

# EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DE COOPERATIVAS DE LATICÍNIOS

OSCAR TUPY; MANUEL CARMO VIEIRA; LEONARDO ETORE DO VALLE;

ITAL

CAMPINAS - SP - BRASIL

tupy@cnpq.br

PÔSTER

ADMINISTRAÇÃO RURAL E GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

## Eficiência Técnica e de Escala de Cooperativas de Laticínios

Grupo de Pesquisa: Administração Rural e Gestão do Agronegócio

### RESUMO

A análise de eficiência de cooperativas de laticínios é vista como de grande importância por gestores, cooperados, organizações de cooperativas e governo, uma vez que, a eficiência como medida de desempenho fornece elementos que podem ampliar o poder de tomada de decisão das cooperativas, orientando-as com relação à utilização eficiente do capital e do trabalho e também com relação às suas estratégias de mercado. Assim, o presente trabalho avaliou a eficiência técnica e de escala de 66 cooperativas de laticínios pertencentes aos estados de Minas Gerais e São Paulo. A média de eficiência técnica das cooperativas foi de 0,623, ou 62,3%, indicando que os recursos empregados ineficientemente (ativos e mão-de-obra) geraram custos de produção devido à ineficiência técnica 60,51% mais elevados do que o necessário. A média de eficiência de escala foi igual a 0,896 ou 89,6%, indicando que as cooperativas da amostra podem reduzir o seu custo em 11,61%, se adotarem tamanho de escala mais produtivo.

# INTRODUÇÃO

A análise de eficiência de cooperativas de laticínios é vista como de grande importância para gestores, cooperados, organizações de cooperativas e governo, uma vez que a medição e análise da eficiência poderão ser úteis para fins estratégicos (comparação com outras cooperativas), táticos (permitir às cooperativas identificarem fatores prejudiciais ao seu desempenho técnico e econômico), de planejamento (comparar os resultados do uso de diferentes combinações de fatores) ou outros relacionados à sua administração interna.

A eficiência como medida de desempenho fornece elementos que podem ampliar o poder de tomada de decisão das cooperativas, orientando-as com relação à utilização eficiente do capital e do trabalho e também com relação às suas estratégias de mercado.

Ao identificar *benchmarks* (firmas eficientes, de melhor prática), as técnicas de medição de eficiência podem facilitar o intercâmbio de informações tecnológicas e de gestão essenciais ao crescimento equilibrado das cooperativas, de modo a aumentar a competitividade e viabilizar o desenvolvimento local e regional, facilitando o trabalho de instituições como OCESP e OCEMG, e permitindo abordagem mais ordenada das cooperativas, o que favorece a orientação sobre estratégias de gestão mais aplicadas.

Da literatura, pode-se citar o trabalho de FERRIER (1995), que estimou a eficiência relativa de cooperativas e de empresas privadas de laticínios nos Estados Unidos. O autor avaliou 28 cooperativas e 28 empresas privadas. A média da eficiência técnica das cooperativas foi de 0,711 e das empresas privadas, de 0,617. Testes não paramétricos de médias indicaram que essa diferença na eficiência técnica foi estatisticamente significativa ao nível de 2%. Os níveis de eficiência técnica sugerem que o desperdício ou os recursos ineficientemente empregados aumentaram o custo de produção das cooperativas em 41% e das empresas privadas de laticínios de 62%. Somente três cooperativas foram eficientes em escala e nenhuma empresa privada o foi. A média da eficiência de escala das cooperativas foi de 0,848 e das empresas privadas, de 0,836. Essa diferença não foi estatisticamente significativa. Contudo, cooperativas e empresas privadas podem reduzir o uso de insumos em 17,9% e 19,6%, respectivamente, adotando tamanho de escala mais produtivo.

SINGH et al. (2000) também mediram a eficiência técnica de 13 cooperativas e de 10 empresas privadas de laticínios na Índia. A eficiência técnica estimada para cooperativas foi de 0,874 e para empresas privadas, de 0,865.

FERRIER (1995) e SINGH et al. (2000) utilizaram o método de programação matemática *data envelopment analysis* (DEA) para construir uma fronteira eficiente sobre os dados de insumo-produto das firmas e estimar a eficiência técnica e de escala relativas à fronteira.

No Brasil TUPY et al. (2003) mediram utilizando o DEA a eficiência de 10 cooperativas de laticínios do Estado de São Paulo no ano de 1999, obtendo uma eficiência técnica de 81,7%, concluindo que os recursos empregados de maneira ineficiente (ativos e mão-de-obra) em relação ao faturamento obtido aumentaram os custos das cooperativas em 22,40%. Com relação a eficiência de escala obteve-se uma média de 87,2% para as

cooperativas analisadas, indicando que estas poderão reduzir o seu custo em 14,68% se adotarem um tamanho de escala mais produtivo. No presente trabalho aumentou-se a amostra de cooperativas incluindo-se também cooperativas do Estado de Minas Gerais.

## METODOLOGIA

### Dados utilizados:

Os dados utilizados neste trabalho referem-se à 66 cooperativas de laticínios dos estados de Minas Gerais e São Paulo extraídos das demonstrações financeiras de 1998 a 2002 das cooperativas de São Paulo e de 2001 das cooperativas de Minas Gerais. Também foram utilizados no trabalho dados do censo do leite realizado em 2001.

## MÉTODOS

Para avaliação da eficiência produtiva de cooperativas foi utilizado o Método de Envolvimento de Dados conforme descrito por COELLI (1994).

A melhor maneira de introduzir DEA, de acordo com COELLI (1994), é na forma de proporção. Desse modo, para cada cooperativa, doravante tratada como firma, obtém-se a proporção de todos os produtos em relação a todos os insumos, tal como  $u'y_i / v'x_i$ , em que  $u$  é um vetor  $M \times 1$  de pesos de produtos ( $y_i$ ) e  $v$  é um vetor  $K \times 1$  de pesos dos insumos ( $x_i$ ). Para estimar os pesos ótimos, especifica-se o problema de programação linear, da seguinte forma:

$$\text{Max } (u'y_i / v'x_i), \quad (1)$$

sujeito a

$$u'y_j / v'x_i \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N,$$

$$u, v \geq 0$$

$$v'x_i > 0.$$

Isto envolve obter valores para  $u$  e  $v$  tais que a medida de eficiência da  $i$ -ésima firma seja maximizada, sujeita à restrição de que todas as medidas de eficiência sejam menores ou iguais a 1. Um problema com este tipo particular de proporção é que ele tem número infinito de soluções. Para evitar isto, pode-se impor a restrição  $v'x_i = 1$ , que provê:

$$\text{Max}_{u,v} (\mu'y), \quad (2)$$

sujeito a

$$v'x_i = 1,$$

$$\mu'y_j - v'x_j \leq 0, j = 1, 2, \dots, N,$$

$$u, v \geq 0,$$

em que a mudança de notação de  $u$  e  $v$  para  $\mu$  e  $v$  reflete a transformação. Esta forma é conhecida como a forma do *multiplicador* do problema de programação linear.

Mediante o uso da dualidade em programação linear, pode-se derivar uma forma de envelope equivalente deste problema:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \tag{3}$$

sujeito a

$$-y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

em que  $\theta$  é um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da  $i$ -ésima firma e o parâmetro  $\lambda$  é um vetor  $N \times 1$ , cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima. Para uma firma eficiente, todos os valores de  $\lambda$  serão zero; para uma firma ineficiente, os valores de  $\lambda$  serão os pesos utilizados na combinação linear de outras firmas eficientes, que influenciam a projeção da firma ineficiente sobre a fronteira calculada. Isto significa que, para uma unidade ineficiente, existe pelo menos uma unidade eficiente, cujos pesos calculados fornecerão a firma virtual da firma ineficiente, mediante combinação linear. As unidades eficientes que, quando combinadas, fornecem a firma virtual para a firma ineficiente são conhecidas como *peers* (pares) ou *benchmarks* (firmas eficientes, de melhor prática) para aquela firma (GOMES, 1999).

Esta forma de envelope envolve menos restrições do que a forma do multiplicador ( $K + M < N + 1$ ), sendo, portanto, a forma mais preferida de solução. O valor de  $\theta$  obtido será o escore de eficiência para a  $i$ -ésima firma e a condição de que  $\theta \leq 1$  será satisfeita, com o valor de 1 indicando um ponto na fronteira e portanto uma firma eficiente. Note que o problema de programação linear deve ser resolvido  $N$  vezes, uma para cada firma da amostra.

A medida de eficiência obtida da equação (3) é orientada para os insumos, pressupondo retornos constantes de escala (RC) para a tecnologia.

Além da pressuposição de RC, pode-se considerar retornos variáveis de escala (RV) para a tecnologia. A pressuposição de RC somente é apropriada quando todas as firmas estão funcionando em escala ótima. Desse modo, o problema de programação linear com retornos constantes de escala, conforme representado na equação (3), pode ser facilmente modificado para atender a pressuposição de RV pela adição de uma restrição de convexidade:  $N1'\lambda = 1$ , conforme demonstrado na equação (4):

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \tag{4}$$

sujeito a

$$-y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0,$$

em que N1 é um vetor N x 1 de uns. Esta restrição forma um casco convexo (??) que “envelopa” os pontos de forma mais ajustada do que o casco cônico (??) de RC e, portanto, prevê escores de eficiência técnica que são maiores ou iguais àqueles obtidos por meio do

uso do modelo com RC. A restrição de convexidade (N1'λ = 1) assegura, essencialmente, que a firma ineficiente é somente comparada com uma firma de igual tamanho. O ponto projetado para a firma sobre a fronteira DEA será uma combinação convexa de firmas observadas. Portanto, no caso DEA com RC, a firma pode ser comparada com firmas que são substancialmente maiores (menores) do que ela (COELLI, 1994). Neste caso, os pesos λ poderão somar um valor maior do que 1.

Dada a pressuposição de RV para a tecnologia, os escores de eficiência técnica obtidos sob a pressuposição de RC podem ser decompostos em dois componentes, um devido à ineficiência de escala e um devido à ineficiência técnica pura, como apresentado nas equações (5) e (6) a seguir:

$$ET_{RC} = ET_{RV} \times E_{ESC} \quad (5)$$

$$E_{ESC} = ET_{RCE} / ET_{RV}, \quad (6)$$

em que

ET<sub>RCE</sub> é a eficiência técnica obtida sob a pressuposição de RC;

ET<sub>RV</sub> é a eficiência técnica obtida sob a pressuposição de RV;

E<sub>ESC</sub> é a eficiência de escala.

Contudo, a medida de eficiência de escala obtida da equação (6) não indica se a firma está operando em área de retornos crescentes ou decrescentes de escala. Este problema pode ser contornado resolvendo um problema DEA adicional com retornos não-decrescentes à escala impostos. Para tanto, altera-se a equação (4) substituindo a restrição N1'λ = 1 por N1'λ ≤ 1, obtendo:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \quad (7)$$

sujeito a

$$- y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$N1'\lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0.$$

Os retornos crescentes e decrescentes de escala são calculados considerando-se a diferença entre os escores de eficiência técnica obtidos pela solução do problema DEA da equação (4) e aqueles obtidos pela solução do problema DEA da equação (7). Escores

iguais indicam firmas que operam com retornos decrescentes de escala e, ao contrário com retornos crescentes. Para mais detalhes, recomenda-se consultar COELLI (1994).

A restrição  $N1'\lambda \leq 1$  assegura que a  $i$ -ésima firma não seja comparada com firmas substancialmente maiores do que ela, mas pode ser comparada com firmas menores.

Para medir a eficiência produtiva das cooperativas, adotou-se a pressuposição de que estas têm como objetivo maximizar valores para os cooperados. Se estes têm opções de obter dividendos e realizar investimentos fora dela, eles somente continuarão unidos em torno da cooperativa esta oferecer um retorno diferencial positivo sobre outras opções. Portanto, cooperativas maximizam valores quando produzem retorno diferencial ótimo para seus membros efetivos e potenciais, além do que estes poderiam receber em investimentos alternativos. Assim, as cooperativas devem oferecer a seus cooperados efetivos e potenciais maior receita ou menor custo do que as empresas privadas (KEBEDE e SCHREINER, 1996).

### Procedimentos para calcular os escores de eficiência das cooperativas de laticínios.

As soluções dos problemas de programação linear das equações 3, 4 e 7 forneceram os escores de eficiência neste trabalho. Nas referidas equações,  $X$  é a matriz de insumos [ativo total (AT) e número de horas trabalhadas (NHT) utilizados no processo produtivo] de dimensão  $(K \times N)$ , e  $Y$  o vetor de produtos [Receita Bruta (RB) obtida] de dimensão  $(M \times N)$  representando os dados de todas as cooperativas da amostra. Tem-se, ainda,  $x_i$ , o vetor coluna de insumos, e  $y_i$ , o vetor coluna de produtos, representando a  $i$ -ésima cooperativa. As letras gregas  $\theta$  e  $\lambda$  foram definidas anteriormente.

O programa utilizado para implementar as soluções dos problemas de programação linear foi o *Data Envelopment Analysis Program* (DEAP), desenvolvido por COELLI (1994).

## RESULTADOS

As estimativas de eficiência técnica e de escala das cooperativas de laticínios do Estado de São Paulo correspondem a dois períodos: 1999 e 2001. Posteriormente, as do ano de 2001 foram analisadas em conjunto com as cooperativas de Minas Gerais.

Examinando-se o Quadro 1, observa-se que quatro das cooperativas componentes da amostra de 1999 foram eficientes tecnicamente ( $ETRV = 1$ ) e três foram eficientes em escala ( $EESC = 1$ ). Com relação à amostra de 2001, pode-se observar que sete cooperativas foram eficientes tecnicamente ( $ETRV = 1$ ) e apenas duas foram eficientes em escala ( $EESC = 1$ ). A cooperativa é eficiente em escala se  $E_{ESC} = ET_{RCE} / ET_{RV} = 1$ . Observa-se também na amostra de 1999 que a cooperativa 17 foi *benchmark* para cinco cooperativas,

a 7 para quatro cooperativas, a 19 para duas e a 14 para uma. Na amostra de 2001 (Quadro 2) verifica-se que as cooperativas 7, 8 e 19 foram *benchmarks* para três cooperativas, por utilizarem menos ativos e menos mão-de-obra do que as demais; contudo, essas cooperativas mais eficientes na amostra não demonstraram possuir qualquer diferencial em relação à pontuação obtida na classificação de perfil tecnológico realizada por especialistas em tecnologia de leite e derivados, nível de escolaridade dos funcionários, tempo dos gestores no cargo, tempo em anos no negócio de laticínios e percentual de cooperados ativos em relação aos inativos, conforme será discutido mais adiante neste trabalho.

A média da eficiência técnica em 1999 foi de 0,817, ou 81,7% (Quadro 3), o que indica que os recursos empregados ineficientemente (ativos e mão-de-obra) geraram custos de produção 22,40% mais elevados do que o necessário. A média da eficiência de escala foi igual a 0,872, ou 87,2% (Quadro 3), o que indica que nas cooperativas da amostra o custo pode ser reduzido em 14,68%, se adotar tamanho de escala mais produtivo. A média

da eficiência técnica em 2001 foi de 0,891, ou 89,10% (Quadro 3), o que indica que os recursos empregados ineficientemente (ativos e mão-de-obra) geraram custos de produção 12,00% mais elevados do que o necessário. A média da eficiência de escala foi de 0,844 ou de 84,40% (Quadro 3), o que indica que as cooperativas da amostra podem reduzir o seu custo em 18,48%, se adotarem tamanho de escala mais produtivo. Cabe salientar que na amostra de 2001 não se fizeram presentes as cooperativas de nº 10 e 12, que compunham a amostra de 1999, mas foram introduzidas na amostra as cooperativas de nº 18 e 19. Os aumentos percentuais no custo das cooperativas de 22,40% devidos à ineficiência técnica e de 14,68% atribuídos à ineficiência de escala, para o ano de 1999, e de 12,00% e 18,48%, respectivamente, para 2001, foram obtidos conforme FERRIER and LOVELL (1990). De acordo com os autores, o custo observado da *i*-ésima firma diverge do seu custo mínimo por ineficiência técnica e ineficiência alocativa. O termo  $T_s > 0$  representa o custo adicional devido à ineficiência técnica e o termo  $A_s > 0$  representa o custo adicional devido à ineficiência alocativa. Na presença de ineficiência técnica,  $\theta < 1 \Rightarrow T_s > 0$ . A razão  $w_s' \cdot x_s^* / w_s' \cdot x_s$  mede a eficiência custo;  $x_s^*$  é o vetor solução para o vetor de preços  $w_s'$  e para o vetor de produto  $y_s$ ;  $x_s$  é o vetor de insumos observado para a *i*-ésima firma. O termo  $(T + A)_s = [(w_s' \cdot x_s^* / w_s' \cdot x_s)^{-1} - 1]$  mede o total pelo qual o custo aumenta em decorrência de ambos, ineficiência técnica e alocativa. Note que  $x_s = x_s^* \Rightarrow (T + A)_s = 0$  e  $x_s \neq x_s^* \Rightarrow (T + A)_s > 0$ . O termo  $(T + A)_s$  pode ser decomposto em suas partes técnica e alocativa. A razão  $(w_s' \cdot x_s^* / w_s' \cdot \theta \cdot x_s)$  mede a eficiência alocativa, portanto,  $A_s = [(w_s' \cdot x_s^* / w_s' \cdot \theta \cdot x_s)^{-1} - 1]$  é a

porcentagem pela qual a ineficiência alocativa aumenta o custo mínimo. Finalmente,  $\theta$  mede a eficiência técnica e  $T_s = [(T + A)_s - A_s]$  mede a porcentagem pela qual a ineficiência técnica aumenta o custo mínimo. A solução da equação  $T_s = [(T + A)_s - A_s]$  pode também ser dada por  $T_s = \{[x(1-\theta)]/x^*\}$  Parte da ineficiência de escala se deve ao fato de algumas cooperativas operarem com menor nível de produto, ou seja, na faixa de retornos crescentes de escala. Isso se torna mais claro quando se relaciona a eficiência de escala e o faturamento bruto (Gráfico 1 e 2 - dados de 1999 e 2001), que resulta na clássica curva de custo médio em forma de U da teoria econômica – a eficiência de escala aumenta inicialmente quando o faturamento aumenta, alcança o máximo e então começa a declinar (FERRIER, 1995). No estudo de FERRIER (1995), o autor atribui a ineficiência técnica à natureza do mercado de processamento de leite fluído. O mercado é caracterizado por grandes flutuações durante o ano na demanda pelo produto e na oferta da matéria-prima bruta.

QUADRO 1 – Sumário das medidas de eficiência das cooperativas (amostra de 1999).

Cooperativa	ET <sub>RCE</sub> <sup>1</sup>	ET <sub>RV</sub> <sup>2</sup>	E <sub>ESC</sub> <sup>3</sup>	Retornos de escala <sup>4</sup>	Benchmark
4	0,319	0,593	0,539	Rcr	2
7	1,000	1,000	1,000	Rce	2
8	0,929	0,940	0,988	Rcr	9,10
10	0,537	0,594	0,905	Rcr	9,2
11	0,863	0,944	0,913	Rdc	9,8,10
12	0,402	0,524	0,768	Rcr	9,2
13	0,500	0,577	0,867	Rcr	9,2

14	0,739	1,000	0,739	Rdc	8
17	1,000	1,000	1,000	Rce	9
19	1,000	1,000	1,000	Rce	10

<sup>1</sup>  $ET_{RCE}^1$  = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup>  $ET_{RV}^2$  = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup>  $E_{ESC}^3$  = eficiência de escala.

<sup>4</sup> Rcr = retorno crescente de escala; Rdc = retorno decrescente de escala; Rce = retorno constante de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 2 – Sumário das medidas de eficiência das cooperativas (amostra de 2001).

Cooperativa	$ET_{RCE}^1$	$ET_{RV}^2$	$E_{ESC}^3$	Retornos de escala <sup>4</sup>	Benchmark
4	0,369	0,562	0,655	Rcr	7, 23 e 8
7	1,000	1,000	1,000	Rce	7
8	1,000	1,000	1,000	Rce	8
11	0,965	1,000	0,965	Rdc	11
13	0,634	0,688	0,921	Rcr	7, 23 e 8
14	0,754	1,000	0,754	Rdc	14
17	0,881	1,000	0,881	Rdc	17
18	0,530	0,656	0,808	Rcr	8, 23 e 7
19	0,825	1,000	0,825	Rdc	19
23	0,627	1,000	0,627	Rcr	23

<sup>1</sup>  $ET_{RCE}^1$  = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup>  $ET_{RV}^2$  = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup>  $E_{ESC}^3$  = eficiência de escala.

<sup>4</sup> Rcr = retorno crescente de escala; Rdc = retorno decrescente de escala; Rce = retorno constante de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 3 – Estatísticas descritivas das medidas de eficiência das cooperativas dos Estados.

Estatísticas descritivas	$ET_{RCE}^1$	$ET_{RV}^2$	$E_{ESC}^3$
1999			
Média	0,729	0,817	0,872
Desvio padrão	0,213	0,267	0,151

Valor mínimo	0,319	0,524	0,539
Valor máximo	1,000	1,000	1,000
2001			
Média	0,759	0,891	0,844
Desvio padrão	0,215	0,179	0,135
Valor mínimo	0,369	0,562	0,627
Valor máximo	1,000	1,000	1,000

<sup>1</sup>  $ET_{RCE}^1$  = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup>  $ET_{RV}^2$  = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup>  $E_{ESC}^3$  = eficiência de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

As firmas empregam menos capital e menos trabalho do que o necessário para processar o leite fluido no pico de produção e subutilizam esses fatores fora do pico. De acordo com FERRIER (1995), a subutilização da capacidade de produção das cooperativas fora do pico pode estar sendo medida como ineficiência técnica, o que pode se aplicar às cooperativas brasileiras, ou seja, o desequilíbrio sazonal na oferta da matéria-prima pode contribuir entre outros fatores para maior ou menor nível de eficiência técnica. A ineficiência de escala, por seu lado, pode ser atribuída à pouca mobilidade das cooperativas, que se vêem obrigadas a se manter próximas de seus cooperados. O pequeno número de possibilidades de transporte da matéria-prima pode limitar o tamanho das cooperativas.

O problema origina-se de seções da fronteira de programação linear (*piece-wise linear frontier*), que correm paralelas ao eixo, conforme demonstrado por COELLI (1994) e como está ilustrado no Gráfico 3. As medidas de eficiência das firmas A e B são  $OA'/OA$  e  $OB'/OB$ , respectivamente. Ambas são ineficientes e têm as firmas C e D definindo a sua fronteira. Contudo, é questionável se o ponto A' é um ponto eficiente, desde que pode ser reduzido o total do insumo  $X_2$  empregado por um total  $CA'$  mantendo o mesmo nível de produto.

Gráfico 1 – Eficiência de escala (EESC) e capacidade produtiva das cooperativas do Estado de São Paulo (amostra de 1999).

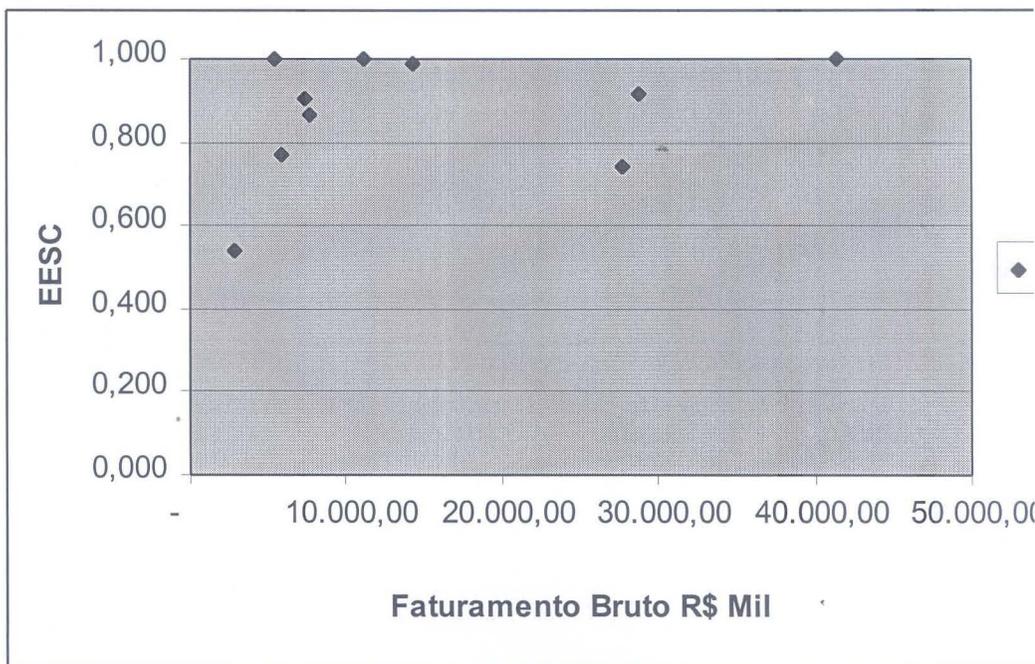
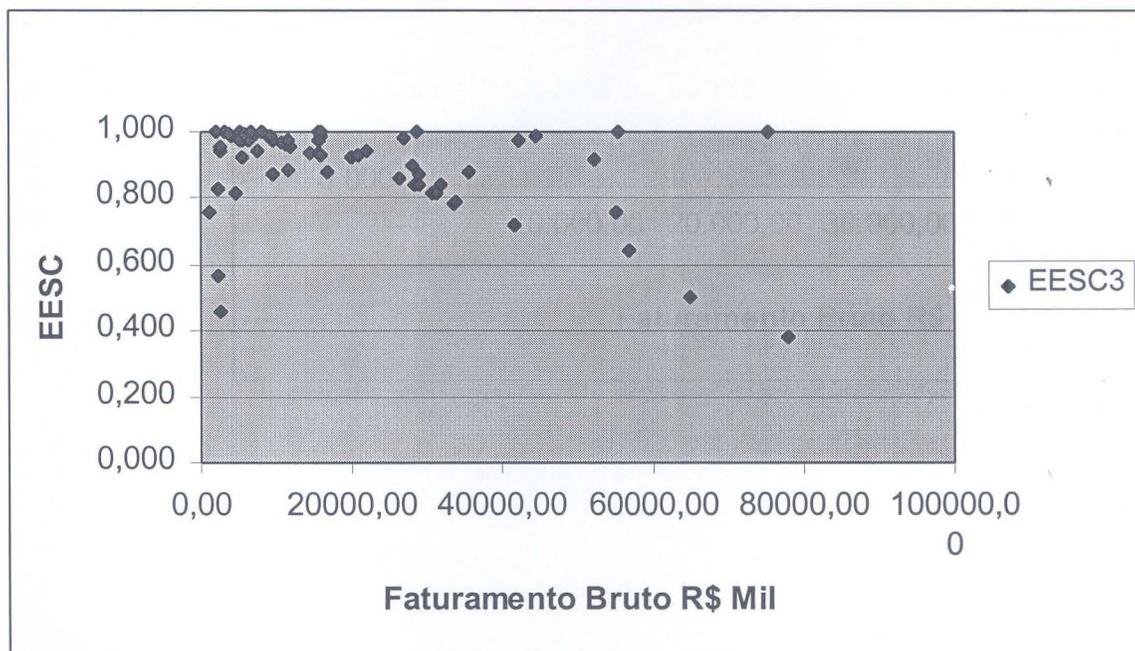


Gráfico 2 – Eficiência de escala (EESC) e capacidade produtiva das cooperativas dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo (amostra de 2001).



No relatórios individuais das cooperativas, emitidos pelo programa DEAP,

Destacam-se para algumas cooperativas o movimento de folga (*slack movement*), que pode ser visto, segundo COELLI (1994), como um artefato do método DEA escolhido para construção da fronteira e ser devido ao uso de amostras de tamanho finito.

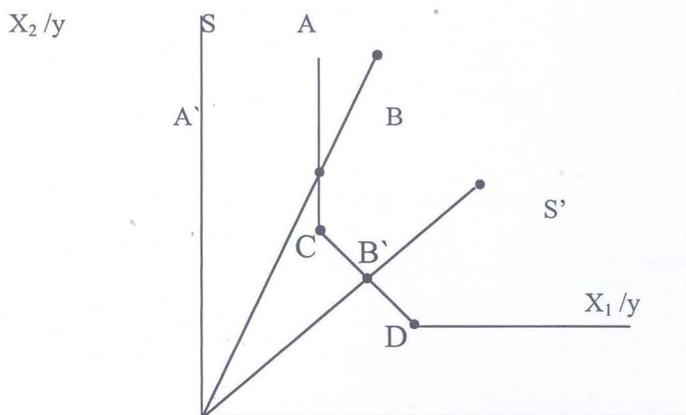


Figura 1. Isoquanta unitária convexa construída por seções  
(*piece-wise linear convex unit isoquant*).

Se uma amostra de tamanho infinito estivesse disponível e/ou se um método alternativo para construção da fronteira fosse utilizado, o que envolveria uma função de superfície contínua (*smooth function surface*), a folga desapareceria. Para COELLI (1994), parece bastante razoável aceitar o argumento de FERRIER e LOVELL (1990) de que a questão da folga pode ser vista essencialmente como ineficiência alocativa. Além disso, COELLI (1994) acredita que a análise de eficiência técnica pode se concentrar razoavelmente no escore de eficiência radial (movimento radial).

Na análise comparativa de dois dos relatórios individuais da amostra de 1999, verifica-se que a cooperativa 1 (Quadro 4) apresentou giro do ativo (RB/AT) de 0,69 contra giro do ativo de 2,22 da cooperativa 2 (Quadro 5), refletindo maior eficiência da cooperativa 2 na utilização dos seus ativos. Quanto à receita bruta por hora trabalhada (RB/NHT), a da cooperativa 1 foi de R\$ 38,02, contra R\$ 119,03 da cooperativa 2, evidenciando maior eficiência da mão-de-obra da cooperativa 2.

QUADRO 4 – Relatório individual da cooperativa 1.

Resultado da cooperativa 1				
Eficiência técnica = 0,593 ( $\theta$ )				
Eficiência de escala = 0,539 (retorno crescente de escala)				
Sumário de projeção:				
Variável	Valor original	Movimento radial	Movimento de folga	Valor projetado
Receita bruta (RB)	2.936.255,32	0,000	2.510.450,68	5.446.706,00
Ativo total (AT)	4.256.907,00	-1.734.295,44	-74.117,56	2.448.494,00
Nº de horas trabalhadas (NHT)	77.220,00	-31.460,00	0,000	45.760,00
Lista de <i>peers</i> :				
<i>Peer</i> 2      Peso ( $\lambda$ ) 1,000				

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 5 – Relatório individual da cooperativa 2.

Resultado da cooperativa 2				
Eficiência técnica = 1,000 ( $\theta$ )				
Eficiência de escala = 1,000 (retorno crescente de escala)				
Sumário de projeção:				
Variável	Valor original	Movimento radial	Movimento de folga	Valor Projetado

Receita bruta (RB)	5.446.706,00	0,000	0,000	5.446.706,00
Ativo total	2.448.494,00	0,000	0,000	2.448.494,00
Nº de horas trabalhadas (NHT)	45.760,00	0,000	0,000	45.760,00
Lista de <i>peers</i> :				
Peer 2	Peso ( $\lambda$ ) 1,000			

Fonte: dados da pesquisa.

Na análise das medidas de eficiência e do grau de endividamento das cooperativas (Quadro 6), observa-se que cooperativas eficientes tecnicamente exibem de maneira geral menor grau de endividamento, como é o caso das cooperativas 2, 8, 9 e 10. A cooperativa

5 com  $\theta = 0,944$  também possui menor grau de endividamento. As cooperativas 1, 4 e 6 exibem níveis elevados de ineficiência técnica e elevado grau de endividamento comparativamente às cooperativas mais eficientes. Apenas as cooperativas 3 e 7 fogem à regra. Quando se analisa os resultados do Quadro 7, constata-se também que as cooperativas 14, 17 e 23, eficientes tecnicamente, possuem menor grau de endividamento, já as cooperativas 4 e 18, menos eficientes tecnicamente, possuem maior grau de endividamento, exceto a cooperativa 8, eficiente tecnicamente, porém com maior grau de endividamento. Contudo, estes dados não permitem inferir com segurança se existe ou não alguma relação entre eficiência e alavancagem financeira.

As cooperativas de laticínios do Estado de São Paulo que constituíram a amostra de 2001 formaram com as cooperativas de laticínios do Estado de Minas Gerais uma única amostra para análise de eficiência. Os resultados constam dos Quadros de 8 a 11.

QUADRO 6 – Eficiência produtiva e grau de endividamento de cooperativas dos Estados de São Paulo - 1999.

Cooperativas	Grau de endividamento	Eficiência técnica	Eficiência de escala
4	2,73	0,593	0,539
7	0,78	1,000	1,000
8	1,57	0,940	0,988
10	(3,23)	0,594	0,905

11	0,29	0,944	0,913
12	2,40	0,524	0,768
13	0,52	0,577	0,867
14	0,30	1,000	0,739
17	0,51	1,000	1,000
19	0,46	1,000	1,000

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 7 – Eficiência produtiva e grau de endividamento de cooperativas dos Estados de São Paulo - 2001.

Cooperativas	Grau de endividamento	Eficiência técnica	Eficiência de escala
4	0,79	0,562	0,655
7	0,29	1,000	1,000
8	0,61	1,000	1,000
11	0,29	1,000	0,965
13	0,29	0,688	0,921
14	0,16	1,000	0,754
17	0,18	1,000	0,881
18	0,51	0,656	0,808
19	0,39	1,000	0,825
23	0,18	1,000	0,627

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 8 – Sumário das medidas de eficiência produtiva e benchmarks das cooperativas dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo – 2001.

OBS.	COOPERATIVA	ESTADO	ETRCE <sup>1</sup>	ETRV <sup>2</sup>	EESC <sup>3</sup>	RETORNO DE ESCALA	BENCHMARKS
1	7	MG	0,375	0,389	0,964	RDC	27, 51, 29
2	11	MG	0,355	0,435	0,815	RCR	5, 47
3	14	MG	0,376	0,381	0,988	RDC	29, 51, 47
4	15	MG	0,130	0,149	0,870	RDC	27, 25, 17
5	25	MG	0,873	1,000	0,873	RCR	5
6	31	MG	0,368	0,437	0,843	RDC	17, 25, 27
7	35	MG	0,325	0,387	0,841	RDC	27, 25, 17
8	39	MG	0,524	0,568	0,923	RDC	27, 17, 51
9	45	MG	0,134	0,294	0,457	RCR	47
10	46	MG	0,054	0,055	0,974	RDC	17, 25, 27
11	47	MG	0,889	0,892	0,997	RDC	25, 27, 29
12	48	MG	0,808	0,816	0,990	RDC	29, 25, 27
13	54	MG	0,297	0,312	0,953	RDC	29, 27, 51

14	56	MG	0,380	1,000	0,380	RDC	14
15	59	MG	1,000	1,000	1,000	RCE	15
16	65	MG	0,587	0,624	0,941	RDC	29, 27, 51
17	68	MG	0,843	1,000	0,843	RDC	17
18	77	MG	0,357	0,406	0,879	RDC	17, 51
19	79	MG	0,714	0,941	0,759	RDC	17, 25, 52
20	82	MG	0,367	0,367	1,000	RCE	29, 51, 47
21	91	MG	0,533	0,539	0,989	RCR	47, 51, 48
22	94	MG	0,177	0,180	0,986	RDC	29, 51, 47
23	103	MG	0,596	0,602	0,990	RDC	29, 51, 47
24	106	MG	0,703	0,723	0,972	RDC	29, 51, 47
25	112	MG	1,000	1,000	1,000	RCE	25
26	122	MG	0,363	0,723	0,502	RDC	15, 52
27	135	MG	0,983	1,000	0,983	RDC	27
28	137	MG	0,395	0,450	0,877	RDC	17, 25, 27
29	152	MG	1,000	1,000	1,000	RCE	29
30	160	MG	0,314	0,339	0,927	RCR	29, 15, 5
31	167	MG	0,260	0,303	0,859	RDC	27, 17, 51
32	169	MG	0,751	0,802	0,937	RDC	27, 51, 29
33	184	MG	0,314	0,556	0,565	RCR	47
34	201	MG	0,711	0,803	0,885	RCR	29, 15, 5
35	232	MG	0,493	0,510	0,967	RDC	27, 51, 47
36	233	MG	0,435	0,463	0,940	RCR	48, 51, 47
37	237	MG	0,306	0,375	0,817	RDC	25, 27, 17
38	248	MG	0,840	0,841	0,999	RDC	51, 47, 29
39	252	MG	0,952	0,976	0,975	RCR	15, 25, 29
40	257	MG	0,756	1,000	0,756	RCR	40
41	261	MG	0,676	0,736	0,918	RDC	17, 25, 27
42	266	MG	0,350	0,359	0,975	RCR	48, 51, 47
43	275	MG	0,670	0,678	0,988	RDC	17, 25, 27
44	281	MG	0,715	0,799	0,895	RDC	17, 25, 27
45	295	MG	0,426	0,521	0,817	RDC	27, 25, 17
46	301	MG	0,596	0,636	0,937	RDC	29, 27, 51
47	303	MG	1,000	1,000	1,000	RCE	47
48	307	MG	1,000	1,000	1,000	RCE	48
49	329	MG	0,600	0,628	0,955	RCR	51, 48, 47
50	362	MG	0,258	0,264	0,977	RDC	29, 51, 47
51	421	MG	1,000	1,000	1,000	RCE	51
52	465	MG	0,643	1,000	0,643	RDC	52
53	507	MG	0,776	0,798	0,972	RDC	48, 51
54	610	MG	0,744	0,896	0,830	RCR	40, 47
55	799	MG	0,310	0,335	0,926	RCR	47, 29, 5
56	902	MG	0,671	0,675	0,994	RCR	47, 48, 51
57	1308	MG	0,760	0,805	0,944	RCR	29, 5, 47
58	4	SP	0,211	0,214	0,986	RDC	29, 51, 47
59	7	SP	0,600	0,616	0,974	RDC	27, 51, 29
60	11	SP	0,558	0,713	0,782	RDC	25, 52, 17
61	13	SP	0,366	0,371	0,987	RDC	29, 51, 47
62	14	SP	0,432	0,548	0,789	RDC	27, 25, 17
63	17	SP	0,522	0,559	0,933	RDC	29, 27, 51
64	18	SP	0,306	0,306	0,999	RCE	29, 51, 47

65	19	SP	0,475	0,659	0,721	RDC	17, 25, 52
66	23	SP	0,361	0,364	0,992	RDC	29, 51, 47

<sup>1</sup> ETRCE<sup>1</sup> = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup> ETRV<sup>2</sup> = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup> EESC<sup>3</sup> = eficiência de escala.

<sup>4</sup> Rcr = retorno crescente de escala; Rdc = retorno decrescente de escala; Rce = retorno constante de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

Observa-se no Quadro 8 que apenas doze das cooperativas componentes da amostra total (São Paulo e Minas Gerais) em 2001 foram eficientes tecnicamente (ETRV = 1) e sete, eficientes em escala (EESC = 1), todas de Minas Gerais.

A média de eficiência técnica das cooperativas foi de 0,623, ou 62,3% (Quadro 9), indicando que os recursos empregados ineficientemente (ativos e mão-de-obra) geraram custos de produção 60,51% mais elevados do que o necessário. A média de eficiência de escala foi igual a 0,896 ou 89,6% (Quadro 9), indicando que as cooperativas da amostra podem reduzir o seu custo em 11,61%, se adotarem tamanho de escala mais produtivo. As análises indicam que as cooperativas da amostra poderão obter o mesmo faturamento com apenas 61% dos ativos utilizados e com 51% dos funcionários empregados. A média de eficiência técnica das cooperativas paulistas em 2001 foi de 0,483 ou 48,3% (Quadro 10), indicando que os recursos empregados ineficientemente (ativos e mão-de-obra) geraram custo de produção 107,04% mais elevado do que o necessário (dado pelas cooperativas de fronteira ou de eficiência técnica –  $\theta = 1$  – contra a eficiência técnica de 0,645 ou 64,5% das cooperativas (a notação dessa linha está confusa) mineiras (Quadro 11), cujo custo de produção foi em média 55,04% maior do que o necessário. A média da eficiência de escala foi de 0,907 ou de 90,7% (Quadro 10), indicando que as cooperativas paulistas podem reduzir o seu custo em 10,25%, se adotarem tamanho de escala mais produtivo. Quanto às cooperativas mineiras, estas apresentaram eficiência de escala da ordem de 0,895 ou 89,5% (Quadro 11), indicando que podem reduzir o seu custo em 11,73%, se adotarem tamanho de escala mais produtivo. Pode-se observar que, da amostra total, a maior parte das cooperativas encontrava-se na faixa de retornos decrescentes de escala, as mineiras com 34

e as paulistas com 8 cooperativas na faixa de retornos decrescentes, ou seja, operando a custos crescentes. Os pares ou *benchmarks* contra as quais cada cooperativa da amostra foi comparada constam do Quadro 12. No Quadro 12 pode-se observar o número de vezes que cada cooperativa foi referência para as demais, ou seja, participou como fronteira das demais.

QUADRO 9 – Estatísticas descritivas das medidas de eficiência das cooperativas de laticínios dos Estados de Minas Gerais e de São Paulo – 2001.

	<i>RB</i>	<i>ATIVO</i>	<i>NF</i>	<i>ETRCE</i> <sup>1</sup>	<i>ETRV</i> <sup>2</sup>	<i>EESC</i> <sup>3</sup>
Média	20.406.236,75	10.057.599,89	70,80	0,556	0,623	0,896
Erro padrão	2.311.099,55	1.326.326,52	11,30	0,032	0,033	0,017
Desvio padrão	18.775.461,54	10.775.127,62	91,79	0,256	0,269	0,135
Mínimo	1.083.227,00	211.711,38	5,00	0,054	0,055	0,380
Máximo	78.034.671,00	52.862.188,67	486,00	1,000	1,000	1,000
Contagem	66	66	66	66	66	66

<sup>1</sup>  $ET_{RCE}$  = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup>  $ET_{RV}$  = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup>  $E_{ESC}$  = eficiência de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 10 – Estatísticas descritivas das medidas de eficiência das cooperativas de laticínios do Estado de São Paulo – 2001.

	<i>RB</i>	<i>ATIVO</i>	<i>NF</i>	<i>ETRC</i> <sup>1</sup>	<i>ETRV</i> <sup>2</sup>	<i>EESC</i> <sup>3</sup>
Média	17.609.160,9 66	7.775.234,98 1	77,889	0,426	0,483	0,907
Erro padrão	4.901.563,56 7	1.872.215,27 4	21,863	0,042	0,058	0,037
Desvio padrão	14.704.690,7 02	5.616.645,82 3	65,589	0,126	0,174	0,110
Mínimo	3.805.498,00 0	2.252.820,00 0	16,000	0,211	0,214	0,721
Máximo	41.732.480,0 00	16.974.393,0 00	192,00 0	0,600	0,713	0,999

<sup>1</sup>  $ET_{RCE}$  = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup>  $ET_{RV}$  = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup>  $E_{ESC}$  = eficiência de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 11 – Estatísticas descritivas das medidas de eficiência das cooperativas de laticínios do Estado de Minas Gerais – 2001.

	<i>RB</i>	<i>ATIVO</i>	<i>NF</i>	<i>ETRC</i> <sup>1</sup>	<i>ETRV</i> <sup>2</sup>	<i>EESC</i> <sup>3</sup>
Média	20.847.880,3 0	10.417.973,29	69,68	0,576	0,645	0,895
Erro padrão	2.571.186,57	1.506.050,92	12,67	0,035	0,037	0,018
Desvio padrão	19.412.032,9 1	11.370.435,09	95,69	0,266	0,276	0,140
Mínimo	1.083.227,00	211.711,38	5,00	0,054	0,055	0,380
Máximo	78.034.671,0 0	52.862.188,67	486,00	1,000	1,000	1,000
Contagem	57,00	57,00	57,00	57,00	57,00	57,00

<sup>1</sup>  $ET_{RCE}$  = eficiência técnica pressupondo retorno constante de escala.

<sup>2</sup>  $ET_{RV}$  = eficiência técnica pressupondo retorno variável de escala.

<sup>3</sup>  $E_{ESC}$  = eficiência de escala.

Fonte: dados da pesquisa.

QUADRO 12 – Cooperativas de fronteira e número de cooperativas a elas relacionadas na amostra.

Cooperativas de fronteira - Código	Nº de Cooperativas relacionadas
51	28
29	26
27	23
47	22
17	25
4	6

5	5
52	4
40	1

Fonte: dados da pesquisa.

Vários fatores foram analisados como possíveis determinantes da eficiência produtiva das cooperativas, utilizando-se análises de regressão múltipla (n = 42), entre eles o número de produtos produzidos por cooperativa (mix), o número de cooperados, a proporção de funcionários e cooperados do sexo feminino em relação ao total, o número de cooperados dentro dos estratos de produção: até 200, 200 a 500, 500 a 1000 e acima 1000 litros. Apenas o número de produtores no estrato de 500 a 1000 litros e de 1000 litros acima se mostraram significativos ao nível de 2 e 7 % de probabilidade respectivamente, sugerindo que maior número de produtores nessa categoria pode influir mais nas decisões operacionais da cooperativa. Provavelmente, o perfil desses produtores os aproximem mais das decisões da cooperativa, até mesmo pelo fato de serem eles mais dependentes do negócio do leite nesses estratos. As relações entre eficiência, giro do ativo, grau de endividamento e o valor econômico agregado (EVA) também foram investigadas, sendo que apenas o giro do ativo mostrou uma relação significativa com a eficiência ( $P < 0,05$ ),

Gráfico 3 - Eficiência de escala (EESC) e capacidade produtiva das cooperativas de Minas Gerais (amostra de 2001).

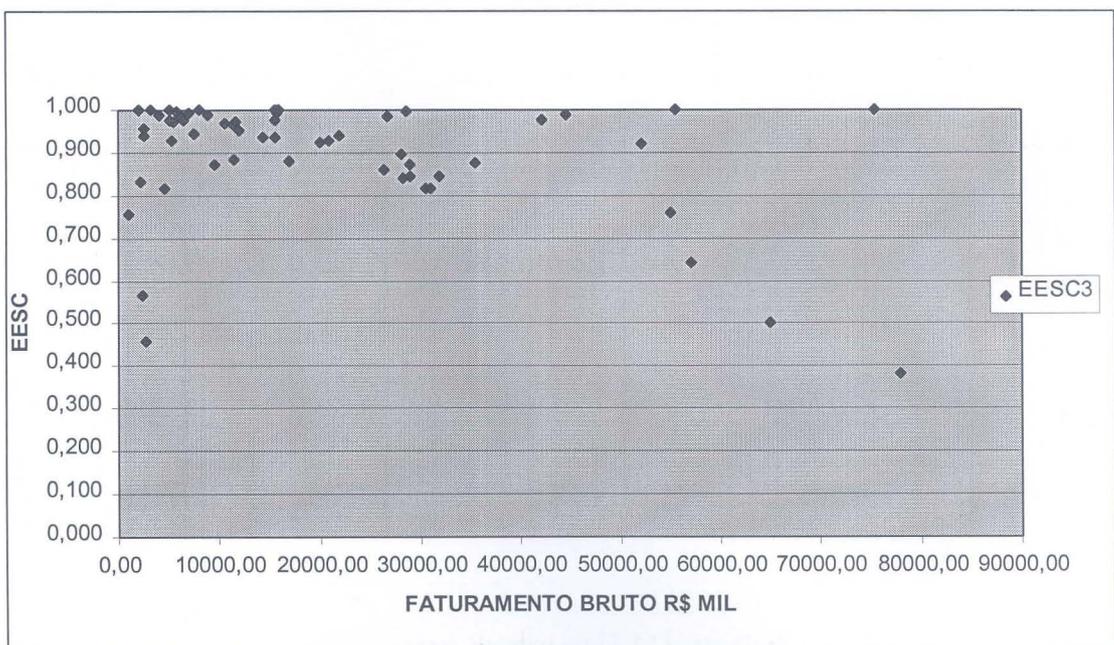
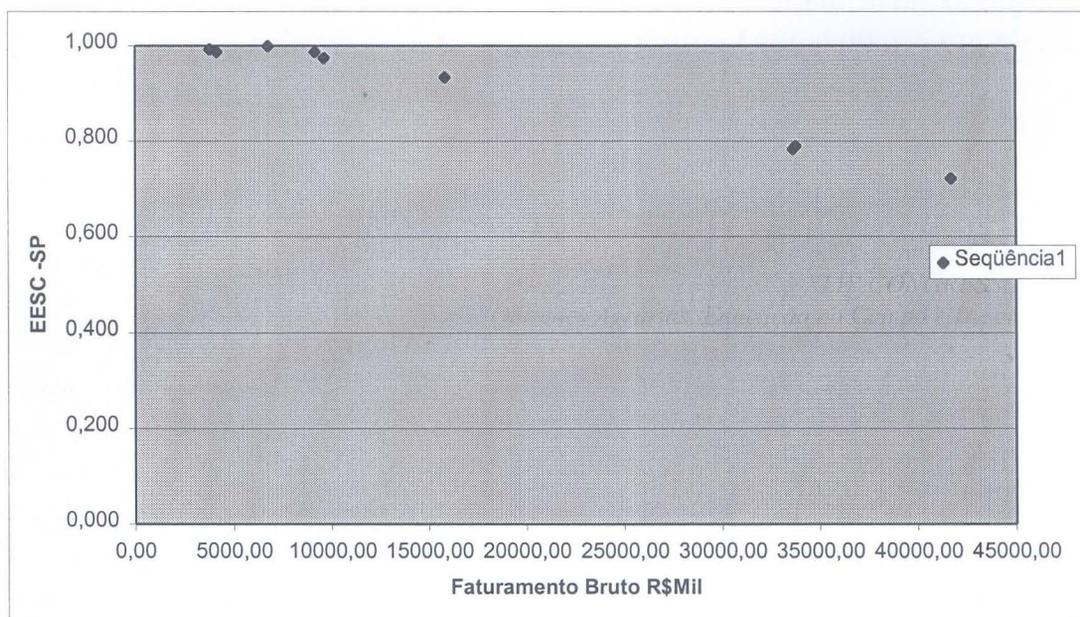


Gráfico 4 – Eficiência de escala (EESC) e capacidade produtiva das cooperativas do Estado de São Paulo (amostra de 2001).



$R^2 = 0,55$ . Variáveis como idade da cooperativa, tempo do principal dirigente no cargo, grau de escolaridade dos empregados administrativos e da produção, assim como perfil tecnológico das cooperativas, também foram considerados; contudo, o pequeno número de observações, dado que os questionários que captavam essas variáveis só foram distribuídos em São Paulo, não permitiram inferências.

## CONCLUSÕES

A ineficiência técnica média estimada neste trabalho, em torno de 60%, na utilização da mão-de-obra e dos ativos nas cooperativas de laticínios dos Estados de Minas Gerais e São Paulo, dado o faturamento bruto alcançado, é preocupante, se persistir.

Quando se analisa cooperativas e produtores no contexto dos resultados obtidos por este trabalho é preciso deixar claro que o perfil tecnológico de ambos deixam a desejar. Políticas eficientes para organização do setor como um todo do ponto de vista tecnológico deverão ser implementadas. Não basta apenas financiamento para sanear os erros de gestão e reverses relativos ao macroambiente das cooperativas. Tornam-se necessárias ações enérgicas e pertinentes à questão tecnológica de produtores e cooperativas, acompanhadas de novas estratégias de gestão, com ênfase nas práticas de governança corporativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELLI, T. J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. Mimeo, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, 1994.

FERRIER, G.D. "Ownership type, property rights, and relative efficiency", in CHARNES, A.; COOPER, W.; LEWIN, A. Y. and SEIFORD, L.W.(Eds.), Data Envelopment Analysis. Theory, Methodology and Applications. Boston. Kluwer Academic Publishers. 1995 p.273-283.

FERRIER, G. D. and LOVELL, C. A. K. Measuring cost efficiency in banking: Econometric and Linear Programming Evidence. **Journal of Econometrics**, v.46, p.229-245, 1990.

KEBEDE, E. and SCHREINER, D. F. Economies of scale in Dairy Marketing Cooperatives in Kenya. **Agribusiness**, v.12, n.4, p. 395-402,1996.

SING, S.; COELLI, T. And FLEMING, E. Performance of dairy plants in the cooperative and private sectors in India. *CEPA Working Papers. N° 2/2000*. UNE, Armidale, Austrália.

TUPY, Oscar; ESTEVES, Sérgio Novita; SCHIFLLER, Eli A; VIEIRA, Manoel Carmo. Eficiência produtiva de cooperativas de laticínios do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SÃO PAULO, v. 33, n.7, p. 37-46, 2003.