

IDENTIFICANDO PRODUTORES EFICIENTES E DE REFERÊNCIA NA PECUÁRIA LEITEIRA EM MINAS GERAIS

IDENTIFYING EFFICIENT PRODUCERS AND BENCHMARKS IN DAIRY PRODUCTION IN MINAS GERAIS

Gabriel Teixeira Ervilha
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
gabriel.ervilha@ufv.br

Adriano Provezano Gomes
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
apgomes@ufv.br

XVII Seminário sobre a Economia Mineira
29 de agosto a 02 de setembro de 2016

Área Temática 1: Economia Mineira

Resumo

Diante do destaque da pecuária leiteira em Minas Gerais, este estudo propõe identificar as unidades produtoras eficientes e de referência (*benchmarks*), de forma a facilitar o processo de difusão de práticas eficientes. Para isso, a metodologia DEA e suas extensões foram aplicadas a dados de 659 propriedades do Projeto Educampo Leite. Os resultados demonstram a importância de se produzir eficientemente e que práticas eficientes devem ser difundidas no segmento produtivo leiteiro, independentemente do nível produtivo e localização, direcionando os programas de extensão rural, criando um ciclo virtuoso, não somente para o produtor, mas para toda a cadeia produtiva do leite.

Palavras-chave: Pecuária leiteira; Análise envoltória de dados; Eficiência; Extensão Rural.

Abstract

Through the highlight of the dairy farming in Minas Gerais, this study aims to identify the efficient production units and referral units (benchmarks) in order to facilitate the process of diffusion of efficient practices. For this, the DEA and extensions were applied to data 659 properties of Projeto Educampo Leite. The results demonstrate the importance of producing efficiently and that efficient practices should be disseminated in the dairy production sector, regardless of the production level and location, directing the agricultural extension programs, creating a virtuous cycle, not only for the producer, but for the entire dairy supply chain.

Keywords: Dairy farming; Data envelopment analysis; Efficiency; Agricultural extension.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e social relaciona-se estritamente com o conhecimento e a inovação, desempenhando papéis fundamentais nas sociedades atuais. Essa proposição vem apresentando-se como um modelo internacionalmente adotado, tornando-se necessário rever e promover estratégias que garantam avanços para as diversas atividades produtivas.

Uma dessas estratégias é o estudo das cadeias produtivas, sistemas formados por um conjunto de setores econômicos, que estabelecem relações de mercado entre si, os quais, articulados no processo produtivo, envolvem toda a atividade de produção e comercialização de um produto, de forma que, no decorrer da cadeia, há agregação de valor.

No Brasil, uma cadeia produtiva de destaque é a da pecuária leiteira com grande importância como atividade econômica e social, que tem experimentado, nas últimas décadas, transformações técnicas, operacionais e institucionais, através de inúmeras alterações nas estratégias e políticas governamentais desenvolvidas e aplicadas para o setor. Todas essas mudanças provocaram reações e adaptações no ambiente institucional da cadeia produtiva, interferindo no contexto comercial, estrutural e organizacional do setor lácteo brasileiro (OLIVEIRA e SILVA, 2012).

A atividade leiteira no Brasil apresenta características próprias, sendo pouco especializada, com trabalho familiar e com pouca disponibilidade de recursos. Contudo, diante da alta complexidade dessa cadeia produtiva e de seu destaque no cenário internacional, há a necessidade da especialização dos produtores e a incorporação de inovações tecnológicas, justificadas por questões sanitárias e de produtividade (ZOCCAL et al., 2005).

Apesar do destaque na produção, o Brasil não se inclui entre os países que produzem leite com elevada produtividade. A baixa produtividade pode ser explicada pela característica da estrutura de produção, em sua maior parte formada por pequenos produtores que utilizam fundamentalmente terra e trabalho (NASCIMENTO et al., 2012).

Especificamente para o objeto em estudo, segundo dados da Pesquisa de Produção Pecuária Municipal (IBGE, 2014), Minas Gerais é o principal estado brasileiro produtor de leite com 26,6% de participação, produzindo mais de 9,37 bilhões de litros em 2014. A produção em Minas Gerais encontra-se dispersa pelas doze mesorregiões do Estado e em todas elas houve crescimento desta produção na última década. Já a produtividade de Minas Gerais foi de 1.613 litros/vaca/ano em 2014, quinta maior produtividade média de leite do país, mas bem inferior a maior do Brasil (Rio Grande do Sul com 3.034 litros/vaca/ano).

Diante dessa importância do segmento produtivo leiteiro no desenvolvimento econômico regional e de entraves ainda existentes no setor, observa-se a necessidade de buscar um novo direcionamento do processo produtivo. Destaca-se, então, a necessidade de apresentar uma metodologia de análise na definição e seleção de fontes e agentes eficientes para esse objetivo, reforçando a necessidade de mudanças técnicas, operacionais e institucionais, a fim de elevar a produtividade do setor e atingir uma estrutura produtiva que atenda aos níveis de competitividade condizentes com o mercado, em termos de custos, preços e qualidade.

Diante dessa busca de fundamentação para a tomada de decisão, uma abordagem baseada na análise de eficiência pode ser uma alternativa promissora no processo de identificação de agentes eficientes e, conseqüentemente, na construção de políticas sólidas para o segmento produtivo leiteiro.

Este trabalho pretende identificar os agentes eficientes tecnicamente para direcionar estratégias produtivas para o setor. De posse dessas observações, pode-se propor um modelo de eficiência para os agentes, direcionando os programas de extensão rural e difusão de tecnologia.

Além desta breve introdução, contendo as considerações iniciais e os objetivos da pesquisa, este trabalho está estruturado em mais quatro seções: na seção 2 é apresentado uma breve visão teórica da temática e na seção seguinte é estruturada a metodologia utilizada na busca dos resultados. Na seção 4 têm-se os resultados e discussão da pesquisa, sendo que na seção 5 encontram-se as considerações finais.

2. EXTENSÃO RURAL, DESENVOLVIMENTO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA

Os estudos sobre a dinâmica da difusão tecnológica, apesar de serem ligados principalmente à evolução das firmas e a organização da indústria, inicialmente, segundo Rogers (1976), foram provenientes da observação de eventos ligados ao agronegócio, sendo o artigo de Ryan e Gross (1943), sobre difusão de sementes de milho híbrido entre produtores em Iowa nos Estados Unidos, considerado um paradigma revolucionário dentro da pesquisa sobre difusão tecnológica. Em estudos de Rogers (1976), Dosi (1982), Nelson e Winter (1982), Cassiolato (1994) e Possas, Salles-Filho e Silveira (1996) também observa-se que o processo de difusão tecnológica pode ser percebido em setores agrícolas.

Esse conceito de difusão de tecnologia no meio rural tem-se modificado pela pesquisa agropecuária e pela assistência técnica e extensão rural, criando um processo comunicativo amplo, envolvendo pesquisadores, extensionista, produtores, dentre outros agentes sociais, órgãos de política e de desenvolvimento rural.

Dentro do marco teórico do desenvolvimento rural podem-se destacar quatro orientações importantes para tal análise: a teoria das Etapas de Crescimento de Rostow (1959), a teoria do Dualismo Econômico de Lewis (1969), a teoria da Agricultura de Altos Insumos de Schultz (1965) e a teoria da Mudança Tecnológica Induzida de Ruttan e Hayami (1984). Esta questão desenvolvimentista provocou o debate a respeito do desenvolvimento rural integrado e sistêmico, englobando a ideia da sustentabilidade e crescimento das atividades relacionadas (CAPORAL, 1998). Dessa forma, o termo extensão rural apresenta-se como fator crucial no atendimento às demandas então propostas.

Desde a implantação do modelo cooperativo de extensão americano foram muitas as iniciativas de conceituação de extensão rural. Os conceitos evoluíram com o tempo, juntamente com as mudanças conjunturais e particularidades da dinâmica e estrutura socioeconômica e cultural de cada país. Na literatura internacional sobre o tema não se adota uma separação entre os termos assistência técnica e extensão rural (PEIXOTO, 2008).

O modelo clássico de extensão, oficializado pelo governo norte americano, funcionava como elo entre as estações de pesquisa experimentais, comumente universitárias, e as populações rurais. A extensão rural proporciona novos conhecimentos aos agricultores que os aplicam e retorna às estações experimentais os problemas levantados na produção. Os serviços de extensão rural, neste modelo, trabalhavam sobre a ótica da corrente teórica neoclássica, na qual o progresso técnico era visto como o único caminho para promover o desenvolvimento e o processo de modernização em si, levando a um fator de mudanças sociais (LIMA, 2001).

O modelo difusionista-inovador, segundo Fonseca (1985), foi uma adequação do modelo clássico ao mundo subdesenvolvido, combinando as teorias sobre sistemas e estruturas sociais e a capacidade individual de inovar. O conceito de capacidade de inovar é o processo mental por onde passa o indivíduo desde a primeira notícia da inovação até decidir adotá-la ou rejeitá-la (ROGERS e SHOEMAKER, 1971).

O difusionismo trouxe a preocupação em se conseguir, em menor prazo possível, que os agentes modificassem seus comportamentos pela adoção de práticas consideradas

cientificamente válidas para a solução de seus problemas e, assim, atingir o desenvolvimento socioeconômico (FONSECA, 1985). Esperava-se do agricultor, neste modelo, um receptor de condutas desejáveis, a partir de ações propostas pelo extensionista e implementadas por meio de técnicas de estímulo, indução, persuasão e condicionamento do receptor, de forma a atingir os objetivos concebidos pelo agente de difusão (RUAS, 2006).

Para Peixoto (2008), o termo extensão rural pode ser conceituado de três formas diferentes: como *processo*, como *instituição* e como *política*. Como *processo*, extensão rural significa, em um sentido literal, o ato de estender, levar ou transmitir conhecimentos de sua fonte geradora ao receptor final, o público rural. Entretanto, como *processo*, em um sentido amplo e atualmente mais aceito, extensão rural pode ser entendida como um processo educativo de comunicação de conhecimentos de qualquer natureza, sendo conhecimentos técnicos ou não. No segundo sentido, a expressão extensão rural é entendida como a *instituição*, entidade ou organização pública prestadora de serviços. O termo extensão rural também pode ser entendido como uma *política pública*, referindo-se, neste caso, às políticas de extensão rural, traçadas pelos governos ao longo do tempo, através de dispositivos legais ou programáticos, mas que podem ser executadas por organizações públicas e/ou privadas.

Grande parte dos estudos que versam sobre o tema extensão rural concentram-se esforços na compreensão da trajetória histórica das instituições, na análise da ação extensionista e a fim de propor perfis desejáveis e modelos de ação. Contudo, atualmente, os trabalhos acerca do processo de extensão rural convergem aos estudos relacionados à transferência de informação e tecnologia.

Dessa forma, identificar os agentes eficientes e buscar sempre a expansão de sua influência fornecem um quadro favorável ao fluxo de comunicação e de práticas eficientes, sendo fundamental na execução de políticas de extensão rural, sejam elas de cunho público ou privado.

3. METODOLOGIA

Para os procedimentos empíricos deste estudo, a análise envoltória de dados será o método para o cálculo das medidas de eficiência e definição dos *benchmarks*, sendo refinada pelo método de detecção de *outliers* e testes não paramétricos de fronteira de eficiência.

3.1 Medidas de eficiência e *benchmarks*: análise envoltória de dados

A técnica da Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma abordagem não paramétrica, envolvendo programação matemática em sua estimação, desenvolvida pelos autores Charnes, Cooper e Rhodes (1978) para a análise de eficiência relativa de unidades produtoras, que na literatura são conhecidas como DMUs (*decision making unit*). Por unidade produtora entende-se qualquer sistema que transforme insumos em produtos, que no presente trabalho representa os produtores de leite.

A base para as estimativas de modelos DEA é relativa a problemas de programação linear. O objetivo é construir um conjunto de referência convexo a partir dos próprios dados das DMUs, e então classificá-las em eficientes ou ineficientes, tendo como referencial essa superfície formada, diferentemente dos métodos econométricos que analisam uma unidade produtora em relação a uma unidade produtora média. Assim, a análise envoltória de dados visa encontrar a melhor unidade produtora, ou seja, aquela que combina os recursos de maneira mais eficiente, de modo que atinja o nível ótimo de produção (Ótimo de Pareto). Esta análise pressupõe que, se uma propriedade produtora de leite A puder produzir α unidades do produto, outras propriedades também poderão, caso passem a operar eficientemente.

A pressuposição inicial da abordagem é que a medida de eficiência requer um conjunto comum de pesos que será aplicado em todas as DMUs. Entretanto, existe certa dificuldade em obter um conjunto comum de pesos para determinar a eficiência relativa de cada DMU, pois as DMUs 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, que após linearizado, aplicada a dualidade em programação linear e pressupondo retornos constantes à escala, é dado por:

$$\begin{aligned} & MAX_{\varphi, \lambda} \quad \varphi, \\ & \text{sujeito a :} \\ & \quad -\varphi y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \quad x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{01}$$

em que $1 \leq \varphi < \infty$ corresponde ao aumento proporcional no produto considerado, mantendo-se constante a utilização dos insumos em questão. O parâmetro λ é um vetor ($n \times 1$), cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima. Para uma DMU eficiente, todos os valores de λ serão zero, enquanto que para uma DMU ineficiente, os valores serão os pesos utilizados na combinação linear de outras DMUs eficientes, que influenciam a projeção da ineficiente sobre a fronteira calculada.

Caso todas as DMUs estejam operando em escala ótima, a hipótese de retornos constantes à escala é bastante apropriada, contudo, o modelo de retornos variáveis (BCC), proposto por Banker, Charnes e Cooper em 1984, sugere uma nova metodologia de fronteira de eficiência que admite retornos variáveis de escala, ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pela máxima da convexidade. Estabelecendo a convexidade da fronteira, ele permite que DMUs que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. Dessa forma, o problema de programação linear com retornos constantes pode ser modificado para atender à pressuposição de retornos variáveis, adicionando-se a restrição de convexidade, $N_j' \lambda = 1$, em que N_j é um vetor ($n \times 1$) de algarismos unitários.

Para cada unidade ineficiente, os modelos DEA fornecem seus respectivos *benchmarks*, determinados pela projeção dessas unidades na fronteira de eficiência. Essa projeção é feita de acordo com a orientação do modelo. Pode ser orientação a insumos quando se deseja minimizar os recursos, mantendo-se os valores dos produtos constantes, ou orientação a produtos quando se deseja maximizar os produtos sem diminuir os insumos.

O modelo escolhido para esse estudo foi o de retornos variáveis à escala uma vez que este permite a separação dos resultados em relação a pura eficiência técnica e a eficiência de escala. Além disso, foi utilizada a orientação a produto, em que as propriedades da atividade leiteira buscam maximizar o produto, mantendo os insumos constantes. O uso da orientação produto deveu-se à dificuldade em se reduzir alguns tipos de gastos, como mão de obra familiar, e de capital estocado, como terra.

Verifica-se que em qualquer técnica empírica, o modelo DEA¹ é baseado em suposições necessitando serem reconhecidas e consideradas, como a sensibilidade a erros de

¹Existem vários outros modelos e pressuposições que podem ser incorporados na formulação dos problemas de programação utilizados pela DEA. Para descrições mais detalhadas da metodologia recomenda-se a consulta de livros textos como, por exemplo, Cooper, Seiford e Tone (2004), Coelli et al. (2007) e Ferreira e Gomes (2009).

medida, a impossibilidade em comparar os escores de eficiência entre diferentes estudos e a sensibilidade à especificação dos fatores e ao tamanho do grupo sob análise.

3.2 Método de detecção e remoção de *outliers*

Dado o fato de que um problema crítico do método DEA é a grande sensibilidade na presença de *outliers* e erros amostrais, o presente trabalho utilizou a metodologia desenvolvida por Sousa e Stosic (2003) para detectar a presença desses possíveis *outliers* que poderiam afetar a fronteira de eficiência. O estudo de Sousa e Stosic (2003) idealizou uma combinação de duas metodologias de reamostragem, de modo a proceder com uma análise específica para o DEA. A partir dos métodos *jackknife* (determinístico) e *bootstrap* (estocástico), os autores deram origem ao procedimento denominado “*jackstrap*”. Em um primeiro momento, o *jackknife* é utilizado por meio de um algoritmo, que mensura a influência de cada DMU no cálculo das eficiências, isto é, cada DMU é removida isoladamente da amostra para que as eficiências sejam então calculadas sem sua presença. Em um segundo instante, é utilizado o método *bootstrap* de reamostragem estocástica, levando em consideração a informação das influências obtidas pelo *jackknife*.

O estimador obtido desta maneira é denominado *leverage* (ℓ), e possibilita uma análise automática da amostra, dispensando uma análise manual que, além de imprecisa, é inviável em grandes amostras. Formalmente, o *leverage* de Sousa-Stosic pode ser definido como o desvio padrão das medidas de eficiência antes e depois da remoção de cada DMU do conjunto amostral.

Presume-se que as DMUs caracterizadas como *outliers* possuam um *leverage* consideravelmente acima da média global. Com a informação dada pelo *leverage* é possível então identificar e eliminar observações *outliers*. Para tanto, é necessário utilizar um critério específico relacionado ao desvio do índice em relação à sua média global. Sousa e Stosic (2005) sugerem um múltiplo da média global, $\tilde{\ell}_0 = c\tilde{\ell}$, onde $\tilde{\ell}$ representa a média global do *leverage* e c é uma constante que assume valor de 2 ou 3 de modo geral, ou, alternativamente, adota-se $\tilde{\ell}_0 = 0,02$ como critério de corte. Desta forma, DMUs com um *leverage* acima desse valor seriam caracterizadas como *outliers* e então removidas da amostra.

Com base no critério de corte sugerido, quatro propriedades analisadas apresentaram-se influentes, ou seja, com valores de *leverages* superiores a 0,02. Em todas essas DMUs consideradas *outliers* há pelo menos um produto ou insumo que apresenta diferença significativa das médias relativas do grupo em estudo. Esta ocorrência de observações discrepantes em relação à média é suficiente para deslocar a fronteira e aumentar o nível médio dessa eficiência de forma artificial, comprometendo o nível de eficiência das demais DMUs.

3.3 Testes não paramétricos de fronteiras de eficiência

Antes de executar os modelos para cálculo das medidas de eficiência, é preciso verificar se as propriedades leiteiras, mesmo com estratos de produção diferentes, fazem parte de uma mesma fronteira de eficiência ou se cada estrato de produção gera sua própria fronteira. Para verificar se há diferenças entre as fronteiras de eficiência das propriedades de leite quando separados por estratos de produção, procedeu-se com o teste não paramétrico U de Mann-Whitney. O teste avalia se, dentre dois grupos de variáveis aleatórias, uma delas é estocasticamente maior que outra, sendo assim aplicado para verificar se duas amostras independentes pertencem ou não a uma mesma população (BANKER, ZHENG e NATARAJAN, 2010). No presente caso, as propriedades leiteiras foram divididas em três estratos de acordo com a produção diária de leite em litros: até 500 litros/dia (propriedades

pequenas), entre 500 e 1000 litros/dia (propriedades médias) e mais de 1000 litros/dia (propriedades grandes).

Os resultados do teste de U de Mann-Whitney evidenciaram que a hipótese nula, de que os grupos em consideração pertencem a uma mesma população, não é rejeitada nas três comparações realizadas. Desta forma, não há diferenças significativas nas fronteiras de eficiência dos grupos em questão, uma vez que o tamanho da produção média diária de leite não afeta a eficiência calculada. Diante disso, as análises seguintes serão apresentadas em uma única fronteira de eficiência, independente do volume de produção existente.

3.4 Procedimento e objeto de estudo

O desenvolvimento empírico deste estudo é constituído de seis partes. Na primeira, utilizou-se os testes de detecção de *outliers*, de forma a garantir a credibilidade dos *scores* de eficiência e em seguida proceder a retirada desses *outliers* dos procedimentos seguintes. Na segunda etapa procedeu-se com os testes não paramétricos de fronteiras de eficiência, de forma a considerar os diferentes volumes de produção nesse estudo². Em seguida, utilizou-se da análise envoltória de dados (DEA), para se obterem as medidas de eficiência. Na parte seguinte, separaram-se os produtores em eficientes e ineficientes, de acordo com os valores das medidas de eficiência técnica e de escala, comparando os grupos de produtores com base em características quantitativas e qualitativas. Na quinta parte foi comparado os grupos de produtores, segundo alguns indicadores de desempenho técnico e econômico, avaliando diferenças existentes entre esses produtores e quantificando as ineficiências na utilização dos insumos, por parte dos produtores ineficientes. Por fim, procede-se com a projeção das DMUs ineficientes, baseado em seus respectivos *benchmarks*.

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados pelo Projeto Educampo Leite e referem-se a 659 propriedades de leite do Estado de Minas Gerais, em 2013. Idealizado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), o Projeto Educampo Leite, voltado ao empresariado rural, busca, por meio da orientação e capacitação gerencial e técnica de grupos de produtores rurais, desenvolver todos os aspectos de gestão da propriedade, tornando-os mais eficientes e competitivos. Atualmente, o projeto conta com 27 cooperativas e agroindústrias parceiras, atendendo 1067 produtores em 210 municípios de Minas Gerais. No ano de 2012, seus produtores responderam por 1,22% da produção de leite no Brasil e por 4,71% da produção de leite em Minas Gerais.

Para execução dos modelos foi necessário construir duas matrizes de dados, uma contendo os insumos utilizados pelos produtores, e outra relacionada ao produto. Neste trabalho foram utilizados seis insumos (*inputs*), sendo três insumos de fluxo e três insumos de estoque, na geração de um produto (*output*), sendo que todas as variáveis estão em valores monetários (R\$), a preços de fevereiro de 2014. São elas:

Insumos (*inputs*)

a) Insumos de fluxo

X_1 : Gasto com concentrado na atividade leiteira;

X_2 : Gasto com mão de obra permanente na atividade leiteira. Incluem os gastos com mão de obra contratada e mão de obra familiar;

X_3 : Outros gastos da atividade leiteira. Em outros gastos são incluídas todas as saídas provenientes da atividade leiteira, com exceção dos gastos com concentrado e mão de obra. São despesas com pastagem, canavial e capineira, silagem, medicamentos, hormônios, material de ordenha, transporte, energia e

² Análises preliminares já apresentadas na metodologia.

combustível, inseminação, reparos de máquinas e benfeitorias, impostos, taxas e serviços, dentre outros gastos de custeio.

b) Insumos de estoque

X₄: Estoque de capital em terra;

X₅: Estoque de capital em animais;

X₆: Estoque de capital em máquinas, benfeitorias e forrageiras.

Produto (*output*)

Y₁: Renda bruta da atividade leiteira. A renda bruta é composta pela soma das receitas provenientes da venda e do autoconsumo de leite e de animais. Optou-se por medir o produto em termos de valor da produção ao invés da produção física, uma vez que o valor unitário de venda dos produtos difere muito. Com isso, a utilização de quantidades físicas pode distorcer a realidade dos sistemas de produção, quando o objetivo é compará-los.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Medidas de eficiência das propriedades produtoras de leite

De posse das medidas de eficiência, as propriedades foram separadas em dois grupos: o primeiro, denominado “eficientes”, composto por 104 propriedades que alcançaram máxima eficiência técnica (pura eficiência); e o segundo, denominado “ineficientes”, composto pelas 551 propriedades cuja medida de eficiência foi inferior a 100%. Nesse último grupo, 60 propriedades (9,16%) apresentam o indicador de eficiência menor que 0,6, sendo 33,9% o menor índice de eficiência apresentado. Isso mostra que apesar do produto ser homogêneo, há muita variação quando trata-se da eficiência técnica do segmento produtivo leiteiro. A eficiência média dos produtores avaliados é 79,8%, sendo que grande parte da amostra (44%) encontra-se com eficiência entre 0,7 e 0,9 e o desvio padrão da eficiência é de aproximadamente 0,15. Considerando apenas os produtores com algum nível de ineficiência, ou seja, os que apresentaram grau de eficiência diferente de 1,0, a medida de eficiência técnica média é reduzida a 76%. Na Tabela 1, encontram-se os valores médios do produto e dos insumos utilizados para calcular as medidas de eficiência das propriedades do segmento do leite.

Tabela 1 - Valores médios anuais do produto e dos insumos das propriedades produtoras de leite separadas em grupos segundo a eficiência técnica (valores em R\$ mil)

Especificação	Eficiente	Ineficiente	Média Geral
Renda bruta	517,80	428,50	442,68
Gasto com concentrado	165,17	147,60	150,39
Gasto com mão de obra	60,72	65,82	65,01
Outros gastos	165,53	164,38	164,56
Estoque de capital em terra	653,72	798,28	775,33
Estoque de capital em animais	382,93	388,70	387,78
Estoque de capital (benf.+maq.+forr.)	217,27	262,97	255,71

Fonte: Resultados da pesquisa.

Diante desses resultados, observa-se que a renda bruta das propriedades eficientes é aproximadamente 20,84% maior que a das ineficientes e 16,97% acima da média geral,

determinando o poder que a alocação correta dos insumos proporciona na otimização do produto almejado.

Com relação aos insumos de fluxo, o gasto médio com concentrado dos produtores eficientes é 11,9% superior ao dos produtores ineficientes. Contudo, o fato de apresentar maior gasto com concentrado, não implica em ineficiência dessas propriedades, pois há um nível de produção proporcionalmente maior e, conseqüentemente, são mais produtivas. Esse nível de produção deve-se não necessariamente ao volume de concentrado utilizado e sim à qualidade desse insumo. No caso da mão de obra, os eficientes gastam, em média, 7,75% menos se comparados aos ineficientes, principalmente devido à adequada alocação da mão de obra contratada e familiar entre as culturas produtivas paralelas ao leite. Os gastos inseridos no insumo “Outros gastos” apresentaram variação mínima entre produtores eficientes e ineficientes (0,7%).

No que tange aos insumos de estoque, observa-se uma diferença considerável entre eficientes e ineficientes, sendo a principal delas no uso da terra. Isso reforça o maior retorno sobre o capital estocado em terra, animais, benfeitorias, maquinário e forrageiras. No caso do estoque de capital em terra, a diferença entre propriedades ineficientes e eficientes é de 22,11%, ampliando as possibilidades do uso de terras para uma maior produção de leite, através da ampliação dos demais fatores de produção, ou no uso dessas terras para o cultivo de outras atividades produtivas. Quanto às máquinas, benfeitorias e forrageiras, o capital investido nas DMUs consideradas ineficientes é 21,03% superior ao capital médio investido nas eficientes, o que proporciona a alocação desse capital subutilizado para aquisição de outras demandas da propriedade produtora. No caso do estoque de capital em animais, a diferença entre ineficientes e eficientes atinge 1,5%. Todas essas diferenças no estoque de capital mostram que o excessivo uso do fator de produção terra e a subutilização das benfeitorias e maquinarias faz com que uma DMU seja caracterizada como eficiente ou não.

De acordo com a relação existente entre a eficiência técnica e a quantidade produzida diária de leite, grande parte das 202 propriedades com menor produção de leite diária (até 500 l/dia) encontra-se ineficiente tecnicamente (79,21%), apesar destas também apresentarem o maior número de DMUs eficientes (42 propriedades). Em relação às 208 propriedades de produção intermediária (de 500 a 1000 l/dia) e 245 DMUs com produção acima de 1000 l/dia verifica-se que estas também apresentam, em sua maioria, algum grau de ineficiência (87,98% e 84,90%, respectivamente). Esse resultado demonstra que o estrato de produção diária não tem relevância considerável na definição da propriedade ser eficiente ou não. Contudo, ao analisar o grau de eficiência média, verifica-se que o mesmo é superior em propriedades com produção acima de 1000 l/dia com média de 84% de eficiência, seguido pelas propriedades com produção intermediária com índice de eficiência de 0,78 e, por último as propriedades com estratos de produção até 500 l/dia (76% de eficiência).

Este maior índice médio de eficiência das propriedades com maior produção deve-se à maior capacidade de negociação, tanto na aquisição de insumos, uma vez que compram e produzem em maior quantidade, quanto na venda do produto, podendo garantir ganhos relacionados ao armazenamento e distribuição do mesmo.

Após as análises apresentadas, cabe verificar se a localização das propriedades influencia no grau de eficiência das mesmas. O maior número de propriedades analisadas encontra-se na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (295 propriedades), seguido pela região Sul/Sudoeste com 122 propriedades analisadas. Na Figura 1 encontram-se as mesorregiões de Minas Gerais, o número de propriedades analisadas em cada região, bem como as médias de eficiência técnica das propriedades nelas localizadas.

Pode-se observar que a região com maior média de eficiência técnica é a região do Campo das Vertentes com índice médio de 0,90. Contudo, essa região não apresenta nenhuma das suas propriedades analisadas com 100% de eficiência. As outras mesorregiões com

eficiência média superior ou igual a 80% são: Vale do Mucuri (0,83), Vale do Rio Doce (0,82), Triângulo / Alto Paranaíba (0,82) e região Central (0,80).

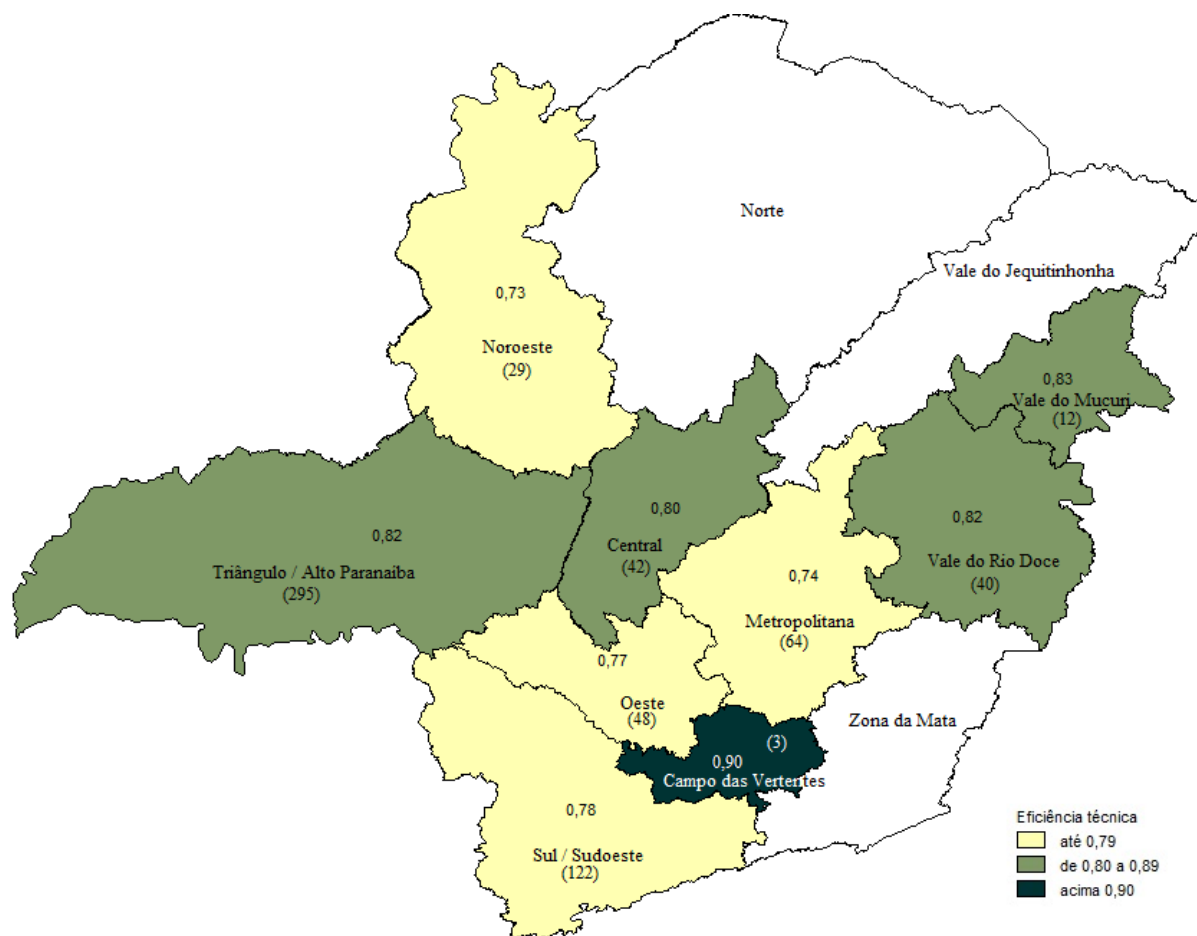


Figura 1 – A eficiência técnica das propriedades leiteiras segundo a mesorregião de origem
 * Os valores entre parênteses referem-se ao número de propriedades da mesorregião presentes no estudo; ** As mesorregiões Norte, Vale do Jequitinhonha e Zona da Mata não apresentam nenhuma propriedade na amostra
 Fonte: Elaboração própria.

A região do Campo das Vertentes apresentou a maior média em todos os seis insumos analisados, contudo também apresentou a maior renda bruta média das mesorregiões do Estado. As propriedades do Vale do Mucuri apresentaram as menores médias dos três insumos de fluxo, enquanto as menores médias dos estoques em terras, em animais e em máquinas, benfeitorias e forrageiras foram, respectivamente, as propriedades do Noroeste mineiro, da região Metropolitana e do Triângulo/Alto Paranaíba. O menor produto médio foi o das propriedades do Vale do Rio Doce, contudo, essa renda bruta média mais baixa foi compensada pela média dos insumos muito próximo dos mínimos encontrados, colocando, assim, essa região como a que apresentou o terceiro maior grau médio de eficiência.

Diante dessa análise, pode-se dizer que não houve uma região ou conjunto de regiões predominantemente eficiente, visto que as médias de eficiência técnica não são tão discrepantes e que as regiões com as maiores médias encontram-se dispersas pelo Estado.

Após ser apresentada a análise da pura eficiência técnica das propriedades produtoras de leite, cabe caracterizar as DMUs de acordo com suas escalas de produção. Observou-se que 43,36% das propriedades possuem retornos de escala crescentes, ou seja, o aumento da produção se dá a custos médios decrescentes, caracterizando-se como economia de escala. Outros 42,44% das propriedades possuem retornos à escala decrescentes, sendo que o aumento da produção processa-se a custos médios crescentes, conceituado como deseconomia

de escala. As demais 93 propriedades (14,20%) possuem retornos constantes, onde um aumento percentual nos insumos utilizados resulta no aumento em mesma proporção da produção, apresentando que tais propriedades estão operando na chamada escala ótima de produção.

Caracterizando o grupo de DMUs que possuem retornos à escala constante, verificou-se que 53,76% delas são eficientes, ou seja, as propriedades assim analisadas são consideradas eficientes, tanto no que tange à escala de produção quanto na alocação de seus recursos. Essa é a melhor situação para uma DMU, visto a ausência de desperdícios e sua operação em escala ótima, ou seja, em caso de aumento da produção, esse deve ocorrer mantendo-se a proporção de uso dos fatores.

Considerando as propriedades que possuem retornos de escala crescentes, 84,86% (241 propriedades) apresentam algum tipo de pura ineficiência técnica, ou seja, não estão alocando de forma correta seus recursos, enfrentando, dessa forma, dois problemas: a ineficiência técnica, em que apresenta uso excessivo de insumos, e a ineficiência na escala de produção, pelo fato da DMU produzir abaixo da escala ótima. Para corrigir a ineficiência técnica, a propriedade deve eliminar possíveis desperdícios na utilização dos insumos, verificando se a mão de obra contratada ou familiar está utilizando os insumos de forma adequada e se o produto está passando pelos procedimentos corretos, de forma a evitar perdas. Para solucionar o problema de escala é necessário aumentar a produção da propriedade, de maneira que a produção evolua mais que proporcionalmente aos gastos com insumos. Isso é possível, pois a propriedade está operando com retornos crescentes, isto é, a expansão da produção ocorrerá a custos médios decrescentes.

Quanto às propriedades que possuem retornos decrescentes de escala (278 propriedades), verifica-se que 96,04% são consideradas ineficientes. Nesta situação, as DMUs operam em escala além da ótima e têm ineficiência na alocação dos recursos, necessitando também da correção de ambos os problemas. Com relação ao problema de escala, uma vez que a propriedade opera acima da escala ótima, a expansão da produção ocorrerá a custos médios crescentes. Com isso, para reduzir os custos médios o ideal seria segmentar a produção em outras unidades produtivas, ou aprimorar a tecnologia empregada no processo produtivo, aumentando a produtividade dos fatores de produção.

Dessa forma, observa-se que apenas 7,63% das propriedades produtoras de leite em estudo apresentam a melhor situação possível, onde a DMU utiliza os recursos sem desperdícios e opera em escala ótima, enquanto as demais apresentam pelo menos um problema quanto a eficiência, seja ela técnica ou de escala.

Prosseguindo a análise das propriedades leiteiras quanto à escala de produção, a Tabela 2 apresenta os valores médios do produto e dos insumos utilizados em cada categoria.

Tabela 2 - Valores médios do produto e dos insumos das propriedades separadas em grupos segundo o retorno à escala (valores em R\$ mil)

Especificação	Crescente	Constante	Decrescente	Média Geral
Renda bruta	230,67	513,52	635,56	442,68
Gasto com concentrado	76,12	169,18	219,98	150,39
Gasto com mão de obra	38,15	61,31	93,68	65,01
Outros gastos	88,42	166,26	241,78	164,56
Estoque de capital em terra	450,91	653,56	1.147,48	775,33
Estoque de capital em animais	222,05	382,21	558,96	387,78
Estoque (benf.+maq.+forr.)	146,64	222,41	378,28	255,71

Fonte: Resultados da pesquisa.

Verifica-se que, em relação ao produto analisado, a renda bruta da atividade leiteira, o grupo de propriedades com retornos crescentes apresenta a menor média, fato que se repete com os gastos de todos os insumos e de forma considerável, pois todas as variações em relação às médias gerais atingem valores acima de 40%. Este resultado pode ser consequência do tamanho das propriedades pertencentes a esse grupo que têm necessidade de utilização de toda capacidade produtiva, uma vez que o aumento da produção provoca a redução dos custos médios dos fatores, isto é, economia de escala.

Apesar do grupo de propriedades que possui retornos decrescentes à escala apresentar a maior média de renda bruta na atividade leiteira, os gastos com concentrado, mão de obra, outros gastos e estoques de capital apresentam-se proporcionalmente superiores se comparados às propriedades com retornos constantes. Isso reforça a importância de se trabalhar em uma escala ótima de produção.

Prosseguindo com a caracterização das propriedades quanto à escala de produção, cabe apresentar a relação dos estratos de produção segundo à eficiência de escala. Os resultados mostram que apenas 8,42% das propriedades com produção até 500 l/dia encontram-se em estágio constante na função de produção. Verifica-se que 19,80% delas operam em escala decrescente e a maioria, 71,78%, possuem retornos crescentes de escala. Desta forma, a maioria das propriedades com menor nível de produção entre as estudadas possuem a necessidade de ampliar sua produção, de maneira que essa aumente a custos médios decrescentes, diante da economia de escala presente.

Nas propriedades de produção leiteira intermediária (de 500 a 1000 l/dia), a maioria das DMUs (52,40%) também apresentam retornos crescentes de escala, sendo 32,69% com retornos à escala decrescentes e 14,90% das propriedades trabalham em escala ótima.

Quando analisa-se o estrato de produção acima de 1000 l/dia, como já era esperado, a proporção de DMUs com retornos decrescentes de escala torna-se maior, atingindo 69,39%, ou seja, o aumento da produção se dará a custos crescentes. Uma alternativa, nesse caso, é reduzir o volume de produção da DMU, mantendo a mesma relação entre produto e insumos ou adotar políticas qualitativas de forma que o aumento da produtividade dos fatores possibilite o crescimento da produção sem a necessidade de se utilizar mais insumos.

Após tal análise, a Tabela 3 apresenta a eficiência técnica média desses estratos em cada tipo de retorno encontrado. Observa-se que as propriedades com escala ótima de produção apresentam-se também com maior média de eficiência técnica em todos os estratos de produção, seguido pelas DMUs de retornos crescentes.

No que tange aos estratos de produção, as propriedades com produção acima de 1000 l/dia apresentam os maiores índices médios de eficiência em todos os tipos de retorno à escala. Já o estrato de menor produção (até 500 l/dia) apresenta os menores índices médios de eficiência.

Tabela 3 – Índice médio de pura eficiência técnica das propriedades segundo o estrato de produção e o retorno de escala

Estrato de produção	Crescente	Constante	Decrescente	Total Geral
Até 500 l/dia	0,79	0,86	0,62	0,76
De 500 a 1000 l/dia	0,80	0,87	0,71	0,78
Acima de 1000 l/dia	0,87	0,90	0,82	0,84
Total	0,80	0,88	0,76	0,80

Fonte: Resultados da pesquisa.

Do mesmo modo que realizado para a eficiência técnica, procedeu-se com a análise da eficiência de escala com base na localização das propriedades de leite. Observa-se que a mesorregião com maior proporção de propriedades com escala ótima de produção é a Oeste

(20,83%), seguida da região do Vale do Rio Doce (17,50%). As regiões do Vale do Mucuri e Triângulo Mineiro apresentaram maior proporção de DMUs com retornos crescentes de escala, 50% e 47,12% respectivamente. Já as três propriedades estudadas da região do Campo das Vertentes apresentaram retornos decrescentes de escala e 52,38% das propriedades da região Central também apresentaram deseconomia de escala.

Em geral, todas as regiões apresentaram problemas de escala, necessitando, assim, recorrer aos métodos já apresentados nesse estudo. Em relação ao grau médio dessa ineficiência, destacam-se as regiões Noroeste e Central como as que apresentam, em média, menores níveis de ineficiência de escala, com índices de eficiência de 0,98 e 0,97, respectivamente. Por outro lado, o menor grau médio de eficiência de escala está presente na região do Campo das Vertentes³ com nível de 89%.

4.2 Desempenho técnico e econômico

Após analisar as eficiências técnicas e de escala e observar suas relações quanto ao uso dos insumos, geração de produto, estratos de produção e localização, cabe verificar se os padrões de eficiência também são verificados nos desempenhos técnico e econômico das DMUs em estudo.

A análise a seguir é baseada no desempenho técnico e econômico das propriedades em estudo segundo a eficiência técnica. A Tabela 4 apresenta esses indicadores de desempenho separados pela condição de eficiência.

Tabela 4 - Indicadores de desempenho técnico e econômico, segundo a eficiência técnica

Especificação	Eficiente	Ineficiente	Média Geral
Produtividades			
Vacas em lactação (L/dia)	14,18	14,34	14,32
Total de vacas (L/dia)	11,11	11,04	11,05
Mão de obra permanente (L/dh)	331,17	314,06	316,77
Terra (L/ha/ano)	6075,13	4886,28	5075,05
Desempenho econômico			
Renda bruta da atividade (R\$/L)	1,23	1,16	1,17
Custo operacional efetivo (R\$/L)	0,68	0,81	0,79
Custo operacional total (R\$/L)	0,82	0,94	0,92
Margem bruta unitária (R\$/L)	0,35	0,17	0,20
Margem líquida unitária (R\$/L)	0,19	0,02	0,05
Retorno do capital s/ terra (% a.a.)	15,14	5,69	7,19
Retorno do capital c/ terra (% a.a.)	7,72	2,61	3,42

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com relação às produtividades médias, observa-se que a maior diferença entre DMUs eficientes e ineficientes é com base na produtividade da terra, apresentando nas unidades eficientes um resultado 24,33% superior ao das ineficientes. Com relação à produtividade da mão de obra observa-se uma variação de 5,45% entre propriedades eficientes e ineficientes. Já a produtividade quanto ao total do rebanho apresentou variação quase nula e com relação ao volume de litro diários por vacas em lactação as propriedades ineficientes apresentaram ligeira vantagem se comparado às eficientes. Esse último fato pode ser explicado pelas

³ É importante salientar que, pelo fato da região do Campo das Vertentes apresentar somente três propriedades em estudo, os índices das mesmas influenciam muito tais médias.

técnicas de manejo que controlam o volume de leite ordenhado, mantendo a qualidade e produtividade do animal, que podem ser diferentes entre unidades eficientes e ineficientes.

A partir do desempenho econômico das DMUs, também apresentado na Tabela 4, pode-se traçar planos e metas na relação entre receita e despesas do segmento produtivo leiteiro.

Observa-se que a renda bruta média por unidade produzida nas propriedades consideradas eficientes tecnicamente é R\$0,07 superior às unidades produtoras ineficientes. Esse valor é significativo, visto o preço médio do leite e de seus derivados no mercado consumidor. Além disso, os custos operacionais efetivo e total são inferiores nas DMUs eficientes, agravando ainda mais as condições econômicas das propriedades de leite consideradas ineficientes. O custo operacional efetivo (COE) das propriedades ineficientes é praticamente o custo operacional total (COT) das propriedades eficientes.

A presença de renda bruta média superior e custos operacionais inferiores nas DMUs eficientes reflete nas margens bruta e líquida das propriedades, colocando-as muito superiores às margens unitárias das propriedades ineficientes. Essas diferenças chegam a 105,88% para a margem bruta e de mais de nove vezes para a margem líquida. Em valores globais, essas margens apresentam diferenças significativas entre eficientes e ineficientes, que atingem mais que duas vezes na margem bruta e quase quatro vezes na margem líquida.

A avaliação das propriedades com base na eficiência técnica também identifica a diferença com base nos retornos sobre o capital investido, sendo, para as DMUs eficientes, de 15,14% ao ano se não for considerado o capital em terra e de 7,72% ao ano no caso de considerar todo o capital investido, incluindo a terra. Em contraponto, para as propriedades ineficientes, os retornos com capital investido com e sem incluir o capital em terra são de 5,69% a.a. e 2,61% a.a., respectivamente, valores esses inferiores a investimentos básicos, como a poupança.

De forma a ampliar a caracterização do perfil dos produtores, a Tabela 5 apresenta informações relacionadas aos desempenhos técnico e econômico da atividade leiteira em cada tipo de retorno à escala.

Tabela 5 - Indicadores de desempenho técnico e econômico, segundo o tipo de retorno à escala

Especificação	Tipo de retorno			Média Geral
	Crescente	Constante	Decrescente	
Produtividades				
Vacas em lactação (L/dia)	13,59	14,95	14,84	14,32
Total de vacas (L/dia)	10,48	11,85	11,36	11,05
Mão de obra permanente (L/dh)	270,86	368,94	346,23	316,77
Terra (L/ha/ano)	4820,29	5999,96	5.025,90	5.075,05
Desempenho econômico				
Renda bruta da atividade (R\$/L)	1,15	1,22	1,17	1,17
Custo operacional efetivo (R\$/L)	0,77	0,72	0,82	0,79
Custo operacional total (R\$/L)	0,93	0,83	0,94	0,92
Margem bruta (R\$/L)	0,18	0,32	0,18	0,20
Margem líquida (R\$/L)	0,00	0,19	0,04	0,05
Retorno do capital s/ terra (% a.a.)	5,83	14,72	6,06	7,19
Retorno do capital c/ terra (% a.a.)	2,78	7,50	2,71	3,42

Fonte: Resultados da pesquisa.

Diante das produtividades parciais - relação entre a produção de leite e o uso de fatores - observa-se que, em média, estas são maiores nos produtores que operam na escala ótima. Todos os indicadores de produtividade são menores nos produtores com retornos crescentes e nas DMUs com retornos decrescentes as produtividades aproximam-se da média geral.

Apesar da produção e o uso dos fatores crescerem com o tipo de retorno, o fato dos indicadores de produtividades parciais médias serem superiores nas propriedades com escala ótima de produção, reforça a importância do uso eficiente desses fatores de produção, ou seja, maior produção e maior uso dos fatores não é sinônimo de maior produtividade. A alocação eficiente dos fatores influencia diretamente as produtividades parciais, sejam elas relacionadas à mão de obra, rebanho ou terra.

Visando identificar algumas relações entre receita e custo de produção, os indicadores de desempenho econômico também encontram-se na Tabela 5.

A renda bruta da atividade leiteira sobre o volume de produção apresenta a receita média da atividade. Apesar de não haver uma diferença muito grande dessa renda bruta unitária entre os tipos de retornos à escala, percebe-se que essa é superior em escala ótima de produção. Em média, os produtores analisados recebem R\$ 1,17 por litro de leite produzido⁴.

Com relação ao custo operacional efetivo (COE) percebe-se que o gasto direto médio dos produtores que operam com retornos decrescentes é maior, visto à provável utilização de uma tecnologia mais intensiva desses produtores. O menor COE é observado nas propriedades com retornos constantes, sendo esse desembolso corrente do produtor de R\$0,72/litro.

Quando analisado o custo operacional total (COT) tem-se que esse é maior no estrato de produtores que operam com retornos decrescentes. Contudo a diferença entre o COT desse estrato com o estrato de produtores com retornos crescentes difere-se em R\$0,01/litro. Essa diferença bem inferior à analisada no COE pode ser reflexo do uso mais intensivo da mão de obra familiar nas propriedades com retornos crescentes de escala e com menores estratos de produção.

Quanto à margem bruta pode-se perceber que em todos os estratos não há prejuízos contábil e a maior margem bruta está presente nos produtores com escala ótima de produção (R\$0,32 por litro ou aproximadamente R\$ 132 mil/ano). Ao comparar as propriedades com algum grau de ineficiência de escala, observa-se que a margem bruta do estrato dos produtores com retornos decrescentes é igual à registrada no estrato com retornos crescentes.

As margens líquidas, em média, são todas não negativas, observando ainda as discrepâncias quantitativas entre os tipos de retorno à escala, que se tornam ainda maiores em tal análise. Pode-se perceber também que, nas escalas de produção com retornos constantes e decrescentes, há uma remuneração ao capital investido, garantindo, assim, a permanência do produtor na atividade produtiva leiteira, caso esta situação se sustente. No caso das propriedades com retornos crescentes à escala, tal retorno é nulo, demandando maior atenção no que diz respeito ao denominado custo de oportunidade.

Por fim, as taxas de retorno sobre o capital investido, expressas em percentual ao ano, ilustram como o capital investido está sendo remunerado. As taxas de retorno média das propriedades com retornos constantes de escala são mais que o dobro das médias gerais, seja a análise desse retorno considerando ou não o capital investido em terra. Para os grupos das propriedades com ineficiência de escala, as médias desses retornos são semelhantes e/ou abaixo de rentabilidades presentes no mercado.

⁴ Esse valor não se refere ao preço médio do litro do leite, mas à renda bruta por unidade de leite. Pode haver derivados do leite que se inserem na renda bruta da atividade leiteira.

Dessa forma, observar as DMUs com escala ótima de produção e seus respectivos níveis de desempenho econômico e produtividade, podem contribuir na correção dos problemas relacionados à escala de produção nas propriedades ineficientes neste aspecto.

Diante das análises realizadas, pode-se observar que a eficiência, seja ela pura ou de escala, e os desempenhos técnico e econômico estão diretamente relacionados, reforçando a necessidade de se aplicar procedimentos que direcionem as propriedades ineficientes para a fronteira eficiente.

4.3 Projeção das propriedades ineficientes na fronteira de produção eficiente

Pelo fato da medida de eficiência obtida para cada DMU ocorrer de forma comparativa, é possível detectar as propriedades eficientes responsáveis pelo fato de determinada organização ter sido considerada ineficiente (*benchmarks*), sendo que a técnica DEA apresenta-se também como a metodologia capaz de identificar os pontos ineficientes, de forma que as propriedades os identifiquem e, assim, consigam eliminá-los.

Esta seção apresenta as projeções para que as DMUs que possuem algum tipo de ineficiência na alocação dos recursos se transformem em propriedades eficientes. Pelo fato do estudo trabalhar com orientação produto, as projeções são realizadas através do quanto de produto (renda bruta da atividade leiteira) pode ser ampliada, mantendo os insumos já utilizados de forma que uma DMU ineficiente atinja à eficiência.

Baseado nos *benchmarks* para cada propriedade ineficiente, a Tabela 6 mostra os ganhos possíveis de renda bruta após a correção das ineficiências.

Tabela 6 – Condição de eficiência técnica e ganhos possíveis de renda bruta após a correção das ineficiências (valores em R\$ mil/ano)

Especificação	Eficiente	Ineficiente	Total Geral
Renda bruta (RB) original (R\$ mil)	517,80	428,50	442,68
RB projetada corrigindo pela ET ¹	517,80	545,37	540,99
Possibilidade de ganho (%)	0,00	27,27	22,21
RB projetada corrigindo pela EE ²	549,94	449,94	465,82
Possibilidade de ganho (%)	6,21	5,00	5,23
RB projetada corrigida por ET e EE	549,94	570,85	567,53
Possibilidade de ganho (%)	6,21	33,22	28,20

¹ Eficiência técnica; ² Eficiência de escala

Fonte: Resultados da pesquisa.

Como as possibilidades de ganhos corrigindo a eficiência técnica só ocorrem para as propriedades ineficientes, visto que as eficientes já se encontram na fronteira de produção ótima, os ganhos percentuais médios possíveis são zero para as eficientes, independente do retorno à escala de produção. Contudo, a possibilidade de ganho das DMUs eficientes, mas que não trabalham na escala ótima de produção é de 6,21%.

Mesmo a análise sendo feita via os ganhos percentuais possíveis no produto, observa-se a má alocação dos insumos e a possível subutilização dos mesmos nas unidades ineficientes. Os ganhos possíveis são significativos, apresentando uma média de 27,27% no caso da correção da ineficiência técnica e de 33,22% no caso de ajustes tanto técnicos, quanto de escala, superando a renda bruta média das propriedades originalmente consideradas eficientes.

Cabe destacar também que os ganhos médios que as correções técnica e de escala proporcionam são superiores à soma dos ganhos projetados corrigindo apenas a ineficiência técnica ou apenas a ineficiência de escala. Esse fato apresenta a importante relação entre a utilização adequada dos insumos e o volume de produção, ou seja, não basta ser somente eficiente tecnicamente, mas para obter todos os ganhos possíveis, deve-se também atentar à escala de produção.

O uso da orientação produto deveu-se à dificuldade em se reduzir alguns tipos de gastos, como mão de obra familiar, e de capital estocado, como terra. Assim, o uso de especialização e de novas técnicas de manejo podem auxiliar na projeção das propriedades consideradas ineficientes para a fronteira de eficiência.

De qualquer forma, mesmo incluindo os produtores eficientes nos cálculos das médias, nota-se que a possibilidade de aumentar a receita mediante correção dos problemas é considerável. Os ganhos potenciais nas receitas giram em torno de 28%, ressaltando-se que tais ganhos são perfeitamente possíveis, uma vez que a projeção é feita com base em produtores que desenvolvem atividades semelhantes, porém de forma mais eficiente.

Do mesmo modo que apresentado na análise anterior, a Tabela 7 apresenta, com base na escala de produção, os ganhos possíveis de produto após a correção das eficiências técnica e de escala.

Tabela 7 – Retorno à escala e ganhos possíveis de renda bruta após a correção das ineficiências (Valores em R\$ mil/ano)

Especificação	Crescente	Constante	Decrescente
Renda bruta (RB) original (R\$ mil)	230,67	513,52	635,56
RB projetada corrigindo pela ET ¹	290,10	572,90	786,62
Possibilidade de ganho (%)	25,76	11,56	23,77
RB projetada corrigindo pela EE ²	240,47	513,52	680,06
Possibilidade de ganho (%)	4,25	0,00	7,00
RB projetada corrigida por ET e EE	301,40	572,90	837,59
Possibilidade de ganho (%)	30,66	11,56	31,79

¹ Eficiência técnica; ² Eficiência de escala

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os ganhos nas propriedades com escala ótima de produção são os menores se comparados às DMUs que não apresentam retornos constantes a escala. Esse aspecto reforça a relação direta entre a possibilidade de ganhos técnicos e de escala. Ainda em relação aos ganhos corrigindo a eficiência técnica, observa-se uma possibilidade de ganho suavemente superior nas propriedades com retornos crescentes, mas em valores monetários o maior ganho refere-se às propriedades com retornos decrescentes (ganho médio de R\$ 151,06 mil).

Com base nos ganhos projetados, ao corrigir os problemas de escala de produção, os maiores ganhos percentuais ficam com as DMUs em deseconomia de escala. Cabe ressaltar, que as propriedades com retornos constantes não apresentam ganhos referentes à escala, pois elas operam em escala ótima de produção, garantindo todos os ganhos possíveis nesse aspecto.

Após as correções das ineficiências técnica e de escala, os maiores ganhos percentuais são das DMUs em deseconomia de escala (31,79%), seguido bem próximo das possibilidades de ganho médio das propriedades com retornos crescentes a escala (30,66%).

Tais projeções reforçam a importância de se trabalhar eficientemente e que práticas eficientes devem ser difundidas no segmento produtivo leiteiro, de forma a garantir a

permanência dos produtores no mercado e o atendimento à demanda crescente de leite e derivados.

4.4 A seleção de agentes eficientes: os principais *benchmarks*

De forma a identificar os agentes eficientes para o processo de difusão de informação e tecnologia também eficiente, devem-se destacar as unidades tomadoras de decisão que mais servem de referências para as demais, de forma a utilizar-se de suas características e práticas eficientes na construção de um ciclo virtuoso para todo o segmento produtivo leiteiro.

Neste estudo, das 104 propriedades eficientes, 86 foram consideradas *benchmarks* para pelo menos uma propriedade ineficiente, sendo que apenas 45 são referência para dez ou mais DMUs. Contudo, cinco propriedades destacam-se dentre as unidades eficientes, apresentando-se como referências para um grande número de entes ineficientes.

A Tabela 8 apresenta os cinco principais *benchmarks* dentre as propriedades analisadas, bem como suas características quanto à dimensão da produção diária e da área utilizada para a pecuária leiteira.

Tabela 8 – Os cinco principais *benchmarks* e suas características dimensionais

Especificação	Benchmark 1	Benchmark 2	Benchmark 3	Benchmark 4	Benchmark 5
Nº de vezes <i>benchmarks</i>	230	206	182	163	149
Eficiência técnica	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Eficiência de escala	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Produção média (L/dia)	1.439	191	833	1.739	2.142
Área para a pecuária (ha)	73,6	60,3	425,0	67,0	95,5

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observa-se que o *Benchmark 1* é referência para 41,74% das propriedades com algum grau de ineficiência (230/551), sendo que 86,75% das propriedades ineficientes têm pelo menos uma dessas cinco DMUs como *benchmarks*. Percebe-se também que os *benchmarks* apresentados apresentam 100% de eficiência tanto técnica⁵ quanto de escala.

Cabe destacar que tais propriedades diferenciam-se quanto às dimensões produtivas e área disponível para a pecuária em estudo. A produção média dos *benchmarks* apresentados varia de 191 (*Benchmark 2*) a 2.142 litros diários (*Benchmark 5*), enquanto a área da pecuária varia de 60,3 (*Benchmark 2*) a 425 hectares (*Benchmark 3*). Essas informações mostram que as propriedades de referência não apresentam características específicas, podendo ser pequenas, médias e grandes propriedades, com tamanhos de produção também distintos.

Outro fator importante na análise é que as principais unidades de referência encontram-se dispersas pelas mesorregiões de Minas Gerais, sendo que duas encontram-se no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (*Benchmarks 1 e 5*), uma na Região Metropolitana (*Benchmark 2*), uma no Vale do Rio Doce (*Benchmark 3*) e uma na Região Sul/Sudoeste (*Benchmark 4*).

De forma a ampliar a caracterização das cinco principais unidades de referência, a Tabela 9 apresenta o produto e os insumos utilizados na análise de eficiência.

Tabela 9 – Produto e insumos das principais propriedades de referência

Output/inputs	Benchmark 1	Benchmark 2	Benchmark 3	Benchmark 4	Benchmark 5
---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

⁵ Toda unidade de referência (*benchmark*) deve apresentar uma pura eficiência técnica igual a 1 (100%).

Renda bruta	813,42	129,71	531,17	<u>1211,65</u>	1024,76
Gasto - concentrado	187,53	13,16	<u>32,42</u>	337,81	267,57
Gasto - mão de obra	93,60	17,58	54,52	<u>88,52</u>	109,09
Outros gastos	285,09	<u>30,19</u>	145,73	301,79	243,40
Est. capital - terra	470,68	192,81	905,97	2142,36	<u>534,45</u>
Est. capital - animais	<u>286,39</u>	94,07	625,31	737,66	704,66
Est. (benf.+maq.+forr.)	<u>177,70</u>	115,00	368,15	424,90	383,44

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os *benchmarks* apresentam características diferentes quanto às proporções de cada insumo em relação ao produto. Nota-se que cada DMU apresentada tem, pelo menos, uma proporção considerada a menor dentre as unidades de referência aqui estudadas. Por exemplo, o *Benchmark 3* apresenta a menor proporção de gasto com concentrado em relação à renda bruta (6,10%), enquanto a menor proporção de gasto com mão de obra foi do *Benchmark 4* (7,31%)⁶. Tais proporções diversas entre os insumos e o produto em cada unidade de decisão reforça que os *benchmarks* apresentam proporções de usos diferentes e garantem um maior número de ajustes possíveis nas unidades consideradas ineficientes.

Outro fato que pode ser reforçado é que diferentes proporções de insumos e até volumes maiores dos mesmos podem proporcionar eficiência, desde que os mesmos sejam bem alocados e, conseqüentemente, gerem uma maior renda bruta (*output*).

De forma a caracterizar as principais DMUs de referência frente às suas produtividades e desempenho técnico, a Tabela 10 apresenta tais indicadores para cada uma das cinco propriedades em estudo.

Tabela 10 – Indicadores de desempenho técnico e econômico para as principais unidades de referência

Especificação	<i>Benchmark</i> 1	<i>Benchmark</i> 2	<i>Benchmark</i> 3	<i>Benchmark</i> 4	<i>Benchmark</i> 5
Produtividades					
Vacas em lactação (L/dia)	17,26	10,09	7,02	17,70	19,62
Total de vacas (L/dia)	13,61	7,75	4,08	13,70	16,49
Mão de obra (L/dh)	515,07	126,62	178,88	423,11	550,91
Terra (L/ha/ano)	7.138,15	1.154,94	715,51	9.472,63	8.189,40
Desempenho econômico					
Renda bruta (R\$/L)	1,55	1,86	1,75	1,91	1,31
COE (R\$/L)	0,66	0,33	0,34	0,59	0,56
COT (R\$/L)	0,74	0,51	0,41	0,64	0,66
Margem bruta (R\$/L)	0,54	1,10	0,99	0,79	0,57
Margem líquida (R\$/L)	0,43	0,80	0,87	0,70	0,45
Ret. do cap. s/ terra (% a.a.)	48,90	26,48	26,48	38,37	32,58
Ret. do cap. c/ terra (% a.a.)	24,28	13,78	13,85	13,50	21,85

Fonte: Resultados da pesquisa.

Quanto as produtividades das propriedades apresentadas, observa-se uma variação considerável dentre as unidades de referência, sendo que a propriedade com maior volume de produção das cinco citadas (*Benchmark 5*) apresenta as maiores produtividades com relação ao rebanho e a mão de obra e a segunda maior produtividade em relação a terra. Já o

⁶ As menores proporções entre cada insumo e o produto, bem como o maior produto encontram-se sublinhados na Tabela 9.

Benchmark 3, com a segunda maior produção média diária e apenas a quarta maior dimensão em área, apresenta a maior produtividade da terra dentre as unidades apresentadas.

Essas diferenças consideráveis entre as produtividades do rebanho, do trabalho e da terra mostram que uma única unidade normalmente não pode ser a referência para um conjunto de unidades ineficientes com características dimensionais, locacionais e de práticas diferentes. Dessa forma, diante da heterogeneidade das 655 propriedades analisadas, cabe também uma diversidade dentre as unidades de referência, o que foi constatado nesse estudo.

Ainda na Tabela 10, deve ser observado o desempenho econômico das cinco principais unidades de referência, constatando que em todos os indicadores apresentados tais unidades apresentam resultados mais favoráveis se comparados às médias do conjunto de propriedades e também do grupo das eficientes⁷.

A renda bruta unitária dos cinco principais *benchmarks* varia de R\$1,31 a R\$1,91 por litro de leite, enquanto a média desse indicador dentre o conjunto de todas as unidades eficientes é de R\$1,23 por litro. Os indicadores de custo (COE e COT) dessas propriedades também são melhores que a média das DMUs eficientes, sendo ambos inferiores aos COE e COT do conjunto das unidades eficientes. As margens bruta e líquida unitárias das cinco DMUs aqui analisadas também superam as margens médias das 104 unidades eficientes do estudo.

Contudo, o que cabe maior destaque nessa análise são as diferenças consideráveis nas taxas de retorno entre as cinco principais propriedades de referência e as médias dessas taxas nas unidades 100% eficientes. A menor taxa de remuneração do capital sem terra dentre as cinco propriedades supracitadas é dos *Benchmarks 2 e 3* (26,48% a.a.), sendo esse valor 74,90% superior à média dessa taxa dentre as unidades eficientes. O mesmo ocorre com a taxa de remuneração do capital considerando o estoque de capital em terra, onde essa diferença é de 74,87%. Esse resultado demonstra o quão importante é o uso de técnicas eficientes na geração de ganhos econômicos consideráveis, garantindo o retorno adequado ao capital investido no segmento leiteiro.

Diante dessa análise dos cinco principais *benchmarks* do conjunto de propriedades de leite em estudo, observa-se o quanto é importante a identificação e difusão de práticas, informação e tecnologia, desde que essas sejam eficientes, mas sempre considerando as diferenças locacionais, dimensionais e de intensidade no uso dos fatores de produção. Apesar da análise de apenas cinco dos 86 *benchmarks* encontrados, observa-se o quanto diferentes propriedades podem tornar-se eficientes e difundirem tais técnicas para outras unidades com características semelhantes, contudo ineficientes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou verificar os agentes eficientes tecnicamente a fim de direcionar as estratégias produtivas no segmento produtivo leiteiro. Para isso utilizou-se a metodologia da análise envoltória de dados, a técnica de detecção de *outliers* e a técnica não paramétrica de fronteira de eficiência. As informações utilizadas referem-se a 659 produtores de leite do Estado de Minas Gerais, integrantes do Projeto Educampo Leite do Sebrae, restando 655 produtores após aplicada a técnica de detecção e retirada de *outliers*.

Após verificar que a análise poderia ser realizada em uma única fronteira de eficiência, independente do volume de produção presente, procedeu à análise de eficiência. Sob a pressuposição de retornos variáveis à escala, verificou-se que 104 propriedades investigadas

⁷ As médias gerais dos indicadores, bem como separadas para as propriedades eficientes e ineficientes, encontram-se na Tabela 4.

são consideradas 100% eficientes tecnicamente, contrapondo às 60 propriedades que apresentam o indicador de eficiência menor que 0,6.

Na análise da pura eficiência técnica observa-se uma renda bruta 20,84% superior nas propriedades eficientes se comparada às ineficientes, enquanto todos os gastos inerentes aos insumos foram menores nas unidades eficientes, exceto no insumo denominado “Outros gastos”, que apresentou variação mínima entre esses dois grupos. Além disso, não há distinções claras da presença da ineficiência entre os estratos de produção e localização das propriedades, ou seja, essas características não são fatores determinantes para a presença de eficiência.

A análise da eficiência de escala reforça a importância da eficiência tanto técnica, quanto de escala. Apesar do grupo de propriedades que possui retornos decrescentes à escala apresentar a maior média de renda bruta na atividade leiteira, os gastos com insumos apresentam-se proporcionalmente superiores, se comparados às propriedades com retornos constantes.

Outro ponto observado foi que os padrões de eficiência também são verificados nos desempenhos técnico e econômico das DMUs em estudo. As produtividades médias das propriedades eficientes superam as das ineficientes, principalmente na produtividade da terra e da mão de obra. Quanto a produtividade do rebanho, observa-se que as mesmas são semelhantes, contudo, técnicas de manejo que controlam o volume de leite ordenhado, mantendo a qualidade e produtividade do animal podem ser responsáveis por essa semelhança temporária entre unidades eficientes e ineficientes. As avaliações quanto ao desempenho técnico também destacam a importância da eficiência nesse processo, com todos os indicadores de desempenho favoráveis às unidades produtivas eficientes.

Com relação à escala de produção, observa-se que as produtividades parciais, em média, são maiores nos produtores que operam na escala ótima. Todos esses indicadores de produtividade são menores nos produtores com retornos crescentes e nas DMUs com retornos decrescentes, as produtividades aproximam-se da média geral. O mesmo ocorre com os indicadores de desempenho técnico, ou seja, as DMUs com escala ótima de produção, e seus respectivos níveis de desempenho econômico e de produtividade, podem contribuir na correção dos problemas relacionados à escala de produção nas propriedades ineficientes neste aspecto.

Diante das vantagens observadas na presença de eficiência técnica e de escala, foi realizada as projeções para que as DMUs que possuem algum tipo de ineficiência na alocação dos recursos transformem-se em propriedades eficientes. Os ganhos potenciais nas receitas giram em torno de 28%, ressaltando que tais ganhos são perfeitamente possíveis, uma vez que a projeção é feita com base em produtores que desenvolvem atividades semelhantes, porém de forma mais eficiente.

Por fim, observa-se que as cinco principais unidades de referência apresentam resultados superiores às médias das eficientes, principalmente em relação ao retorno do capital investido e às produtividades dos fatores de produção, indicando que a seleção de agentes difusores de informação e tecnologia deve identificar não apenas a eficiência em si, mas o grau de referência desses agentes no segmento estudado.

Esses resultados demonstram a importância de se trabalhar eficientemente e que práticas eficientes devem ser difundidas no segmento produtivo leiteiro, de forma a garantir a permanência dos produtores no mercado e o atendimento à demanda crescente de leite e derivados. Ainda, de posse dessas observações, pode-se selecionar os agentes considerados eficientes, direcionando os programas de extensão rural e difusão de tecnologia, criando um ciclo virtuoso e benéfico, não somente para o produtor, mas para toda a cadeia produtiva do leite.

Com a identificação dos agentes eficientes, cabe agora traçar métodos para a difusão de técnicas e práticas que melhorem o desempenho técnico e econômico dos agentes ineficientes. Propõem-se estudos futuros relacionados ao processo de difusão de tecnologia no segmento produtivo leiteiro e a identificação de redes sociais que facilitem tal processo. Contudo, deve-se sempre levar em consideração a eficiência das unidades produtivas, de forma que a difusão existente seja de técnicas e práticas também eficientes.

REFERÊNCIAS

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

BANKER, R. D.; ZHENG, Z.; NATARAJAN, R. DEA-based hypothesis tests for comparing two groups of decision making units. **European Journal of Operation Research**, n. 206, p. 231-238, 2010.

CAPORAL, F. R. **La extensión agraria del sector público ante los desafíos del desarrollo sostenible: el caso de Rio Grande do Sul, Brasil**. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, 1998.

CASSIOLATO, J. E. **Ciência, tecnologia e competitividade da indústria brasileira**. Brasília: IPEA, 1994.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Vol. 2, nº 6, p. 429-444, 1978.

COELLI, T. J., RAO, D. S. P., O'DONNELL, C. J., BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**, 2 ed. New York: Springer, 2007. 349 p.

COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., TONE, K. **Handbook on data envelopment analysis**. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2004. 592 p.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

FERREIRA, C. M. C., GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 389 p.

FONSECA, M. T. L. **A Extensão Rural no Brasil, um projeto educativo para o capital**. São Paulo: Loyola, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal Produção de leite**. 2014. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 de abr. 2016.

LEWIS, W. A. O desenvolvimento econômico com oferta ilimitada de mão de obra. **A economia do subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Forence, p. 406-456, 1969.

LIMA, I. A. **A extensão rural e a produção do conhecimento: a fundamentação científica dos planos municipais de desenvolvimento rural do programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (PRONAF) no estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. 147f. UEC, São Paulo. 2001.

NASCIMENTO, A. C. C.; LIMA, J. E. D.; BRAGA, M. J.; NASCIMENTO, M.; GOMES, A. P. Technical efficiency of milk production in Minas Gerais: an application of quantile regression. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 783-789, 2012.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Belknap press, 1982.

OLIVEIRA, L. F. T.; SILVA, S. P. Mudanças institucionais e produção familiar na cadeia produtiva do leite no Oeste Catarinense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 4, p. 705-720, 2012.

PEIXOTO, M. **Extensão Rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação**. Senado Federal, Consultoria Legislativa, 2008.

POSSAS, M. L.; SALLES-FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Research policy**, v. 25, n. 6, p. 933-945, 1996.

ROGERS, E. M.; SHOEMAKER, F. F. **Communication of Innovations: A Cross-Cultural Approach**. New York: Free Press, 1971.

ROGERS, E. M. New product adoption and diffusion. **Journal of Consumer Research**, p. 290-301, 1976.

ROSTOW, W. W. The stages of economic growth. **The Economic History Review**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 1959.

RUAS, E. D. (org.). **Metodologia participativa de extensão rural para o desenvolvimento sustentável-MEXPAR**. 1 ed. Belo Horizonte, p. 25-39, 2006.

RUTTAN, V. W.; HAYAMI, Y. Toward a theory of induced institutional innovation. **The Journal of Development Studies**, v. 20, n. 4, p. 203-223, 1984.

RYAN, B.; GROSS, N. C. The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. **Rural sociology**, v. 8, n. 1, p. 15-24, 1943.

SCHULTZ, T. W. **A transformação da agricultura tradicional**. Zahar, 1965.

SOUSA, M. C. S.; STOSIC, B. Jackstrapping DEA Scores for Robust Efficiency Measurement. XX Encontro Nacional de Econometria (SBE). **Anais**. Porto Seguro, 2003.

SOUSA, M. C. S.; STOSIC, B. Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Nonparametric Frontier Measurements for Outliers. **Journal of Productivity Analysis**, Springer-Netherlands, v. 24, p. 155-179, 2005.

ZOCCAL, R.; CARVALHO, L. A.; MARTINS, P. C.; ARCURI, P. B.; MOREIRA, M. S. P. (Ed.). **A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 180 p.