

EFICIÊNCIA ECONÔMICA NA PRODUÇÃO DE LEITE TIPO B NO ESTADO DE SÃO PAULO¹

Oscar Tupy²
Alfredo Ribeiro de Freitas³
Sérgio Novita Esteves⁴
Eli Antonio Schiffler⁵
Manuel Carmo Vieira⁶

1 - INTRODUÇÃO

A principal razão para avaliar a eficiência econômica de uma empresa é o fato da mesma ser um indicador de sucesso, uma medida de desempenho, pela qual as empresas devem ser avaliadas (LOVELL, 1993). Uma vez quantificada a ineficiência, seus fatores determinantes poderão ser identificados, e muitos prejuízos evitados. Por outro lado, a identificação dos fatores determinantes de níveis elevados de eficiência poderá também ser extremamente valiosa para os trabalhos de extensão, pesquisa e assistência técnica, podendo, os produtores de leite de elevada eficiência econômica, tornarem-se referência ou *benchmarks* para os demais.

Para instituições que desenvolvem pesquisas aplicadas à produção de leite, a avaliação da eficiência econômica poderá ser útil à proposição de trabalhos científicos, que efetivamente contribuam para o melhoramento atual da produção de leite, no desenvolvimento de novas tecnologias para aumentar a produtividade e no reconhecimento do *gap* entre o potencial de produ-

ção de uma tecnologia e o nível de produção obtido.

O trabalho tem como objetivo estimar a eficiência custo na produção de leite tipo B do Estado de São Paulo.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Medições e análises da eficiência econômica na produção de leite foram realizadas por KUMBHAKAR; BISWAS; BAILEY (1989) nos EUA. Os autores mediram ineficiências técnica, alocativa e de escala de fazendas produtoras de leite do Texas, utilizando uma função de produção fronteira tipo Cobb-Douglas e condições de primeira ordem para maximização de lucro. Foram estimadas, separadamente, eficiência técnica, alocativa e de escala para pequenas, médias e grandes propriedades. Em média, a porcentagem de perda no produto, devido à ineficiência técnica, foi de 52,12; 31,56 e 20,02% para pequenas, médias e grandes propriedades, respectivamente. A porcentagem de incremento no custo devido à ineficiência alocativa foi de 5,89; 3,62 e 3,87% para pequenas, médias e grandes propriedades, respectivamente. A porcentagem de perda no lucro, devido à ineficiência de escala, foi de 18,56; 11,18 e 7,96% para pequenas, médias e grandes propriedades, respectivamente. Os resultados obtidos por KUMBHAKAR; BISWAS; BAILEY (1989) indicaram associação positiva entre o nível educacional do produtor e a eficiência; e relação negativa entre renda obtida fora da propriedade e eficiência, sendo mais forte o efeito desta relação nas pequenas propriedades.

BRAVO-URETA e RIEGER (1991) estimaram a eficiência econômica na produção de leite de 511 fazendas nos EUA, e a ineficiência econômica encontrada foi de 30% para a média das

¹Este trabalho contou com o auxílio do Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologia Agropecuária para o Brasil (PRODETAB). Os autores agradecem a colaboração de Andréia Cristina de Oliveira Adami, Estudante de Economia (Centro Universitário de Araraquara), Bolsista da FAPESP.

²Veterinário, Doutor, Pesquisador da EMBRAPA (e-mail: tupy@cppse.embrapa.br).

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da EMBRAPA (e-mail: ribeiro@cppse.embrapa.br).

⁴Veterinário, Doutor, Pesquisador da EMBRAPA (e-mail: sergio@cppse.embrapa.br).

⁵Engenheiro Agrônomo, Mestre, Técnico Nível Superior II da EMBRAPA (e-mail: eli@cppse.embrapa.br).

⁶Ciência da Computação, Mestre, Pesquisador do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) (e-mail: mvieira@ital.org.br).

fazendas analisadas. Esses autores utilizaram fronteiras de custo do tipo Cobb-Douglas, estimadas analiticamente para obtenção da medida de eficiência econômica. Neste trabalho, os autores concluíram que, embora variáveis sócio-econômicas, tamanho da propriedade, educação, extensão e experiência mostrassem alguma associação estatisticamente significativa com estimativas de eficiência, estas não foram acentuadas.

No Brasil, GOMES (1999) estimou uma eficiência técnica da ordem de 91% para uma amostra de 241 produtores de leite do Estado de Minas Gerais.

TUPY e YAMAGUCHI (2002) mediram a eficiência produtiva (técnica) de 54 sistemas de produção de leite do Estado de Minas Gerais, empregando métodos não-paramétricos (*Data Envelopment Analysis - DEA*). A eficiência produtiva média estimada foi de 71,3%.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Modelo Teórico de Análise

Na produção de leite, os produtores mais tecnificados têm procurado otimizar a produção através de maior produtividade por vaca em lactação, maior eficiência na transformação de alimentos, menor intervalo entre partos e menor taxa de mortalidade. Nesse caso, uma função de produção poderá, provavelmente, representar o comportamento otimizador do ponto de vista físico. Contudo, uma abordagem de função de produção proporcionará apenas a medida de eficiência técnica da firma. Para medir a eficiência econômica, torna-se necessário representar o comportamento otimizador dos produtores por funções objetivo de custo, receita ou de lucro.

Pressupõe-se que produtores operem em mercados competitivos, onde o preço do produto e dos fatores são dados. Assim, a utilização de uma função de custo pode, então, ser compatível com o comportamento dos mercados competitivos frente aos mercados de produto e de fatores. Os preços destes são exógenos, enquanto as demandas por fatores e o custo total são endógenos. Segundo GREENE (1980), para mercados competitivos, a suposição comportamental subjacente é que as firmas minimizem os custos de produção em relação ao produto, preços e função de produção.

Neste trabalho será considerada, para representar o comportamento otimizador na produção de leite, uma função de custo, conforme os textos clássicos sobre teoria da firma:

$$C = C(y, w_1, \dots, w_n) \quad (1)$$

A função de custo representada acima é o custo mínimo de produção de um dado nível de produto, durante um dado período de tempo, expresso como função dos preços dos fatores w e produto y .

A função de custo estimada representará a fronteira de custo mínimo onde somente os produtores eficientes estarão localizados. Produtores com algum grau de ineficiência se localizarão acima da fronteira de custo mínimo, e sua distância ou desvio em relação à fronteira será sua medida de ineficiência (LOVELL, 1993).

3.2 - Modelo Empírico de Análise

Para a estimação da fronteira de custo e medição da ineficiência econômica foi utilizado o método não paramétrico de envoltória de dados *Data Envelopment Analysis (DEA)*, conforme descrito por COELLI (1994).

Para minimizar o custo, utilizou-se o modelo DEA da equação (2) para obter a eficiência técnica (ET) da amostra, ou seja:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} -y_i + Y\lambda &\geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda &\geq 0, \\ N1' \lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned}$$

onde θ é um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da i -ésima propriedade, tratada doravante como *Decision-Making Unit (DMU)*. O parâmetro λ é um vetor $N \times 1$, cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima. Para uma *DMU* eficiente, todos os valores de λ serão zero; para uma *DMU* ineficiente, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras *DMUs* eficientes, que influenciam a projeção daquela ineficiente sobre a fronteira calculada. Isso significa que, para uma *DMU* ineficiente, existe pelo menos uma *DMU* eficiente, cujos pesos calculados fornecerão a firma virtual correspondente da firma ineficiente, mediante

combinação linear.

O valor de θ obtido será o escore de eficiência para a i -ésima *DMU*, e satisfará a condição de $\theta \leq 1$, com o valor 1 indicando um ponto na fronteira e, portanto, uma *DMU* eficiente. Nota-se que o problema de programação linear deve ser resolvido N vezes, uma para cada *DMU* na amostra.

A restrição $N1'\lambda = 1$ é um vetor $N \times 1$ de uns, que modifica o problema de programação linear básico com retornos constantes de escala (RC), para atender à condição de retornos variáveis de escala (RVE). Essa restrição forma um casco convexo, que envolve os pontos de forma mais ajustada que o casco cônico obtido do problema de programação linear com RC; e portanto, provê escores de eficiência técnica maiores que ou iguais àqueles obtidos usando o modelo com RC. A restrição de convexidade ($N1'\lambda = 1$) assegura, essencialmente, que a *DMU* ineficiente é somente comparada com uma *DMU* de igual tamanho. Isto é, o ponto projetado (para aquela *DMU*) sobre a fronteira *DEA* será uma combinação convexa de *DMUs* observadas. Portanto, no caso *DEA* com RC, uma *DMU* pode ser comparada à *DMUs* substancialmente maiores (menores) que ela (COELLI, 1994). Neste caso os pesos λ poderão somar um valor maior que 1.

O próximo passo requer a solução do seguinte problema *DEA* de minimização de custo:

$$\begin{aligned} & \text{MIN}_{\lambda, x^*} w_i \cdot x_i^* & (3) \\ \text{Sujeito a:} & & \\ & -y + Y\lambda \geq 0, & \\ & x_i^* - X\lambda \geq 0, & \\ & \lambda \geq 0, & \end{aligned}$$

onde w_i é o vetor de preços dos insumos para a i -ésima *DMU* e x_i^* , calculado resolvendo o problema de programação linear da equação (2), é o vetor das quantidades de insumos que minimizam os custos para a i -ésima *DMU*, dados os preços dos insumos (w_i) e as quantidades de produtos (Y_i).

A eficiência custo foi estimada pela razão entre o custo mínimo e o custo observado:

$$EC_i = W_i X_i^* / W_i X_i \quad (4)$$

A eficiência alocativa (AE) é calculada residualmente como:

$$AE_i = EC_i / ET_i$$

O *software* utilizado nas análises foi o *DEAP* (COELLI, 1994).

3.3 - Fonte de Dados

Os dados utilizados no trabalho referem-se a uma amostra de trinta⁷ produtores de leite B, pertencentes a diferentes cooperativas de laticínios do Estado de São Paulo. Os dados foram coletados no ano 2000, por meio de questionários estruturados distribuídos às cooperativas, e representam produção e despesas do movimento contábil de 1999.

3.3.1 - Descrição das variáveis do modelo (equação 2)

Custo: O custo **C** no modelo é endógeno, ou seja, foi obtido a partir dos preços e quantidades dos fatores de produção utilizados.

Produto: O produto **Y** foi a produção de leite anual em litros.

Preços dos fatores de produção: Os preços **W** dos fatores de produção foram: preços da mão-de-obra (salário anual da mão-de-obra empregada na produção de leite) e do concentrado utilizado na alimentação do rebanho.

Quantidades dos fatores de produção: Quantidades de mão-de-obra (homens) e de concentrados (toneladas) utilizados na produção anual de leite.

Parte dos fatores de produção, por exemplo o capital investido em instalações, máquinas, equipamentos, forragens e outros de menor participação nos custos de produção, embora importantes, não foram considerados nas análises, uma vez que as informações fornecidas pelos produtores foram consideradas pouco consistentes. Por outro lado, os gastos com concentrados e mão-de-obra foram computados com maior facilidade, e podem representar aproximadamente 43% do custo operacional na produção de leite (TUPY et al., 2000). Além disso, o consumo de concentrado e o emprego da mão-de-obra são componentes do custo, com grande capacidade de refletir ineficiências de produção.

A estatística descritiva das variáveis selecionadas para análise consta da tabela 1.

⁷A pequena amostra de produtores utilizada neste trabalho decorre da dificuldade de se obter informações com os produtores de leite, mesmo quando se trata de produtores de leite do tipo B.

TABELA 1 - Estatísticas Descritivas das Variáveis Seleccionadas para Análise

Variável	Média	D.P	Mínimo	Máximo
Custo observado (R\$)	57.500,01	90.229,01	9.000,00	486.840,00
Produção de leite (l)	342.986	504.959	34.000	2.737.500
Quantidade de concentrado (tonelada)	294	1004	12	5568
Quantidade de mão de obra (homens/ano)	4	5	1	28
Preço concentrado (R\$)	271,81	76,84	70,19	416,67
Preço da mão de obra (R\$)	4.749,59	1.751,05	480,00	9.500,00

¹[N=30].

Fonte: Dados da pesquisa.

4 - RESULTADOS

A eficiência custo média estimada foi de $0,673 \pm 0,221$, sendo o menor valor observado 0,299 e o maior 1,00, com coeficiente de variação de 0,328. Portanto, a ineficiência econômica média ou de ineficiência custo foi de 32,70%. A eficiência técnica correspondeu a 78,1%, e a eficiência alocativa a 87,0%. Em média, a porcentagem de perda no produto, devido à ineficiência técnica, foi de 21,9%. A porcentagem de incremento no custo, devido à ineficiência alocativa, foi de 13%. Da amostra, 46,67% dos produtores foram eficientes tecnicamente, 16,67% alocativamente e 16,67% economicamente (Tabela 2).

TABELA 2 - Sumário de Eficiência Custo

Produtor	Eficiência técnica	Eficiência alocativa ¹	Eficiência custo
1	1,000	1,000	1,000
2	1,000	0,985	0,985
3	0,733	0,954	0,700
4	1,000	0,902	0,902
5	1,000	0,775	0,775
6	0,444	0,980	0,435
7	0,500	0,599	0,299
8	0,695	0,920	0,639
9	0,491	0,968	0,476
10	0,883	0,688	0,607
11	1,000	0,824	0,824
12	0,752	0,965	0,725
13	0,639	0,843	0,539
14	0,519	0,983	0,510
15	1,000	0,570	0,570
16	1,000	0,600	0,600
17	0,555	0,961	0,533
18	1,000	0,499	0,499
19	1,000	1,000	1,000
20	0,518	0,822	0,426
21	1,000	1,000	1,000
22	1,000	1,000	1,000
23	0,481	0,973	0,468
24	1,000	1,000	1,000
25	0,686	0,831	0,569
26	1,000	0,851	0,851
27	0,531	0,968	0,514
28	0,500	0,875	0,437
29	1,000	0,909	0,909
30	0,495	0,842	0,417
Média	0,781	0,870	0,674

¹Eficiência alocativa = eficiência custo/eficiência técnica.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados obtidos neste trabalho não confirmam aqueles obtidos por GOMES (1999), sobre propriedades leiteiras no Estado de Minas Gerais. O autor estimou uma eficiência técnica média de 91% para uma amostra de 241 produtores. Contudo, a eficiência técnica obtida pela amostra analisada está de acordo com aquela estimada por KUMBHAKAR; BISWAS; BAILEY (1989), para grandes propriedades leiteiras do Texas (EUA), em torno de 80%, embora sejam as grandes propriedades analisadas por KUMBHAKAR; BISWAS; BAILEY (1989) mais eficientes alocativamente (93,13%). KUMBHAKAR; BISWAS; BAILEY (1989) e GOMES (1999) levaram em conta, no seus modelos de análise, um maior número de fatores de produção comparativamente àquele utilizado no presente trabalho. O modelo que mais se aproximou do modelo utilizado neste trabalho foi o utilizado por BRAVO-URETA e RIEGER (1991), que estimaram uma eficiência custo de aproximadamente 70% para propriedades leiteiras, também dos EUA. As variáveis utilizadas no modelo foram: consumo de forragens, consumo de concentrados e mão-de-obra empregada na atividade leiteira. A eficiência técnica estimada foi de 83%, e a eficiência alocativa de 84,6%. Para o Brasil, níveis de ineficiência econômica da ordem de 30% são extremamente prejudiciais à competitividade da cadeia produtiva. Maiores níveis de eficiência certamente terão impacto positivo na renda dos produtores, no custo do leite na plataforma da indústria e no consumo. Levando em conta que na amostra estudada os gastos com concentrado e mão-de-obra foram, no período analisado, da ordem de R\$1.725.000,00, estes têm embutidos nada menos do que R\$526.000,00 de excesso, que podem ser atribuídos à ineficiência custo de 32,70% estimada.

O sumário das quantidades de fatores de produção que minimizam os custos, dados os preços dos insumos e a quantidade de leite produzida, constam da tabela 3. A tabela 4 apresenta o

TABELA 3 - Sumário da Quantidade de Concentrados (QC) e da Quantidade de Mão-de-Obra (QMO) que Minimizam os Custos de Produção, Dado os Preços dos Fatores e a Produção de Leite

Produtor	QC (toneladas)	QMO (homem/ano)
1	20,000	1,000
2	19,134	1,000
3	35,909	1,363
4	14,794	1,000
5	94,501	2,700
6	147,660	3,912
7	13,375	2,146
8	22,472	1,056
9	53,876	1,773
10	100,762	2,842
11	356,349	4,647
12	108,794	3,026
13	29,537	1,218
14	78,085	2,325
15	15,871	1,000
16	19,346	1,000
17	25,002	1,114
18	18,949	1,000
19	5568,000	28,000
20	22,090	1,048
21	151,500	4,000
22	12,000	1,000
23	45,617	1,584
24	468,000	5,000
25	70,001	2,141
26	21,693	1,163
27	22,879	1,066
28	16,579	1,000
29	12,000	1,000
30	111,069	3,078

Fonte: Dados da pesquisa

TABELA 4 - *Ranking* dos Sistemas de Produção de Acordo com a Eficiência Custo

(continua)

Produtor	Eficiência técnica	Eficiência alocativa	Eficiência custo
1	1,000	1,000	1,000
19	1,000	1,000	1,000
21	1,000	1,000	1,000
22	1,000	1,000	1,000
24	1,000	1,000	1,000
2	1,000	0,985	0,985
29	1,000	0,909	0,909
4	1,000	0,902	0,902
26	1,000	0,851	0,851
11	1,000	0,824	0,824
5	1,000	0,775	0,775
12	0,752	0,965	0,725
3	0,733	0,954	0,700
8	0,695	0,920	0,639
10	0,883	0,688	0,607
16	1,000	0,600	0,600
15	1,000	0,570	0,570
25	0,686	0,831	0,569
13	0,639	0,843	0,539

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4 - *Ranking* dos Sistemas de Produção de Acordo com a Eficiência Custo

Produtor	Eficiência técnica	Eficiência alocativa	Eficiência custo
17	0,555	0,961	0,533
27	0,531	0,968	0,514
14	0,519	0,983	0,510
18	1,000	0,499	0,499
9	0,491	0,968	0,476
23	0,481	0,973	0,468
28	0,500	0,875	0,437
6	0,444	0,980	0,435
20	0,518	0,822	0,426
30	0,495	0,842	0,417
7	0,500	0,599	0,299

Fonte: Dados da pesquisa.

ranking dos sistemas de produção, de acordo com a eficiência custo.

5 - CONCLUSÕES

Embora seja pequena a amostra de propriedades leiteiras avaliadas, os resultados evidenciam uma ineficiência custo elevada. Se este é o nível de ineficiência comum em sistemas de produção de leite no Brasil, as perdas por ineficiência são de grande magnitude, onerando todo

o setor leiteiro. Maior eficiência custo na produção de leite aumenta a renda do produtor, diminui o custo do produto processado e pode aumentar o consumo final do leite no Brasil. Assim, considera-se extremamente importante a incorporação das técnicas de avaliação de eficiência econômica, como instrumento de rotina, por cooperativas de laticínios e iniciativa privada no País.

O método está disponível em instituições de pesquisa e universidades, e pode ser aplicado para medir a eficiência econômica (custo) de empresas de muitos setores do agronegócio.

LITERATURA CITADA

BRAVO-URETA, B. E.; RIEGER, L. Dairy farm efficiency measurement using stochastic frontiers and neoclassical duality. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 73, n. 2, p. 421-426, 1991.

COELLI, T. J. A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. Armidale, England: University of New England/Department of Econometrics, 1994. Mimeo.

GOMES, P. A. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital**. Viçosa, 1999. 161 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

GREENE, W. H. Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. **Journal of Econometrics**, n. 13, p. 27-56, 1980.

KUMBHAKAR, S. C.; BISWAS, B.; BAILEY, D.V. A study of economic efficiency of Utah dairy farmers: a system approach. **The Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 4, p. 595-604, 1989.

LOVELL, K. C. A. Production frontiers and productive efficiency. In: **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. New York: Oxford University Press, 1993. p. 3-54.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. Identificando *benchmarks* na produção de leite. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 81- 96, 2002.

_____ et al. **Método para controle e análise de custo da produção de leite**. Brasília: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. 35 p. (Circular Técnica, n. 26)

EFICIÊNCIA ECONÔMICA NA PRODUÇÃO DE LEITE TIPO B NO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO: A literatura sobre a avaliação da ineficiência econômica de empresas é abrangente em nível internacional, mas escassa no Brasil. Neste trabalho, a ineficiência econômica na produção de leite foi estimada, utilizando o método Data Envelopment Analysis (DEA). Os dados representam um corte transversal da produção de leite de 30 propriedades do Estado de São Paulo. A ineficiência econômica média estimada foi de 32,70%. Níveis de ineficiência econômica desta magnitude são extremamente prejudiciais à competitividade da cadeia produtiva do leite no Brasil.

Palavras-chave: produção de leite, eficiência econômica, eficiência custo, fronteira estocástica, fronteira não-paramétrica.

ECONOMIC INEFFICIENCY OF DAIRY FARMS IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

ABSTRACT: The literature on economic inefficiency is significant abroad, but of little expression in Brazil. This work evaluates the inefficiency cost or economic inefficiency in milk production, using Data Envelopment Analysis (DEA). Cross-section data were obtained from 30 dairy farms statewide. The average cost inefficiency was 32,70%. Inefficiency levels of this magnitude seriously harm the competitiveness of the Brazilian milk production chain.

Key-words: milk production, economic efficiency, data envelopment analysis, cost efficiency, stochastic frontier, parametric frontier.

Recebido em 09/10/2002. Liberado para publicação em 12/11/2002.