AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

RETORNOS À ESCALA E DESEMPENHO ECONÔMICO DOS PRODUTORES DE LEITE EM MINAS GERAIS

ADRIANO PROVEZANO GOMES; ROBERTO SERPA DIAS; ANTÓNIO JOSE MEDINA DOS SANTOS BAPTISTA;

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

VIÇOSA - MG - BRASIL

apgomes@ufv.br

APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR

ADMINISTRAÇÃO RURAL E GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

Retornos à escala e desempenho econômico dos produtores de leite em Minas Gerais

Grupo de Pesquisa: Administração Rural e Gestão do Agronegócio

1. Introdução

Em 1996, foi realizado o Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais, fruto de uma parceria entre o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais – SEBRAE/MG e a Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais – FAEMG (SEBRAE/MG e FAEMG, 1996). Para a execução do diagnóstico, foram utilizados dados primários referentes ao ano de 1995.

Os resultados daquele diagnóstico serviram de referência para produtores, líderes rurais e representantes do governo e de outras instituições que trabalham no setor leiteiro na busca de maior eficiência em suas atividades. Além disso, o diagnóstico do leite, em Minas Gerais, serviu de modelo para outros estados que também o realizaram.

No diagnóstico de 1996, a primeira conclusão foi a de que os resultados obtidos projetavam ampliação da diferença entre o pequeno e o grande produtor, em termos de produtividade e rentabilidade. Naquela época, diversos trabalhos científicos comprovaram a existência dessa "dualidade", onde coexistiam duas realidades completamente distintas: um grande número de pequenos produtores com baixa tecnologia e baixa produtividade convivendo (e disputando mercado) com grandes empresários do setor leiteiro, os quais operam com elevado volume de produção e maior produtividade. De modo geral, os trabalhos tinham como conclusão principal a necessidade de aumentar os índices de eficiência dos produtores, principalmente dos pequenos.

Dez anos depois, foi realizado um novo diagnóstico, o qual deve ser divulgado ainda no primeiro semestre de 2006 (SEBRAE-MG e FAEMG, 2006). Nesse diagnóstico, foram entrevistados 1000 produtores de leite em todas as microrregiões de Minas Gerais, cujos dados referem-se ao ano de 2005. Novamente, espera-se que esse novo diagnóstico e os trabalhos científicos que dele surgirão contribuam para melhorar o desempenho do agronegócio do leite em Minas Gerais.

Nesse sentido, o presente trabalho pretende iniciar uma nova etapa da análise de eficiência no setor leiteiro, utilizando os dados levantados para o novo diagnóstico da produção de leite em Minas Gerais. De modo geral, pretende-se identificar e quantificar as ineficiências técnicas e de escala e suas conseqüências no desempenho econômico dos produtores de leite. Para isso, será utilizada a técnica não-paramétrica de Análise Envoltória de Dados (DEA), a qual permite separar os produtores segundo o tipo de retorno à escala.

2. Metodologia

2.1. Obtenção das medidas de eficiência

Com base nas análises de eficiência, os autores CHARNES, COOPER e RHODES (1978) deram início ao estudo da abordagem não-paramétrica, para a análise de eficiência relativa de firmas com múltiplos insumos e múltiplos produtos, cunhando o termo *data envelopment analysis* (DEA). Vale ressaltar que, na literatura relacionada aos modelos DEA, uma firma é tratada como DMU (decision making unit), uma vez que estes modelos provêm uma medida para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão.

A seguir, apresentam-se os modelos que serão utilizados neste trabalho. Contudo, devido à complexidade dos resultados fornecidos pelos modelos DEA, para descrições mais detalhadas recomenda-se a consulta de livros textos como, por exemplo, GOMES e BAPTISTA (2004), LINS e MEZA (2000), COELLI, RAO e BATTESE (1998), COOPER, SEIFORD e TONE (2000), CHARNES, COOPER, LEWIN e SEIFORD (1994) e FÄRE, GROSSKOPF e LOVELL (1994).

A pressuposição fundamental na técnica DEA é que, se uma dada DMU A é capaz de produzir Y(A) unidades de produto, utilizando X(A) unidades de insumos, então outras DMU's poderiam também fazer o mesmo, caso elas estejam operando eficientemente. De forma similar, se uma DMU B é capaz de produzir Y(B) unidades de produto, utilizando X(B) de insumos, então outras DMU's poderiam ser capazes de realizar o mesmo esquema de produção. Caso as DMU's A e B sejam eficientes, elas poderiam ser combinadas para formarem uma DMU composta, isto é, que utiliza uma combinação de insumos para produzir uma combinação de produtos. Desde que esta DMU composta não necessariamente existe, ela é denominada DMU virtual. A análise DEA consiste em encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU da amostra. Caso a DMU virtual seja melhor do que a DMU original, ou por produzir mais com a mesma quantidade de insumos ou produzir a mesma quantidade usando menos insumos, a DMU original será ineficiente.

Considere que existam k insumos e m produtos para cada n DMU's. São construídas duas matrizes: a matriz X de insumos, de dimensões (k x n) e a matriz Y de produtos, de dimensões (m x n), representando os dados de todas as n DMU's. Na matriz X, cada linha representa um insumo e cada coluna representa uma DMU. Já na matriz Y, cada linha

representa um produto e cada coluna uma DMU. Assim, para a i-ésima DMU, são representados os vetores x_i e y_i, respectivamente para insumos e produtos. Para cada DMU, pode-se obter uma medida de eficiência, que é a razão entre todos os produtos e todos os insumos. Para a i-ésima DMU tem-se:

$$\text{Eficiência da DMU i} = \frac{u`y_i}{v`x_i} = \frac{u_1 y_{1i} + u_2 y_{2i} + \cdots + u_m y_{mi}}{v_1 x_{1i} + v_2 x_{2i} + \cdots v_k x_{ki}} \qquad (1)$$

em que u é um vetor (m x 1) de pesos nos produtos e v é um vetor (k x 1) de pesos nos insumos. Note que a medida de eficiência será uma escalar, devido as ordens dos vetores que a compõem.

A pressuposição inicial é que esta medida de eficiência requer um conjunto comum de pesos que será aplicado em todas as DMU's. Entretanto, existe uma certa dificuldade em obter um conjunto comum de pesos para determinar a eficiência relativa de cada DMU. Isto ocorre pois as DMU's podem estabelecer valores para os insumos e produtos de modos diferentes, e então adotarem diferentes pesos. É necessário, então, estabelecer um problema que permita que cada DMU possa adotar o conjunto de pesos que for mais favorável, em termos comparativos com as outras unidades. Para selecionar os pesos ótimos para cada DMU, especifica-se um problema de programação matemática. Para a i-ésima DMU tem-se:

$$\begin{aligned} &\text{MAX}_{u,v} \quad (u`y_i / v`x_i), \\ &\text{sujeito a :} \\ &\qquad u`y_j / v`x_j \le 1, \quad j = 1,2,...,n, \\ &\qquad u, v \ge 0. \end{aligned} \qquad (2)$$

Esta formulação envolve obter valores para u e v, de tal forma que a medida de eficiência para a i-ésima DMU seja maximizada, sujeito à restrição de que as medidas de eficiência de todas as DMU`s sejam menores ou iguais a um. Caso a eficiência obtida para a DMU que está sendo testada seja igual a um, ela será eficiente em relação às demais; caso contrário era será ineficiente.

O modelo linearizado possui a seguinte forma:

$$\begin{aligned} &\text{MAX}_{u,v} \quad (u`y_i), \\ &\text{sujeito a :} \\ &\qquad vx_i = 1, \\ &\qquad u`y_j - v`x_j \le 0, \quad j = 1,2,...,n, \\ &\qquad u, v \ge 0. \end{aligned} \qquad (3)$$

Por meio da dualidade em programação linear, tem-se:

$$
\begin{aligned}
&\mathrm{MIN}_{\theta,\lambda} \quad \theta, \\
&\text{sujeito a :} \\
&\qquad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
&\qquad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
&\qquad \lambda \geq 0,
\end{aligned}
\tag{4}
$$

em que θ é uma escalar, cujo valor será a medida de eficiência da i-ésima DMU. Caso o valor de θ seja igual a um, a DMU será eficiente, caso contrário será menor que um. Já λ é um vetor (n x 1) de constantes, cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima. Para uma DMU eficiente, todos os valores de λ serão zero. Já para uma DMU ineficiente, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras DMU's eficientes que influenciam na projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira calculada. Isto significa que para uma unidade ineficiente, existe ao menos uma unidade eficiente, cujos pesos calculados fornecerão a DMU virtual da unidade ineficiente, através de combinação linear. As unidades eficientes que, quando combinadas, fornecem a DMU virtual para a unidade ineficiente são conhecidas como pares ou *benchmarks* daquela DMU.

O modelo, nesta forma, pressupõe retornos constantes à escala, podendo ser reformulado, com o objetivo de possibilitar retornos variáveis às DMUs analisadas. Essa proposta foi inicialmente feita por BANKER, CHARNES e COOPER (1984), cujo modelo ficou conhecido como BCC, devido às iniciais dos nomes dos autores.

O uso da especificação de retornos constantes, quando nem todas as DMUs estão operando em escala ótima, resultará em medidas de eficiência técnica que podem ser confundidas com eficiência de escala. A utilização da especificação de retornos variáveis permite o cálculo das eficiências técnicas, livres desses efeitos de escala.

O problema de programação linear com retornos constantes pode ser modificado para atender à pressuposição de retornos variáveis, adicionando-se uma restrição de convexidade. Considerando-se o modelo dual, tem-se:

$$
\begin{aligned}
&\mathrm{MIN}_{\theta,\lambda} \quad \theta, \\
&\text{sujeito a :} \\
&\qquad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
&\qquad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
&\qquad N_1'\lambda = 1, \\
&\qquad \lambda \geq 0,
\end{aligned}
\tag{5}
$$

em que N_1 é um vetor (n x 1) de uns. Essa abordagem forma uma superfície convexa de planos em interseção, a qual envolve os dados de forma mais compacta do que a superfície formada pelo modelo com retornos constantes. Com isto, os valores obtidos para eficiência técnica, com a pressuposição de retornos variáveis, são maiores do que aqueles obtidos com retornos constantes.

Os valores de eficiência técnica, obtidos no modelo com retornos constantes, podem ser divididos em dois componentes – um devido à ineficiência de escala e outro devido à pura ineficiência técnica. Para separar essas medidas, realiza-se o procedimento, conduzindo

ambos, retornos constantes e variáveis, ao mesmo conjunto de dados. Se existir uma diferença nos valores de eficiência técnica para uma DMU qualquer, isto indica que esta DMU tem ineficiência de escala, que pode ser calculada pela diferença entre os valores das eficiências técnicas com retornos variáveis e com retornos constantes.

A Figura 1 ilustra uma situação que envolve um insumo e um produto. Podem-se traçar as fronteiras eficientes calculadas pela DEA, isto é, a fronteira obtida com retornos constantes (RC), e a obtida com retornos variáveis (RV), sendo esta última descrita pela linha pontilhada.

Considere-se o ponto P na Figura 1. Na pressuposição de retornos constantes, a ineficiência técnica do ponto P é dada pela distância PPC, enquanto a ineficiência técnica é dada pela distância PPV, com a pressuposição de retornos variáveis. A diferença entre essas duas, PCPV, fornece a ineficiência de escala. As medidas de eficiência do ponto P, em termos de razão, isto é, limitadas entre zero e um, são dadas por

$$\begin{aligned} ET_{I,RC} &= AP_C / AP, \\ ET_{I,RV} &= AP_V / AP, \\ EE_I &= AP_C / AP_V, \end{aligned} \tag{6}$$

em que o subscrito I indica modelos com orientação insumo; RC, retornos constantes; e RV, retornos variáveis. Como APC/AP = (APV/AP) x (APC/APV), então $ET_{I,RC} = ET_{I,RV}$ x EE_I, isto é, a medida de eficiência técnica com retornos constantes à escala é composta pela eficiência técnica pura e pela eficiência de escala.

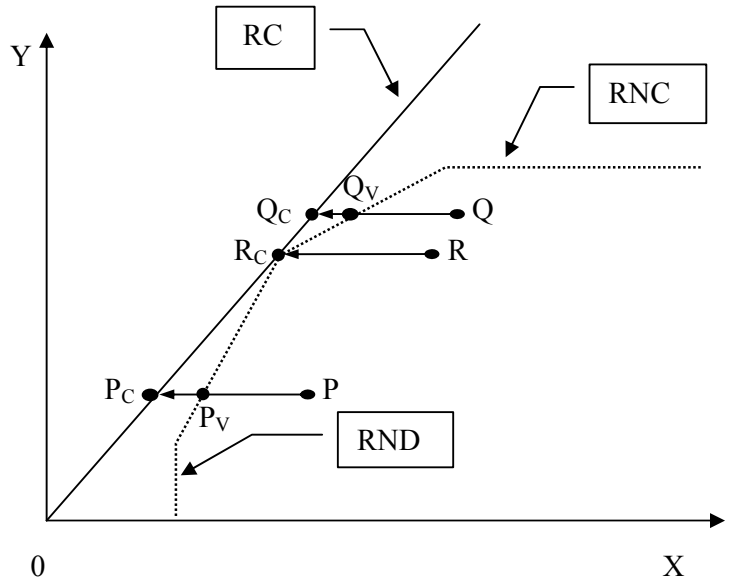

FIGURA 1 - Eficiência técnica e eficiência de escala.

Um problema dessa medida de eficiência de escala é que ela não indica se a DMU está operando na faixa de retornos crescentes ou decrescentes à escala. Sabe-se apenas que, se a medida de eficiência de escala for igual a um, a firma estará operando com retornos constantes à escala; no entanto, se for menor que um, poderão ocorrer retornos crescentes ou decrescentes. Para contornar essa situação, é necessário formular outro problema da programação, impondo a pressuposição de retornos não crescentes ou não decrescentes. Considerando-se o caso de retornos não crescentes, a formulação consiste em alterar a pressuposição de retornos variáveis no modelo DEA. Para isso, basta substituir a restrição $N_1\lambda=1$, em (5), pela restrição $N_1\lambda \leq 1$.

A fronteira obtida para o modelo com retornos não crescentes (RNC) está plotada na Figura 1. Ela é composta, inicialmente, por uma faixa da fronteira com retornos constantes, com origem em 0, e, depois, por uma faixa da fronteira de retornos variáveis. Para determinar a natureza da escala de uma DMU qualquer, basta verificar se o coeficiente de eficiência técnica no modelo com retornos não crescentes é igual ao do modelo com retornos variáveis. Se forem diferentes, como é o caso do ponto P, então a DMU terá retornos crescentes à escala. Se forem iguais, como é o caso do ponto Q, ocorrerá uma situação de retornos decrescentes, isto é,

- se $ET_{RNC} = ET_{RV}$ ➔ Retornos decrescentes,
- se $ET_{RNC} \neq ET_{RV}$ ➔ Retornos crescentes.

De forma alternativa, pode-se formular um problema de programação, impondo a pressuposição de retornos não decrescentes à escala. Para isso, basta substituir a restrição $N_1\lambda \leq 1$, no modelo com retornos não crescentes, pela restrição $N_1\lambda \geq 1$.

Assim, para identificar se a firma e/ou setor está operando com retornos crescentes ou decrescentes, basta comparar o resultado encontrado para eficiência técnica, no modelo com retornos variáveis (RV), com aquele encontrado no modelo com retornos não decrescentes (RND), ou seja,

- se $ET_{RND} = ET_{RV}$ ➔ Retornos crescentes,
- se $ET_{RND} \neq ET_{RV}$ ➔ Retornos decrescentes.

Após executar os modelos DEA, as DMUs podem ser classificadas segundo duas categorias:

1) De acordo com a pura eficiência técnica obtida no modelo pressupondo-se retornos variáveis. Nesse caso, as DMU's podem ser tecnicamente eficientes ou ineficientes. As DMU's eficientes são aquelas que estão produzindo uma quantidade compatível com o uso dos insumos; por outro lado, as ineficientes estão utilizando em excesso os insumos. Isso significa que, para se tornarem eficientes, podem-se reduzir os insumos, mantendo-se a mesma produção, ou, de modo equivalente, aumentar a produção utilizando-se os mesmos insumos.

2) De acordo com a eficiência de escala, obtida pela razão entre as medidas de eficiência técnica nos modelo com retornos constante e variáveis. Nessa categoria, as DMUs podem estar operando com retornos constantes, crescentes ou decrescentes. A produção com

retornos constantes é conhecida como escala ótima. Assim, a DMU operando com retornos crescentes está abaixo da escala ótima, necessitando expandir a produção. Já a operação com retornos decrescentes implica uma situação acima da escala ótima, indicando necessidade de reduzir o volume produzido ou melhorar a tecnologia, ou seja, deslocar a fronteira de produção (ajustes qualitativos).

Assim, podem ocorrer seis situações distintas, descritas na Tabela 1. Cada situação reflete uma possível combinação de insumo e produto, conforme ilustrado na Figura 1.

Tabela 1: Combinações possíveis de insumo e produto das DMUs nos modelos DEA pressupondo-se retornos constante e variáveis

Tipo de retorno	Condição da DMU segundo a pura eficiência técnica	
	Eficiente	Ineficiente
Constante	Esta é a melhor situação. A DMU está utilizando os recursos sem desperdícios e opera em escala ótima. O aumento da produção deve ocorrer mantendo-se a proporção de uso dos fatores. (Correspondente ao ponto R_C)	Apesar de estar operando na escala ótima, existe ineficiência técnica. Isso significa que se pode reduzir o uso dos insumos e continuar produzindo a mesma quantidade. De maneira equivalente, a produção pode crescer utilizando-se os mesmos insumos. Eliminando as ineficiências técnicas, a DMU torna-se eficiente com retornos constantes. (Correspondente ao ponto R)
Crescente	Apesar de tecnicamente eficiente, ou seja, não existem insumos utilizados em excesso, o volume de produção está abaixo da escala ótima. Isso significa que a DMU pode aumentar a produção a custos decrescentes. Nesse sentido, o aumento da produção deve ocorrer mediante incorporação de insumos, porém mantendo-se as relações entre as quantidades de produto e insumos. (Correspondente ao ponto P_V)	Nesta situação, existem dois problemas: ineficiência técnica, devido ao uso excessivo de insumos, e ineficiência de escala. Esta última ocorre pois a DMU está operando abaixo da escala ótima. Para aumentar a eficiência técnica é preciso eliminar os excessos de uso nos insumos. Por outro lado, para operar em escala ótima é necessário aumentar a produção. Em síntese, a DMU deve aumentar a produção, porém esse aumento deve ocorrer reduzindo as relações entre quantidades utilizadas de insumo e o volume de produção. (Correspondente ao ponto P)
Decrescente	DMU tecnicamente eficiente, porém operando acima da escala ótima. Uma alternativa é reduzir o volume de produção da DMU, mantendo a mesma relação entre produto e insumos. Uma vez que não há ineficiência técnica, pode ser que a superutilização da planta seja vantajoso. Outra alternativa para crescer a produção seria a adoção de políticas qualitativas, ou seja, o aumento da produtividade dos fatores possibilitaria o crescimento da produção sem a necessidade de se utilizar mais insumos. O fato é que, nesta situação, o aumento da produção se dará a custos crescentes. (Correspondente ao ponto Q_V)	Nesta situação, a DMU está operando acima da escala ótima e tem ineficiência técnica. É preciso corrigir os dois problemas. Para aumentar a eficiência técnica, deve-se eliminar os insumos que estão sendo utilizados em excesso, o que equivale a produzir mais utilizando os mesmos insumos. Com relação ao problema de escala, pode-se simplesmente reduzir a produção em cada DMU ou utilizar um número maior de DMUs menores para produzir a mesma quantidade anterior. Pode-se, ainda, melhorar a tecnologia, aumentando a produtividade dos fatores de produção. (Correspondente ao ponto Q)

Fonte: Elaboração dos autores.

2.2. Dados utilizados

Foram utilizados, neste trabalho, dados referentes a produtores de leite do estado de Minas Gerais. Os dados foram coletados para a execução do Diagnóstico da Produção de Leite em Minas Gerais, um levantamento minucioso realizado pelo SEBRAE/MG e FAEMG (2006). Ao todo, foram entrevistados 1000 produtores de leite, distribuídos em todo o estado, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Distribuição da amostra de produtores entrevistados entre as mesorregiões do estado de Minas Gerais

Mesorregião	Questionários coletados
Campos das Vertentes	45
Central Mineira	84
Jequitinhonha	21
Metropolitana de BH	79
Noroeste de MG	52
Norte de MG	37
Oeste de MG	85
Sul/Sudoeste	157
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	247
Vale do Mucuri	25
Vale do Rio Doce	69
Zona da Mata	99
Total	1000

Fonte: SEBRAE/MG e FAEMG (2006)

Para executar os modelos, foram utilizadas treze variáveis correspondentes aos insumos e uma relacionada ao produto. Todas as variáveis foram medidas em valor (R$) e referem-se aos gastos e receitas no ano de 2005. São elas:

X_1 - Mão-de-obra contratada para manejo do rebanho;
X_2 - Mão-de-obra familiar, considerando-se o preço de mercado como o custo de oportunidade;
X_3 - Manutenção de forragens verdes, incluindo-se pasto, capineira, cana-de-açúcar e outras forregeiras não anuais;
X_4 - Silagem;
X_5 - Concentrados e minerais fornecidos ao rebanho;
X_6 - Medicamentos e hormônios;
X_7 - Inseminação artificial;
X_8 - Energia e combustíveis;
X_9 - Transporte do leite
X_{10} - Impostos e taxas;

X_{11} - Reparos de benfeitorias e máquinas;
X_{12} - Aleitamento artificial, materiais de ordenha e outros gastos de custeio;
X_{13} - Depreciações de máquinas, benfeitorias, animais de serviço e forrageiras não anuais; e
Y_1 - Renda bruta da atividade, incluindo-se as vendas e o autoconsumo de leite, derivados e animais.

3. Resultados e discussões

Inicialmente, utilizou-se o modelo DEA pressupondo-se retornos constantes à escala, a fim de se obter a medida de eficiência técnica para cada produtor da amostra. Em seguida, a pressuposição de retornos constantes à escala foi retirada, adicionando-se uma restrição de convexidade, a qual possibilitou a obtenção das medidas de eficiência no paradigma de retornos variáveis. Com essas duas medidas, foi possível calcular a eficiência de escala. A Tabela 3 sintetiza os resultados obtidos, separando-se os produtores de acordo com as medidas de eficiência alcançadas.

Tabela 3: Distribuição dos produtores segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos que utilizaram a DEA

Especificação	Efic. Técnica Ret. Constantes (Nº produtores)	Efic. técnica Ret. Variáveis (Nº produtores)	Eficiência de escala (Nº produtores)
$E < 0,1$	0	0	0
$0,1 \leq E < 0,2$	0	0	0
$0,2 \leq E < 0,3$	4	2	0
$0,3 \leq E < 0,4$	9	5	0
$0,4 \leq E < 0,5$	50	27	2
$0,5 \leq E < 0,6$	108	89	7
$0,6 \leq E < 0,7$	136	94	17
$0,7 \leq E < 0,8$	146	122	54
$0,8 \leq E < 0,9$	121	107	126
$0,9 \leq E < 1,0$	84	81	449
$E = 1,0$	342	473	345
Total	1000	1000	1000
Medida de eficiência			
Média	0,8089	0,8567	0,9430
Desvio-padrão	0,1868	0,1742	0,0867
Coef. de variação	23,10%	20,34%	9,20%

Fonte: Dados da pesquisa.

Sob a pressuposição de retornos constantes à escala, verifica-se que, da amostra total de 1000 produtores, 342 deles obtiveram máxima eficiência técnica. O nível médio de ineficiência técnica é de 0,1911 (1-0,8089), o que significa que os produtores podem, em média, reduzir até 19,11% seus gastos com insumos, sem comprometer a produção. Nota-se que os produtores que alcançaram máxima eficiência técnica não podem reduzir os gastos com insumos. Entretanto, os demais produtores podem fazê-lo, tendo como referência aqueles com eficiência técnica igual a um.

Observando-se a Figura 2, nota-se que há uma distribuição normal dos produtores que apresentam algum grau de ineficiência[1]. Considerando apenas esses produtores (658 no total), a medida de eficiência técnica média está em torno de 0,7096, ou seja, eles podem reduzir cerca de 30% o gasto operacional, sem que a produção fique comprometida.

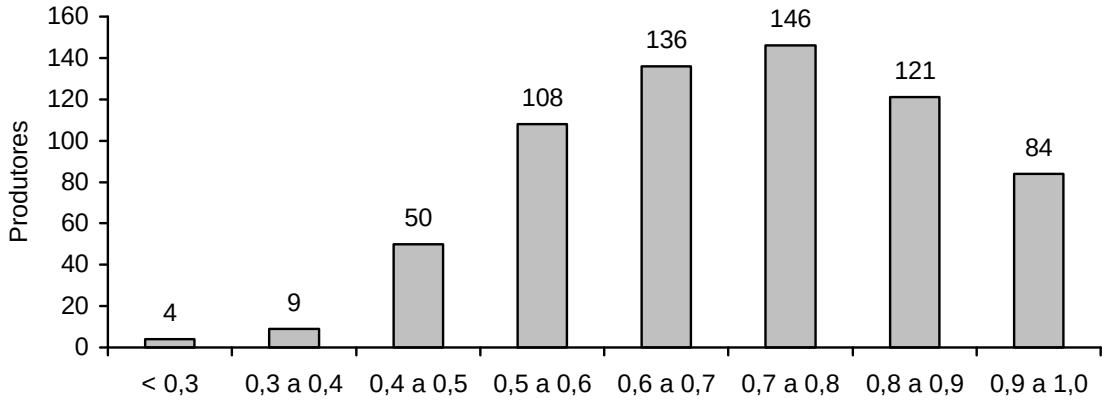

Figura 2: Distribuição de freqüência das medidas de eficiência técnica, considerando-se retorno constante à escala.

Desde que a pressuposição de retornos constantes foi admitida, as fontes de ineficiências podem incluir aquelas decorrentes da incorreta escala de produção. Relaxando a pressuposição de retornos constantes, obtém-se o modelo com retornos variáveis, cuja medida de eficiência técnica média foi de 0,8587. Considerando-se esses retornos, 473 produtores obtiveram medida de eficiência técnica igual a um. Como visto anteriormente, uma condição para que o produtor apresente máxima eficiência técnica, com retornos constantes à escala, é que sua eficiência técnica, quando se consideram retornos variáveis, seja também máxima. Isto significa que, dos 473 produtores com eficiência técnica igual a um, no modelo com retornos variáveis, 342 deles são igualmente eficientes, no modelo com retornos constantes.

Conforme visto anteriormente, a ineficiência técnica de uma DMU no modelo com retornos constantes pode ser devido ao uso excessivo de insumos e/ou à escala de produção incorreta. A média de ineficiência técnica dos produtores foi de 19,11%, sendo que 15%

[1] Esse padrão da distribuição de freqüência também foi identificado em outros estudos sobre a eficiência da pecuária leiteira. Para maiores detalhes, consulte JAFORULLAH e WHITEMAN (1998), FRASER e CORDINA (1999), CLOUTIER e ROWLEY (1993), SILVA et al. (2001), GONZÁLEZ et al. (1996); APEZTEGUÍA et al. (2000) e ARZUBI e BERBEL (2002).

aproximadamente referem-se à pura ineficiência técnica, enquanto os 5% restantes ocorrem devido a problemas na escala de produção, captados pela medida de eficiência de escala.

A medida de eficiência de escala é obtida pela razão entre as medidas de eficiência técnica, nos modelos com retornos constantes e com retornos variáveis. Se essa razão for igual a um, o produtor estará operando na escala ótima. Caso contrário, se for menor que um, o produtor será tecnicamente ineficiente, pois não estará operando na escala ótima. Os produtores que estão operando com retornos constantes à escala foram incluídos na escala ótima de produção, enquanto aqueles que estão operando fora da faixa de retornos constantes de escala não foram incluídos na escala ótima de produção. O resultado encontrado indica que 345 produtores não têm problemas de escala. Nota-se que, desses 345 produtores, 342 estão na fronteira de retornos constantes; os outros três, embora estejam operando na faixa de retornos constantes, não se localizam na fronteira eficiente (corresponde ao ponto R na Figura 1).

Para detectar se essas ineficiências de escala são devidas ao fato de o produtor operar na faixa de retornos crescentes ou na faixa de retornos decrescentes, outro problema de programação linear foi formulado, impondo a restrição de retornos não crescentes à escala. Se o valor da medida de eficiência encontrado nesse modelo for igual ao valor encontrado no modelo com retornos variáveis, então o produtor encontra-se na faixa de retornos decrescentes à escala, isto é, está operando acima da escala ótima, ou em escala "supraótima". Caso contrário, situa-se na faixa de retornos crescentes, operando abaixo da escala ótima, ou em escala "subótima". Com isso, foi possível distribuir os produtores da amostra segundo o tipo de retorno e o grau de pura eficiência técnica, conforme dados da Tabela 4.

Tabela 4: Distribuição dos produtores segundo o tipo de retorno e o grau de pura eficiência técnica

Tipo de retorno	Eficientes	Ineficientes	Total
Crescente	32	302	334
Constante	342	3	345
Decrescente	99	222	321
Total	473	527	1000

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao tipo de retorno, percebe-se que, aproximadamente, 1/3 dos produtores encontra-se em cada categoria (retornos crescente, constante e decrescente). Em relação à eficiência técnica, 47% dos produtores não apresentam problemas na utilização dos insumos. Porém, mais da metade (53%) utiliza em excesso os insumos, ou seja, há possibilidade de reduzir os gastos sem comprometer o nível de produção, como já discutido anteriormente.

A distribuição apresentada na Tabela 4 revela que existem produtores em todas as seis categorias que foram discutidas com o auxílio da Figura 1 e da Tabela 1. Verifica-se que apenas 342 produtores não têm problemas nem de ineficiência no uso dos insumos nem de escala de produção. Mesmo entre os eficientes, 131 produtores apresentam problemas

relacionados à escala incorreta de produção. Todos os 527 produtores ineficientes têm problemas de uso excessivo de insumos, sendo que apenas 3 não têm problemas de escala.

Em síntese, a amostra de 1000 produtores de leite no estado de Minas Gerais pode ser assim distribuída: 34,2% não apresentam nenhum problema; 13,1% apresentam somente problemas de escala incorreta de produção; 0,3% apresentam somente problemas de uso excessivo de insumos; e 52,4% apresentam problemas tanto de uso excessivo de insumos quanto de escala. Em outras palavras, o que se pretende dizer é que a simples quantificação da ineficiência de uma DMU não é suficiente para orientar o produtor no sentido de melhorar seu grau de eficiência. É preciso identificar quanto desta ineficiência é proveniente da escala incorreta de produção é quanto poderia ser melhorado caso seja eliminado os excesso no uso dos insumos.

Para caracterizar melhor o perfil médio dos produtores, os dados apresentados na Tabela 5 fornecem informações obre as medidas de eficiência, os recursos disponíveis e a produção em cada tipo de retorno.

Tabela 5: Descrição dos produtores da amostra, segundo o tipo de retorno à escala

Especificação	Unidade	Tipo de retorno			Média
		Crescente	Constante	Decresc.	
1. Medidas de eficiência					
Ret. Constantes	%	67,37	99,60	74,85	80,89
Ret. Variáveis	%	73,34	99,60	83,53	85,67
Eficiência de Escala	%	92,18	100,00	90,36	94,30
2. Recursos disponíveis					
Vacas em lactação	Ud	9,17	27,66	31,64	22,76
Total de vacas	Ud	14,50	40,91	47,25	34,12
Mão-de-obra	DH/ano	237,76	451,57	522,83	403,03
Mão-de-obra familiar	%	80,21	47,58	59,36	58,92
Área para o gado	Hectare	27,96	67,88	74,25	56,59
Capital investido*	R$	135.204	332.664	410.941	291.839
- Benfeitorias	%	10,15	7,30	8,02	8,07
- Máquinas	%	2,62	3,94	4,94	4,19
- Animais	%	14,88	23,68	20,07	20,69
- Terra	%	72,36	65,08	66,97	67,06
3. Produção					
Produção de leite	L/dia	48,07	235,89	270,58	184,29
Autoconsumo	%	7,34	4,85	3,81	5,35

Fonte: Dados da pesquisa.
* O capital investido em benfeitorias e máquinas foi obtido pela média entre o valor novo e o valor de sucata, considerando o valor de sucata igual a zero.

Comparando-se as medidas de eficiência, percebe-se que existem diferenças entre os problemas encontrados nas fazendas. Nas fazendas que apresentam retornos crescentes, o problema de uso excessivo dos insumos é maior, relativamente às que apresentam retornos decrescentes. Por outro lado, os problemas de escala incorreta de produção são proporcionalmente maiores nas fazendas com retornos decrescentes.

Esse é um ponto interessante, pois mesmo produzindo abaixo da escala ótima, há grande desperdício de recursos nas fazendas que operam com retornos crescentes. Em média, nessas fazendas, o uso dos insumos poderia ser reduzido em até 26,7%. Já nas atividades que apresentam retornos decrescentes, o uso dos insumos poderia ser reduzido em 16,5%, sem que isso comprometa a produção.

Com base nos indicadores de recursos disponíveis, pode-se caracterizar melhor uma fazenda típica em cada tipo de retorno. Em média, os produtores que estão operando abaixo da escala ótima possuem 14,5 vacas, sendo 9 em lactação, utilizam 238 dias de serviço de mão-de-obra e destinam uma área de 28 hectares para a atividade leiteira. Em relação ao capital, esses produtores investiram, em média, cerca de R$ 135 mil, sendo que a maior parte corresponde ao investimento em terra (72,4%) e a menor em máquinas (2,6%). De modo geral, pode-se dizer que se encontram nessa faixa os pequenos produtores, onde a produção diária de 48 litros é feita na maior parte com uso de mão-de-obra familiar. Além disso, há maior intensidade de autoconsumo, característica típica de pequena produção familiar. Para esses produtores, é recomendável a expansão do volume de produção, pois, ao operarem abaixo da escala ótima, tal aumento ocorreria a custos decrescentes.

Por outro lado, os produtores que estão operando acima da escala ótima produzem, em média, 270,6 litros diários, utilizando 47 vacas (32 em lactação) em uma área de 74 hectares. Em relação ao uso de mão-de-obra, são utilizados 523 dias de serviço, o que corresponde a uma média de 1,4 homens por fazenda, trabalhando o dia todo com o gado. Nessas fazendas, o capital investido é três vezes maior que o investimento médio nas fazendas com retornos crescentes, porém o investimento em terra é proporcionalmente menor, enquanto a participação do maquinário na constituição do capital é quase o dobro.

A escala ótima de produção para os produtores da amostra constitui uma situação intermediária entre as duas descritas anteriormente. O volume de produção considerado ótimo está em torno de 235 litros diários. Obviamente a escala ótima de produção difere para cada produtor, em virtude de sua configuração particular de insumos e produtos. Assim, esses dados devem ser interpretados com cautela, uma vez que representam a média. Os resultados sugerem que a produção de leite média dos produtores que estão operando em escala ótima é de 235 litros diários. Porém, deve-se também observar a grande amplitude entre o mínimo e o máximo observados. Há produtores com retornos constantes que produzem 18 litros diários (mínimo) e produtores com 8020 litros por dia (máximo). Em outras palavras, os produtores com ineficiência de escala devem tentar corrigir seus problemas observando aqueles produtores eficientes que foram responsáveis pela obtenção de sua medida de eficiência, conhecidos como pares ou *benchmarks* dos ineficientes. Nesse sentido, a DEA não mede somente a eficiência, mas também fornece um guia para os produtores eliminarem ineficiências, ou seja, o produtor ineficiente pode ter como referência seus pares, para tentar aumentar a eficiência na produção.

Caracterizados os produtores, podem-se calcular alguns indicadores de desempenho técnico e econômico da atividade leiteira em cada tipo de retorno à escala. Esses indicadores encontram-se na Tabela 6. Os indicadores de desempenho técnico referem-se às

produtividades parciais dos fatores, enquanto os indicadores econômicos estão relacionados aos custos e margens da atividade leiteira.

Tabela 6: Indicadores de desempenho técnico e econômico, segundo o tipo de retorno à escala

Especificação	Unidade	Tipo de retorno			Média
		Crescente	Constante	Decresc.	
1. Produtividades					
Terra	L/Hectare	1.305	1.876	2.195	1.788
Vacas em lactação	L/dia	5,65	7,18	7,69	6,83
Total de vacas	L/dia	3,70	4,89	5,28	4,62
Mão-de-obra	L/DH/ano	122	943	1.071	709
2. Desempenho econômico					
Renda bruta	R$/L	0,6270	0,6878	0,6429	0,6531
Custo operacional efetivo	R$/L	0,3436	0,3381	0,3826	0,3542
Custo operacional total	R$/L	0,7402	0,5664	0,6373	0,6472
Margem bruta	SM/mês	1,18	6,39	6,05	4,54
Margem líquida	SM/mês	-0,35	3,68	1,85	1,74
Taxa retorno do K c/ terra	%	0,58	4,39	1,96	2,34
Taxa retorno do K s/ terra	%	1,45	10,49	4,85	5,66

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação às produtividades parciais, nota-se que, em média, estas são maiores nos produtores que operam com retornos crescentes à escala, inclusive maiores que aqueles na escala ótima. Todos os indicadores de produtividade são menores nos produtores com retornos crescentes.

As produtividades parciais são obtidas pela relação entre a produção de leite e o uso de fatores. Tanto a produção quanto o uso dos fatores crescem com tipo de retorno, ou seja, são menores nas atividades com retorno crescente, aumentando no constante e, por fim, maiores no decrescente. O fato de os indicadores de produtividades parciais seguirem essa mesma ordem indica que a produção cresce proporcionalmente mais do que o uso dos fatores. Em outras palavras, embora os produtores com retornos decrescentes utilizem mais fatores, a produção alcançada é proporcionalmente maior, fazendo com que as produtividades também sejam maiores.

Os indicadores de desempenho econômico identificam algumas relações entre receita e custo de produção. Antes de analisá-los, será apresentada a definição de como foram calculados, visando facilitar a interpretação.

A renda bruta do produtor de leite é composta, além da venda e do autoconsumo de leite e derivados, da venda e do autoconsumo de animais e da variação do inventário animal de um ano para o outro. Ao dividir a renda bruta pelo volume de produção anual tem-se uma idéia da receita média da atividade leiteira.

O custo operacional efetivo (COE) refere-se aos gastos diretos, tais como mão-de-obra contratada, concentrados, minerais, fertilizantes, sementes, medicamentos, energia e

combustível, inseminação artificial, serviços mecânicos e outros dessa natureza. São gastos de custeio da atividade leiteira. O custo operacional total (COT) é composto do custo operacional efetivo mais os valores correspondentes à mão-de-obra familiar e à depreciação de máquinas, benfeitorias, animais de serviço e forrageiras não anuais. Para se obter o custo total, basta acrescentar ao custo operacional total a remuneração sobre o capital investido em benfeitorias, máquinas, animais e forrageiras não-anuais.

A margem bruta, expressa em salários-mínimos mensais, refere-se à diferença entre a renda bruta e o custo operacional efetivo. A margem bruta dá uma idéia do fluxo de caixa da empresa, ou seja, receita menos despesa. Já a margem líquida, também medida em salários-mínimos mensais, é igual à renda bruta menos o custo operacional total. A margem líquida corresponde a um "resíduo" utilizado para remunerar o empresário e o capital investido em terra, benfeitorias, máquinas e animais.

A taxa de retorno sobre o capital investido, expressa em % ao ano, é calculada pela razão entre a margem líquida e o capital investido em terra, benfeitorias, máquinas e animais. Ela fornece a idéia de como o capital investido está sendo remunerado. Calculou-se, também, a taxa de retorno sobre o capital investido, desconsiderando-se o valor da terra. De forma semelhante à anterior, é obtida pela razão entre a margem líquida e o capital investido em benfeitorias, máquinas e animais.

De modo geral, há pouca diferença entre a renda bruta unitária entre os diferentes tipos de retorno à escala. Em média, os produtores da amostra recebem R$ 0,65 por litro de leite produzido. Vale ressaltar que este valor não corresponde ao preço recebido pelo produtor por litro de leite vendido, uma vez que a margem bruta engloba a produção e o autoconsumo, tanto de leite/derivados quanto de animais. A título de comparação, o preço médio recebido pelos produtores da amostra foi de R$ 0,49/litro.

Quando se compara o custo operacional efetivo, percebe-se que o gasto direto médio dos produtores que operam com retornos decrescentes é maior. Provavelmente porque tais produtores, ao produzirem mais, utilizam uma tecnologia mais intensiva. Não há diferença significativa entre o COE dos produtores com retornos crescente e constante.

Em todos os estratos, a renda bruta é maior que o COE, indicando que não há prejuízo contábil, ou seja, o fluxo de caixa é positivo. Entretanto, mesmo com um COE maior, a margem bruta (diferença entre a renda bruta e o COE) do estrato de produtores com retorno decrescente é muito superior àquela registrada no estrato com retornos crescentes (6,05 salários-mínimos mensais contra 1,18). A explicação reside no volume de produção anual. Embora a pequena produção tenha um COE unitário menor, a pequena quantidade produzida faz com que a renda bruta total seja também pequena. Isso significa que, embora o COE médio seja maior, é mais rentável operar acima da escala ótima, pois isto irá propiciar uma renda bruta maior. Em outras palavras, é preferível ganhar 6 salários-mínimos por mês e ter um custo médio maior do que ter o menor custo unitário e ganhar apenas 1,2 salários-mínimos mensais.

Essa conclusão fica mais clara quando se analisa o custo operacional total e a margem líquida (diferença entre a renda bruta e o COT). O COT médio do estrato de produtores operando com retornos crescentes é o maior de todos, maior inclusive que a renda bruta unitária. A explicação é que no COT é computado, além da depreciação, o valor da mão-de-obra familiar. Nesse sentido, o COT reflete a magnitude do uso de mão-de-obra familiar nesse estrato de produtores.

Enfim, o que se percebe é que a margem líquida para os produtores com retornos crescentes à escala é, em média, negativa. Margem líquida negativa significa que os produtores não estão conseguindo remunerar totalmente a mão-de-obra familiar e/ou cobrir as depreciações. Além disso, não há remuneração do capital investido. Essa situação somente é tolerável no curto prazo. No longo prazo, a persistência dessa situação empobrecerá o produtor, forçando-o a sair da atividade.

É importante destacar que o ponto fundamental da análise não é verificar o que é melhor, se operar com retornos crescentes ou decrescentes. É preciso que fique claro que ambos têm problemas, ou seja, tanto retornos crescentes quanto decrescentes apresentam problemas de escala e a maioria está usando os insumos de forma excessiva. Esses problemas são refletidos na taxa de remuneração do capital, que é baixa. Mesmo desconsiderando o capital investido em terra, as taxas de remuneração do capital do grupo de produtores com retornos crescentes (1,45% ao ano) e do grupo de produtores com retornos decrescentes (4,85% ao ano) são inferiores à rentabilidade da caderneta de poupança, considerada um dos investimentos menos rentáveis do mercado.

Em síntese, é preciso que os produtores que apresentam ineficiências tenham consciência de que podem reduzi-las, corrigindo problemas relacionados ao uso incorreto dos insumos e à escala de produção. Para isso, basta observar o que seus pares eficientes estão fazendo, tendo como meta alcançar os níveis de desempenho econômico apresentados pelos produtores com retorno constante.

Em relação aos problemas de uso excessivo dos insumos, a técnica DEA permite quantificar a redução possível no uso dos insumos que pode ser feita pelos produtores ineficientes sem comprometer a produção. Vale repetir que tais reduções efetuadas pelos ineficientes decorrem das comparações destes com os eficientes. Em outras palavras, é viável fazer tais reduções nos ineficientes, já que outros produtores (os eficientes) conseguem produzir com menores quantidades de insumos.

O uso ideal dos insumos pelos ineficientes foi calculado levando-se em consideração a existência de outros produtores que utilizam menor quantidade desses insumos e conseguem produzir, pelo menos, a mesma quantidade. Assim, para cada valor excedente encontrado, significa que existe pelo menos um produtor na amostra (*benchmark*) que está utilizando uma quantidade menor desse insumo, produzindo, no mínimo, a mesma quantidade de produtos. Nesse sentido, ao identificar as quantidades utilizadas em excesso dos insumos e reduzi-las do uso atual, obtém-se os valores projetados, ou seja, os valores dos insumos que fazem com que os produtores ineficientes sejam projetados na fronteira eficiente. Isso significa que, após a correção no uso excessivo dos insumos, caso seja executado um novo modelo DEA, todos os produtores alcançariam a máxima eficiência técnica.

Conforme discutido anteriormente, existem 527 produtores na amostra que apresentam algum grau de pura ineficiência técnica, sendo que 302 operam com retorno crescente, 3 com retorno constante e 222 com retorno decrescente. Isso significa dos 527 produtores ineficientes, apenas 3 não apresentam problemas de escala de produção. Os demais, ou se encontram acima ou abaixo da escala ótima. Para evidenciar as diferenças entre a produção com retorno crescente e a com retorno decrescente, na Tabela 7 encontram-se os gastos médios atuais e as reduções possíveis no uso dos insumos, que poderiam ser realizadas pelos produtores ineficientes.

A produção média dos produtores considerados tecnicamente ineficientes operando com retorno crescente é de 64,5 litros/dia. Esse pequeno volume de produção reflete no COT

anual, que é de R$ 12.391. Deduzindo as parcelas de mão-de-obra familiar e depreciações, obtêm-se os gastos de custeio da atividade (COE), que é de R$ 6.643 por ano. Isso significa um gasto direto de aproximadamente R$ 550 por mês, tipificando bem um pequeno produtor.

Tabela 7: Gastos atuais e reduções possíveis no uso dos insumos dos produtores tecnicamente ineficientes operando com retorno crescente e decrescente à escala

Especificação	Crescente		Decrescente	
	Atual - R$	Redução %	Atual - R$	Redução %
Mão-de-obra contratada	730	-7,98	3.128	-12,71
Mão-de-obra familiar	2.908	-29,67	5.808	-25,79
Manutenção de forragens verdes	296	-34,62	1.092	-37,24
Silagem	648	-15,73	2.676	-25,83
Concentrados e minerais	2.365	-34,75	9.203	-30,10
Medicamentos e hormônios	513	-36,22	1.428	-34,00
Inseminação artificial	13	-4,57	197	-13,16
Energia e combustível	686	-41,59	2.224	-39,69
Transporte do leite	377	-36,44	1.133	-34,55
Impostos e taxas	316	-44,47	1.067	-30,52
Reparos de benfeitorias e máquinas	486	-47,83	1.268	-46,45
Aleitamento, mat. ordenha e outros	212	-19,62	1.310	-23,92
Depreciações	2.840	-40,12	6.069	-35,26
Custo operacional total – COT	**12.391**	**-41,97**	**36.603**	**-38,81**

Fonte: Dados da pesquisa.

Contudo, apesar do gasto com a atividade leiteira não ser significativo, esses produtores ainda apresentam ineficiências, ou seja, poderiam gastar menos ainda e produzir a mesma quantidade. Analisando a situação por outro foco, isso equivale dizer que esses produtores poderiam produzir mais gastando a mesma quantidade. Para isso, basta identificar e eliminar as ineficiências.

Há uso excessivo em todos os insumos, porém em intensidades diferentes. Ao eliminar esses excessos, o COT médio anual desse grupo de produtores poderia ser reduzido em 41,97%. Isso significa que para produzir os atuais 64,5 litros diários, não é necessário gastar R$ 12.391, mas apenas R$ 6.905.

Pode-se fazer um raciocínio semelhante para o grupo de produtores tecnicamente ineficientes que estão operando com retorno decrescente. A produção média desse grupo é de 165,8 litros diários. Atualmente, para produzir essa quantidade, há um gasto operacional total de R$ 36.603/ano. Eliminando-se as ineficiências, o COT sofreria uma redução de 38,81%, ou seja, para se produzir os mesmos 165,8 litros diários, dever-se-ia gastar apenas R$ 22.457/ano.

Após eliminar corrigir o uso dos insumos, os produtores são projetados na fronteira eficiente, ou seja, não existem mais problemas de uso excessivo de insumos. Pode-se, então, recalcular os indicadores médios de desempenho, projetando uma situação média para esses produtores, a qual ocorreria caso todos fossem eficientes. Os indicadores de desempenho

econômico recalculados estão descritos na Tabela 8. Comparando-se os dados atuais com as projeções, verifica-se que os produtores poderiam melhorar substancialmente, caso utilizassem corretamente os insumos.

Tabela 8: Indicadores de desempenho econômico dos produtores ineficientes, recalculados após a redução nos insumos

Especificação	Unidade	Crescente		Decrescente	
		Atual	Projetado	Atual	Projetado
Custo operacional efetivo	R$/L	0,3457	0,1764	0,3789	0,2099
Custo operacional total	R$/L	0,7411	0,4127	0,6588	0,3870
Margem bruta	SM/mês	1,22	2,11	3,63	6,44
Margem líquida	SM/mês	-0,38	1,14	0,33	4,26
Taxa retorno do K c/ terra	%	0,52	4,01	1,40	6,40
Taxa retorno do K s/ terra	%	1,37	11,12	3,58	16,23

Fonte: Dados da pesquisa.

É importante destacar que os indicadores projetados evidenciam uma situação em que não há desperdício de insumos. Porém, ainda restam os problemas de escala incorreta de produção. Entretanto, percebe-se que o grupo de produtores que operam com retorno decrescente estaria em melhor situação, refletida na taxa de retorno do capital, a qual passa a ser atraente, do ponto de vista de aplicação financeira.

Quanto aos pequenos produtores que operam com retornos crescentes, nota-se que a eliminação do uso excessivo dos insumos melhoria consideravelmente sua situação. Atualmente, a margem líquida média desse grupo de produtores é negativa, o que dificulta sua permanência na atividade. Ao corrigir os problemas técnicos, essa margem passaria a ser positiva, ou seja, a receita auferida seria suficiente para pagar todo o custeio, remunerar a mão-de-obra familiar, cobrir as depreciações e ainda sobraria um salário-mínimo para remunerar o capital investido. Entretanto, devido ao elevado investimento em terra, a taxa de retorno do capital ainda continuaria inferior à rentabilidade da caderneta de poupança.

Em síntese, mesmo após a correção das ineficiências técnicas, ambos os grupos ainda têm problemas de escala. Porém, o grupo de produtores com retornos decrescentes estaria em melhor situação. Para os pequenos produtores que operam com retorno crescente, não resta outra saída senão aumentar o volume de produção, pois a produção atual, mesmo sendo realizada de forma eficiente, não é suficiente para viabilizar economicamente o investimento que foi realizado.

4. Conclusões

O presente trabalho procurou quantificar a eficiência na produção leiteira e seus impactos no desempenho econômico dos produtores. Para isso, foram analisados dados de 1000 produtores, referentes à amostra utilizada na confecção do novo diagnóstico da produção de leite do estado de Minas Gerais.

Inicialmente, foram calculadas as medidas de eficiência técnica e de escala dos produtores, as quais permitiram separar os produtores em grupos, segundo o tipo de retorno à escala da atividade. A divisão média dos grupos seguiu os princípios microeconômicos, ou seja, pequenos produtores operando com retorno crescente, sendo que a produção aumenta quando se passa para retorno constante e decrescente.

Comparando-se a rentabilidade da atividade leiteira, percebe-se que os produtores que operam com retorno crescente estão em pior situação que os demais. A margem líquida desse grupo de produtores é negativa, ou seja, a receita auferida não consegue remunerar corretamente a mão-de-obra familiar e não cobre todas as depreciações. Além disso, não há remuneração do capital investido. A persistência dessa situação no longo prazo forçará muitos produtores a deixarem a atividade.

O modelo permitiu ainda calcular as possíveis reduções no uso dos insumos pelos ineficientes, tendo como referência os eficientes. Verificou-se que, apesar do menor volume de produção, os produtores que operam com retorno crescente à escala poderiam, em média, reduzir o uso dos insumos em intensidade superior. Se todos os insumos fossem reduzidos, na proporção sugerida pelo modelo, obter-se-ia, em média, uma redução de 39% no custo operacional total dos ineficientes.

A pergunta natural que surge deste resultado é: Se eles poderiam reduzir o uso de insumos, por que não o fazem? Duas hipóteses explicativas podem ser formuladas: a primeira é a falta de conhecimento dos produtores, ou seja, não sabem que estão piores que os demais que o assemelham; a segunda hipótese está associada à teoria do ativo fixo, em que, para o produtor, o preço de venda do fator em excesso é muito menor que seu custo. Assim, por exemplo, após a construção de um estábulo, seu preço para venda é praticamente zero, razão por que, mesmo em excesso, o produtor permanece com esse fator de produção, aumentando o valor da depreciação. Isto também vale para mão-de-obra familiar, em especial, a do pequeno produtor.

Conforme mencionado na parte introdutória do trabalho, o diagnóstico realizado em 1996 projetou uma ampliação das diferenças técnico-econômicas entre os pequenos e os grandes produtores. Os primeiros resultados do novo diagnóstico elaborado em 2006 confirmam essa previsão. Neste trabalho, verificou-se que embora todos os produtores fossem tecnicamente eficientes, a rentabilidade dos pequenos produtores continuaria significativamente menor.

Um indicador muito utilizado para medir o desempenho da atividade é a taxa de retorno do capital investido. Atualmente, os produtores que operam com retorno crescente conseguem remunerar seu capital investido a uma taxa de 0,52% ao ano. Corrigindo todas as ineficiências técnicas, essa taxa subiria para 4,01% ao ano. Em outras palavras, mesmo trabalhando na fronteira eficiente, a taxa de remuneração do capital ainda seria inferior a da caderneta de poupança.

Fica evidente a necessidade de se aumentar o volume de produção por parte desse grupo de produtores, eliminando-se, gradativamente, os problemas de ineficiência de escala. Caso permaneça esta situação, é de se esperar uma ampliação ainda maior entre o pequeno e o grande produtor, no que se refere à produtividade e à rentabilidade.

5. Referências bibliográficas

BANKER, R.D., CHARNES, H., 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.

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

CHARNES, A., COOPER, W.W., LEWIN, A.Y., SEIFORD, L.M. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994.

COELLI, T.J., RAO, P., BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis.** Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.

COOPER, W.W., SEIFORD, L.M., TONE, K. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software**. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000. 318 p.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S., LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University, 1994. 295 p.

GOMES, A.P. BAPTISTA, A.J.M.S. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. IN: SANTOS, M.L., VIEIRA, W.C. (Eds) **Métodos Quantitativos em Economia**. Viçosa: UFV, 2004. P. 121-160.

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

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS/FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - SEBRAE-MG/FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais**; relatório de pesquisa. Belo Horizonte: 1996. 102 p.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS/FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - SEBRAE-MG/FAEMG. **Diagnóstico da pecuária leiteira em Minas Gerais, em 2005**; relatório de pesquisa. Belo Horizonte: 2006. 241 p. (no prelo)