correlação entre as medidas estocásticas e determinísticas de B-R são negativas porque as primeiras são medidas de ineficiência e as últimas, de eficiência. Em Delfino, ambas são medidas de eficiência.

As conclusões formuladas em nada modificam-se se analisados à luz dos índices de Spearman (Quadro 3).

**QUADRO 3**  
**GRAU DE CORRELAÇÃO ENTRE AS MEDIDAS**  
**DE EFICIÊNCIA TÉCNICA**  
**(ÍNDICE DE SPEARMAN)**

	Determinísticas			Estocásticas	
	Livre	Gama	Exponencial	Seminormal	Exponencial
<b>Determinísticas</b>					
Livre	1,00	0,60 (0,31)	0,59 (0,30)	0,40 (-0,27)	0,24 (-0,24)
Gama		1,00	0,99 (0,99)	0,40 (-0,59)	0,51 (-0,61)
Exponencial			1,00	0,38 (-0,56)	0,51 (-0,58)
<b>Estocásticas</b>					
Seminormal				1,00	1,00 (0,99)
Exponencial					1,00

- Notas: a) As medidas colocadas entre parênteses referem-se ao estudo de B-R (1986, p.104), e as demais ao estudo de DELFINO (1987, p. 75).  
b) As correlações de B-R são significantes a 5%. Não há indicação dos níveis de significância em Delfino.  
c) O grau de correlação entre as medidas estocásticas e determinísticas de B-R são negativas porque as primeiras são medidas de ineficiência e as últimas, de eficiência. Em Delfino, ambas são medidas de eficiência.

Se configurada e não-correlação (ou elevada variabilidade) entre as medidas de eficiência, isto significa que os resultados podem modificar-se em função da abordagem usada. Por exemplo, no estudo de Delfino, (DELFINO, 1987, p. 68-74) o setor de produção de artigos esportivos e atletismo e o setor de refinaria de petróleo são respectivamente os setores mais e menos eficiente quando considerados os resultados dos modelos determinísticos. Quando o modelo de fronteira em questão é estocástico, o setor de produção de motocicletas e bicicletas aparece como o setor mais eficiente, e o setor de elaboração de produtos alimentícios diversos como o menos eficiente.

*"Los resultados proporcionados por los modelos determinísticos acusan una apreciable discrepancia con los obtenidos empleando los estocásticos, aunque dentro de cada enfoque el ordenamiento se mantiene cualquiera sea la estructura del error, con excepción de la libre" (DELFINO, 1987, p. 80)*

Independente dos fatores normalmente apontados para explicar tal diferença, a possibilidade de os próprios métodos produzirem resultados bastante diferentes torna a determinação do desempenho problemática.

*"this second paradox - again, variability across multiple performance measures, ... renders overall performance assessment problematic"* (MEYER, 1991, p. 28)

Em suma, o excesso de métodos e os diferentes resultados a que conduzem criaram por si só um outro problema: o paradoxo do desempenho, que talvez ainda não tenha chamado a atenção dos economistas. As observações a respeito do paradoxo do desempenho e suas implicações indicam que este campo requer estudos adicionais, os quais poderão dar uma contribuição importante aos problemas empíricos.

### 3. A Escolha do Método e suas Implicações

Em análises comparativas, os modelos estocásticos são *a priori* considerados superiores aos demais modelos, por suas propriedades estatísticas.<sup>(6)</sup> No entanto, verifica-se que esta característica não é suficiente para escolher o uso das fronteiras estocásticas em estudos empíricos.

Caves *et al.* (1992), em recente estudo sobre a eficiência industrial de seis países, utilizam os modelos de produção estocásticos como técnica de mensuração, fazendo, no entanto, o seguinte comentário a respeito de seu uso:

*"We close with a qualified view of the stochastic frontier production function. We have established that it can be usefully applied in a mechanical way to large numbers of industries (...). It seems from our tests of hypothesis to capture a great deal of valuable information about differences in efficiency among industries. On the other hand, it does not clearly outperform simpler and cheaper measures."* (CAVES *et al.*, 1992, p. 25)

Verifica-se, deste modo, que o problema quanto à decisão de qual o melhor método a adotar em estudos empíricos permanece, uma vez que os

---

(6) A discussão acerca dos atributos e limitações dos modelos de fronteira determinísticos e estocásticos é realizada em VAN DEN BROECK *et al.* (1980). Veja também CAVES *et al.* (1992).

atributos matemáticos ou estatísticos não são suficientes para eleger uma determinada metodologia como sendo superior às demais.

O uso de fronteiras estocásticas esbarra num problema de ordem prática: a possibilidade de insucesso na estimação dos índices de eficiência de todo o conjunto de observações.<sup>(7)</sup> Os estudos de Corbo & Melo (1983), Rossi (1984), Braga & Rossi (1986), Delfino (1987) e Caves *et al.* (1992) dão uma indicação de que o problema é de caráter sistemático, e afeta um percentual elevado de observações para as quais não é possível obter índices de eficiência (Vide Quadro 4). No estudo de B-R, por exemplo, somente 60% dos setores puderam ter seus índices de eficiência estimados com o uso do modelo de fronteira estocástico com distribuição exponencial do erro; essa proporção cai para 55% no estudo de Delfino. Os resultados são ainda piores quando se considera o caso da distribuição seminormal. Assim, observa-se que os problemas práticos de estimação dos índices de eficiência no modelo estocástico prejudicam seu uso.

#### QUADRO 4 A DIFICULDADE DE ESTIMAÇÃO DE ÍNDICES DE EFICIÊNCIA EM MODELOS ESTOCÁSTICOS

Estudo	Número de Setores Analisados	Medidas Estocásticas Estimadas	
		Seminormal <sup>a</sup>	Exponencial <sup>a</sup>
Braga & Rossi	136	74 (0,54) <sup>b</sup>	81 (0,60)
Delfino	76	30 (0,39)	42 (0,55)
Rossi	107	65 (0,60)	
Corbo & Melo	43	25 (0,58)	

Notas: (a) Distribuição do erro.

(b) O número entre parênteses significa o número de setores para os quais obteve-se as medidas de eficiência/total de setores da amostra.

Fonte: BRAGA & ROSSI (1986, p. 103) e DELFINO (1987, p. 74).

(7) Sobre este ponto veja BRAGA & ROSSI (1986, p. 103), DELFINO (1987, p. 74) e CAVES *et al.* (1992, p. 7-8).

Segundo van den Broeck *et al.* (1980), o critério de decisão depende de três elementos-chave: a qualidade dos dados, o modo pelo qual esses dados são gerados, e os propósitos do estudo.

*"Answering different empirical questions require different models. This also holds for different approaches to the frontier function. The choice between deterministic and stochastic frontiers must be made on the information about the quality of data, or how the data are generated, above all, the purpose of the study"* (VAN DEN BROECK *et al.*, 1980, p. 137-138).

Os propósitos dos estudos são particularmente importantes na definição do método. A mensuração da eficiência seja de setores, de empresas, de fatores de produção ou de aspectos relacionados, como os efeitos de escala ou de equipamentos de diversas idades sobre eficiência, entre outros, pode ser realizada a partir de metodologias específicas, que se valem tanto de fronteiras estocásticas como determinísticas. Por exemplo, Kopp (1981) e Khumbakar (1988) sugerem metodologias para medir a eficiência de fatores de produção isoladamente. Fare *et al.* (1985) desenvolveram uma medida que permite separar os efeitos da ineficiência técnica dos efeitos de escala. Page (1984) utiliza um método que permite tratar o impacto de tecnologias de idades (*vintages*) diferentes sobre a eficiência.

De um modo geral, constata-se que a escolha de um método tem se dado muito mais em função de seus atributos do que propriamente pelas limitações que apresenta, o que é comprovado pelo uso extensivo de ambos os modelos. O Quadro 5 fornece uma amostra de alguns estudos realizados para a América Latina usando o método de Farrell, fronteiras de produção não-estocásticas (FPNE) e fronteiras de produção estocásticas (FPE).

## QUADRO 5

### ESTUDOS DE EFICIÊNCIA PARA PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

Autor	Ano de Estudo	País	Modelo
Timmer	1971	Chile	FPNE
Meller	1976	Chile	Farrell
Tyler & Lee	1979	Colômbia	FPE
Tyler	1980	Brasil	Farrell e FPNE
Corbo & Melo	1983	Chile	FPE e FPNE
Rossi	1984	Brasil	FPE
Braga & Rossi	1986	Brasil	FPE e FPNE
Delfino	1987	Argentina	FPE e FPNE
Ribeiro	1992	Brasil	Farrell

Mesmo os modelos mais antigos, como é o caso do método de Farrell, têm servido de base a estudos relativamente recentes acerca da eficiência de empresas. Meller (1976) utiliza esse método para verificar a relação entre a eficiência alocativa e diferentes tamanhos de estabelecimentos industriais. Tyler (1980) e Byrnes *et al.* (1986) empregaram-no com o objetivo de estudar a relação entre distintos tipos de propriedade e eficiência. Page (1984) utiliza o mesmo método para verificar a relação entre tamanho da firma e eficiência e Register (1988) para analisar os efeitos de uma nova legislação sobre a eficiência do serviço postal americano.

Entretanto, a ocorrência do paradoxo de desempenho entre as medidas de eficiência leva à reflexão acerca da possibilidade de minimizar os efeitos do fenômeno. Assim sendo, o problema central, em estudos do gênero, torna-se fundamentalmente a escolha de métodos e distribuições que garantam a reprodutividade dos resultados, apresentando alto grau de correlação, o que os torna comparáveis entre si. Os estudos de B-R (1986) e Delfino (1987) indicam que, apesar do paradoxo do desempenho, existe a possibilidade de reprodutividade dos resultados. Entre os métodos estudados, esta característica verificou-se nos seguintes casos: (1) fronteiras de produção determinística com distribuição gama e exponencial, e (2) fronteiras de produção estocásticas com distribuição exponencial e seminormal. Não foi observada a reprodutividade de resultados entre medidas determinísticas e estocásticas.

Esta constatação é importante à medida que estabelece uma referência a respeito dos casos em que os resultados são comparáveis, com implicações sobre temas econômicos polêmicos. Por exemplo, as medidas de eficiência técnica têm sido extensivamente utilizadas em estudos empíricos que tratam do debate acerca da eficiência das empresas públicas *versus* empresas privadas.<sup>(8)</sup> Uma vez que o paradoxo do desempenho afeta estes estudos empíricos, cabe verificar em quais casos a metodologia utilizada garante a reprodutividade dos resultados e, por extensão, a comparação de resultados.

Outra implicação importante refere-se ao aumento da incerteza quanto às políticas públicas derivadas de estudos de eficiência, pois as recomendações de políticas estão vinculadas aos resultados obtidos: a mudança dos resultados pode alterar as recomendações. Em suma, o paradoxo do desempenho sujeita a formulação de políticas públicas a um maior grau de incerteza.

### Conclusão

O desenvolvimento de métodos de mensuração de eficiência criou um dilema para o economista: na tentativa de superar problemas de natureza teórica, introduz problemas de cunho prático - o paradoxo do desempenho. Este artigo aponta para a ocorrência do problema e para a necessidade de investigação mais aprofundada sobre as implicações que traz o fenômeno para a análise econômica.

Nesse contexto, o desafio colocado para os economistas é estabelecer em quais condições ocorre a reprodutividade dos resultados, uma vez que os atributos estatísticos e matemáticos dos métodos existentes não são suficientes para conferir a superioridade de um método sobre os demais.

### Referências Bibliográficas

- AIGNER, D. J., LOVELL, A. K. & SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, v. 6, n. 1, p. 21-37, jul. 1977.

---

(8) Sobre este debate, veja RIBEIRO (1992).

- AIGNER, D. J. & CHU, S. E. On estimating the industry production. *American Economic Review*, v. 14, n. 4, p. 826-839, set. 1968.
- BRAGA, H. & ROSSI, J. Mensuração da eficiência técnica na indústria brasileira: 1980. *Revista Brasileira de Economia*, v. 40, n. 1, p. 89-118, jan./mar. 1986).
- VAN DEN BROECK, J. *et al.* On the estimation of deterministic and stochastic frontier production functions: a comparison. *Journal of Econometrics*, v. 13, n. 1, p. 117-138, maio 1980.
- BURLEY, H.T. Productive efficiency in U.S. manufacturing: a linear programming approach. *Review of Economics and Statistics*, v. 62, n. 4, p. 619-22, nov. 1980.
- BYRNES, P., GROSSKOPF, S. & HAYES, K. Efficiency and ownership: further evidence. *Review of Economics and Statistics*, v. 68, n. 2, p. 337-41, 1986.
- CAVES, R. E. *et al.* *Industrial efficiency in six nations*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1992, 493p.
- CORBO, V. & MELO, J. de. Measuring technical efficiency: a comparison of alternative methodologies with census data. World Bank, dezembro 1983, (*mimeo*).
- DELFINO, J. A. Eficiencia, apertura de la economia y concentración industrial en Argentina. *Economica*, v. 33, n. 1, p. 51-84, jan./jun. 1987.
- FARE, R., GROSSKOPF, S., & LOVELL, C.A.K. *The measurement of productive efficiency*. Boston (MA): Kluwer Nijhoff Publishing Co., 1985.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Serie A*, v. 120, Parte III, p. 253-290, 1957.
- \_\_\_\_\_. & FIELDHOUSE, M. Estimating efficient production functions under increasing returns to scale. *Journal of Royal Statistical Society, Serie A*, v. 125, Parte II, p. 252-267, 1962.
- FORSUND, F. R., LOVELL, C. A. K. & SCHMIDT, P. A survey of frontier production functions and their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics*, v. 13, n. 1, p. 5-25, maio 1980.
- GREENE, W. H. On the estimation of a flexible frontier production model. *Journal of Econometrics*, v. 13, n. 1, p. 101-15, maio 1980a.
- \_\_\_\_\_. Maximum likelihood estimation of econometric production function. *Journal of Econometrics*, v. 13, n. 1, p. 27-56, maio 1980b.
- \_\_\_\_\_. Maximum likelihood estimation of stochastic frontier production models. *Journal of Econometrics*, v. 18, n. 2, p. 285-89, fev. 1982.

- HAYES, Robert H. & CLARK, Kim B. Why some factories are more productive than others. *Harvard Business Review*, v. 64, n. 5, p. 66-73, set./out. 1986.
- JONDROW, J. *et al.* On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production model. *Journal of Econometrics*, v. 19, n. 2/3, p. 233-38, ago. 1982.
- KIM, J. W. CES production function in manufacturing and problems of industrialization in LDC'S: evidence from Korea", *Economic Development and Cultural Change*, v. 33, n. 1, p. 143-65, out. 1984.
- KOPP, R. J. & SMITH, V. K. Frontier production function estimates for steam electric generation: a comparative analyses. *Southern Economic Journal*, v. 46, n. 4, p. 1049-59, abr. 1980.
- KOPP, R. J. A reconsideration. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 96, n. 3, p. 477-503, ago. 1981.
- KOPP, R. J. & DIEWETER, W E. The decomposition of frontier cost function deviations into measures of technical efficiency and allocative efficiency. *Journal of Econometrics*, v. 19, n. 2/3, p. 319-31, ago. 1982.
- KUMBHAKAR, S. C. Estimation of input-specific technical efficiency in stochastic frontier models. *Oxford Economic Papers*, v. 40, p. 535-49, 1988.
- LEE, L. F. On maximum likelihood estimation of stochastic frontier production models. *Journal of Econometrics*, v. 23, n. 2, p. 269-74, out. 1983.
- MEEUSEN, W. & VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation for Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, v. 18, n. 2, p. 435-444, jun. 1977.
- MELLER, P Allocative frontiers for industrial establishments of different sizes. *Explorations in Economic Research*, v. 3, n. 3, p. 379-407, Verão 1976.
- MEYER, M. W. *The performance paradox*. Wharton School, Paper 1991.
- NADIRI, M. I. Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey. *Journal of Economic Literature*, v. 8, n. 4, p. 1137-1177, 1970.
- PAGE JR., J. M. Firm size and technical efficiency: applications of production frontiers to Indian survey data", *Journal of Development Economics*, v. 16, n. 1-2, p. 129-52, set./out. 1984.
- REGISTER, C. A. Technical efficiency within the U.S. postal service and the postal reorganization act of 1970. *Applied Economics*, v. 29, n. 9, p. 1185-97, set. 1988.

- RIBEIRO, C. A. C. *A eficiência técnica de empresas públicas e privadas no Brasil: 1978-1988*. São Paulo: EAESP/FGV, Dissertação de Mestrado, 1992, 85p..
- RICHMOND, J. Estimating the efficiency of the production. *International Economic Review*, v. 15, n. 2, p. 515-21, jun. 1974.
- ROSSI, J. W. Measuring technical efficiency in brazilian manufacturing. *Anais do VI Encontro Brasileiro de Econometria*. São Paulo, dez. 1984.,p. 421-38.
- ROSSI, P. E. Comparison of alternative functional forms in production. *Journal of Econometrics*, v. 30, n. 1/2, p. 345-61, out./nov. 1985.
- SCHMIDT, P. On the statistical estimation of parametric frontier production functions. *Review of Economics and Statistics*, v. 48, n. 2, p. 238-39, maio 1976.
- TIMMER, C. P. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *Journal of Political Economy*, v. 79, n. 4, p. 776-794, jun./ago. 1971.
- TYLER, W. G. Technical efficiency and ownership characteristics of manufacturing firms in a developing country: a brazilian case study. *Weltwirtschaftliches Archiv: Review of World Economics*, v. 114, n. 2, p. 360-78, 1978.
- \_\_\_\_\_. Eficiência técnica na produção: uma análise empírica dos setores siderúrgicos e de plásticos no Brasil. *Estudos Econômicos*, v. 10, n. 1, p. 29-53, jan./abr. 1980.
- \_\_\_\_\_. & LEE, L. F. On estimation stochastic frontier production functions and average efficiency: an empirical analysis with Colombian micro data. *Review of Economics and Statistics*, v. 61, n. 3, p. 436-438, ago. 1979.
- WIBE, S. A. Engineering production functions: a survey. *Economica*, v. 51, n. 204, p. 401-11, nov. 1984.

---

(Recebido em fevereiro de 1993. Aceito para publicação em março de 1994).