

EFICIÊNCIA TÉCNICA EM PROPRIEDADES LEITEIRAS DA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA-MG: UMA ANÁLISE NÃO-PARAMÉTRICA

Technical efficiency in milk production in the region of VIÇOSA-MG: a non-parametric analysis

Jerônimo Alves dos Santos¹, Wilson da Cruz Vieira², Antônio José Medina dos Santos Baptista³

RESUMO

Com este trabalho, objetivou-se principalmente avaliar a eficiência técnica em 17 propriedades produtoras de leite da Microrregião de Viçosa-MG, assistidas no âmbito do convênio UFV/Nestlé, no período 1999-2002. Utilizou-se como instrumental analítico a Análise Envolvória de Dados (DEA). Os resultados obtidos mostram que uma proporção significativa dessas propriedades ainda são ineficientes tecnicamente. Observou-se, também, que houve uma certa homogeneização das propriedades em termos das características de produção e isso decorreu, provavelmente, do padrão de assistência técnica adotado no período analisado.

Palavras-chave: DEA, eficiência técnica, produção de leite.

ABSTRACT

The main objective of this paper was to evaluate the technical efficiency in 17 milk production farms in the region of Viçosa, state of Minas Gerais, during the period 1999-2002. These farms have received technical assistance from a program created by the Federal University of Viçosa and Nestlé. The technical efficiency was evaluated through the Data Envelopment Analysis (DEA) technique. The results obtained show that there are still a significant proportion of inefficient farms. It was also observed that the farms have become more homogeneous in their production characteristics which is probably due to the pattern of technical assistance adopted during the period analyzed.

Index words: DEA, technical efficiency, milk production.

1. INTRODUÇÃO

O leite e seus derivados representam umas das principais fontes de proteína e cálcio na dieta das pessoas em países que tradicionalmente consomem esses produtos. Além disso, por ser acessível à maioria da população desses países, é grande o interesse econômico pelo leite e seus derivados.

Segundo a Embrapa (2003a), em 2002 os Estados Unidos foram responsáveis por 15,0% da produção mundial de leite, sendo este país também o maior consumidor mundial deste produto. Em segundo lugar está a Índia, que possui o maior rebanho bovino do mundo, tendo produzido, nesse ano, aproximadamente, 7,0% da produção mundial. O Brasil, mesmo tendo o segundo maior rebanho bovino do mundo, embora detenha o primeiro rebanho comercial, é o sexto maior produtor de leite do mundo, tendo produzido, em 2002, cerca de 4,7% da produção mundial.

De acordo com Carvalho et al. (2003), a produção brasileira de leite cresceu na década de 90 a uma taxa anual

de 4%, superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares, e responde por 66% do volume total de leite produzido nos países que compõem o Mercosul. Pelo faturamento de alguns produtos da indústria brasileira de alimentos, na década de 90, pode-se avaliar a importância relativa do setor lácteo no contexto do agronegócio nacional, que registrou um aumento de 248% contra 78% de todos os outros segmentos.

Segundo dados do IBGE (2003), houve um aumento considerável na produção de leite no período de 1990 a 2002, que passou de 14,5 bilhões de litros, em 1990, para 23,26 bilhões, em 2002, um crescimento de 60,41% nesse período. Segundo Álvares et al. (2002), o último Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) identificou no País 1,8 milhão de propriedades leiteiras, correspondendo a 40% das propriedades rurais do Brasil, o que pode gerar cerca de 3,6 milhões de postos de trabalhos permanentes.

De acordo com Carvalho et al. (2003), a atividade leiteira, além de estar entre as seis mais importantes

¹Graduando em Gestão do Agronegócio – Departamento de Economia Rural – Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36570-000 – Viçosa, MG – jeronimo2100@yahoo.com.br

²Professor Adjunto IV – Departamento de Economia Rural – Universidade Federal de Viçosa/UFV – 36570-000 – Viçosa, MG – wvieira@ufv.br

³Doutor em Economia Aplicada – Professor na Universidade Jean Piaget de Cabo Verde – Caixa Postal 775 – Palmarejo Grande – Praia, Ilha de Santiago – República de Cabo Verde – tozcev@yahoo.com

atividades da agropecuária brasileira, desempenha papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda para a população do meio rural. Do Valor Bruto da Agropecuária estimado de R\$ 103,5 bilhões, em 2002, aproximadamente R\$ 41 bilhões são de produtos pecuários, sendo o leite um dos principais, com o valor de 6,6 bilhões de reais, ou seja, 16% do Valor Bruto da Produção Pecuária nacional.

Mesmo o Brasil possuindo uma taxa de crescimento na produção de leite elevada, cerca de 4% ao ano, há discrepâncias com relação ao número de produtores e à quantidade produzida. De acordo com Gomes (2000), a estrutura de produção de leite no Brasil caracteriza-se “por muitos produzirem pouco” e “poucos produzirem muito”. Os produtores de até 50 litros de leite/dia correspondem a 50% do número total de produtores, mas respondem por apenas 10% da produção. No outro extremo, os produtores com mais de 200 litros de leite/dia correspondem a apenas 10% do número total de produtores, porém respondem com 50% da produção nacional.

O Estado de Minas Gerais é o maior produtor de leite do País, com um rebanho leiteiro de, aproximadamente, 6,5 milhões de cabeças, e uma produção, em 2001, de 5.981 mil litros, o que representa cerca de 29,2% da produção do País. A Zona da Mata é uma das mais tradicionais mesorregiões produtoras de leite deste Estado, embora tenha perdido importância relativa nas últimas décadas. Na Zona da Mata, destacam-se, na produção de leite, as microrregiões de Juiz de Fora, de Cataguases e de Muriaé e, numa posição menos vantajosa em termos de volume de produção e produtividade, está a microrregião de Viçosa (EMBRAPA, 2003b).

Visando melhorar a produtividade e a eficiência das propriedades produtoras de leite da Zona da Mata, têm sido tomadas algumas medidas junto aos produtores, com vistas em facilitar o acesso à tecnologia; cita-se, como exemplo, na microrregião de Viçosa, o Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL). Esse programa, cuja parte operacional teve início em outubro de 1988, é uma iniciativa da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e da Nestlé, que estabeleceram um convênio, tendo como executora a Fundação Arthur Bernades (Funarbe).

O PDPL tem como objetivo incentivar a especialização nas propriedades produtoras de leite; melhorar as práticas de manejo, alimentação e higiene do rebanho; melhorar a infra-estrutura de produção; dinamizar a administração, além de proporcionar treinamento especializado aos estudantes de graduação da UFV, nas áreas de zootecnia, veterinária, agronomia (SOUSA, 1995).

2. OBJETIVOS

Com este trabalho, objetivou-se principalmente avaliar a eficiência técnica nas propriedades produtoras de leite da microrregião de Viçosa – MG, assistidas no âmbito do convênio UFV/Nestlé, no período de novembro de 1999 a outubro de 2002.

Os objetivos específicos foram:

- Classificar as propriedades de leite da Microrregião de Viçosa, segundo o tamanho e grau de sangue do rebanho;
- Formular um modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA) para identificar as propriedades tecnicamente mais eficientes nos últimos três anos; e
- Propor medidas visando o uso mais eficiente dos recursos nas propriedades analisadas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Quando um agente econômico utiliza insumos para transformá-los em produtos está sujeito a várias restrições, tais como a econômica, financeira, etc. Além dessas, existe uma restrição técnica fundamental: a função de produção.

Segundo Carvalho (1984), normalmente, na análise microeconômica, representa-se a função de produção da seguinte forma: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, em que y é a quantidade produzida do bem e x_1, x_2, \dots, x_n identificam as quantidades utilizadas de diversos fatores, respeitando o processo de produção mais eficiente escolhido. A função de produção é sempre definida no tempo e para níveis não-negativos dos fatores e do produto, ou seja, $(i=1, 2, \dots, n)$.

No caso mais simples, trabalhando-se com dois insumos, pode-se ter uma isoquanta, em que se produz a mesma quantidade com diferentes combinações desses insumos (CARVALHO, 1984). Mediante as relações existentes na tecnologia de produção entre os insumos e os produtos, é possível analisar a eficiência de determinada unidade de produção.

A eficiência técnica requer que se utilize um processo de produção que não use mais insumos do que o necessário para um dado produto, enquanto a eficiência alocativa reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas dado os preços relativos. E, por último, a eficiência econômica refere-se à capacidade dos produtores conduzirem o processo produtivo, com vistas em obter o mínimo de custo ou o máximo de lucro.

4. MODELO ANALÍTICO

A produção de leite envolve sistemas de produção que, de acordo com o conjunto de variáveis consideradas

[insumos e produtos], fica mais complexa a alocação de recursos. As quantidades máximas de produtos que podem ser obtidas dados os insumos utilizados determinam a fronteira de produção (LINS & MEZA, 2000).

Neste trabalho, a determinação de fronteira eficiente de produção foi feita mediante a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA). A DEA, ou análise envoltória de dados, segundo Gomes (1999), é uma abordagem não-paramétrica de programação matemática, como alternativa aos métodos estatísticos convencionais, para estimação da eficiência relativa de unidades produtivas. Sua mais importante característica é a habilidade em manipular, efetivamente, a natureza multidimensional de insumos e produtos nos processos de produção.

Com relação às variáveis consideradas no processo produtivo [insumos e produtos], estas devem operar na mesma unidade de medida em todas as firmas (DMUs)⁴ (LINS & MEZA, 2000). Utilizando-se os conceitos de fronteira de produção da DEA aplicadas às DMUs, pode-se formular um modelo, como o proposto por Charnes et al. (1978). Este modelo ficou conhecido como CCR, em razão das iniciais dos nomes dos autores, e também é conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*), possuindo orientação insumo ou orientação produto, conforme descrito a seguir.

Considera-se que há n DMUs e cada uma delas utiliza k insumos e produz m produtos. São construídas duas matrizes: a matriz X de insumos, de dimensões $(k \times n)$, e a matriz Y de produtos, de dimensões $(m \times n)$, representando os dados de todas as n DMUs.

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ X_{k1} & X_{k2} & \cdots & X_{kn} \end{pmatrix} \quad Y = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdots & Y_{2n} \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ Y_{m1} & Y_{m2} & \cdots & Y_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Na matriz X , cada linha representa um insumo e cada coluna representa uma DMU. Na matriz Y , cada linha representa um produto e cada coluna uma DMU.

Alves (1999) salientou que a matriz X deve satisfazer as seguintes condições:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^k x_{ij} &> 0 \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &> 0 \\ x_{ij} &\geq 0; \text{ para todo } i \text{ e } j \end{aligned} \quad (2)$$

Isto significa que os níveis de uso de insumos são não-negativos e que cada linha e cada coluna contém, pelo menos, um nível de insumo positivo, isto é, cada DMU consome ao menos um insumo, e uma DMU, pelo menos, consome o insumo que está em cada linha.

De forma semelhante, a matriz Y satisfaz as seguintes condições:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m y_{ij} &> 0, \\ \sum_{j=1}^n y_{ij} &> 0, \\ y_{ij} &\geq 0; \text{ para todo } i \text{ e } j. \end{aligned} \quad (3)$$

isso significa que os níveis de produção são não-negativos, ou seja, cada produto é produzido por uma DMU, pelo menos, e cada DMU produz pelo menos um produto. Assim, para a i -ésima DMU, são representados os vetores x_i e y_i , respectivamente, para insumo e produto.

Para cada DMU, pode-se obter uma medida de eficiência, que é a razão entre todos os produtos e todos os insumos. Para i -ésima DMU, tem-se a seguinte medida de eficiência:

$$i = \frac{u_i y_i}{v_i x_i} = \frac{(u_i y_{1i} + \cdots + u_m y_{mi})}{(v_i x_{1i} + \cdots + u_k x_{ki})} \quad (4)$$

⁴ DMU (*Decision Making Unit*) é o termo usado na literatura especializada para designar uma firma, departamento, propriedade rural ou unidade administrativa cuja eficiência está sendo analisada.

em que u é um vetor ($m \times 1$) de pesos nos produtos e v é um vetor de pesos nos insumos.

Segundo Gomes (1999), para selecionar os pesos ótimos para cada DMU especifica-se um problema de programação matemática. Para a i -ésima DMU, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u, v} \quad & \left(\frac{u \cdot y_i}{v \cdot x_i} \right) \\ \text{sujeito a :} \quad & \left(\frac{u \cdot y_j}{v \cdot x_j} \right) \leq 1, j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (5)$$

$$u, v \geq 0$$

Essa formulação envolve a obtenção de valores para u e v , de tal forma que a medida de eficiência para a i -ésima DMU seja maximizada, sujeita à restrição de que as medidas de eficiência de todas as DMUs sejam menores ou iguais a um. Segundo Moita (1995), a característica-chave deste modelo é que os pesos u e v são tratados como incógnitas, sendo escolhidos de maneira que a eficiência da i -ésima DMU seja maximizada.

O modelo pode ser linearizado, tornando possível sua solução por meio de métodos de programação linear convencionais. A formulação linearizada é a seguinte:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u, v} \quad & (u \cdot y_i), \\ \text{sujeito a :} \quad & \\ v x_i &= 1 \\ u \cdot y_j - v \cdot x_j &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ u, v &\geq 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Na análise do DEA, o modelo linear deve ser aplicado a cada DMU, a fim de se obter, uma a uma, as medidas de eficiência. Entretanto, como a maioria das restrições é a mesma para cada problema, a obtenção da solução torna-se mais rápida. Caso a eficiência obtida para a DMU que esteja sendo testada seja igual a um, ela é eficiente em relação às demais; caso contrário, é ineficiente.

Pela dualidade em programação linear, pode-se chegar a um modelo dual da formulação linearizada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{sujeito a:} \quad & \\ -y_i + Y\lambda &\geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda &\geq 0, \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned} \quad (7)$$

em que θ é um escalar (escore de eficiência da orientação insumo), cujo valor é a medida de eficiência da i -ésima DMU. Se for igual a um, a DMU será eficiente; caso contrário, é ineficiente. θ é um vetor ($n \times 1$), cujos valores são calculados de maneira que se obtenha a solução ótima. Para uma propriedade eficiente, os valores de θ são iguais a zero; para uma propriedade ineficiente, θ indica os pesos das propriedades que são *benchmarks* (GOMES, 1999).

Para o cálculo da eficiência das DMUs pode-se utilizar também o modelo chamado de BCC (Retornos Variáveis à Escala), no qual se adiciona uma restrição no modelo CCR (Retorno Constante à Escala). É importante apresentar o modelo BCC junto com o modelo CCR para que se determine a eficiência de escala. O modelo BCC pode ser representado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{sujeito a:} \quad & \\ -y_i + Y\lambda &\geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda &\geq 0, \\ N1 \cdot \lambda &= 1, \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned} \quad (8)$$

em que $N1$ é um vetor ($n \times 1$) de números uns sendo que as demais variáveis já foram definidas anteriormente.

Para que seja possível determinar os retornos crescentes e decrescentes à escala é necessário apresentar o modelo BCC junto com o modelo CCR; o modelo BCC não-crescente pode ser representado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\theta, \lambda} \quad & \theta, \\ \text{sujeito a:} \quad & \\ -y_i + Y\lambda &\geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda &\geq 0, \\ N1 \cdot \lambda &\leq 1, \\ \lambda &\geq 0, \end{aligned} \quad (9)$$

em que todas as variáveis já foram definidas anteriormente.

Analisando os dois modelos CCR e o BCC, pode-se definir as eficiências das firmas. Para eficiência de escala, o CCR tem que ser igual ao BCC ($CCR=BCC$); caso não sejam iguais, a DMU apresenta ineficiência de escala; neste caso, tem-se mais alternativas: se CCR é igual ao BCC não-crescentes tem-se retornos crescentes; caso contrário, decrescentes.

4.1. Fonte de Dados e Procedimentos Utilizados

Os dados utilizados neste trabalho são de propriedades produtoras de leite assistidas no âmbito do convênio UFV/Nestlé (PDPL). Para cada propriedade, foram consideradas: a quantidade anual de leite produzida (mil litros); número total de vacas (lactação e secas); área efetiva da propriedade dedicada à produção de leite (hectares); custo operacional efetivo (C.O.E)⁵ (subtraindo a mão-de-obra contratada); e mão-de-obra (considerando a mão-de-obra contratada e a familiar), sendo esta calculada com dados de final de período.

Foram considerados três níveis de tecnologia: alta (para as propriedades que possuem tanque de resfriamento e ordenhadeira, ou seja, os dois equipamentos); média (para as propriedades que possuem tanque de resfriamento ou ordenhadeira, ou seja, apenas um desses equipamentos) e baixa (para as propriedades que não possuem tanque de resfriamento e nem ordenhadeira). Em relação ao grau de sangue do rebanho, foram consideradas as seguintes categorias: puro [15/16 Holandês-Zebu (HZ) para cima]; intermediário (entre 3/4 e 15/16 HZ) e mestiço (3/4 HZ para baixo).

Foram consideradas na análise apenas as propriedades cujos produtores permaneceram no convênio no período de novembro de 1999 a outubro de 2002 (um total de 17 produtores). Para a correção dos valores do custo operacional efetivo das propriedades e do salário da mão-de-obra, utilizou-se o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (FGV), adotando-se, como base, outubro de 2003. Os modelos CCR (Retornos Constante à Escala), BCC (Retornos Variáveis à Escala) e o BCC não-crescente foram utilizados para medir a eficiência relativa das

propriedades e avaliar se as propriedades estão operando com eficiência de escala, retornos crescentes ou decrescentes. Utilizou-se o *software* EMS⁶ para calcular os *escores* de eficiência.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Classificação das Propriedades Produtoras de Leite

Os produtores de leite que participam do PDPL estão dispersos na microrregião de Viçosa em um raio de 50 quilômetros. Dos 17 produtores⁷ que participaram do Convênio UFV/Nestlé, no período de novembro de 1999 a outubro de 2002, 29,41% (5 produtores) localizam-se no município de Paula Cândido, sendo este o município com maior número de propriedades conveniadas. Os municípios de Cajuri, Araponga, Viçosa, São Miguel e Teixeiras contam, cada um, com 1 produtor. Das 17 propriedades, 10 possuem alto nível tecnológico (para as propriedades que possuem tanque de resfriamento e ordenhadeira), 5 nível médio e 2 possuem nível tecnológico baixo (para as propriedades que não possuem tanque de resfriamento e nem ordenhadeira). Em relação ao grau de sangue, 8 propriedades possuem mais da metade dos animais com grau de sangue puro.

De acordo com a Tabela 1, a área total média das 17 propriedades, referente ao período de novembro de 1999 a outubro de 2002, é de 91,38 hectares aproximadamente, e, desse total, são destinados, em média, 62,25% à pecuária leiteira, ou seja, 56,88 hectares; o número de vacas em lactação nas propriedades variou entre 2 e 60. Oito produtores (47,05 % do total) tiveram entre 17 e 30 vacas em lactação. Em média, as vacas secas representam 30,34 % do total de vacas dos desses produtores.

Observou-se, no período 1999-2002, que quatro das propriedades analisadas duplicaram suas produtividades. Também se observou que houve 6 propriedades que duplicaram seus custos operacionais efetivos e 2 propriedades tiveram suas margens brutas negativas, sendo que 3 propriedades aumentaram suas áreas para pecuária consideravelmente. Observou-se ainda que, em média, os produtores conveniados ao PDPL usam mais da metade de suas terras para a pecuária leiteira e mais de dois terço das vacas estão em lactação.

⁷A grande maioria desses produtores ainda continua participando do Convênio UFV/Nestlé.

⁵ O Custo Operacional Efetivo (COE) é custo de produção sem incluir os custos com mão-de-obra familiar, depreciação do capital e custo de oportunidade.

⁶ O *software* EMS é gratuito e pode ser obtido no *site* <http://www.wiso.unidortmund.de/lsgf/or/scheel/ems>

TABELA 1 – Média da área e do número de vacas do total das 17 propriedades, Convênio UFV/Nestlé, período Nov/99 a out/02.

Períodos	Área total ha (média)	Área para pecuária/ha (média)	Total de vacas (média)	Vacas em lactação (média)	Vacas secas (média)
1999-2000	91,72	55,53	34	22	12
2000-2001	91,52	55,88	37	26	12
2001-2002	90,91	59,24	41	30	11
Média	91,38	56,88	37	26	11

Fonte: PDPL – Convênio UFV/Nestlé (Elaboração dos autores).

5.2. Análise da Eficiência Técnica das Propriedades

5.2.1. Período de novembro/99 a outubro/2002

A média de eficiência das 17 propriedades analisadas, sob pressuposição de retornos constantes à escala, no período 1999-2000, de acordo com a Tabela 1A (Anexo), foi de 79,58%, ou seja, estas propriedades poderiam reduzir suas quantidades de insumos em até 20,42% e produzir a mesma quantidade de leite caso eliminassem a ineficiência. De forma alternativa, poderiam aumentar suas produções sem usar mais insumos. Nesse período, o menor *escore* de eficiência foi de 36,37%, sendo 5 propriedades (29,41% das 17 propriedades consideradas) eficientes, ou seja, com *escore* de eficiência (θ) igual a 100%.

Sob pressuposição de retornos variáveis, a média, para o período 1999-2000, foi de 85,42%, ou seja, os produtores, em geral, podem reduzir suas quantidades de insumos em 14,58% e permanecer produzindo as mesmas quantidades de leite ou permanecer com as mesmas quantidades de insumos e aumentarem suas produções; o menor *escore* de eficiência foi de 37,31%, sendo 8 propriedades eficientes (47,05% das propriedades). Quando se analisa a eficiência de escala, têm-se que 5 trabalharam com eficiência de escala, 9 com retornos crescentes e 3 com retornos decrescentes.

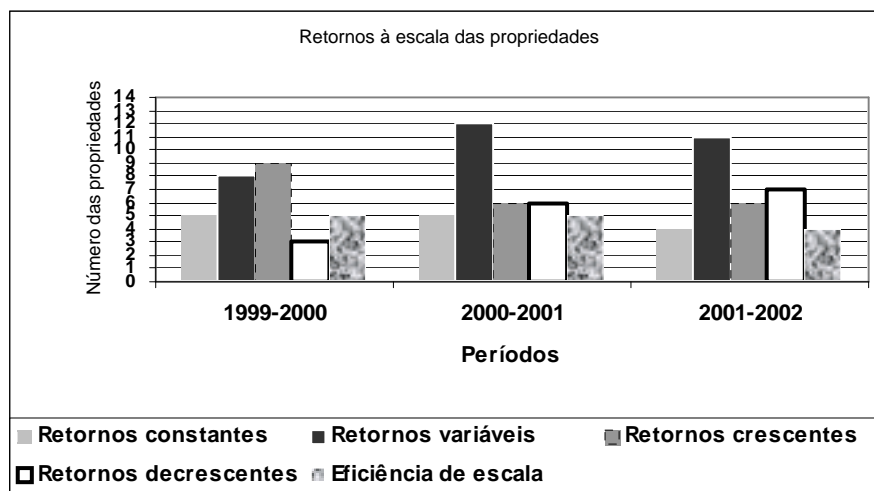
Sob pressuposição de retornos constantes à escala, no período 2000-2001, conforme a Tabela 2A (Anexo), a média de eficiência foi de 86,55%, ou seja, os produtores poderiam reduzir suas quantidades de insumos em até 13,45% e produzirem as mesmas quantidades de leite, ou poderiam aumentar suas produções com as mesmas dotações de recursos. Nesse período, o menor *escore* de eficiência foi de 44,92%, sendo encontradas 5 propriedades eficientes, ou seja, 29,41% das propriedades. Sob pressuposição de

retornos variáveis, a média de eficiência, para esse período, foi de 96,13%, sendo que o menor *escore* de eficiência foi de 71,09%, com 70,58% das propriedades consideradas eficientes. Quando se analisa a eficiência de escala, nota-se que, 29,40%, 35,30% e 35,30%, respectivamente, das propriedades obtiveram eficiência de escala, retornos crescentes e decrescentes.

Para o período 2001-2002, sob pressuposição de retornos constantes à escala, conforme a Tabela 3A (Anexo), a média de eficiência foi de 84,24%, ou seja, os produtores poderiam reduzir suas quantidades de insumos em até 15,76% e produzirem as mesmas quantidades de leite, ou, de forma alternativa, poderiam aumentar suas produções sem usar mais insumos. Nesse período, o menor *escore* de eficiência foi de 51,90% e foram encontradas 4 propriedades eficientes, ou seja, 23,53% das propriedades.

Sob pressuposição de retornos variáveis, a média, para o período 2001-2002, foi de 97,19%, ou seja, os produtores, em geral, poderiam reduzir suas quantidades de insumos em 2,81% e permanecer produzindo as mesmas quantidades de leite ou permanecer com as mesmas quantidades de insumos e aumentarem suas produções sem utilizar mais insumos; o menor *escore* de eficiência foi de 77,97%, sendo ainda encontradas 13 propriedades eficientes, ou seja, 76,47% das propriedades. Quando se analisa a eficiência de escala, retorno crescente, retorno decrescente e eficiência de escala têm-se, respectivamente, 23,53%, 35,30% e 41,17% das propriedades, ou seja, 4 trabalharam com eficiência de escala, 6 com retornos crescentes e 7 com retornos decrescentes.

Pela Figura 1, mostra-se as variações dos retornos à escala e da eficiência de escala para os produtores eficientes.



Fonte: Dados da pesquisa.

FIGURA 1 - Retornos à escala de 17 propriedades leiteiras da microrregião de Viçosa – MG, Convênio UFV/Nestlé, período 1999-2002.

Sob pressuposição de retornos constantes, houve pequena variação nesses três períodos. No período 1999-2000, o número de produtores eficientes era de 5, enquanto o período que se seguiu (2000-2001) permaneceram 5 produtores e, no último (2001-2002), caiu para 4 produtores eficientes. Quando se analisam as propriedades sob pressuposição de retornos variáveis à escala, nos três períodos (1999-2000, 2000-2001 e 2001-2002), observa-se a seguinte variação para produtores eficientes: 8, 12 e 13 produtores, respectivamente.

No que se refere à eficiência de escala, observa-se uma queda no número de propriedades com eficiência de escala no terceiro período em relação aos outros dois primeiros, ou seja, de 4 propriedades, enquanto que nos outros dois primeiros, têm-se 5 propriedades com eficiência de escala. Os produtores que trabalharam com retornos crescentes de escala, nesses três períodos, foram, respectivamente, 9 e 6 produtores para os dois últimos períodos. Para retornos decrescentes, foram 3, no primeiro período, subindo para 6, no segundo, e aumentou para 7 produtores, em 2001-2002.

Para esses três períodos foram calculados coeficientes de variação (indica a homogeneidade; quanto menor o coeficiente de variação mais semelhante serão as propriedades). Sob pressuposição de retornos constantes, houve queda do coeficiente de variação na análise dos *escores* de eficiências, isto é, as propriedades se tornaram mais homogêneas (semelhantes); para retornos variáveis,

também houve queda do coeficiente de variação durante os períodos analisados, ou seja, tanto para retornos constantes como para retornos variáveis as propriedades se tornaram mais homogêneas em termos do nível de eficiência técnica.

6. CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos, verificou-se que, sob pressuposição de retornos variáveis, menos da metade das propriedades trabalhavam com ineficiência, ou seja, a maioria é eficiente; para retornos constantes à escala, a grande maioria das propriedades conveniadas ao PDPL trabalharam com ineficiência de escala e essa ineficiência teve um aumento no último período analisado.

Do ponto de vista de recomendações técnicas, as propriedades que são eficientes, ou seja, as que trabalharam com eficiência de escala, podem ser utilizadas como referência (*benchmarks*) para as ineficientes. Para as propriedades ineficientes, têm-se dois tipos de retornos: para as que trabalham com retornos decrescentes, recomenda-se maior atenção dos técnicos na averiguação de “desperdícios” dessas propriedades no uso de recursos e tentar melhorar as condições dos produtores, seja no manejo do rebanho, no aumento da relação vacas em lactação/total de vacas, no controle de parasitas ou em qualquer outra variável que influencia diretamente na produção. Para as propriedades que trabalham com retornos crescentes à escala, a produção deve ser estimulada até atingir a eficiência, seja no aumento da área, no número de

vacas ou em outras variáveis diretamente ligadas ao aumento da produção.

Observou-se que as propriedades, no decorrer dos anos, tornaram-se mais semelhantes, ou seja, se aproximaram mais das características de eficiência na produção e isso se deveu, provavelmente, à assistência técnica, com política padrão para todas as propriedades assistidas no âmbito do Convênio UFV/Nestlé.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, J. G.; BERNADES, P. R.; NUNES NETTO, V. O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável. In: _____. **Políticas para o agronegócio do leite: conquista e desafios**. Juiz de Fora: EMBRAPA, 2002. cap. 1.

ALVES, E. **Medidas de eficiência: métodos não-paramétricos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1999. 28 p.

CARVALHO, L. A.; NOVAES, L. P.; MARTINS, C. E.; ZOCCAL, R.; MOREIRA, P.; RIBEIRO, A. C. C. L.; LIMA, V. M. B. **Importância econômica do leite**. 2003. Disponível em: <http://www.epamig.br/programas/producao_de_leite.htm>. Acesso em: 14 nov. 2004.

CARVALHO, L. C. P. **Teoria da firma a produção e a firma: manual de introdução à economia**. São Paulo: Saraiva, 1984. 510 p.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Produção mundial de leite**. 2003a.

Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br>>. Acesso em: 20 jul. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA Gado e Leite. **Dados da produção de leite das mesorregiões de Minas Gerais**. 2003b. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2004.

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

GOMES, S. T. **Economia da produção de leite**. Belo Horizonte: Itambé, 2000. 130 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados estatísticos**. 2003. Disponível em: <<http://www.Ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2004.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectiva de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 232 p.

MOITA, M. H. V. **Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande do Sul usando a abordagem DEA (Data Envelopment Analysis)**. 1995. 105 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SOUSA, E. M. **Transferência de tecnologia em pecuária de leite da geração a sua adaptação nas fazendas**. 1995. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

8. ANEXOS

TABELA 1A - *Escores* de eficiência técnica do período de novembro de 1999 a outubro de 2000 - Convênio UFV/Nestlé, Viçosa – MG

Produtores	Ret.Constante	Ret. não- crescente	Ret. Variável	Natureza dos retornos
	θ	θ	θ	
1	78,01%	78,01%	79,14%	Ret. Crescente
2	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
3	71,22%	74,26%	74,26%	Ret. Decrescente
4	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
5	72,82%	72,82%	74,84%	Ret. Crescente
6	68,44%	68,44%	100,00%	Ret. Crescente
7	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
8	36,37%	36,37%	37,31%	Ret. Crescente
9	72,29%	72,29%	77,57%	Ret. Crescente
10	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
11	94,45%	94,45%	100,00%	Ret. Crescente
12	65,19%	70,41%	70,41%	Ret. Decrescente
13	77,71%	77,71%	78,08%	Ret. Crescente
14	71,10%	91,43%	91,43%	Ret. Decrescente
15	67,37%	67,37%	69,16%	Ret. Crescente
16	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
17	77,91%	77,91%	100,00%	Ret. Crescente
Média	79,58%		85,42%	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2A- Escores de eficiência técnica do período de novembro de 2000 a outubro de 2001- Convênio UFV/Nestlé, Viçosa-MG.

Produtores	Ret. Constante	Ret.não-crescente	Ret. Variável	Natureza dos retornos
	θ	θ	θ	
1	90,08%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
2	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
3	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
4	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
5	79,00%	87,36%	87,36%	Ret. Decrescente
6	83,10%	83,10%	100,00%	Ret. Crescente
7	94,60%	94,60%	97,78%	Ret. Crescente
8	57,35%	71,09%	71,09%	Ret. Decrescente
9	99,38%	99,38%	100,00%	Ret. Crescente
10	84,95%	84,95%	94,06%	Ret. Crescente
11	44,92%	44,92%	100,00%	Ret. Crescente
12	98,07%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
13	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
14	88,62%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
15	79,78%	83,99%	83,99%	Ret. Decrescente
16	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
17	71,58%	71,58%	100,00%	Ret. Crescente
Média	86,55%		96,13%	

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 3A- Escores de eficiência técnica do período de novembro de 2001 a outubro de 2002 - Convênio UFV/Nestlé, Viçosa – MG.

Produtores	Ret. Constante	Ret.não-crescente	Ret. Variável	Natureza dos retornos
	θ	θ	θ	
1	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
2	74,17%	94,52%	94,52%	Ret. Decrescente
3	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
4	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
5	74,41%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
6	78,70%	78,70%	100,00%	Ret. Crescente
7	75,51%	75,51%	77,97%	Ret. Crescente
8	88,77%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
9	74,90%	74,90%	100,00%	Ret. Crescente
10	51,90%	51,90%	100,00%	Ret. Crescente
11	92,40%	92,40%	100,00%	Ret. Crescente
12	86,41%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
13	100,00%	100,00%	100,00%	Eficiência de Escala
14	67,26%	82,83%	82,83%	Ret. Decrescente
15	99,73%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
16	96,54%	100,00%	100,00%	Ret. Decrescente
17	71,30%	71,30%	96,96%	Ret. Crescente
Média	84,24%		97,19%	

Fonte: Dados da pesquisa.