

# EFICIÊNCIA TÉCNICA DE PRODUTORES DE LEITE NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES NO ESTADO DO RONDÔNIA

Márcio Heleno de Souza Rodrigues<sup>1</sup>  
Uemerson Rodrigues de Souza<sup>2</sup>  
Fabiano Luiz da Silva<sup>3</sup>  
Dércio Bernardes de Souza<sup>4</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência técnica a partir do método conhecido como Análise Envoltória de Dados (DEA) em uma amostra de pequenas propriedades produtoras de leite do Município de Ariquemes - RO. Essas propriedades foram analisadas e classificadas como eficientes ou ineficientes. A metodologia possibilita mensurar a eficiência técnica relativa entre os pequenos produtores do município e depois identificar os fatores explicativos dessa eficiência. Os resultados indicaram que os pequenos produtores apresentam ineficiência técnica. Percebe-se, ainda, que o aumento no volume de produção não pode ocorrer simplesmente pela expansão dos atuais sistemas de produção. No entanto, torna-se necessário alterar as proporções dos fatores utilizados.

**Palavras-chaves:** Análise Envoltória de Dados, medidas eficiência, produção de leite, Ariquemes.

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro vem sofrendo mudanças provocadas por transformações nos ambientes político, econômico, social, ambiental e tecnológico, o que reflete em todos os setores, inclusive no agronegócio leite, o qual após os anos de 1990, em razão das mudanças que ocorreram na cadeia produtiva, em função da intervenção estatal no setor que deu lugar à desregulamentação, sustentada por uma abertura de mercado, sendo incentivado um aumento significativo de investimentos advindos de empresas transnacionais, abrindo, portanto, espaço para a entrada de produtos estrangeiros.

O padrão vigente até início dos anos de 1990, que tinha como característica uma estrutura produtiva formada em sua grande maioria por pequenos e médios produtores com baixo nível de especialização, qualidade e organização, começou a se modificar. Níveis de qualidade e eficiência na produção passaram a ser exigidos, forçando os produtores a rever sua forma de produção e comercialização.

Em relação à produção, segundo Paes-de-Souza (2007) os procedimentos, que estão sendo adotados buscam: i) aprimorar a genética dos animais por meio da inseminação artificial e da transferência de embriões, ii) aprimorar a qualidade da nutricional do rebanho,

---

<sup>1</sup> Mestrando Administração pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR

<sup>2</sup> Mestrado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>3</sup> Doutorando em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Mestre em Administração pela Universidade Federal de Rondônia - UNIR

iii) adaptar o manejo e as instalações às novas demandas, iv) adotar a mecanização da ordenha, v) controlar as doenças que afetam o rebanho, dentre outras medidas.

No âmbito da gestão Paes-de-Souza (2007) diz que as ações buscam: i) uniformização de processos; ii) controle dos custos de produção mediante para otimizar os recursos aplicados; iii) contratar colaboradores mais qualificados e/ou promover a qualificação dos já existentes nas propriedades; iv) estabelecer o fluxo de produção de acordo com períodos de maior retorno provável e v) ampliar a participação nos órgãos e entidades que defendam os interesses do produtor.

Tais avanços na gestão, processos de produção e técnica percebidos nas iniciativas dos produtores de leite no Brasil, também, têm sido levados a se adaptarem à nova legislação, a qual contempla as regras técnicas sobre a produção, qualidade e identidade, implantadas através do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL). Isto resultou de várias discussões em torno do tema envolvendo diversos atores do setor, definiu-se uma nova normatização, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA/DAS) através de sua Secretaria de Defesa Agropecuária, da qual foi aprovada por meio da Instrução Normativa (IN) nº. 51, de 18/09/02, que substituiu a legislação que estava em vigor desde 1953.

De acordo com o texto do Programa de Modernização do Setor Lácteo no Brasil-PNMQL (Brasil, 2002), contemplado na IN nº 51, foram estabelecidos parâmetros mais austeros para contagem bacteriana e células somáticas e detectar resíduos de antibióticos. O programa é constituído de normas para a coleta a granel e resfriamento, de forma geral, contribui para a melhoria da qualidade do leite comercializado no país.

A partir do segundo semestre de 2005, foi estabelecido que os estados das regiões Sudeste, Sul e Centro Oeste deveriam estar plenamente adequados a esses novos parâmetros do Programa de Modernização do Setor Lácteo no Brasil (PNMQL). Para os demais estados, o prazo limite estabelecido para se adequarem foi o ano de 2007.

Com advento da IN nº 51 ocorreu um aumento nas especulações sobre os possíveis impactos dessa regulamentação no setor, bem como propiciou a discussão sobre a viabilidade de os pequenos produtores se enquadrarem no novo contexto. Apesar de todo empenho por parte dos produtores para se profissionalizarem, as exigências da cadeia leiteira no Brasil têm sido cada dia maiores, tanto nos aspectos técnicos e de gestão, quanto nos normativos.

Destacam-se ainda as imposições feitas pelas grandes indústrias que atuam no elo de processamento da cadeia exigem dos produtores maior qualidade e as de natureza legal. No entanto esta somente será obtida por de ações de caráter técnico e de gestão. Diante desse quadro, os produtores têm sido forçados a buscarem novas tecnologias para viabilizar a sua competitividade. O cenário aponta enormes dificuldades de permanência de pequenos produtores, especialmente aqueles que adotam tecnologias pouco produtivas. O problema agrava-se quando se inclui na análise a necessidade de investimentos para mudança tecnológica, com escassos recursos de crédito rural e, além disso, com taxas de juros elevadas, como é o caso do Brasil, nos últimos anos. REVISTA BALDE BRANCO (2002).

Bandeira (2001, p. 97) destaca que:

O cenário que se visualiza para a cadeia do leite é de crescimento, modernização e exclusão, seguindo a tendência das grandes mudanças estruturais que vêm ocorrendo desde o início da década passada. (...) os produtores que não dispuserem de terra suficiente, recursos financeiros, acesso à tecnologia e capacidade de gerenciamento, que são fatores essenciais para crescer e ser competitivo, serão excluídos da atividade.

Diante desse cenário este trabalho fará uma análise da eficiência dos produtores de leite e do município de Ariquemes no Estado de Rondônia, em face das transformações

ocorridas nos últimos anos, por meio de indicadores e estratégias que poderão impulsionar a atividade. A escolha do município como objeto de estudo deu-se a partir da observação de um considerável volume de investimentos realizado na atividade leiteira, por parte dos governos federal e estadual.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO EMPÍRICO

Os dados do IBGE (2007) demonstram que o Estado do Rondônia alcançou uma produção de 708.000 mil litros, correspondendo a 42,21% da produção regional, ficando em primeiro lugar na produção de leite na região Norte. Entre os anos de 1998 a 2007, enquanto a segundo dados do IBGE (2007) a produção de leite do Brasil cresceu à taxa média de 3,82% ao ano, em Rondônia a produção cresceu 10,03% ao ano, onde somente em 2003 o percentual de crescimento da produção foi menor que a média nacional. De acordo com Paes-de-Souza (2007) este desempenho é explicado pelos baixos custos de produção prevaletentes, acompanhados de fatores como a abundância de chuvas, pouca utilização de mão-de-obra, mercado direcionado para a industrialização e principalmente a baixa ou nenhum emprego de insumos, sendo uma atividade eminentemente voltada à agricultura familiar.

No entanto, quando se analisa o Estado de Rondônia no quesito produtividade, comparando com média nacional, pode-se observar que a mesma ainda se encontra bem abaixo da média brasileira conforme dados, enquanto a media nacional em 2007 foi de 1261 litros/vaca/ano, o Estado Rondônia no mesmo período obteve média de 714 litros/vaca/ano do IBGE (2007). Correspondendo a apenas 56,62% da média brasileira. Deve-se ressaltar, no entanto, que a produtividade do rebanho estadual já apresentou valor mais expressivo, chegando a atingir 979 litros/vaca/ano.

De acordo Brunetta (2004) a baixa produtividade pode ser decorrente de combinações inadequadas no uso de fatores produtivos, o que causaria elevação de custos e, conseqüentemente, redução da competitividade seja relativamente aos custos de oportunidade em relação a outras atividades, ou quanto à capacidade de competir com produtos lácteos de outras regiões ou países.

No entanto, para Vilela et al,(2001) a tendência neste setor é aumentar a escala, melhorar a produtividade e a qualidade do produto. Aos produtores que não se adequarem aos novos protocolos de produção e às novas regras de mercado, a exclusão parece ser inevitável. A modernização deverá acarretar num aumento da produtividade, que deverá ter como conseqüência, uma redução do número de produtores. Segundo Vilela et al,(2001) a reestruturação da produção leiteira não se dará sem grave custo social, pressupondo-se, assim, que o desafio será o de desenvolver programas oficiais de reconversão destes produtores buscando sua permanência na atividade, ou pelo menos, no campo.

Dada a importância social e econômica da atividade leiteira neste estado, a avaliação da eficiência da produção de leite dos produtores e suas respectivas associações, bem como a análise dos fatores que a determinam, são de fundamental importância. Estes indicadores podem ser fundamentais à formulação de políticas voltadas para o desenvolvimento da pecuária de leite no estado de Rondônia. Além disso, permite analisar as possibilidades de sobrevivência dos estabelecimentos, dada à restrição de recursos que caracteriza a pequena propriedade e sua dependência da atividade leiteira como fonte de renda.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida utilizando da metodologia de “Análise Envoltória de Dados” (DEA), por ser uma ferramenta analítica e quantitativa que possibilita medir e avaliar a eficiência. Ela pode ser conceituada como uma técnica de pesquisa operacional de unidades de produção. Foi desenvolvida inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) como o objetivo de determinar a eficiência econômica relativa das empresas excluindo o aspecto financeiro, e que trabalhassem com múltiplos insumos e produtos.

Para Fitzsimmons e Fitzsimmons( 2000) , a análise envoltória de dados envolve o uso de programação linear para construir uma fronteira não-paramétrica sobre os dados, onde medidas de eficiência são calculadas em relação à fronteira. Segundo Zhu (2000), a DEA representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais, visto seus resultados serem mais detalhados do que os obtidos por meio de outras técnicas, pois ela serve melhor ao embasamento e recomendações de natureza gerencial. As vantagens do DEA em relação a outras técnicas de análise de eficiência se justificam pelas suas características, descritas abaixo:

- a) caracteriza cada Decision Making Unit (DMU) como eficiente ou ineficiente através de uma única medida resumo de eficiência;
- b) não faz julgamentos *a priori* sobre os valores das ponderações de *inputs* e *outputs* que levariam as DMUs ao melhor nível de eficiência possível;
- c) pode prescindir (mas não rejeita) de sistemas de preços;
- d) dispensa (mas pode acatar) pré-especificações de funções de produção subjacentes;
- e) pode considerar sistemas de preferências de avaliadores e de gestores;
- f) baseia-se em observações individuais e não em valores médios;
- g) permite incorporação, na análise, de insumos e de produtos avaliados em unidades de medidas diferentes;
- h) possibilita a verificação de valores ótimos de produção e de consumo rejeitando restrições de factibilidade;
- i) permite a observação de unidades eficientes de referência para aquelas que forem assinaladas como ineficientes; e
- j) produz resultados alocativos eficientes no sentido de Pareto. (MARINHO, 2001)

Para Macedo (2004) a resposta mais importante da metodologia DEA é a caracterização de uma medida de eficiência, que faz com que a decisão fique orientada por um único indicador construído a partir de várias abordagens de desempenho diferentes. Vale ressaltar que isso facilita muito o processo decisório, pois, ao invés de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho da empresa ou da unidade sob análise, o gestor se utiliza apenas da medida de eficiência da DEA. Além disso, existem outras informações oriundas desta metodologia que podem ser utilizadas para auxiliar a empresa na busca pela excelência.

Neste trabalho utilizou-se os dois modelos clássicos da metodologia DEA: o CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) e o BCC (Banker, Charnes, Cooper), ambos os termos derivam das iniciais de seus autores. O primeiro pressupõe tecnologias com retornos constantes à escala, enquanto o segundo pressupõe retornos variáveis à escala. Tanto o modelo CCR como o modelo BCC podem ter orientação insumo ou produto, o, conforme Kassai (2002), nesse estudo utilizou ambos com orientação para insumo, isto é, dando ênfase à redução de insumos sem, no entanto, comprometer o nível de produção. Por meio dos modelos CCR e BCC é possível encontrar os valores de eficiência de escala para cada unidade analisada. Assim, segundo Coelli et al. (1998), se os valores de eficiência técnica encontrados nos dois modelos (CCR e BCC) forem diferentes, para uma dada DMU, significa que ela possui ineficiência de escala. Ao contrario, se forem iguais, significa que a DMU esta operando na escala ótima

Observando a formulação matemática apresentada abaixo os modelos CCR e BCC com orientação para insumo, percebe-se que modelo BCC orientado insumo foi colocada uma variável ( $u_k$ ), que representa os retornos variáveis de escala, sendo que ela pode ser negativa ou positiva.

**CCR orientação insumo**

$$\text{Maximizar } h_k = \sum_{r=1}^m u_r y_{rk}$$

S.a.

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Onde :

$y = \text{produtos}; x = \text{insumos}; u, v = \text{pesos}$

$r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, N$

**BCC orientação insumo**

$$\text{Maximizar } \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} - u_k$$

S.a.

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_k \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Onde :

$y = \text{produtos}; x = \text{insumos}; u, v = \text{pesos}$

$r = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, N$

Quadro 1: Formulações matemáticas dos modelos CCR e BCC

Fonte: Adaptado Kassai (2002)

“As diferenças fundamentais entre os modelos estão relacionadas à: superfície de envelopamento (tipos de combinação e suposições sobre o retorno de escala); e tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira. Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologias e, conseqüentemente geram fronteiras de eficiência diferentes e medidas de eficiência diferentes. No que diz respeito à orientação, cada um desses dois modelos pode ser escrito sob duas formas de projetar os planos ineficientes na fronteira: uma voltada para os produtos e outra voltada para os insumos. Na primeira orientação, as projeções dos planos observados sobre a fronteira buscam o máximo aumento equiproporcional de produção dado o consumo observado e, na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada” (PAIVA 2000).

### 3.1 Fontes dados

Os dados utilizados neste trabalho foram dados primários coletados pelo Centro de Estudos Interdisciplinar em Desenvolvimento Sustentável da Amazônia-CEDSA, no município de Ariquemes no Estado de Rondônia, coletados em 2009 e referem-se ao ano produtivo de 2008. De acordo com ALI e SEIFORD (1993) para que análise tenha resultados satisfatórios, é necessário que o número de produtores seja, pelos menos, duas vezes o número de insumos e produtos.

Nº. de unidades necessárias  $> 2(X + Y)$

Como  $N=24, X=4$  e  $Y=1$ , não haverá problemas nas estimativas dos modelos.

Neste estudo, as unidades de produção analisadas referem-se aos produtores de leite; por utilizarem insumos semelhantes para produzirem os mesmos e terem certa autonomia na tomada de decisão, eles se encaixam perfeitamente nas definições de DMUs a serem analisadas pela técnica DEA.

### 3.2 Procedimento

O procedimento empírico deste estudo foi realizado para obtenção das medidas de eficiência técnica relativa de cada produtor. Este estudo visa identificar as principais causas

das suas ineficiências. Vale ressaltar que os limites que definem o grande e o pequeno produtor, na maioria das pesquisas sobre a produção de leite, depende de cada região e são portadores de significativa carga de subjetividade. A presente pesquisa não objetiva estabelecer limites que tipificam o pequeno produtor, apenas examina o grau de eficiência relativa destes produtores leite no município de Ariquemes no Estado de Rondônia.

### 3.3 Obtenção das medidas de eficiência

Para utilizar os modelos, é necessário estabelecer duas matrizes de dados, uma contendo os insumos utilizados pelos produtores e outra relacionada com produtos. A matriz X de insumos, de ordem (k x n), é composta por insumos, utilizados por n produtores. Já a matriz Y de produtos, ordem (m x n) é composta por m produtos, produzidos pelos n produtores. Neste trabalho, utilizaram-se quatro variáveis, correspondentes aos insumos (k=4), e uma relacionada com produtos (m=1) são elas:

- Y1-Produção anual de leite, em litros.
- X1-Área destinada ao gado, medidas em hectares, obtida somando-se as áreas com pastagens (natural e formada, cana de açúcar, capineira e silagem).
- X2-Quantidade total de vacas, considerando-se tanto as em lactação quanto as faldadas.
- X3-Custo Operacional efetivo, obtido somando-se os gastos com mão de obra contratada, concentrados, minerais, manutenção de forragens verdes, silagem, medicamentos, hormônios, reparos de máquinas e benfeitorias, transporte de leite, materiais de ordenha, energia e combustível.
- X4-Capital investido em benfeitorias máquinas e animais.

Essas variáveis foram igualmente utilizadas por Gomes et al. (2003), ARZUBI E BERBEL (2002) e Silva et al (2001).

Após a organização das matrizes de dados aplicam-se os modelos, utilizando-se, em todos, a orientação insumo para a obtenção das medidas de eficiência, visto que se pretende encontrar a redução proporcional no uso de insumos pelos produtores, sem, no entanto, comprometer a produção.

Para obter as medidas de eficiência técnica para cada produtor da amostra formula-se, primeiramente, o problema de programação linear, pressupondo retornos constantes à escala. Em seguida, essa medida de eficiência técnica é decomposta em uma medida de pura eficiência e uma medida de eficiência de escala, através da formulação de uma nova formulação de programação linear, pressupondo-se retornos variáveis, quando, então são identificadas as faixas de retornos de escala em que os produtores estão operando.

Visto que:

$$EE = \frac{ET_{RC}}{ET_{RV}}$$

em que EE é a medida de eficiência de escala; ETRC é a medida de eficiência técnica no modelo com retornos constantes, e ETRV é a medida de eficiência técnica no modelo com retornos variáveis. As ineficiências de escala ocorrem quando os produtores operam nas faixas de retornos crescentes ou decrescentes, ou seja, fora da escala de produção correta.

Naqueles que operam fora da escala ótima deve-se identificar em que faixa de retornos à escala estão situados, a fim de determinar o movimento a ser adotado no dimensionamento da produção para se reduzir a ineficiência.

Para a identificação da faixa de rendimentos responsável pela ineficiência de escala formula-se um problema de programação linear com restrição de retornos não crescentes à escala.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, através da Análise Envoltória de Dados (DEA), pressupondo retornos constantes à escala (CCR), obtiveram-se as medidas de eficiência técnica de cada produtor com orientação para input. Em seguida, a pressuposição de retornos constantes à escala foi retirada, adicionado-se uma restrição de convexidade, a qual possibilitou a obtenção das medidas de eficiência no paradigma de retornos variáveis (BCC), também com orientação para input.

Os resultados das medidas de eficiência técnica com retornos constantes e variáveis são apresentados na Tabela 1. Considerando-se o modelo de retornos constantes, observou-se que os 24 produtores do município de Ariquemes tiveram uma eficiência média neste modelo de 0,61, representando uma ineficiência média de 0,39, de outra forma, a possibilidade de redução dos gastos com insumos em até 39% em média, mantendo-se o mesmo nível de produção.

A medida de eficiência técnica média considerando-se retornos variáveis sobe para 68%, indicando a possibilidade de redução média no uso de insumos em 32%. Neste modelo, 45% dos produtores da amostra apresentam índice de eficiência igual a um, dentre os quais encontra-se incluídos invariavelmente aqueles que obtiveram índice máximo sob retornos constantes, dado que, para ser tecnicamente eficiente no modelo com retornos constantes, é necessário que sejam tecnicamente eficientes em qualquer tipo de retorno, assim como apresentar eficiência de escala, sendo então chamados tecnicamente eficientes.

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.

**Tabela 1** - Distribuição dos produtores segundo intervalos de medidas de eficiência técnica, obtidas nos modelos que utilizaram a DEA.

Nível de eficiência (E)	Eficiência técnica		Eficiência de escala (nº. de produtores)
	Nº. Produtores		
	Retornos Constantes	Retornos Variáveis	
E=1,0	07	11	07
$0,9 \leq E < 1,0$	-	01	04
$0,8 \leq E < 0,9$	04	02	05
$0,7 \leq E < 0,8$	03	-	05

$0,6 \leq E < 0,7$	-	-	01
$0,5 \leq E < 0,6$	01	02	01
$0,4 \leq E < 0,5$	-	02	01
$E < 0,4$	09	06	-
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Medidas de Eficiência			
Média	0,61	0,68	0,85
Desvio-Padrão	0,37	0,37	0,15
Mínima	0,01	0,02	0,40
Máxima	1,00	1,00	1,00

Fonte: Dados da Pesquisa

#### 4.1 Identificação dos grupos eficientes e ineficientes

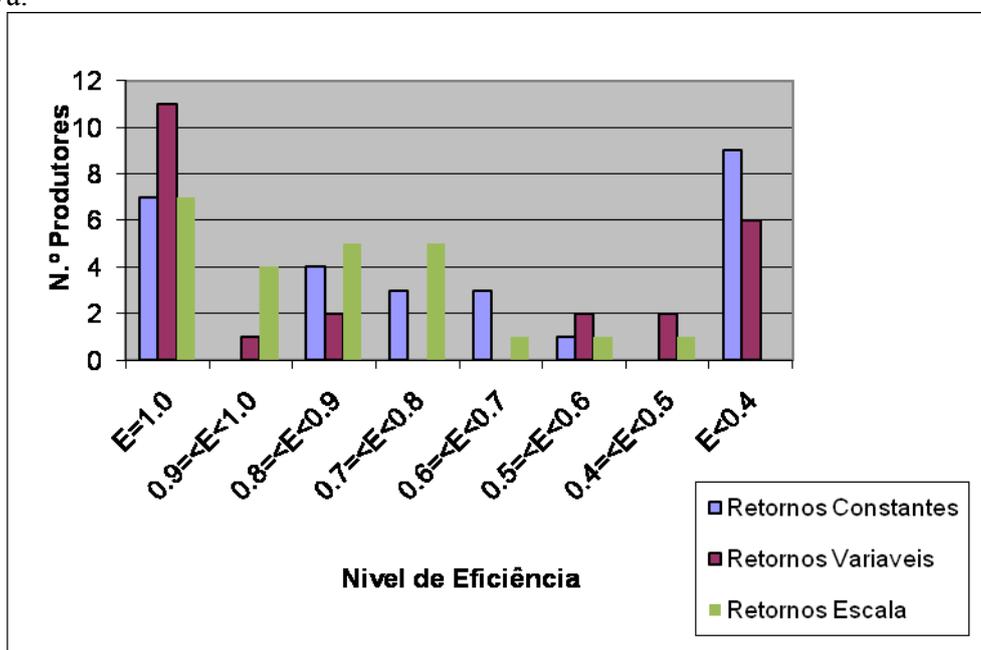
As medidas individuais mostram que, dos 24 produtores, apenas 07 estão operando com eficiência igual a um, ou seja, só 29% dos produtores atingiram a máxima eficiência técnica. A máxima eficiência técnica implica que não existe outro produtor mais eficiente produzindo o mesmo nível de produto, considerando a redução de insumo mantendo o mesmo nível de produto e usando a mesma combinação de insumos. Acima da média de eficiência de 0,7 pode-se constatar 14 produtores (ou aproximadamente 58% da amostra) e 09 produtores, ou 37,5%, se encontram com medida de eficiência inferior a 0,5.

Para captar o efeito da escala de produção no grau de eficiência técnica, relaxou-se a pressuposição de retornos constantes e obtiveram-se os modelos com retornos variáveis à escala, através da adição da restrição de convexidade nos modelos com retornos constantes à escala. Ao considerar esses retornos variáveis, o número de produtores eficientes subiu de 07 para 11. 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 11 produtores com eficiência técnica igual a um no modelo com retornos variáveis, um sete deles é igualmente eficiente no modelo com retornos constantes.

O desvio padrão da média no modelo com retornos variáveis, foi igual aquele calculado no modelo com retornos constantes. Isso indica mesma concentração de produtores nos estratos de maiores medidas de eficiência, o que pode ser observado na Figura 2. Tanto em retornos constantes o número de produtores com média de eficiência técnica superior a 0,7

foi de 14 em ambos os modelos, ou aproximadamente 58% da amostra. No outro extremo, o número de produtores com eficiência técnica abaixo de 0,5 passou 09 (retornos constantes) para 08 (retornos variáveis).

Verificou-se, também que a média de eficiência técnica com retornos variáveis foi maior do que a média com retornos constantes. Esse resultado melhor encontrado deve-se ao fato de o modelo com retornos variáveis é menos restrito, por isso desta média maior, por não levar em consideração a existência de ineficiência 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 o produtor será tecnicamente ineficiente, pois não estará operando na escala ótima e poderá estar operando com retornos crescentes ou decrescentes à escala. Deve-se notar que a escala ótima para técnica DEA refere-se operar com retornos constantes à escala e de longo prazo não, necessariamente, no ponto de mínimo custo médio na curva.



**Figura 2** - Distribuição dos produtores segundo intervalos de medidas de eficiência técnica, obtidas nos modelos CCR e BCC.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Em média, os produtores de leite possuem eficiência de escala igual a 0,85. Isso significa que 15% da medida de ineficiência técnica se devem à ineficiência de escala. Sete produtores não têm problemas de escala, o que representa aproximadamente 29% da amostra. Pode-se notar que, os sete produtores estão na fronteira de retornos constantes (CRS), ou seja, estão operando na escala ótima, e os 17 produtores, que não atingiram eficiência de escala máxima, estão operando fora da escala ótima.

#### 4.2 Projeção de redução de ineficiência média nos modelos CCR e BCC

Abaixo vamos apresentar análise quanto à possibilidade de redução média no uso de insumos e aumento médio das quantidades produzidas, conforme tabela abaixo com base nos modelos de Retorno Constante Escala e Retornos Variáveis em Escala:

Modelos	Área destinada ao gado	Quantidade total de vaca	Custo Operacional efetivo	Capital investido	Produção anual de leite em litros.
CCR	-39,64	-41,03%	- 43,30%	-39,82%	-
BCC	-14, 98%	-13,94%	-6,03%	-6,82%	344%

**Tabela 04:** Projeção de redução de ineficiência média dos modelos CCR e BCC.

**Fonte:** Dados da pesquisa

No modelo de Retornos Constantes de Escala como é somente apropriada quando todas as DMUs estão operando numa escala ótima. Todavia, imperfeições de mercado e restrições financeiras devem induzir uma DMU a não operar na escala ótima. Sendo assim neste modelo exige uma melhor utilização dos insumos como demonstrado acima na (tabela 4). Pois quando algumas DMUs não operam na escala ótima, resultará em medidas de eficiência técnica as quais são confundidas pelas eficiências de escala.

Já o modelo retornos variáveis de escala. O modelo determina uma fronteira que considera retornos crescentes ou decrescentes de escala na fronteira eficiente. Considera que um acréscimo nos insumos poderá promover um acréscimo na produção, não necessariamente proporcional, ou até mesmo um decréscimo, admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. O modelo permite, portanto, a utilização de unidades de portes distintos, sendo neste modelo possível ajustar a quantidade produzida ou quantidade de insumos utilizados.

Por sua vez, a fronteira com retornos constantes – modelo CCR – caracteriza a eficiência técnica. Assim sendo, as unidades (*Dmus*) situadas entre essa fronteira e a fronteira de retornos variáveis, possuem o que é chamado de ineficiência de escala. Isto quer dizer que, mudanças na sua escala de operações, tornariam essa unidade com eficiência produtiva. Essas unidades possuem eficiência técnica.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da análise dos resultados, conclui-se que há predomínio do grupo de produtores ineficientes (escores de eficiência menor do que 0,9) para Retornos Constantes (RC), representa 70% da amostra. É baixo, portanto, o número de produtores eficientes (30% da amostra), para Retornos Variáveis (RV) 50% são ineficientes e 50% são eficientes. Em uma análise na perspectiva de Eficiência em Escala o grupo de produtores ineficientes é de 55% e o grupo de eficientes é de 45% eficientes em escala.

A eficiência é um dos aspectos que vêm governando, em maior ou menor grau, dependendo da organização e do setor, a atuação de empresas no Brasil, principalmente nos últimos anos. Através dessa análise conseguiu-se obter algumas conclusões sobre os modelos não paramétricos. Na análise geral, notamos que os modelos CRS/DEA possibilitam realizar a mensuração da eficiência de unidades organizacionais similares, por exemplo, produtores rurais.

Os resultados desse estudo propõem uma nova percepção sobre a performance de unidades produtivas rurais, que não se encontram disponíveis aos produtores e outras

instituições ligadas ao agronegócio através das metodologias tradicionais de análise monocritérios.

Os resultados, em termos técnicos e gerenciais, mostram as ações em cada variável que precisam ser levadas adiante para que cada produtor possa atingir a eficiência obtida pelo melhor produtor. Isso quer dizer, no caso deste trabalho, o quanto para cada unidade ineficiente cada variável precisa melhorar com base no padrão das melhores unidades sob análise.

Para unidades mais eficientes estas melhorias são pequenas, porém para unidades menos eficientes estas necessidades de redução de insumos são grandes. Isso tudo, tendo como base a manutenção do nível de produção (*output*). Baseado nestes resultados obtidos no trabalho pôde-se concluir que o modelo é eficiente naquilo que se propõe e também foi confirmada a característica de multicritério.

Após a análise dos resultados foi observado que realmente é possível, através de uma análise comparativa, destacar níveis de eficiência, e a partir daí tomar decisões de forma mais segura. Assim sendo, o modelo serve como instrumento gerencial que consiste em proporcionar aos produtores mais uma ferramenta que auxilia na condução dos negócios e na realização dos objetivos e no cumprimento das metas da organização.

Um ponto importante para aqueles que trabalham ou venham a trabalhar com DEA é que sejam cuidadosos com a utilização do banco de dados, pois erros de informação poderão invalidar os resultados e, assim, levar a conclusões totalmente enviesadas.

Outro fator relevante é a escolha do modelo a ser utilizado para análise que deverá ser adequado com os objetivos que se pretenda atingir. Caso contrário se obterá um grupo de unidades eficientes, que na realidade não representam os padrões de referência necessários para se efetuar possíveis inferências ou comparações.

A elaboração deste trabalho foi apenas uma tentativa de estudar a pecuária de leite, no que tange ao agronegócio, que vem se difundindo de forma bastante veloz e atraindo pesquisadores das mais diversas áreas pelas suas características, e principalmente, pela eficiência obtida nos resultados.

Mas certamente outros fatores poderão ser estudado. Pode-se recomendar outros estudos, como os que já vem sendo feitos nesta área, que trabalhem com o levantamento de dados e analisem a *performance* de unidades agropecuárias em relação a um conjunto de variáveis *outputs* e *inputs*. Dessa análise também podemos concluir pela necessidade de se buscar de forma imediata o aumento da eficiência como alternativa para permanência dos produtores na atividade, em um horizonte de curto a médio prazo.

A permanência dos produtores ineficientes na atividade provavelmente é em função do alto custo de saída, dada à existência de uma estrutura composta investimentos em ativos fixos, o que dificulta ou inviabiliza a mudança de atividade pelos produtores, e a não apropriação dos custos de produção como elemento fundamental na tomada de decisões.

Vale ressaltar que a saída de um grande número de produtores da atividade teria custo social que afetaria, por um lado, a oferta do produto que, na região sob exame, ainda depende da pulverização da oferta. De outro lado a absorção da mão de obra liberada a partir do fechamento de unidades de produção, em conjunto com elevado custo de entrada em novas atividades, causando assim grande impacto social.

## 6 REFERÊNCIAS

ALI, A. I., SEIFORD, L. M. The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis. In: FRIED, H. O., LOVELL, C. A. K., SCHIMIDT, S. S. (Orgs.). **The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application**. New York: Oxford University Press, 1993. cap. 3, p. 120-159.

ARZUBI, A., BERBEL, J. Determinación de índices de eficiencia mediante DEA em explotaciones lecheras de Buenos Aires. **Investigación Agrária**, v. 17, n. 1, p.103-123, 2002.

BANDEIRA, A. Melhoria da qualidade e a modernização da pecuária leiteira nacional. In: GOMES, A. T.; LEITE J. L.; CARNEIRO A. V. (Eds.) **O Agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 89-100.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº51-Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos. **Diário Oficial da União**, n. 183-Seção I, 18 set.2002.

BRUNETTA, M.R. **Avaliação da eficiência técnica e de produtividade usando análise por envoltória de dados: um estudo de caso aplicado a produtores de leite**. 2004. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 101p.

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

COELLI, T.; PRAZADA RAO D.S.; BATTESE G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**.Massachussets Kluwer Academic Pulishers, 1998.

FITZSIMMONS, J.A. & FITZSIMMONS, M.J. (2000) - **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. Porto alegre: 2a ed., Bookman, RS.

COELLI, T.; PRAZADA RAO D.S.; BATTESE G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**.Massachussets Kluwer Academic Pulishers, 1998.

GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B. Relacionamento produtor/indústria em bases contratuais. In: SIMPÓSIO MINAS LEITE: **Aspectos técnicos, econômicos e sociais da atividade leiteira**, 4., 2002, Juiz de Fora, MG. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: EMATER-MG: Epamig-CT/ILCT, 2003. p. 29-43

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA-IBGE. **Banco de dados**. (maio. 2008). (<http://www.sidra.ibge.gov.br>)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA-IBGE, **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006. Acesso em 10 fev.2008. Disponível em: [www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br).

**KASSAI, S. Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis.** Tese de doutorado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo:Universidade de São Paulo, 2002.

**MACEDO, M. A. S. A utilização da análise envoltória de dados (DEA) na consolidação de medidas de desempenho organizacional.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2004, Porto Seguro. Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos. Porto Seguro: ABC, 2004. 1 CD.

**MARINHO, A. Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings.** Texto para discussão n. 794. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

**PAES-DE-SOUZA, M. Governança no Agronegócio - Enfoque na Cadeia Produtiva do Leite.** 1. ed. Porto Velho: Edufro, 2007. v. 200. 180 p

**PAIVA, Francisco Canindé de. Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias: uma aplicação do método Análise Envoltória de Dados – DEA.** 2000. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

**REVISTA BALDE BRANCO. Novas bacias leiteiras.** São Paulo, 2002 a. p.54-60

**VILELA, D. Políticas e diretrizes para o agronegócio do leite e derivado no Brasil.** In: WORKSHOP PROJETO PLATAFORMA TECNOLÓGICA DO LEITE, 2002, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de leite/ MCT/CNPq, 2001. p. 19-35.

**ZHU, J. Multi-factor performance measure model with application to Fortune 500 Companies.** European Journal of Operational Research, n. 123, p.105-124, 2000.