

EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DAS COOPERATIVAS NO SETOR LÁCTEO

Technical and scale efficiency of the cooperatives in the Brazilian dairy sector

Marco Aurélio Marques Ferreira¹, Marcelo José Braga², João Eustáquio Lima³

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, o avanço das sociedades de capital, sobretudo das multinacionais, e a redução da participação das cooperativas na captação e no processamento de leite no Brasil vêm exigindo a atenção dos pesquisadores. Este trabalho foi realizado com a participação de 59 unidades produtivas, distribuídas por 9 estados do território brasileiro, com o objetivo de analisar a eficiência das cooperativas no setor de laticínios. A mensuração da eficiência foi realizada pela análise envoltória de dados. Os resultados descrevem que, de modo geral, as cooperativas apresentaram melhor desempenho, em termos de escala, do que em termos de eficiência produtiva, o que estimula políticas setoriais que promovam a melhoria na utilização de recursos, visando ganhos efetivos de eficiência no processamento de lácteos.

Palavras-chave: cooperativas, eficiência, laticínios.

ABSTRACT

The advancement of investor-owned firms (IOF), mainly multinational ones, and the reduced participation of cooperatives in dairy production and processing in Brazil along the past few decades has been calling the attention of researchers. With the participation of 59 productive units, distributed over 9 states of the Brazilian territory, the objective of this work was to analyze the efficiency of the cooperatives in the dairy industry using the Data Envelopment Analysis (DEA). The results show that, in general, the cooperatives presented better performance in terms of scale rather than in terms of productive efficiency. This stimulates sectorial policies that promote improvements in the use of the resources to obtain greater efficiency in milk processing.

Key words: cooperatives, efficiency, dairy products.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o avanço das sociedades de capital, sobretudo das multinacionais, e a redução da participação das cooperativas na captação e no processamento de leite, em mercados localizados, têm apontado menores níveis de desempenho das cooperativas, no setor de lácteos. Embora não exista consenso suficiente para apontar, de forma categórica e precisa, as razões desse menor desempenho, observa-se o encerramento da atividade de várias cooperativas do setor lácteo.

No Brasil, muito se tem questionado em relação à ineficiência das cooperativas e, por consequência, do modelo cooperativista, no que diz respeito ao processamento e à comercialização de produtos lácteos, em função de uma série de limitações, principalmente com relação aos problemas de agência e de direitos de propriedade. O fato é que a incapacidade de acompanhar o dinamismo do setor, somado à baixa articulação do sistema,

tem levado muitas cooperativas a se concentrar na fase de captação de leite em função de dois fatores principais: fragilidade financeira, operacional ou gerencial e posicionamento estratégico defensivo. Neste ponto, é importante questionar se o recuo excessivo e sistemático das cooperativas na cadeia agroindustrial de lácteos não tenderia a distanciar-las dos seus consumidores potenciais e das benesses associadas à agregação de valor ao produto, colocando em xeque sua razão existencial.

Contudo, não se pode afirmar que o modelo cooperativista seja ineficiente ou menos eficiente que as empresas de capital, visto que os resultados dos estudos ainda são muito contraditórios e de natureza limitada, além da difícil tarefa de comparar organizações com objetivos sociais tão distintos. Assim, não existe, na literatura sobre economia, consenso sobre a eficiência ou a ineficiência das sociedades cooperativas, ao passo que os poucos estudos que apontaram nessa direção não propuseram metodologias para a mensuração de desempenho nesse setor, o que motiva uma investigação nesse sentido.

¹Dr. em Economia Aplicada (UFV); Prof. Adjunto do Departamento de Administração da Universidade Federal de Viçosa - (UFV) - Campus Universitário - Viçosa-MG CEP: 36571-000 - marcoaurelio@ufv.br

²Pós-Doutor (U.C.Berkeley, USA), Dr. em Economia Rural; Prof. Adjunto do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa - MG - CEP: 36571-000 - mjbraga@ufv.br.

³Pós-Doutor (University of Florida, USA), Ph.D. em Economia Rural (Michigan State University, USA) - Prof. Adjunto do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa - MG - CEP: 36571-000 - jelima@ufv.br.

Recebido em 14/11/2006 e aprovado em 27/05/2008

Desse modo, o propósito do trabalho foi analisar a eficiência das sociedades cooperativas no setor de lácteos, tendo em vista gerar informações que contribuam efetivamente para ações que visem ganhos de eficiência e competitividade dessas organizações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de eficiência

A definição de eficiência é amplamente discorrida nas diversas áreas das ciências sociais aplicadas, inclusive na administração de cooperativas. A palavra deriva do latim *efficientia*, que significa virtude ou força para se produzir um dado resultado. Na administração, a eficiência é entendida como uma medida de rendimento global de um sistema. Deriva daí o fato de, na administração da produção, ramo da ciência da Administração, a eficiência técnica ser chamada de eficiência produtiva ou medida de produtividade global. Isso porque, na administração, as organizações com e sem fins lucrativos são vistas como um sistema aberto, por influenciarem e sofrerem influência do meio, bem como por admitirem os mesmos componentes dos demais sistemas, quais sejam: entradas, processo de transformação e saídas, conforme ilustrado pela Figura 1.

Em uma firma, as entradas são os insumos, representados pelos fatores de produção; o processamento se dá pela tecnologia empregada e as saídas representam os bens e os serviços derivados do esforço produtivo. Assim, a eficiência está nas condições de operacionalização do sistema, ou seja, em melhor utilizar-se das entradas para maximizar as saídas, considerando a tecnologia disponível. Nesse contexto, Oliveira (2002) define a eficiência como a

otimização dos recursos utilizados para a obtenção de resultados planejados.

Percebe-se, nessa ótica, que a cooperativa como sistema está inserida em sistemas mais complexos, como macrossistema produtivo (indústria), macrossistema econômico, macrossistema político, macrossistema mercado, entre outros. Em todos os casos, a eficiência dependerá dos fatores internos, que administram o empreendimento produtivo, bem como dos fatores externos, que condicionam o desempenho e a competitividade da empresa. Isso porque, em uma economia capitalista e competitiva, os preços dos insumos, a carga tributária, as normas de controle ambiental, entre outros fatores, são definidos externamente por leis normativas (definidas por órgãos públicos) ou por leis subjetivas (definidas pela atuação dos agentes no mercado).

Desse modo, eficiência é, em geral, a capacidade ou, até mesmo, a habilidade de fazer uso mais adequado do que se tem à disposição, a fim de alcançar um resultado pretendido. Nessa vertente, a eficiência pode ser considerada uma medida da capacidade que agentes ou mecanismos têm de melhor para atingir seus objetivos, de produzir o efeito deles esperado, em função dos recursos disponíveis.

De acordo com Kumbhaker & Lovell (2003), geometricamente, a eficiência técnica é definida em termos da distância de uma fronteira de produção, o que requer a utilização da modelagem matemática como forma de tornar concreto tal conceito.

No setor de lácteos, a eficiência está associada ao máximo resultado obtido a partir da utilização racional dos

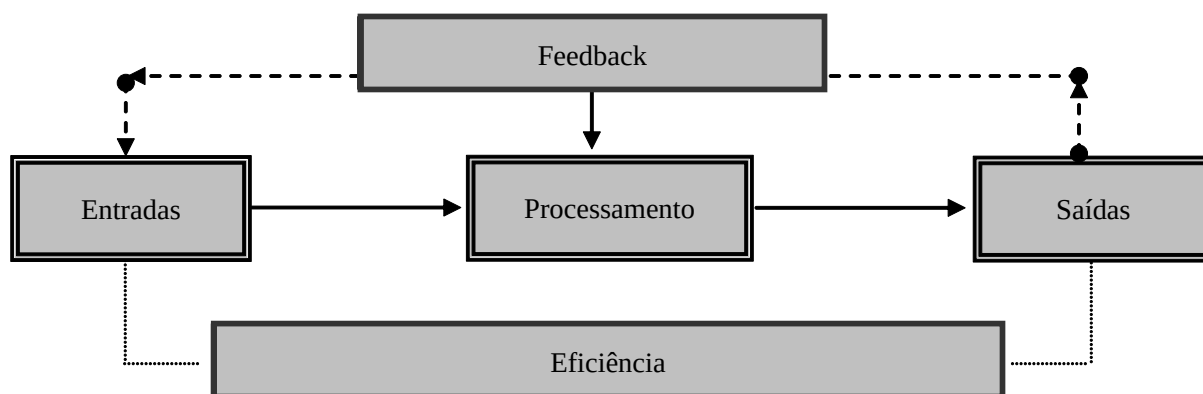


FIGURA 1 – Visão sistêmica da empresa.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2002).

recursos que lhes são disponíveis, em que se destacam o capital investido, a tecnologia adotada e o número de fornecedores de matéria-prima, entre outros.

Nessa vertente, a eficiência pode ser considerada uma medida da capacidade que agentes ou mecanismos têm de melhor para atingir seus objetivos, de produzir o efeito deles esperado, em função dos recursos disponíveis (FERREIRA, 2005).

Na literatura sobre economia e administração da produção, as medidas de eficiência são, normalmente, representadas por funções de fronteiras construídas no sistema de coordenadas, em que as firmas eficientes posicionam-se necessariamente sobre a fronteira, embora, diante da existência de desperdícios, nem todas as firmas sobre a fronteira sejam eficientes⁴. No que se refere à ótica da produção, essas firmas conseguem produzir o máximo possível, dadas as suas restrições. Assim, uma medida de ineficiência seria a distância que uma unidade produtiva se encontra abaixo da fronteira de produção.

2.2 Metodologia

2.2.1 Mensuração de desempenho

Dentre as várias formas de se mensurar desempenho em uma organização, destaca-se a sua capacidade de otimização de recursos e de eliminação de desperdícios, o que se aproxima do conceito clássico de eficiência. Isso porque a eficiência se está dá pela exploração máxima dos recursos existentes para satisfazer às necessidades e aos desejos de indivíduos e organizações (PINDYCK & RUBINFELD, 1994).

No presente trabalho, a mensuração da eficiência foi realizada por intermédio da análise envoltória de dados (DEA), com a utilização dos modelos clássicos CCR e BCC, com orientação para o produto. Esses modelos são assim descritos em homenagens aos seus precursores, sendo eles Charnes, Cooper e Rhodes no modelo CCR e Banker, Charnes e Cooper no modelo BCC. Esse método foi escolhido por ser apropriado à investigação proposta pelo trabalho, que tem como foco a análise de eficiência em organizações que atuam em uma mesma indústria. A DEA é amplamente empregada nas mais diversas áreas de conhecimento, com enfoque nas ciências sociais aplicadas,

que vêm se valendo, mais intensivamente, desse método nos últimos anos. Citam-se os trabalhos de Ferreira (2005), Gomes (1999), Reinhard (1999) e Tupy et al. (2004), em economia aplicada; Kassai (2002), em contabilidade; Bravo-Uretra & Pinheiro (1997) e Resti (1997), em finanças e Linna (1998), em administração.

Na DEA, a programação matemática é utilizada para medir a eficiência, em termos de distância de cada *Decision Making Units* (DMU)⁵ de sua respectiva fronteira de eficiência, determinada a partir dos dados da produção do conjunto de unidade.

A eficiência pode ser vista sob duas óticas: orientação para insumo e orientação para produto. No gráfico da Figura 2 está ilustrada a obtenção da eficiência orientada para o produto, considerando retornos constantes à escala.

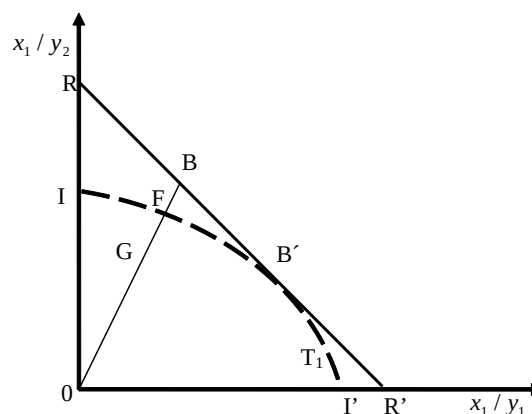


FIGURA 2 – Medidas de eficiência com orientação para o produto

O gráfico da Figura 2 refere-se à produção de dois tipos de produtos, y_1 e y_2 , por meio da utilização de apenas um insumo, sendo ele representado por x_1 . A tecnologia é representada pela curva de possibilidades de produção T_1 . Como o ponto F se situa sobre a curva de possibilidades de produção, ele pode ser caracterizado como um plano de produção eficiente tecnicamente (ET). O ponto G, por sua vez, situa-se abaixo do ponto F, caracterizando um plano de produção tecnicamente ineficiente. O grau de eficiência técnica pode ser medido pela distância radial FG, da seguinte forma:

⁴A posição sobre a fronteira é condição necessária, mas não suficiente, para eficiência, pois, além de estar sobre a fronteira de eficiência, é necessária ainda a inexistência de desperdício na firma, caracterizada pela soma das variáveis de folga igual a zero (SEIFORD & THRALL, 1990).

⁵A literatura relacionada com a DEA consagrou o termo DMU como a referência para os objetos centrais de investigação ou unidades de referência na análise de eficiência, como empresas, cooperativas, pessoas, etc.

$$ET = \frac{OG}{OF}$$

A adição de informações relativas aos preços dos produtos propicia a plotagem da curva de “isoreceita” (RR’), o que permite obter a eficiência alocativa, definida a seguir:

$$EA = \frac{OF}{OB}$$

Ressalta-se que a distância FB representa a redução da receita decorrente do fato de a produção não ocorrer em um ponto de eficiência alocativa, a exemplo do ponto B’, em substituição ao ponto B que, embora eficiente tecnicamente, é alocativamente ineficiente. Assim, a distância do segmento FB representa o grau de eficiência alocativa da firma em questão.

Todas as medidas de eficiência representam uma variável positiva censurada à direita em “1”. Desse modo, o escore “1” representa o plano de produção de uma firma completamente eficiente. Disso decorre que a eficiência não é uma variável binária, mas uma variável contínua esboçada no intervalo $0 < \text{eficiência} \leq 1$.

O modelo DEA com orientação-produto procura maximizar o aumento proporcional nos níveis de produto, mantendo fixa a quantidade de insumos e, de acordo com Charnes et al. (1978) e Lins & Meza (2000), pode ser representado, algebricamente, pelo seguinte problema de programação linear (PPL):

$$\begin{aligned} &\text{Max } \phi, \lambda, \phi, \\ &\text{s.a.} \\ &\phi y_i - Y\lambda \leq 0, \\ &-x_i + X\lambda \leq 0, \\ &-\lambda \leq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

em que y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidades de produto da i -ésima DMU; x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumo da i -ésima DMU; Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos das n DMUs; X é uma matriz ($n \times k$) de insumos das n DMUs; λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos e ϕ é uma escalar que tem valores iguais ou maiores do que 1 e indica o escore de eficiência das DMUs, em que um valor igual a 1 indica eficiência técnica relativa da i -ésima DMU, em relação às demais, e um valor maior do que 1 evidencia a presença de ineficiência técnica relativa. O $(\phi - 1)$ indica o aumento proporcional nos produtos que a i -ésima DMU pode alcançar, mantendo constante a quantidade de insumo.

O problema apresentado em (1) é resolvido n vezes, sendo uma vez para cada DMU e, como resultado, apresenta os valores de f e l , sendo f o escore de eficiência da DMU sob análise e l fornece as DMUs eficientes que servem de referência, ou *benchmark*, para a i -ésima DMU ineficiente.

No intuito de incorporar a possibilidade de retornos variáveis à escala, Banker et al. (1984) propuseram o modelo BCC da análise envoltória de dados, introduzindo uma restrição de convexidade no modelo CCR, apresentado no PPL (1).

Enquanto o modelo CCR considera retornos constantes à escala, o modelo BCC considera retornos variáveis à escala. Dessa forma, o enfoque do modelo permite captar os efeitos ao longo da função de produção decorrentes de alterações na escala de produção.

O modelo BCC, a ser apresentado no PPL (2), é menos restritivo do que o modelo CCR e permite, de acordo com Banker & Thrall (1992), decompor a eficiência técnica em eficiência de escala e “pura” eficiência técnica.

Para analisar a eficiência de escala, torna-se necessário estimar a eficiência das DMUs, utilizando-se tanto o modelo CCR (1) como o BCC (2). A ineficiência de escala é evidenciada quando existem diferenças no escore desses dois modelos, o que determina um retorno variável, que exige para sua correta classificação, entre não-crescente e não-decrescente, outra estimação considerando pelo menos um desses comportamentos, via inclusão de restrições no PPL original (FÁRE et al., 1994; LINS & MEZA, 2000).

Embora se tenha optado por essa abordagem, vale ressaltar a existência de diversas outras alternativas de mensuração da eficiência de escala, percorridas em Banker et al. (1984) e Golany & Yu (1997).

O modelo BCC, que pressupõe retornos variáveis à escala e orientação-produto, pode ser representado pela seguinte notação algébrica:

$$\begin{aligned} &\text{Max } \phi, \lambda, \phi, \\ &\text{s.a.} \\ &\phi y_i - Y\lambda \leq 0, \\ &-x_i + X\lambda \leq 0, \\ &N1'\lambda = 1, \\ &-\lambda \leq 0, \end{aligned} \quad (2)$$

em que $N1$ é um vetor ($n \times 1$) de números uns.

Conforme ressaltado por Belloni (2000), os modelos CCR e BCC apresentam regiões de viabilidade distintas. A região viável do modelo BCC é restrita às combinações convexas dos planos de produção observados, o que é

caracterizado pelos retornos variáveis à escala. Como consequência, considerando orientação ao produto, o indicador de eficiência do modelo BCC é menor ou igual ao indicador de eficiência do modelo CCR.

Do modelo CCR-Produto é possível obter a eficiência técnica sobre o pressuposto de retornos constantes à escala (RCE), também denominada medida de produtividade global ou eficiência produtiva.

Do modelo BCC-Produto extrai-se a medida de eficiência técnica (ET) sobre o pressuposto de retornos variáveis à escala (RVE).

A eficiência de escala é calculada pela relação entre eficiência técnica sobre o pressuposto de retornos constantes à escala (RCE) e eficiência técnica sobre o pressuposto de retornos variáveis à escala (RVE), conforme a Equação 3.

$$Es = \frac{Et_{RCE}(X_K, Y_K)}{Et_{RVE}(X_K, Y_K)} \quad (3)$$

em que $Et_{RCE}(X_K, Y_K)$ = eficiência técnica ou produtiva (CCR); $Et_{RVE}(X_K, Y_K)$ = eficiência técnica (BCC); e $E_s(X_K, Y_K)$ = eficiência de escala.

Na matriz de insumos e produtos, foram consideradas as seguintes variáveis do modelo de eficiência:

. **produtos (Y):** faturamento bruto do setor de lácteos e resultado operacional líquido da cooperativa;

. **insumos (X):** gasto total com empregados (média anual), representando o fator trabalho; quantidade de leite processado, representando a matéria-prima; ativo permanente total, representando o capital e número de fornecedores (média anual), representando os custos de transação.

2.2.2 Intervalos de confiança da eficiência por procedimento de *bootstrap*

Embora os métodos de DEA sejam extensamente aplicados em análise de desempenho, a maior parte dos pesquisadores tem ignorado o efeito do erro sobre os estimadores de eficiência resultante dessa abordagem. Corroborando essa observação, Dong & Featherstone (2004) asseguraram que as aplicações tradicionais de DEA têm ignorado ou apenas discutido superficialmente a questão da incerteza associada às estimativas de sua eficiência. Isso talvez se deva ao fato de, por ser a DEA uma abordagem determinística, qualquer resultado diferente da plena eficiência (produção sobre a fronteira) é interpretado como ineficiência pelos autores.

No entanto, a incerteza continua presente na abordagem DEA por influência de fatores relacionados à coleta de dados ou às especificidades que oportunizam a emergência de DMUs *Outliers* não-eficientes. Isso compromete a estimação da fronteira de eficiência e, por resultante, as estimativas realizadas sobre os escores de eficiência, a exemplo da média e da mediana, muito presentes em trabalhos com DEA.

Uma maneira de contornar esse problema tem sido a utilização da técnica estatística de *bootstrap*. A ideia de *bootstrap* é usar um único conjunto de dados disponível para proceder a um tipo de experimento no qual os próprios dados são usados para obter amostras artificiais, por meio do procedimento de reamostragem aleatória, sendo, portanto, um princípio de substituição, a exemplo do princípio de substituição de frequência relativa (SOUZA, 1998).

O propósito central é constatar se a estimativa realizada é confiável. O foco dos experimentos tem sido o *bootstrap* sobre a média ou a mediana dos escores de eficiência por meio de sucessivas amostragens, em que os resultados derivados têm sido comparados com os resultados das estimativas da abordagem não-paramétrica pura.

Tomando como referência a abordagem de *bootstrap* associada à DEA, podem-se citar os trabalhos de Dong & Featherstone (2004), Souza & Tabak (2002) e Xue & Harker (1999), entre outros. Nesses trabalhos, a abordagem de *bootstrap* teve o objetivo de comparar a confiabilidade das estimativas feitas sobre as estatísticas derivadas dos escores de eficiência, conferindo-lhes intervalos de confiança para a sua validação.

De acordo com Simar & Wilson (1997), em razão das limitações da abordagem não-paramétrica DEA discutidas, o *bootstrap* é, atualmente, o principal instrumento para investigar a confiabilidade dos estimadores dos escores de eficiência, por atribuir-lhes intervalos de confiança.

O algoritmo do procedimento de *bootstrap* permite inúmeras re-amostragens decorrentes de múltiplas iterações, realizadas por procedimentos computacionais que agem sobre os escores (ϕ) de eficiência da DEA, o que permite validar ou refutar a média calculada, *a priori*, sob intervalos de confiança construídos.

Dessa maneira, suponha que se tenha calculado alguma estatística $\phi(x)$ de um conjunto de dados $X_{n,n} = 1, \dots, N$, denotado pelo vetor N-dimensional x . Uma forma de aproximar a distribuição de $\phi(x)$ é realizar o procedimento de *bootstrap* com esse conjunto de dados. Para fazer isso,

deve-se sortear um número de amostras de *bootstrap* (por exemplo, A), cada uma de tamanho N. Essa reamostragem é feita com reposição; assim, cada amostra de *bootstrap* irá conter algumas das N observações originais mais de uma vez, e outras observações originais nenhuma vez, de forma completamente aleatória.

Com o auxílio de procedimentos computacionais⁶, é possível calcular $\phi(x(i))$ mantendo-se o resultado. A operação total é, então, repetida para $i=1, \dots, A$ amostras de *bootstrap* e, no final, têm-se A estatísticas $\phi(x^*(i))$. Essas estatísticas são, então, usadas para estimar qualquer aspecto da distribuição de $\phi(x)$ que possa ser de interesse. Uma abordagem teórica e empírica mais aprofundada da técnica de *bootstrap* pode ser encontrada em Papadopoulos et al. (2001) e Souza (1998).

Neste trabalho, o procedimento de *bootstrap* foi adotado para estabelecer intervalos de confiança que permitam realizar inferências confiáveis sobre as diferenças de eficiência entre sociedades cooperativas e sociedades de capital. Para estimar os intervalos de confiança para a distribuição das médias dos escores de eficiência, foram realizadas 1.000 amostras (iterações aleatórias), por procedimento de *bootstrap*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo teve como referência as sociedades cooperativas filiadas à Organização das Cooperativas do Brasil (OCB) que atuam no setor de laticínios do ramo agropecuário e as sociedades cooperativas pertencentes ao banco de dados do catálogo MilkBiss e do Sindicato da Indústria de Leite de Minas Gerais (SILEMG), por ser este o principal estado produtor.

A pesquisa foi construída na égide de dados primários obtidos por meio de questionários enviados às sociedades cooperativas entre os meses de maio e setembro de 2004, visando construir uma amostra que permitisse inferências sobre a o objeto proposto. A amostra, estatisticamente significativa, foi constituída por 59 sociedades cooperativas distribuídas por 9 estados do território nacional, conforme esboçado no Quadro 1.

A maior concentração da amostra na Região Sudeste, respondendo por 63% das unidades produtivas pesquisadas, reflete a existência de um maior número de unidades produtivas nesta região, em decorrência da maior participação de seus estados na produção de leite.

⁶O software S-Plus 6.0 é uma das ferramentas mais utilizadas para a geração de re-amostragem como o *bootstrap*.

QUADRO 1 – Distribuição das cooperativas da amostra por estados brasileiros

<i>Estado</i>	<i>Sociedade cooperativa</i>
Minas Gerais	26
Goiás	6
Paraná	5
Santa Catarina	5
Espírito Santo	4
São Paulo	4
Rio Grande do Sul	4
Rio de Janeiro	3
Mato Grosso	2
Total	59

Fonte: Elaborado pelos autores.

No Quadro 2 são apresentadas as variáveis empregadas no modelo de eficiência, juntamente com suas estatísticas descritivas. Percebe-se relativa diferença de magnitude entre as unidades que compõem a amostra, o que permite tecer duas inferências básicas: a) a primeira, de caráter positivo, diz respeito ao fato de os dados refletirem a realidade nacional, uma vez que o mercado de laticínios é formado, na sua maioria, por pequenos laticínios que transacionam em mercado local, bem como por uma minoria de grandes empresas que comercializam em território nacional e internacional, de acordo com dados da Pesquisa Trimestral do Leite e da Pesquisa Anual da Indústria (IBGE, 2005) e b) a segunda, de caráter não-positivo, está associada ao alto desvio padrão resultante da relativa dispersão dos dados em torno da média, enfraquecendo as inferências de tendência central.

Pela média dos escores de eficiência técnica, apresentada no Quadro 3, é possível visualizar o grau de eficiência das organizações, possibilitando que os agentes públicos e privados tracem políticas que estimulem a melhoria da performance do setor.

Os resultados destacam o elevado grau de desempenho no que diz respeito à eficiência de escala, ao passo que expõe, também, o reduzido nível de eficiência técnica, tanto nos modelos de retorno constante quanto retorno variável.

A média de eficiência técnica no modelo BCC, com retornos variáveis a escala, foi de 0,457. A média de eficiência de escala, por sua vez, foi de 0,915, o que reflete, evidentemente, discrepância entre esses quesitos, conforme destacado no Quadro 3.

QUADRO 2 – Estatística descritiva das variáveis empregadas no modelo de eficiência

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Assimetria	Curtose
FSL	42.000,00	282.080.568,00	23.952.986,96	44.268.517,66	3,3	10,5
ROL	-710.838,00	239.058.148,56	11.942.786,88	38.439.743,45	4,6	22,4
FOL	4.356,00	6.866.240,00	480.982,81	1.224.527,00	3,2	11,1
PERM	11.485,95	233.664.023,00	11.838.491,00	24.467.352,07	6,6	46,9
LEITE	1.800	850.000	92.572	150.551	3,7	14,9
FORN	30	6000	633	979	4,2	19,2

FSL = faturamento do setor de laticínios (R\$/ano); ROL = resultado operacional líquido (R\$/ano); FOL = folha de pagamento (R\$/ano); PERM = ativo permanente (R\$/ano); LEITE = leite processado (l/dia) e FORN = número de produtores.

Fonte: Resultados da pesquisa.

QUADRO 3 – Escores de eficiência produtiva e de escala das cooperativas no setor de processamento de produtos lácteos

Modelos	Eficiente (%)	Mínimo	Máximo	Média	D. padrão	Assimetria	Curtose
CCR	11,9%	0,019	1,000	0,404	0,298	0,915	-0,285
BCC	20,3%	0,019	1,000	0,457	0,333	0,662	-1,054
Eficiência de Escala	11,9%	0,227	1,000	0,915	0,160	-2,660	7,321

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, de modo geral, as cooperativas são menos eficientes no quesito eficiência produtiva, embora, no quesito aproveitamento de sua planta produtiva, refletida na eficiência de escala, as cooperativas tenham apresentado melhor desempenho. Isso sugere a possibilidade de aumento significativo de produção considerando a mesma proporção de insumos atualmente utilizada, tomando como referência a orientação produto do modelo.

Para comparar o grau de desempenho produtivo tomando por base o escore da média da eficiência técnica BCC, foi construído o indicador definido por Ferrier & Porter (1991), como segue na Equação 4:

$$\left(\frac{1}{\text{score}} - 1 \right) \times 100 \quad (4)$$

Assim, é possível inferir que o lapso médio de eficiência produtiva nas sociedades cooperativas, possibilita ampliar em 118,82% o nível de eficiência média atual do setor, considerando como referência as cooperativas que estão sobre a fronteira de eficiência.

Utilizou-se o procedimento de *bootstrap* na construção de intervalos de confiança que possibilitaram sustentar os escores de eficiência encontrados, uma vez

que, sendo a DEA uma abordagem de eficiência relativa, sua sensibilidade à presença de “*pseudos outliers*” poderiam comprometer a análise.

Após 1.000 iterações, foram construídos intervalos de confiança, a 90% de probabilidade, para as médias de eficiência técnica (BCC) e eficiência de escala das cooperativas do setor de processamento de lácteos, conforme apresentado no Quadro 4.

QUADRO 4 – Intervalo de confiança para as médias de eficiência produtiva e de escala

	Média observada	Intervalo de confiança (90%)	
		Mínimo	Máximo
Eficiência técnica	0,457	0,391	0,528
Eficiência de escala	0,915	0,815	0,942

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados permitem afirmar, considerando um intervalo de confiança de 90% de probabilidade, que os resultados encontrados refletem os verdadeiros níveis de eficiência do setor, o que assevera o reduzido nível de

desempenho produtivo das cooperativas no setor de processamento de lácteos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados descrevem que, de modo geral, as cooperativas apresentaram melhor desempenho em termos de escala do que em termos de eficiência produtiva, o que estimula políticas setoriais que promovam a melhoria na utilização de recursos, visando ganhos efetivos de eficiência no processamento de lácteos.

Uma das prováveis justificativas para a maior eficiência de escala das cooperativas está associada à sua maior capacidade de coordenação na cadeia produtiva, o que suscita novos trabalhos nessa direção. Isto é, enquanto outros modelos societários, a exemplo das sociedades de capital (empresas comerciais), têm que acessar constantemente o mercado *spot* para recompor a sua capacidade de processamento, em razão da sazonalidade da oferta de leite, as cooperativas não padecem deste problema. Isto porque os cooperados já estão associados à sua unidade produtiva, o que facilita a exploração de sua capacidade processadora.

Assim, as cooperativas podem planejar melhor seu processo produtivo por sofrerem menos as intempéries das variações na oferta do leite “in natura”, muito disputado em períodos de entressafra. Como, nas cooperativas, a arquitetura organizacional propicia o planejamento, em razão de ser o produtor dono e usuário da sociedade e, por consequência da unidade produtiva, as oscilações de oferta são menores, o que, provavelmente, determinou o maior escore médio de eficiência de escala, em detrimento da eficiência técnica.

Em decorrência de menores níveis de desempenho produtivo, o trabalho assevera a importância de se promover políticas para a melhoria da eficiência na indústria das cooperativas no setor de processamento de lácteos, o que repercute em melhorias para toda a sociedade, por meio da oferta de produtos em condições mais competitivas para os consumidores.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BANKER, R.D.; THRALL, R.M. Estimation of returns to scale using DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 62, n. 1, p. 74-84, 1992.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BRAVO-URETRA, B. E.; PINHEIRO, A. E. Technical economic and allocative efficiency in peasant farming: evidence from Dominican Republic. **The Developing Economics**, v. 35, n. 1, p. 48-97, 1997.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Norwell: Kluwer Academic, 1998. 275 p.

DONG, F.; FEATHERSTONE, A. **Technical and scale efficiencies for Chinese rural credit cooperatives: a bootstrapping approach in data envelopment analysis**. [S.l.]: Center for Agricultural and Rural Development, 2004. 24 p.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University, 1994.

FERREIRA, M. A. M. **Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil**. 2005. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

FERRIER, G. D.; PORTER, P. K. The productive efficiency of US milk processing co-operatives. **Journal of Agricultural Economics**, n. 42, p. 161-173, 1991.

GOLANY, B.; YU, G. Estimating returns to scale in DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 103, p. 28-37, 1997.

GOMES, A. P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital**. 1999. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de dados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 1 jun. 2005.

- KASSAI, S. **Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis**. 2002. 318 f. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic frontier analysis**. New York: Cambridge University, 2003. 332 p.
- LINNA, M. Measuring hospital cost efficiency with panel data models. **Health Economics**, n. 7, p. 415-427, 1998.
- LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. (Orgs.). **Análise envoltória de dados**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 232 p.
- OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. São Paulo: Atlas, 2002. 505 p.
- PAPADOPOULOS, G.; EDWARDS, P. J.; MURRAY, A. F. Confidence estimation methods for neural networks: a practical comparison. **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 6, n. 12, p. 1278-1287, 2001.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia: teoria microeconômica**. São Paulo: Makron Books, 1994. 968 p.
- REINHARD, S. **Econometric analysis of economic and environmental efficiency of Dutch dairy farms**. 184 f. Tese (Doutorado em Economia Agrícola) - Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1999.
- RESTI, A. Evaluating the cost-efficiency of the Italian banking system: what can be learned from the joint application of parametric and non-parametric techniques. **Journal of Banking e Finance**, v. 21, p. 221-250, 1997.
- SEIFORD, L. M.; THRALL, R. M. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. **Journal of Econometrics**, n. 46, p. 7-38, 1990.
- SIMAR, L.; WILSON, P. W. Sensitivity analysis of efficiency scores: how to bootstrap in nonparametric frontier models. **Management Science**, v. 1, n. 44, p. 49-61, 1997.
- SOUZA, G. S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília, DF: Embrapa, 1998. 489 p.
- SOUZA, G. S.; TABAK, B. M. **Factors affecting the technical efficiency of production of the Brazilian banking system: a comparison of four statistical models in the context of DEA**. [S.l.: s.n.], 2002. (Working Paper do Banco Central do Brasil, 17).
- TUPY, O.; VIEIRA, M. C.; ESTEVES, S. N. Eficiência relativa de cooperativas de laticínios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá, MT. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2004.
- XUE, M.; HARKER, P. T. **Overcoming the inherent dependency of DEA efficiency scores: a bootstrap approach**. Pennsylvania: University of Pennsylvania, 1999.