



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro de Ciências Sociais  
Faculdade de Ciências Econômicas

Priscila Aguiar Bezerra


**Análise de Economias de Escala na Produção de Leite**

Rio de Janeiro

2011

Priscila Aguiar Bezerra

**Análise de Economias de Escala na Produção de Leite**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração de Economia Internacional.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Salazar Pessoa Brandão

Rio de Janeiro  
2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CCS/B

B574 Bezerra, Priscila Aguiar.  
Análise econômica da escala na produção de leite / Priscila Aguiar  
Bezerra. – 2011.  
52 f.

Orientador: Antônio Salazar Pessoa Brandão  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas.  
Bibliografia: f. 50-52.

1. Economia de escala – Teses. 2. Leite – Produção – Teses. I.  
Brandão, Antônio Salazar Pessoa. II. Universidade do Estado do Rio  
de Janeiro. Faculdade de Ciências Econômicas. III. Título.

CDU 33:637.11

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

---

Assinatura

---

Data

Priscila Aguiar Bezerra

## **Análise de Economias de Escala na Produção de Leite**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Economia Internacional.

Aprovada em 28/09/2011

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Antonio Salazar Pêsoa Brandão (Orientador)  
Faculdade de Ciências Econômicas da UERJ

---

Prof. Dr. José Welisson Rossi  
Faculdade de Ciências Econômicas da UERJ

---

Prof. Dr. Paulo Fernando Cidade de Araújo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da USP

Rio de Janeiro  
2011

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Antônio Salazar Pessoa Brandão pelo grande orientador que foi na preparação da minha dissertação. Presente em minha vida profissional desde a graduação, com sua inteligência, disponibilidade e paciência, pôde proporcionar-me conhecimento e aprimoramento teórico.

Ao professor José Welisson Rossi. Transmite seu vasto ensinamento adquirido com toda sua experiência de forma simples e objetiva. Agradeço pela enorme vontade de ensinar a todos os seus alunos.

Ao professor Sebastião Teixeira Gomes pela sua gentileza em receber-me na Universidade Federal de Viçosa e pela sua disponibilidade, simplicidade e clareza em me explicar seu trabalho.

Ao professor Paulo Fernando Cidade de Araújo, pela sua disponibilidade em presenciar a minha banca de dissertação e pela sua dedicação com meu trabalho, contribuindo para um maior enriquecimento deste estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelas oportunidades que recebi durante os anos do curso através da concessão de bolsa de estudos por esta instituição.

Ao Sebrae de Minas Gerais e Rio de Janeiro, por me permitirem usar os dados do trabalho, em especial, Maurício César Gomes de Salles, que sempre se mostrou disponível em me ajudar.

Ao professor Carlos Augusto de Oliveira da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que iniciou os esclarecimentos quanto à atividade leiteira.

Aos amigos da UERJ, em especial, Thiago Sayão e Rosângela, por toda ajuda teórica e administrativa na realização do meu trabalho.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Ciências Econômicas da UERJ, pelas experiências vividas e aprendizado adquirido durante os dois anos de mestrado.

Finalmente, agradeço a todos que não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir essa etapa tão importante na minha vida, cujos ensinamentos levarei para sempre.

## RESUMO

Bezerra, Priscila Aguiar. *Análise de Economias de Escala na Produção de Leite*. 2012. 52f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Este trabalho procurou analisar o sistema produtivo da atividade leiteira em Minas Gerais, identificando a capacidade dos produtores em permanecer no negócio, a longo prazo, através da estimação da função custo translogarítmica. O estudo demonstrou que os produtores analisados ainda praticam altos custos por unidade produzida, sugerindo baixa eficiência dos estabelecimentos e falhas na administração do empreendimento. Os resultados econométricos revelam a possibilidade de ganhos de escala, no que se refere à alocação e melhor aproveitamento dos recursos, ou seja, as propriedades apresentam economias de escala. No entanto, retornos crescentes de escala não são compatíveis com a existência de mercados competitivos, sinalizando que os produtores enfrentam restrições geradas pelas imperfeições de mercado. O conhecimento dessas imperfeições é essencial à formulação de políticas econômicas e de organizações privadas que visem ao desenvolvimento econômico deste mercado, que atualmente é o sexto maior do mundo. Além disso, os resultados das elasticidades mostram que o produtor é mais sensível às variações de preços na mão-de-obra do que às variações nos demais fatores, reduzindo em maior proporção o uso do trabalho na produção, à medida que seu preço aumenta. Isto evidencia a principal característica regional da produção leiteira no país, que é o uso intensivo do fator trabalho. Também foi identificado que os medicamentos, alimentos e energia, denominados no estudo de fator dispêndio, são os mais difíceis e o mais difícil de serem substituídos na produção, devido às particularidades no uso dos componentes deste insumo. Por fim, os valores positivos encontrados para as elasticidades parciais de substituição de Allen confirmam a substitutibilidade entre os fatores.

Palavras-chave: Alocação de recursos; Custo de produção; Economias de escala; Elasticidades; Leite.

## ABSTRACT

This study analyzes the production system of dairy farming in Minas Gerais, identifying the ability of producers to stay in business in the long run, by estimating the translog cost function. The study showed that the producers still have high costs per unit, suggesting low efficiency of facilities and mismanagement of the enterprise. The econometric results show the existence of economies of scale in relation to allocation and better utilization of resources. However, increasing returns to scale are not compatible with the existence of competitive markets, indicating that producers face constraints generated by market imperfections. Knowledge of these shortcomings is essential to the formulation of economic policies and private organizations that address the economic development of this market, which is currently the sixth largest in the world. In addition, the results show that elasticities of the producer is more sensitive to price changes in labor than to changes in other factors, reducing the use of a higher proportion of labor in production, as its price increases. This highlights the main feature of the regional dairy production in the country, which is the intensive use of labor. The study has also identified that the use of selected inputs, such as medication, food and energy, identified in the study as expense factor, are the most difficult to replace due to peculiarities in the use of components of this material. Finally, the positive values founds for the partial Allen elasticities of substitution confirm the substitutability between factors.

Keywords: Resource allocation, cost of production, economies of scale, elasticities, milk

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1	- Distribuição dos produtores de leite da amostra de Minas Gerais por regiões e estratos de produção, em 2005.....	26
Tabela 2	- Distribuição percentual do capital investido nas propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005.....	28
Tabela 3	- Rendas e custos das propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005 (em R\$).....	29
Tabela 4	- Margens das propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005 (em R\$).....	30
Tabela 5	- Taxas de remuneração do capital investido (em % ao ano).....	31
Tabela 6	- Distribuição percentual do capital investido nas propriedades da amostra do Rio de Janeiro, em 2009.....	33
Tabela 7	- Produção de leite / vaca em lactação das propriedades da amostra do Rio de Janeiro, em 2009.....	33
Tabela 8	- Margens das propriedades da amostra do Rio de Janeiro, em 2009 (em R\$).....	34
Tabela 9	- Taxas de remuneração do capital investido (em % ao ano).....	34
Tabela 10	- Estimativas dos coeficientes da função custo translogarítmica para o estado do Rio de Janeiro.....	35
Tabela 11	- Estimativas dos coeficientes da função custo translogarítmica para o estado de Minas Gerais.....	36
Tabela 12	- Matriz de correlação dos erros.....	37
Tabela 13	- Testes de Wald dos coeficientes.....	38
Tabela 14	- Índices de economias de escala, por estratos de produção.....	39
Tabela 15	- Elasticidades de substituição com base na função custo translog.....	40
Tabela 16	- Elasticidades-preço e elasticidades-cruzadas com base na função custo translog.....	41



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Construção da curva de Custo Médio.....	15
Gráfico 2	- Custos médios de longo e curto prazos.....	17
Gráfico 3	- Produção anual de leite em mil litros de 1990 a 2009.....	25
Gráfico 4	- Distribuição da amostra de Minas Gerais de acordo com a produção diária.....	27
Gráfico 5	- Produção de leite / vaca em lactação das propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005.....	28
Gráfico 6	- Distribuição da amostra do Rio de Janeiro de acordo com a produção diária.....	32
Gráfico 7	- Amostra dos produtores entrevistados utilizada na coleta de dados do Rio de Janeiro.....	32
Gráfico 8	- Curva de Custo Médio em R\$/litros.....	42

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	10
<b>1</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	15
1.1	<b>A função custo e suas propriedades.....</b>	18
1.2	<b>O caso da função custo transcendental logarítmica.....</b>	18
1.3	<b>A obtenção dos índices de economias de escala.....</b>	23
1.4	<b>A obtenção das elasticidades.....</b>	23
1.5	<b>Descrição das variáveis.....</b>	24
1.6	<b>Descrição dos dados.....</b>	25
1.7	<b>Caracterização da amostra.....</b>	25
1.7.1	<u>Amostra de Minas Gerais.....</u>	26
1.7.2	<u>Amostra do Rio de Janeiro.....</u>	31
<b>2</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	35
2.1	<b>Resultados econométricos.....</b>	35
2.2	<b>Índices de economias de escala.....</b>	38
2.3	<b>Cálculo das elasticidades.....</b>	39
2.4	<b>Obtenção da curva de Custo Médio.....</b>	42
2.5	<b>Discussões sobre os resultados.....</b>	43
<b>3</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	47
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	48

## INTRODUÇÃO

### A história do mercado de leite no Brasil

A cadeia produtiva do leite é dividida em quatro segmentos por Canziani (2003), desde a produção do leite até a venda ao consumidor final. O primeiro segmento é o fornecimento de insumos, como produtos veterinários, rações, vacas, máquinas e equipamentos, adubo, entre outros, para os produtores de leite. O segundo segmento é o setor de produção formado por produtores independentes e cooperativas. No terceiro segmento está concentrada a indústria do leite, onde o leite cru, *in natura*, produzido na segunda fase da cadeia do leite, recebe algum tipo de processamento, gerando produtos como leite UHT, pasteurizado, leite em pó, creme de leite, queijo, manteiga, etc. Por fim, no quarto segmento, ocorre a distribuição desses produtos para o consumidor final, passando pelas redes de varejo (padarias, supermercados e outras) e atacado.

Durante muitos anos, o mercado brasileiro de laticínios foi marcado por forte intervenção governamental na forma de controle de preços e de importações. Porém, a partir da década de 90, esse mercado passou por profundas transformações, sendo a cadeia produtiva do leite, dentre todas as cadeias produtivas agropecuárias, a que mais experimentou dessas modificações, de acordo com Gomes (2001).

As mudanças estruturais que marcaram e modificaram o rumo da cadeia do agronegócio do leite no Brasil, ocorridas nos anos 90, foram motivadas pela liberação do preço do leite em 1991, estabilização dos preços com o Plano Real em 1994 e pela abertura comercial iniciada no governo Collor.

A liberação do preço do leite ocorreu em 1991 com o fim do tabelamento de preços, após 46 anos de regulamentação do Estado. Esse controle estatal era explicado através da proteção aos consumidores, principalmente em virtude das altas taxas de inflação, segundo Martins (2002), e pela proteção ao produtor contra o oligopsônio industrial, de acordo com Paulillo et al (2002). No entanto, nesse período de tabelamento de preços, apenas foram observadas baixas taxas de crescimento da produção, acompanhadas de desestímulo aos investimentos, pouca especialização do rebanho, dependência de importações e fortalecimento do mercado informal, além de baixos índices zootécnicos e restrita adoção de práticas higiênico-sanitárias.

Com a abertura comercial, seguindo as recomendações da negociação agrícola da Rodada Uruguai, que reduziu restrições não-tarifárias e quantitativas às importações de derivados lácteos, a criação do Mercosul no início da década de 90, quando foram banidas as tarifas de importação entre os países-membros, estipulando-se a Tarifa Externa Comum (TEC), o que facilitou a importação de produtos lácteos da Argentina e Uruguai, a criação do Plano Real, que fez com que a importação de leite aumentasse de forma significativa, principalmente o leite em pó, e a reforma tributária brasileira no início dos anos 90, o segmento lácteo se viu exposto à concorrência de empresas de grande porte e aos preços praticados no mercado internacional. Logo, a situação de baixa produtividade do rebanho, a reduzida produção por propriedade e a qualidade inferior do leite passaram a ser os desafios que precisavam ser vencidos, visando o aumento da competitividade frente aos produtos importados.

A partir de então, torna-se necessária a verticalização da cadeia de produção leiteira, entre os produtores rurais, indústrias de processamento e as redes varejistas, a fim de produzir e comercializar o leite no Brasil de forma mais eficiente.

De acordo com o estudo de Leite e Gomes, em 2001, os reflexos desse novo ambiente surgem através da maior especialização do setor produtivo, da redução do número de produtores caracterizada pelo processo de aquisição de pequenos laticínios locais por empresas multinacionais iniciado na década de noventa com continuidade nos anos 2000, e do aumento da escala de produção e da produtividade.

Diante dessa nova realidade da indústria de leite no país, desde 2005 até 2009 (últimos dados disponíveis), o Brasil ocupa a sexta posição de maior produtor mundial de leite, apesar de ainda apresentar baixa produtividade, medida em toneladas por cabeça de vaca ordenhada, em relação a países como Estados Unidos, que é o maior produtor de leite do mundo, Reino Unido, Alemanha e França, segundo dados da Food and Agriculture Organization (FAO).

Porém, o aumento da produção, em virtude da maior exposição à concorrência mundial, não ocorreu somente em termos nacionais, mas também nos mercados regionais. A produção leiteira, que antes se concentrava em Minas Gerais e São Paulo, foi sendo intensificada também em outras regiões, como no Centro-Oeste brasileiro, especialmente em Goiás, apresentando, desde 1996 a 2008, uma taxa média de crescimento anual de 12,6% da região Centro-Oeste, de acordo com dados do IBGE. Outra região que desfrutou das vantagens fornecidas pelas mudanças dos anos 90 no mercado do leite foi a região Sul, registrando uma taxa média anual de crescimento da produção de 14,6%.

Concluindo, a distribuição da produção de leite no Brasil não é simétrica, tendo em vista que muitos produzem pouco e poucos produzem muito (GOMES; ZOCCAL, 2001). A participação relativa do grande produtor na produção total aumentou muito nos últimos anos, onde cerca de 20% dos produtores detém a maior parte da produção.

Sendo assim, os estudos levam a crer que têm ocorrido ganhos de concentração das indústrias com a finalidade de alcançar novos níveis de competitividade e eficiência. Os produtores com esse perfil se concentram em bacias leiteiras já estabelecidas principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Paraná. Em meio aos especializados, inúmeros pequenos produtores estão distribuídos por todo o território nacional e vivem da renda gerada na atividade, que ainda é vital para a agricultura familiar. Sabendo que a determinação dos níveis de escalas de produção pode indicar a correta alocação dos recursos produtivos e auxiliar nas políticas comerciais adotadas pelos estabelecimentos, é importante indagar se os produtores possuem os recursos financeiros e as condições necessárias para implementar as mudanças citadas anteriormente, isto é, qual seria o preço mínimo para manter o produtor de leite na atividade a fim de que ele resista à queda dos preços recebidos pelo produtor.

O objetivo principal deste trabalho será verificar a relação entre escala de operação de produtores de leite com seus custos de produção, isto é, a existência ou não de economias de escala, a fim de calcular os índices de economias de escala (IES), que, somados à obtenção de indicadores de eficiência econômica, poderão ser úteis à formulação de políticas voltadas para esse mercado, além da análise de possibilidades de sobrevivência dos grupos de propriedades estudados, cujos dados foram extraídos da pesquisa mais recente realizada pelo professor Sebastião Teixeira Gomes, dando continuidade ao trabalho realizado por Gomes (2006).

Complementando o conteúdo informativo econômico, neste trabalho também serão estimadas as elasticidade da demanda pelos fatores de produção da atividade leiteira e as elasticidades-cruzadas destes fatores, o que vai permitir averiguar como o produtor se comporta em relação à variação dos preços dos insumos e à substituição de fatores.

## **Revisão bibliográfica**

Segundo Gomes (2001), a partir dos anos 90, ocorreram profundas transformações no mercado de leite, cujas causas foram evidenciadas como: a) desregulamentação do mercado

de leite a partir de 1991; b) abertura comercial para o mercado internacional; c) estabilização dos preços da economia brasileira com o Plano Real a partir de 1994. Além disso, Zoccal (2001) destacou que a cadeia agroindustrial do leite desempenha papel importante no suprimento de outros alimentos e na geração de renda e empregos para o país.

A pesquisa feita por Gomes (2001), usando dados da Itambé de 1990 e 2000, os quais considerou como boas proxies de Minas Gerais, que é o maior produtor de leite do país, constatou que produtores que produziam até 50 litros por dia respondiam, em 1990, por 20,8% do leite da Itambé e, em 2000, passaram a responder por 2% da produção. Já os produtores que produziam mais de 500 litros/dia aumentaram de 10,4% para 59,5% em 2000. Ou seja, há uma assimetria na produção de leite, com muitos produzindo pouco e poucos produzindo muito.

Alves, Souza e Brandão (2001) analisaram a renda líquida de longo prazo de 963 estabelecimentos nacionais, todos com área menor que cem hectares, com base nos insumos terra, capital e trabalho, que é um indicador de sobrevivência do negócio, pois é o resíduo que sobra depois de se remunerar todos os fatores de produção. Logo, se a renda líquida de longo prazo for negativa é sinal de que o estabelecimento não tem futuro. Identificaram que 74% dos estabelecimentos analisados apresentaram renda líquida negativa. Concluíram que esse resultado foi devido à má alocação dos recursos, tanto para o fator capital e trabalho, quanto para o fator terra.

Alves (2001), ao analisar produtores de Minas Gerais, afirmou que há excesso no uso de insumos na produção de leite, especialmente de mão-de-obra, concluindo que os custos elevados de produção podem ser evitados otimizando o número de trabalhadores, a fim de proporcionar, também, um pagamento de salários mais justos aos empregados.

Ferreira (2002) fez trabalho semelhante a Alves (2001), confirmando o uso excessivo de mão-de-obra e identificando também que, além do número de trabalhadores, os produtores de leite de Minas Gerais deveriam minimizar o uso de concentrados na produção. Além disso, o autor verificou que os produtores menos eficientes apresentavam investimentos em máquinas e terra além do necessário para o nível de produção observado e ainda que a maior escala de produção é sempre desejada pelos produtores, no entanto, não garante a eficiência econômica.

Novamente, Alves (2004) analisou a existência de economias de escala em cerca de 1,8 milhões de estabelecimentos produtores de leite e verificou que os pequenos produtores, que respondiam por 72% da amostra, com menores níveis de renda apresentavam retornos

crecentes de escala, e são aqueles que sofrem com as imperfeições do mercado, impossibilitando-os de otimizar os seus respectivos níveis de produção.

Também Roberts et al. (2004), analisando produtores no estado de Rondônia, verificaram que os produtores que produzem até 50 litros diários estavam trabalhando com economias de escala, existindo espaço para crescimento dos pequenos produtores. No entanto, havia uma relação negativa entre eficiência de escala e algumas variáveis como número de vacas, mão-de-obra e gastos operacionais, o que foi concluído que ocorria no estado uma ineficiência de escala.

Gomes (2006) analisou uma amostra composta por 457 produtores de Rondônia, 292 de Tocantins e 485 estabelecimentos do Rio de Janeiro, com dados coletados entre os anos de 2002 a 2004, e mostrou uma escala ótima de produção em torno de 490 litros por dia, sendo que apenas 3,5% dos estabelecimentos operavam nesse nível ou acima dele. Concluiu, então, que os produtores analisados poderiam aumentar a produção, permitindo a redução do custo médio mínimo. O autor destacou que o estado do Rio de Janeiro apresenta diferentes características produtivas e tecnológicas em relação aos outros dois estados, o que favorece o aumento da produção e a conseqüente redução do custo médio nesse estado.

Zoccal (2004) e demais autores concluíram que há outros fatores que determinam a ineficiência na produção de leite, como o nível de conhecimento dos produtores familiares, que retarda o processo de inovação tecnológica. Estes sinalizaram que para a modernização do setor seriam necessárias medidas como: participação de programas de treinamento, incentivo à inovação tecnológica e maior organização e mobilização entre eles.

Zoccal (2001) concluiu que a produção brasileira de leite não é distribuída de maneira uniforme no país. Hoje, ela se concentra em cinco estados, Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul, Santa Catarina (que até 2007 era composta por São Paulo em vez de Santa Catarina) e Paraná, em torno de 70% da produção total. Daí, a necessidade de analisar economias de escala em diferentes estados.

De acordo com Brandão (1999), Minas Gerais, o maior produtor de leite do país, é o estado que talvez apresente a maior diversidade estrutural do Brasil, devida às diferenças físicas e climáticas existentes no estado, bem como às condições econômicas associadas à produção.

## 1. METODOLOGIA

Todo produtor racional, cujo comportamento é estudado na Economia, busca alcançar um nível de produção que proporcione a máxima eficiência econômica, ou seja, a minimização de custos. É importante ressaltar que, neste trabalho, considerou-se que a propriedade atua em um mercado competitivo, o que foi também baseado na história do mercado de leite brasileiro já explicada, e, portanto, não pode influenciar na determinação do preço de qualquer insumo utilizado no processo produtivo.

Sendo assim, utilizou-se a curva de custo médio (CTMe), onde estão embutidas informações importantes para o planejamento das propriedades, no tocante ao tamanho do estabelecimento e às escolhas futuras de alocação dos recursos.

De acordo com Varian (1996), o custo total de uma empresa é dado por:  $C(y) = CV(y) + CF$ , onde  $C$  é o custo total,  $y$  é a produção,  $CV$  o custo variável e  $CF$  o custo fixo.

Logo, dividindo a função custo pela quantidade produzida, obtém-se o custo médio, dado por:

$$CMe(y) = \frac{C(y)}{y} = \frac{CV(y)}{y} + \frac{CF}{y} = CVMe(y) + CFMe(y) \quad (1)$$

Como o custo fixo médio declina com o aumento da produção e o custo variável médio aumenta com o incremento da quantidade produzida, a curva de custo médio, em função de  $y$ , possui formato de U, como pode ser visto no gráfico abaixo:

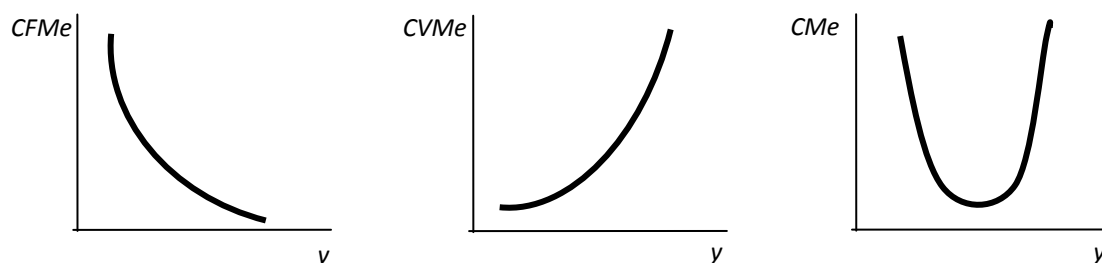


Gráfico 1 – Construção da curva de custo médio  
Fonte: Varian, H.R. Microeconomia. p. 386

Segundo a teoria microeconômica, pode-se estabelecer uma relação entre a curva de custo médio e as elasticidades de escala:



$$\frac{dCM_e(y)}{dy} = \frac{\frac{dC(y)}{dy} y - C(y)}{y^2} = \frac{\frac{dC(y)}{dy}}{\frac{y}{y}} - \frac{CM_e(y)}{y} \quad \therefore \frac{y}{CM_e(y)} \frac{dCM_e(y)}{dy} = \frac{dC(y)}{dy} \frac{1}{\frac{y}{CM_e(y)}} - 1 = \frac{dC(y)}{dy} \frac{y}{C(y)} - 1 \quad (2)$$

Portanto, se a derivada da curva de custo médio é positiva, o índice de economias de escala, que é dado por  $\frac{dC(y)}{dy} \frac{y}{C(y)}$ , de acordo com Pyndick (1995), será maior do que 1, como pode ser observado na equação acima demonstrada, significando que há deseconomias de escala. Do mesmo modo, quando a derivada da curva de custo médio em relação à produção é negativa, o índice de economias de escala será menor do que 1, indicando que a propriedade opera com economias de escala.

Quando há economias de escala, a empresa é capaz de duplicar sua produção com menos do que o dobro dos insumos. Esse modelo de produção é compatível com o crescimento contínuo e ilimitado dos estabelecimentos, o que pode ser considerado uma situação irreal, exceto para um ramo da função de produção.

No entanto, na presença de deseconomias de escala, a duplicação da produção exige que os custos mais que dobrem de valor. Em um ambiente competitivo, as firmas convergem desse estágio de produção para um tamanho ótimo, que é o economicamente mais eficiente.

Estes conceitos apresentados acima são derivados da relação das curvas de custo médio de curto prazo com a curva de custo médio de longo prazo, que é a envoltória inferior das curvas de custo médio de curto prazo. Isso ocorre porque, no longo prazo, a empresa poderá alterar o tamanho de sua fábrica, sendo assim, ela sempre escolherá a opção que minimize o custo médio de produção. O gráfico abaixo mostra que, quando a empresa atua no trecho de deseconomias de escala, ela opera com uma capacidade além da ótima e, quando ela está no trecho de economias de escala, a empresa produz aquém do ótimo, como é mostrado no gráfico abaixo:

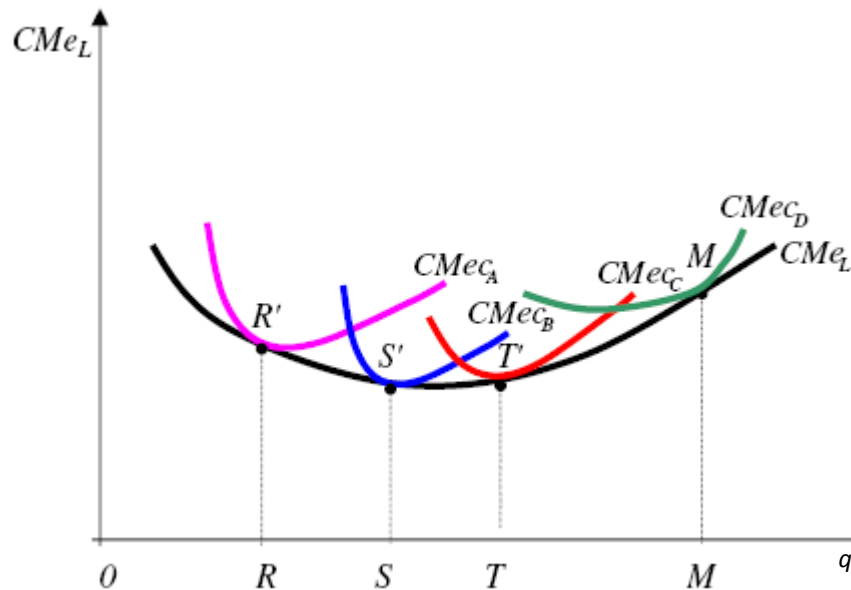


Gráfico 2 – Custos médios de longo e curto prazos  
Fonte: A autora

Considerando quatro tamanhos de plantas (A, B, C e D), com suas respectivas curvas de custo médio de curto-prazo ( $CMec_A$ ,  $CMec_B$ ,  $CMec_C$  e  $CMec_D$ ). Para produzir OR, o menor custo médio é  $RR'$  na curva de custo médio de curto prazo da planta A. Para produzir OS, o menor custo médio é  $SS'$  na curva de custo médio de curto-prazo da planta B. Para produzir OT e OM, os menores custos médios são  $TT'$  e  $MM'$ , respectivamente, sobre  $CMec_C$  e  $CMec_D$ . Unindo os pontos  $R'$ ,  $S'$ ,  $T'$  e  $M'$ , obtém-se a curva de custo médio de longo prazo. Para a produção OT, a curva de  $CMeLP$  tangencia a curva de  $CMec_C$  no ponto mínimo  $T'$ . Esse fato revela que a produção OT é a produção ótima para uma dada dimensão da planta escolhida.

Além dessas análises microeconômicas, neste trabalho, também será apresentada a estrutura da demanda dos fatores de produção, verificando a sensibilidade dos sistemas de produção com as variações dos preços dos insumos.

Para isso, serão calculadas as elasticidades parciais de substituição de Allen, como foram abordadas no trabalho do Rossi (1985), estimando as possibilidades de substituição entre os fatores de produção. Também serão obtidas as elasticidades-preço da demanda para avaliar a magnitude das variações de preço dos insumos na quantidade produzida de leite das propriedades estudadas.

### 1.1 A função custo e suas propriedades:

Para a verificação da existência ou não de economias de escala na produção de leite e a conseqüente obtenção dos índices de economia de escala, será utilizada a função custo neste trabalho. Devido à dualidade, tanto a função custo quanto a função de produção poderiam ser utilizadas, porém, Binswanger (1974) realizou um estudo, no qual ele verificou que a função custo apresenta algumas vantagens em relação à função de produção na estimação de parâmetros de produção, analisados a seguir: a) no uso da função custo, não é necessário impor a homogeneidade de grau 1 no processo de produção, já que a função custo é homogênea de grau 1 nos preços dos fatores ( $c[tw,y] = t.c[w,y]$ ;  $t > 0$ ), tendo em vista que a duplicação no preços dos fatores dobra os custos, sem alterar a razão entre os fatores; b) na estimação dos coeficientes, usando a função custo, os preços dos fatores assumem o papel da variável explanatória, que podem ser mais acessíveis, enquanto que, no uso da função de produção, a quantidade dos fatores é a variável independente, mais difícil de ser obtida; c) se a função de produção é usada para obtenção das elasticidades de substituição e das demandas dos fatores, a matriz das estimativas dos coeficientes da função de produção tem que ser invertida, o que aumenta os erros de estimação, ao contrário da função custo, onde a inversão não é necessária; d) e por último, na função custo, reduzem-se os problemas de multicolinearidade que podem ocorrer na função de produção.

A função custo é definida como:  $C(w,y) = \min \{w \cdot x : x \in V(y)\}$ ;  $x \geq 0$ , onde  $w$  é o vetor dos preços dos insumos,  $x$  é a quantidade de insumos utilizada no processo produtivo e  $V(y)$  é o conjunto de todas as cestas de insumos que produzem pelo menos  $y$  unidades de produto. Ela representa o custo mínimo de se produzir determinado nível de produto e a equação acima representa a combinação ótima de insumos para produzir  $y$  unidades de produto, sendo os preços dos fatores exógenos.

Lembrando que a função custo a ser estimada deve satisfazer as seguintes propriedades: a) para  $y = 0$ ,  $C(w,0) = 0$ ; b) *estritamente crescente em y*; c) *crescente em w*; d) *côncava e contínua em w*; e) *homogênea de grau 1 em w*.

## 1.2 O caso da função custo transcendental logarítmica:

Para o tipo de estudo em questão, Binswanger (1974) propôs a função custo transcendental logarítmica (translog), a qual apresenta vantagens em adaptação e aproximações a diversos outros modelos, através da imposição de restrições, como homoteticidade e homogeneidade, e é neutra em relação às diferenças no conceito de eficiência econômica entre diferentes unidades observadas. Além disso, as equações de estimação da função custo translog são lineares nos logaritmos.

Em seu trabalho de 1985, Rossi atenta para outras vantagens da função translog, como a não imposição de restrição aos valores das elasticidades parciais de substituição de Allen, o que não ocorre em relação às funções Cobb-Douglas e CES, que restringem essas elasticidades a serem, respectivamente, constantes iguais a 1 para todos os pares de insumos e simplesmente constantes, mas com as variáveis elasticidades mantendo proporções fixas entre si.

Rossi (1985) também destaca que, diferentemente da Cobb-Douglas, na função translog, a elasticidade de substituição entre K e L, por exemplo, independe dos níveis de outro fator N, ou seja, os insumos são fracamente separáveis entre si, o que significa dizer que a taxa marginal de substituição entre dois insumos não é afetada pelas quantidades utilizadas de N.

Neste trabalho, a função custo translog será a mesma que foi utilizada por Gomes (2006), obtida através da aplicação de logaritmos naturais à função custo e da sua expansão por meio de uma série de Taylor de segunda ordem, em torno de  $\ln(y) = 0$  e  $\ln(w_i) = 0$ ; onde  $i = k$  (capital),  $t$  (terra),  $m$  (mão-de-obra),  $d$  (dispêndios). Logo, a função custo translog a ser estimada é:

$$\ln C(w, y) = \beta_0 + \beta_y \ln(y) + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln w_i + \sum_{i=1}^n \beta_{iy} \ln w_i \ln y + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \frac{1}{2} \beta_{yy} (\ln y)^2, \quad (3)$$

Onde  $C(w, y)$  é o custo mínimo para o nível  $y$  de produção de leite, dada em litros, “ $i$ ” representa os insumos capital, terra, mão-de-obra e dispêndio, cujos preços são dados em reais (R\$) e  $n$  é igual a 4.

A expansão de Taylor de segunda ordem será demonstrada abaixo, partindo do logaritmo de uma função custo que tem como variáveis, para meios de simplificação, o logaritmo do preço do insumo 1 ( $P_1$ ), logaritmo do preço do insumo 2 ( $P_2$ ) e logaritmo da produção ( $Y$ ):

$$\text{Seja: } \log C = C(\log P_1, \log P_2, \log Y),$$

$$\begin{aligned} \log C = & C(0,0,0) + \log P_1 \frac{\partial C}{\partial \log P_1} + \log P_2 \frac{\partial C}{\partial \log P_2} + \log Y \frac{\partial C}{\partial \log Y} + \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_1^2} (\log P_1)^2 + \right. \\ & \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_1 \partial \log P_2} \log P_1 \log P_2 + \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_1 \partial \log Y} \log P_1 \log Y + \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_2^2} (\log P_2)^2 + \\ & \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_2 \partial \log Y} \log P_2 \log Y + \frac{\partial^2 C}{\partial \log Y^2} (\log Y)^2 + \\ & \left. \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_1 \partial \log Y} \log P_1 \log Y + \frac{\partial^2 C}{\partial \log P_2 \partial \log Y} \log P_2 \log Y \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

Logo, pela função custo translog, os parâmetros da equação são iguais a:

$$\beta_0 = \ln C; \beta_y = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y}; \beta_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i}; \beta_{iy} = \frac{\partial^2 \ln C}{\partial \ln w_i \partial \ln y}; \beta_{ij} = \frac{\partial^2 \ln C}{\partial \ln w_i \partial \ln w_j}; \beta_{yy} = \frac{\partial^2 \ln C}{\partial \ln y^2} \quad (5)$$

A homogeneidade linear nos preços dos fatores é definida como  $\lambda C(y, P_1, \dots, P_n) = C(y, \lambda P_1, \dots, \lambda P_n)$ . Isso implica as seguintes restrições para os parâmetros:

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1 \text{ e } \sum_{i=1}^n \beta_{iy} = \sum_{i=1}^n \beta_{ij} = \sum_{j=1}^n \beta_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} = 0 \quad (6)$$

Sendo assim, os parâmetros da função custo podem ser obtidos por meio da estimação de um sistema de  $n$  equações compostas pelas parcelas de custo, dadas a partir do lema de Shepard, verificado pela aplicação da derivada na função em relação aos preços dos fatores, obtendo-se a demanda derivada de cada fator:

$$x_i = \frac{\partial C}{\partial w_i} \quad (7)$$

No entanto, sabe-se que:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i} = \frac{\partial C}{\partial w_i} \frac{w_i}{C} = \frac{w_i x_i}{C} = S_i \quad (8)$$

Onde  $S_i$  representa a participação do insumo  $i$  no custo total, cujo valor deve ser positivo para garantir propriedade da monotonicidade da função custo. A aplicação deste resultado na função translog permite obter a seguinte função de parcela de custo:

$$S_i = \beta_i + \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln w_j + \beta_{iy} \ln y \quad (9)$$

Em virtude das restrições dadas em (6), os parâmetros de uma equação de parcela de custo poderão ser obtidos a partir dos parâmetros das demais equações. Sendo assim, calcular-se-á conjuntamente a função custo total com as equações das parcelas de custo, formando um sistema de regressão multivariada.

Como os erros das equações são contemporaneamente correlacionados (o erro numa equação de parcela de custo deverá ser compensado com os erros das demais parcelas para que todas somem 1), o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), por ignorar essas correlações, não seria estatisticamente eficiente.

Esta metodologia foi usada em diversos trabalhos, como Zellner (1962), Christensen e Greene (1976), Ray (1982), Rossi (1985), Albuquerque (1987), Garcia (2004) e Gomes (2006).

Portanto, a estimação será feita pelo método SUR (regressão aparentemente não relacionada), desenvolvido por Zellner (1962). O autor constatou que, em casos de obtenção de parâmetros das equações que apresentam correlação contemporânea, chamadas de aparentemente não relacionadas, a estimação conjunta por mínimos quadrados generalizados é melhor do que o processo de mínimos quadrados com uma equação única, em virtude da informação adicional proporcionada pela correlação entre seus erros.

É importante que se faça um teste para ver se a correlação entre os erros é significativamente diferente de zero. Se a hipótese nula de correlação zero não é rejeitada, então não há evidência para sugerir que a SUR seja melhor do que a MQO separada.

No método feito por Gomes (2006), estimou-se  $(n-1)$  equações de parcela do custo para evitar o problema de singularidade da matriz de variância e covariância dos erros. Logo, estima-se o sistema e obtém-se o restante dos parâmetros por diferença, de acordo com as restrições em (6) e com as restrições de simetria dadas pela matriz dos termos de substituição

da demanda de fatores ( $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ , para  $i \neq j$ ), impostas pela propriedade de homogeneidade de grau 1 nos preços dos insumos.

O sistema de equações sem as restrições de homogeneidade linear é dado por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ln C = \beta_0 + \beta_y \ln(y) + \beta_k \ln w_k + \beta_t \ln w_t + \beta_m \ln w_m + \beta_d \ln w_d + 0,5[\beta_{kk} (\ln w_k)^2 + \\ 2\beta_{kt} \ln w_k \ln w_t + 2\beta_{km} \ln w_k \ln w_m + 2\beta_{kd} \ln w_k \ln w_d + \beta_{tt} (\ln w_t)^2 + 2\beta_{mt} \ln w_m \ln w_t + \\ 2\beta_{dt} \ln w_d \ln w_t + \beta_{mm} (\ln w_m)^2 + 2\beta_{dm} \ln w_d \ln w_m + \beta_{dd} (\ln w_d)^2] + \\ \beta_{ky} \ln w_k \ln y + \beta_{ty} \ln w_t \ln y + \beta_{my} \ln w_m \ln y + \beta_{dy} \ln w_d \ln y + 0,5 \beta_{yy} (\ln y)^2 \\ \\ S_k = \beta_k + \beta_{kk} \ln w_k + \beta_{kt} \ln w_t + \beta_{km} \ln w_m + \beta_{kd} \ln w_d + \beta_{ky} \ln y \\ S_t = \beta_t + \beta_{tk} \ln w_k + \beta_{tt} \ln w_t + \beta_{tm} \ln w_m + \beta_{td} \ln w_d + \beta_{ty} \ln y \\ S_m = \beta_m + \beta_{mk} \ln w_k + \beta_{mt} \ln w_t + \beta_{mm} \ln w_m + \beta_{md} \ln w_d + \beta_{my} \ln y \\ S_d = \beta_d + \beta_{dk} \ln w_k + \beta_{dt} \ln w_t + \beta_{dm} \ln w_m + \beta_{dd} \ln w_d + \beta_{dy} \ln y \end{array} \right. \quad (10)$$

Assim como foi feito por Gomes (2006), optou-se por retirar o insumo dispêndio do sistema, por motivos de não precisão e confiança nos dados dessa variável. Com isto, assumindo que  $t = 1/w_d$  em  $C(tw, y) = t C(w, y)$ , para todo  $t > 0$ , tem-se um novo sistema de equações a ser estimado, dado por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ln(C/w_d) = \beta_0 + \beta_y \ln(y) + \beta_k \ln(w_k/w_d) + \beta_t \ln(w_t/w_d) + \beta_m \ln(w_m/w_d) + \\ 0,5[\beta_{kk} (\ln w_k/\ln w_d)^2 + 2\beta_{kt} \ln(w_k/w_d) \ln(w_t/w_d) + 2\beta_{km} \ln(w_k/w_d) \ln(w_m/w_d) + \\ \beta_{tt} (\ln w_t/\ln w_d)^2 + 2\beta_{mt} \ln(w_m/w_d) \ln(w_t/w_d) + \beta_{mm} (\ln w_m/\ln w_d)^2] + \beta_{ky} \ln(w_k/w_d) \ln y \\ + \beta_{ty} \ln(w_t/w_d) \ln y + \beta_{my} \ln(w_m/w_d) \ln y + 0,5 \beta_{yy} (\ln y)^2 \\ \\ S_k = \beta_k + \beta_{kk} \ln(w_k/w_d) + \beta_{kt} \ln(w_t/w_d) + \beta_{km} \ln(w_m/w_d) + \beta_{ky} \ln y \\ S_t = \beta_t + \beta_{tk} \ln(w_k/w_d) + \beta_{tt} \ln(w_t/w_d) + \beta_{tm} \ln(w_m/w_d) + \beta_{ty} \ln y \\ S_m = \beta_m + \beta_{mk} \ln(w_k/w_d) + \beta_{mt} \ln(w_t/w_d) + \beta_{mm} \ln(w_m/w_d) + \beta_{my} \ln y \end{array} \right. \quad (11)$$

Após a estimação do modelo por SUR, testam-se algumas hipóteses em relação à função translog. A primeira hipótese será impor homoteticidade à função de produção ( $\beta_{iy} = 0$ ). O segundo teste será impor homoteticidade e homogeneidade à função de produção ( $\beta_{iy} = 0$  e  $\beta_{yy} = 0$ ). A terceira hipótese será de imposição de elasticidade de substituição entre os fatores de produção unitária ( $\beta_{ij} = 0$ ). E, finalmente, também será testada a função custo Cobb-Douglas, cuja elasticidade de substituição entre os fatores de produção é unitária, independentemente dos retornos de escala.

Esses testes serão feitos através dos testes dos coeficientes, os chamados Wald Coefficient Tests, a fim de comparação entre as estimativas dos coeficientes de cada modelo.

### 1.3 A obtenção dos índices de economias de escala:

Os índices de economia de escala (IES) serão obtidos de acordo com o conceito microeconômico, Pindyck (2005), de que a curva de custo médio é decrescente no trecho de economias de escala.

Sendo assim, sabendo que  $Cme = C / Y$ , a derivada do custo médio, que mede a inclinação da curva, será:

$$\frac{\partial Cme}{\partial Y} = \left[ \frac{\partial C}{\partial Y} \cdot Y - C \right] \frac{1}{Y^2} = \frac{\partial C}{\partial Y} \cdot \frac{1}{Y} - \frac{C}{Y^2} = \frac{C}{Y^2} \left[ \frac{\partial C}{\partial Y} \cdot \frac{Y}{C} - 1 \right] = \frac{C}{Y^2} \left[ \frac{\partial \log C}{\partial \log Y} - 1 \right] \quad (12)$$

Para que a curva de custo médio seja decrescente, a condição  $\frac{\partial \log C}{\partial \log Y} < 1$  tem que ser atendida, onde, de acordo com a função custo translog do trabalho,  $\frac{\partial \log C}{\partial \log Y} = \beta_y + \sum_{i=1}^n \beta_{iy} \ln w_i + \beta_{yy} \ln y$ . Logo, os índices de economia de escala serão dados por:

$$IES = 1 - (\beta_y + \beta_{yy} \ln y + \beta_{ky} \ln w_k + \beta_{ty} \ln w_t + \beta_{my} \ln w_m + \beta_{dy} \ln w_d) \quad (13)$$

Se IES é positivo, há economias de escala, se IES é negativo, há deseconomias de escala e se IES é nulo, há retornos constantes de escala.

### 1.4 A obtenção das elasticidades:

De acordo com Rossi (1985), as fórmulas para as elasticidades de substituição de Allen, desenvolvidas por Uzawa (1962), para todo  $i \neq j$ , quando aplicadas à função custo translog, são dadas por:



$$\begin{cases} \sigma_{ii} = \frac{1}{S_i^2} (\beta_{ii} + S_i^2 - S_i) \\ \sigma_{ij} = \frac{1}{S_i S_j} (\beta_{ij} + S_i S_j) \end{cases} \quad (14)$$

Da relação estabelecida por Allen entre essas elasticidades e as elasticidades-preço da demanda, segue-se que estas últimas são obtidas através das seguintes fórmulas:

$$\varepsilon_{ij} = S_j \sigma_{ij} \quad (15)$$

### 1.5 Descrição das variáveis:

As variáveis do modelo foram determinadas com base na mesma metodologia utilizada por Gomes (2006), dadas a seguir:

A) Capital: compõe-se de benfeitorias, máquinas e equipamentos, animais utilizados na produção e serviços, e forrageiras não naturais, ou seja, pastagens plantadas.

*Preço do capital* =  $\frac{\text{valor de fluxo}}{\text{valor de estoque}}$ , onde o valor de fluxo é dado pelos juros

mais depreciação, considerando que Sebastião Teixeira Gomes considera juros igual a  $[(\text{Capital inicial} + \text{Capital final})/2] \times 6\%$ , depreciação igual a  $(\text{Valor novo} - \text{valor residual})/\text{vida útil}$  e valor do estoque como o valor novo do capital  $\times$  percentual do seu uso na atividade leiteira.

O valor residual das benfeitorias, máquinas e equipamentos, e animais será considerado igual a zero, como feito por Gomes (2006). Este procedimento foi sugerido por Buarque (1991).

B) Terra: adotou-se o cálculo proposto por Alves, Souza e Brandão (2001).

*Preço da terra* = 4% sobre o valor da terra

- C) Mão-de-Obra: o preço da mão-de-obra foi calculado considerando o somatório das despesas com mão-de-obra contratada e familiar, dividido pelo número de dias trabalhados.
- D) Dispêndio: essa variável compõe-se das despesas diretas com alimentação dos animais, medicamentos e energia. Seu preço foi calculado através da divisão entre os gastos totais com esses custeios e as suas respectivas quantidades. Para os componentes cujos dados disponíveis eram somente os referentes à quantidade, como volume de combustíveis ou medicamentos, adotou-se o preço unitário. Por exemplo, uma determinada propriedade informou que gastou em um ano 200 litros de gasolina na produção. Sendo assim, o preço da gasolina foi determinado como R\$ 1,00 o litro de gasolina.

### **1.6 Descrição dos dados:**

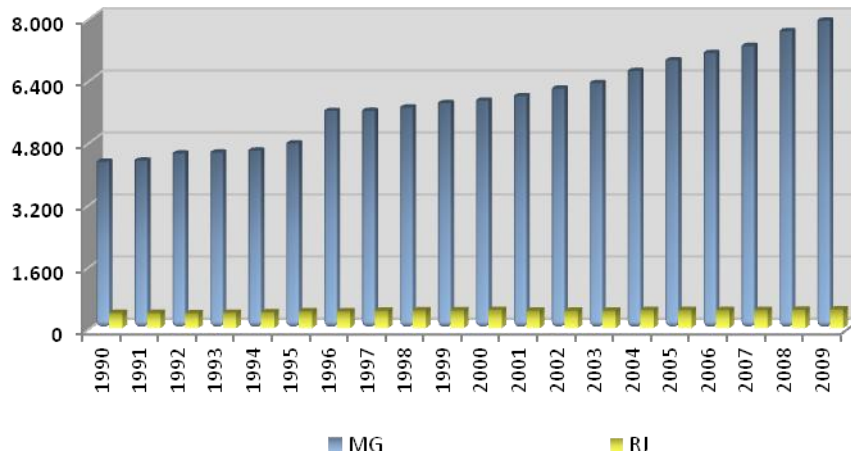
Assim como no trabalho de Gomes (2006), os dados utilizados no atual estudo foram coletados junto ao professor Sebastião Teixeira Gomes, da Universidade Federal de Viçosa, e sua equipe. Estes dados compõem os Diagnósticos da Cadeia Produtiva do Leite, que são programas realizados em diversos estados pelo Sebrae Nacional.

Foram analisados dados de 1.000 produtores do estado de Minas Gerais, referentes à produção em 2004, e de 300 produtores do Rio de Janeiro, referentes a 2009.

### **1.7 Caracterização da amostra:**

Sem dúvida, o estado de Minas Gerais é o grande produtor de leite do Brasil, com produção equivalente a 30% do total nacional, enquanto que o Rio de Janeiro é responsável por cerca de 2% da produção de leite do país. A grande diferença entre as escalas das quantidades ofertadas pelos dois estados é observada no gráfico a seguir:

**Gráfico 3 – Produção anual de leite em mil litros de 1990 a 2009**



Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal (2010)  
Elaboração: CILeite/Embrapa Gado de Leite

De acordo com os dados do IBGE, enquanto a produção mineira apresentou uma sólida trajetória de crescimento ao longo dos anos, o mesmo não ocorreu no Rio de Janeiro, cuja produção registrou períodos de oscilação durante os anos de 1990 a 2009.

A atividade leiteira do Rio de Janeiro vem perdendo espaço para a região Sul e para o estado de Goiás, cujas taxas de crescimento anuais da produção são as maiores registradas no país, nos últimos anos, deixando o desempenho do mercado de leite fluminense a desejar, com baixas taxas de produtividade, em relação aos demais estados citados.

#### 1.7.1 Amostra de Minas Gerais:

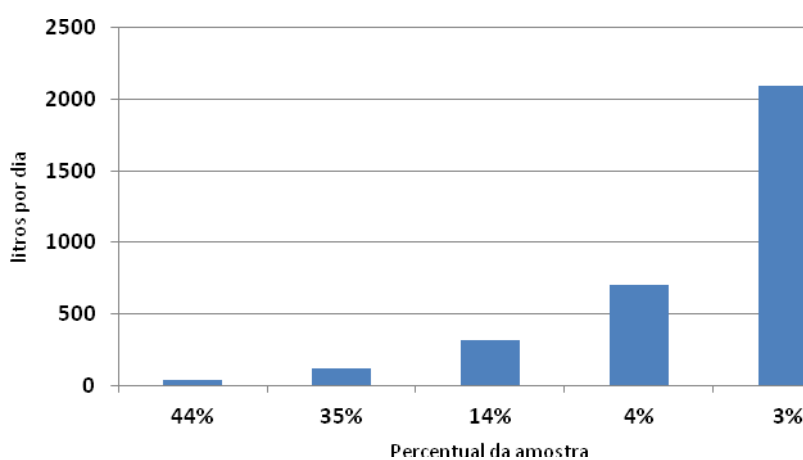
Caracterizando a amostra de Minas Gerais, através da tabela abaixo, observa-se que a maior região produtora do estado é a do Triângulo Mineiro e que 44% dos produtores entrevistados para a pesquisa de Sebastião Teixeira Gomes produzem até 50 litros diários, ou seja, a assimetria na produção de leite, apresentada por Gomes e Zoccal em 2001, é uma característica ainda existente no mercado de leite brasileiro, permanecendo a idéia de que muitos produzem pouco e poucos (cerca de 3% da amostra) produzem muito, o que também é demonstrado no gráfico 4.

**Tabela 1 – Distribuição dos produtores de leite da amostra de Minas Gerais por regiões e estratos de produção, em 2005**

Regiões Produtoras	Participação na Produção Mineira (%)	Estratos da Produção (litros/dia)				
		Até 50	De 50 a 200	De 200 a 500	De 500 a 1.000	Acima de 1.000
Noroeste de Minas	5,2%	13	21	13	3	2
Norte de Minas	3,7%	28	5	4	-	-
Jequitinhonha	2,1%	8	12	1	-	-
Vale do Mucuri	2,5%	11	10	4	-	-
<b>Triângulo Mineiro</b>	<b>24,7%</b>	<b>109</b>	<b>86</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>4</b>
Central Mineira	8,4%	22	30	18	7	7
Metropolitana de BH	7,9%	31	27	13	5	3
Vale do Rio Doce	6,9%	36	26	5	1	1
Oeste de Minas	8,5%	29	37	14	4	1
Sul Sudoeste de Minas	15,7%	84	52	15	3	3
Campo das Vertentes	4,5%	18	17	7	2	1
Zona da Mata	9,9%	51	31	9	4	4
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>440</b>	<b>354</b>	<b>140</b>	<b>40</b>	<b>26</b>

Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005, Sebastião Teixeira Gomes (2005)

**Gráfico 4 – Distribuição da amostra de Minas Gerais de acordo com a produção diária média**



Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005

No Diagnóstico de 2005, constatou-se que os produtores de até 50 litros por dia reduziram suas participações tanto no número de estabelecimentos quanto na produção, entretanto, os que produzem acima de 1.000 litros diários aumentaram suas participações no número de produtores e na produção. Com isto, a produção média da amostra aumentou 92% em relação aos últimos 10 anos, que passou de 95,8 litros por dia, em 1995, para 184,3 litros/d em 2005.

Após a apresentação da amostra de Minas Gerais, é importante analisar a composição do capital investido, já que terra, benfeitorias e máquinas não oferecem liquidez aos investimentos, apenas o capital investido em animais pode ser facilmente transformado em dinheiro. No site da Embrapa Gado de Leite, Zoccal (2004), baseada em Sebastião Teixeira Gomes, recomenda que, para uma produção em torno de 1.000 litros diários, a composição ideal do capital investido seria 30% do total em terra e 20% em máquinas e equipamentos.

Na amostra estudada, para produtores de quantidades acima de 1.000 litros por dia, investiu-se 58% em terra e 10% em máquinas e equipamentos. O capital investido em terra corresponde a 71% do total no estado de Minas Gerais, em 2005, enquanto que a porção destinada aos animais foi de 13%. O pequeno percentual de 5% do capital investido em máquinas reflete o baixo nível tecnológico da maioria dos produtores, o que pode ser evidenciado analisando a tabela abaixo, na qual, observa-se que à medida que aumenta o nível de produção, aumenta o capital investido em máquinas, apesar do valor ainda ser baixo, segundo as recomendações de Sebastião Teixeira Gomes.

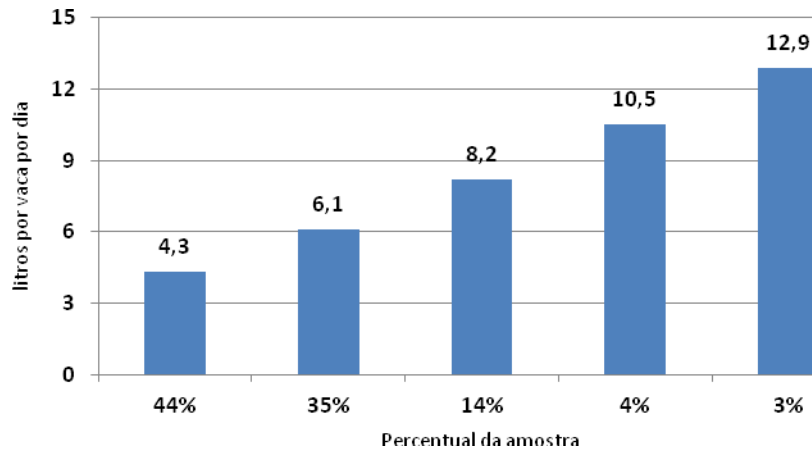
**Tabela 2 – Distribuição percentual do capital investido nas propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>Terra</b>	<b>Benfeitorias</b>	<b>Máquinas</b>	<b>Animais</b>
Até 50	81%	10%	2%	7%
De 50 a 200	79%	9%	3%	9%
De 200 a 500	77%	8%	5%	11%
De 500 a 1.000	67%	9%	8%	15%
Acima de 1.000	58%	9%	10%	23%
MG	71%	10%	5%	13%

Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005, Sebastião Teixeira Gomes (2005)

Em relação à produtividade, a obtenção de maiores níveis é condição necessária para um desempenho econômico eficiente. Neste trabalho, considerou-se o fator animais, mais especificamente o número de vacas em lactação, para análise da produtividade.

**Gráfico 5 – Produção de leite / vaca em lactação das propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005**



Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005, Sebastião Teixeira Gomes (2005)

Nota-se que as produtividades são maiores nos estratos que operam com maior produção diária (3% da amostra), o que indica que a produção destas cresce proporcionalmente mais do que o uso dos fatores, refletindo-se na redução dos custos unitários na medida em que os produtores obtêm ganhos de produtividade.

O desempenho econômico-financeiro da produção de leite de Minas Gerais é apresentado na tabela abaixo.

A Renda Bruta (RB) é composta pela venda e autoconsumo de leite e derivados, dos animais, além da variação do inventário animal de um ano para outro. O Custo Operacional Efetivo (COE) refere-se aos gastos de custeio da atividade leiteira, são eles: mão-de-obra contratada, concentrados, minerais, fertilizantes, sementes, medicamentos, energia e combustível, inseminação artificial, serviços mecânicos, entre outros. Custo Operacional Total (COT) é o COE acrescido da depreciação e gastos com mão-de-obra familiar. O Custo Total (CT) é igual ao COT mais a remuneração do capital investido. A diferença entre RB e CT resulta no Resultado Líquido (RL).

**Tabela 3 – Rendas e custos das propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005 (em R\$)**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>Renda Bruta</b>	<b>Custo Operacional Efetivo</b>	<b>Custo Operacional Total</b>	<b>Custo Total</b>	<b>Resultado Líquido</b>
Até 50	8.320	4.144	9.067	11.484	-3.164
De 50 a 200	27.606	16.103	25.350	31.343	-3.737
De 200 a 500	73.344	45.538	62.000	73.814	-470
De 500 a 1.000	164.150	108.660	132.612	153.608	10.542
Acima de 1.000	535.447	371.111	423.077	479.532	55.915
MG	44.234	27.894	37.952	45.099	-865

Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005, Sebastião Teixeira Gomes (2005)

Pela tabela observa-se que, com exceção dos grandes produtores, a maioria das propriedades mineiras apresenta lucro negativo, o que indica que a produção de leite não remunera a mão-de-obra familiar e nem as depreciações do capital investido.

Para uma análise mais completa, serão apresentados agora os indicadores financeiros da amostra de Minas Gerais, em 2005.

A Margem Bruta (MB) é a diferença entre RB e COE, que dá uma idéia do fluxo de caixa da empresa. A Margem Líquida (ML) é a diferença entre RB e COT, que corresponde a um resíduo utilizado para remunerar o empresário e o capital investido.

**Tabela 4 – Margens das propriedades da amostra de Minas Gerais, em 2005 (em R\$)**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>Margem Bruta</b>	<b>Margem Líquida</b>
Até 50	4.175	-747
De 50 a 200	11.503	2.256
De 200 a 500	27.806	11.344
De 500 a 1.000	55.490	31.538
Acima de 1.000	164.336	112.370
MG	16.340	6.282

Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005, Sebastião Teixeira Gomes (2005)

Na amostra, os valores das margens se apresentam positivos, com exceção da margem líquida para os menores produtores. Apesar de a margem bruta ter sido positiva para todos os estratos de produção, significando que, no curto prazo, todos os sistemas de produção são viáveis do ponto de vista econômico, o resultado negativo da margem líquida para o estrato de até 50 litros por dia indicou que estes produtores não conseguem remunerar a mão-de-obra familiar e o capital investido.

Com isso, conclui-se que há inviabilidade dos produtores de até 50 litros/dia. No entanto, o Diagnóstico afirma que esta conclusão não é recente e eles insistem em permanecer na atividade. Isto acontece porque, primeiramente, o custo operacional efetivo desse grupo de propriedades é o menor, ou seja, ele gasta pouco na compra de insumos. Há ainda o fato de a mão-de-obra familiar ser predominante e remunerada com baixo custo de oportunidade, fazendo com que o pouco que sobra em termos monetários seja destinado à sobrevivência familiar, já que este tipo de produtor não se preocupa com gastos como depreciação e juros sobre o capital. E, por último, através do conceito de baixo risco com baixo retorno, a pequena lucratividade desse estrato de produção não impede que o produtor abandone o negócio, tendo em vista que este atua em um mercado cujo risco é baixo.

Sendo assim, através da análise econômico-financeira, resume-se a atratividade dos sistemas de produção da amostra como:

- a) Estratos de até 50 litros/dia e de 50 a 200 litros/dia: não são atrativos
- b) Estratos de 200 a 500 litros/dia: pouco atrativos;
- c) Estratos de 500 a 1.000 litros/dia: medianamente atrativos;
- d) Estratos acima de 1.000 litros/dia: muito atrativos.

Em função da maior parte da produção de leite ser pequena, a relação capital investido / litros de leite costuma ser alta, em geral. Isso pode fazer com que a diferença entre receita e custeio não seja suficiente para pagar o aluguel do capital investido.

Por fim, analisa-se a taxa de retorno do capital, que é igual à margem líquida dividida pelo capital investido e dá informações sobre o negócio. Quando ela for maior do que a taxa de juros de uma aplicação alternativa, significa que o negócio é atrativo, logo, é comum adotar que a taxa de remuneração do capital deve ser, no mínimo, de 6%, equivalente à taxa real de juros da caderneta de poupança, que é de 6% ao ano. O uso deste valor de referência, por ser muito baixo para qualquer negócio, dá uma idéia das dificuldades do negócio do leite.

**Tabela 5 – Taxas de remuneração do capital investido (em % ao ano)**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>Excluindo fator terra</b>	<b>Incluindo fator terra</b>
Até 50	-	-
De 50 a 200	2,9	0,6
De 200 a 500	7,3	1,8
De 500 a 1.000	10,8	3,7
Acima de 1.000	13,8	6,0
MG	6,5	1,9

Fonte: Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005, Sebastião Teixeira Gomes (2005)



A tabela acima mostra que, ao incluir fator terra no capital, apenas os grandes produtores (acima de 1.000 litros diários) apresentam atividade atrativa. Quando se exclui o fator terra do capital, produtores de até 200 litros diários tornam-se os únicos não atrativos.

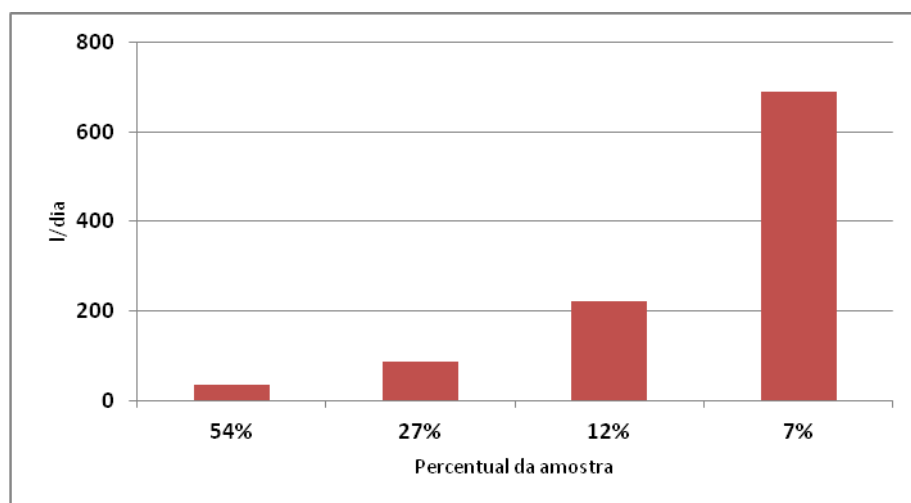
Esse indicador é importante pois revela que a falta de recursos para pagar o aluguel do capital investido pode gerar implicações na conservação das benfeitorias, máquinas e manutenção da fertilidade da terra, ocasionando o empobrecimento do produtor e dificultando sua sobrevivência no longo prazo.

### 1.7.2 Amostra do Rio de Janeiro:

Caracterizando a amostra do Rio de Janeiro, coletada em 2009 por Sebastião Teixeira Gomes, apresentada no Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro, identificou-se 163 produtores de até 50 litros/dia, 82 estabelecimentos que produzem de 50 a 150 litros diários, 35 propriedades com produção de 150 a 400 litros por dia de leite e 20 que produzem acima de 400 litros por dia, totalizando 300 estabelecimentos.

Da mesma forma que ocorre com os dados de Minas Gerais, a maioria das propriedades analisadas produz pouco volume de leite, cerca de 36 litros por dia, em média, enquanto que pequena parte da amostra produz maior quantidade, em torno de 700 litros diários, em média.

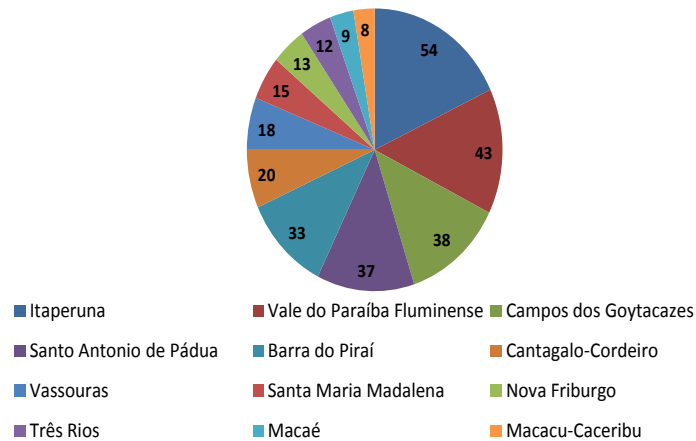
**Gráfico 6 – Distribuição da amostra do Rio de Janeiro de acordo com a produção diária**



Fonte: Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro 2010, Sebastião Teixeira Gomes (2009)

A distribuição dos estabelecimentos fluminenses entre as microrregiões do estado podem ser visualizadas no gráfico abaixo:

**Gráfico 7 – Amostra dos produtores entrevistados utilizada na coleta de dados do Rio de Janeiro**



Fonte: Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro 2010, Sebastião Teixeira Gomes (2009)

Na amostra estudada, a menor parte do capital também é investida em máquinas, refletindo o baixo nível tecnológico da maioria dos produtores. Além disso, assim como em Minas Gerais, observa-se que à medida que aumenta o nível de produção, aumenta o capital investido em máquinas.

**Tabela 6 – Distribuição percentual do capital investido nas propriedades da amostra do Rio de Janeiro, em 2009**

Estratos de Produção (litros/dia)	Terra	Benfeitorias	Máquinas	Animais
Até 50	60,5%	14,46%	3,68%	21,34%
De 50 a 150	57,6%	14,53%	4,13%	23,74%
De 150 a 400	54,1%	15,47%	6,14%	24,3%
Acima de 400	46,24%	13,52%	10,08%	30,16%
Total	54,39%	14,4%	6,13%	25,07%

Fonte: Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro 2010, Sebastião Teixeira Gomes (2009)

Quanto ao indicador de produtividade, os maiores estratos apresentam os maiores valores de produtividade.

**Tabela 7 – Produção de leite / vaca em lactação das propriedades da amostra do Rio de Janeiro, em 2009**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>L / dia</b>
Até 50	3,96
De 50 a 150	5,40
De 150 a 400	7,64
Acima de 400	10,04
Total	6,67

Fonte: Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro 2010, Sebastião Teixeira Gomes (2009)

Analisando o desempenho econômico-financeiro da produção de leite do Rio de Janeiro, algo importante que deve ser destacado é que os menores produtores apresentaram margem líquida positiva, diferente da amostra de Minas Gerais, o que pode explicar a permanência dos pequenos produtores na atividade leiteira desse estado.

**Tabela 8 – Margens das propriedades da amostra do Rio de Janeiro, em 2009 (em R\$)**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>Margem Bruta</b>	<b>Margem Líquida</b>
Até 50	4.600,58	863,40
De 50 a 150	8.843,90	2.504,00
De 150 a 400	17.976,53	9.266,59
Acima de 400	51.202,85	31.301,59
Total	10.427,76	4.321,41

Fonte: Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro 2010, Sebastião Teixeira Gomes (2009)

Por fim, analisa-se a taxa de retorno do capital. Através da tabela abaixo, conclui-se que o Rio de Janeiro apresenta baixas taxas de remuneração do capital investido, explicadas pela má alocação do capital, pequeno volume de produção e baixos níveis de produtividade. Enquanto que em Minas Gerais os produtores com produção diária acima de 400 litros de leite conseguiram remunerar o capital investido em torno de 10%, no Rio de Janeiro, a média da taxa de remuneração dessas propriedades foi de 6%, excluindo o fator terra. Também constata-se que a média da taxa de remuneração do capital do RJ foi de 3,5% e em MG esse indicador ficou em 6,5%, excluindo o fator terra.

**Tabela 9 – Taxas de remuneração do capital investido (em % ao ano)**

<b>Estratos de Produção (litros/dia)</b>	<b>Excluindo fator terra</b>	<b>Incluindo fator terra</b>
Até 50	2,7	1,5
De 50 a 150	3,7	1,7
De 150 a 400	5,8	3,3
Acima de 400	5,8	3,7
Total	3,5	1,9

Fonte: Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro 2010, Sebastião Teixeira Gomes (2009)

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 2.1 Resultados econométricos:

A idéia inicial era comparar os resultados do Rio de Janeiro com os obtidos por Gomes em 2006 e analisar a evolução dos produtores fluminenses na cadeia produtiva do leite e, com isso, fazer uma última comparação com os resultados obtidos para Minas Gerais, onde se encontra cerca de 30% da produção de leite no Brasil.

No entanto, os resultados econométricos obtidos para o estado do Rio de Janeiro não foram satisfatórios, tendo em vista que, dentre 15 coeficientes estimados, 12 não foram significantes aos níveis usuais. Logo, todos os índices de economias de escala e as elasticidades que seriam estimados têm baixa confiabilidade.

**Tabela 10 – Estimativas dos coeficientes da função custo translogarítmica para o estado do Rio de Janeiro**

Parâmetros	Estimativas	Desvio-Padrão	Estatística t
$\beta_0 = \ln C$	8,064*	1,783	4,522
$\beta_Y = \partial \ln C / \partial \ln Y$	-0,268	0,316	-0,849
$\beta_k = \partial \ln C / \partial \ln W_k$	0,290*	0,095	3,047
$\beta_t = \partial \ln C / \partial \ln W_t$	0,016	0,103	0,155
$\beta_m = \partial \ln C / \partial \ln W_m$	0,219*	0,082	2,657
$\beta_{kk} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k^2$	0,011	0,014	0,798
$\beta_{kt} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k \partial \ln W_t$	-0,020*	0,008	-2,466
$\beta_{km} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k \partial \ln W_m$	0,029*	0,011	2,661
$\beta_{tt} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_t^2$	0,047*	0,010	4,619
$\beta_{tm} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_t \partial \ln W_m$	-0,014*	0,007	-2,018
$\beta_{mm} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_m^2$	-0,015**	0,012	-1,301
$\beta_{ky} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k \partial \ln Y$	0,001	0,006	0,268
$\beta_{ty} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_t \partial \ln Y$	-0,008	0,007	-1,234
$\beta_{my} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_m \partial \ln Y$	0,006**	0,004	1,277
$\beta_{yy} = \partial^2 \ln C / \partial \ln Y^2$	0,107*	0,029	3,690
$R^2$ (equação principal):		0,865	
$R^2$ (equação $S_k$ ):		0,017	
$R^2$ (equação $S_t$ ):		0,054	
$R^2$ (equação $S_m$ ):		0,015	

\* Significativo a 5% \*\* Significativo a 20%

Fonte: A autora

Estes resultados insatisfatórios podem ser explicados quantitativamente, já que a amostra do Rio de Janeiro era representada por 300 produtores, enquanto que a de Minas Gerais abrangia 1.000 produtores, o que pode contribuir para a não significância dos testes t individuais dos coeficientes.

De acordo com a descrição da Metodologia, a tabela abaixo mostra os parâmetros obtidos para o modelo translog do estado de Minas Gerais, estimados usando SUR, utilizando-se o software EViews. Dentre as estimativas dos 15 coeficientes do sistema, 11 foram estatisticamente significantes a 1%, 2 ao nível de 5% de significância, 1 estatisticamente diferente de zero ao nível de significância de 10% e apenas uma não apresentou uma boa estatística t, sendo este coeficiente, então, estatisticamente igual a zero.

**Tabela 11 – Estimativas dos coeficientes da função custo translogarítmica para a amostra de Minas Gerais**

Parâmetros	Estimativas	Desvio-Padrão	Estatística t
$\beta_0 = \ln C$	5,661	0,960	5,897
$\beta_Y = \partial \ln C / \partial \ln Y$	0,385	0,169	2,274
$\beta_k = \partial \ln C / \partial \ln W_k$	0,600	0,056	10,621
$\beta_t = \partial \ln C / \partial \ln W_t$	0,107*	0,064	1,661
$\beta_m = \partial \ln C / \partial \ln W_m$	0,437	0,044	9,898
$\beta_{kk} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k^2$	0,002**	0,005	0,433
$\beta_{kt} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k \partial \ln W_t$	-0,022	0,004	-5,734
$\beta_{km} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k \partial \ln W_m$	0,011	0,003	3,637
$\beta_{tt} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_t^2$	0,029	0,006	5,034
$\beta_{tm} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_t \partial \ln W_m$	0,008	0,003	2,306
$\beta_{mm} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_m^2$	-0,014	0,004	-4,053
$\beta_{ky} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_k \partial \ln Y$	-0,022	0,003	-6,959
$\beta_{ty} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_t \partial \ln Y$	-0,021	0,004	-4,905
$\beta_{my} = \partial^2 \ln C / \partial \ln W_m \partial \ln Y$	-0,019	0,003	-5,373
$\beta_{YY} = \partial^2 \ln C / \partial \ln Y^2$	0,045	0,016	2,865
<b>R<sup>2</sup> (equação principal):</b>		<b>0,858</b>	
<b>R<sup>2</sup> (equação S<sub>k</sub>):</b>		<b>0,053</b>	
<b>R<sup>2</sup> (equação S<sub>t</sub>):</b>		<b>0,043</b>	
<b>R<sup>2</sup> (equação S<sub>m</sub>):</b>		<b>0,004</b>	

\* Significativo a 10% \*\* Estatisticamente insignificante

Fonte: A autora

A equação principal do sistema descrito em (11) apresentou um significativo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) no valor de 0,86, o que mostra que 86% da variação do custo total da produção de leite, em torno de sua média, é explicada pelas variações das variáveis utilizadas na regressão estimada.

Após a obtenção das estimativas dos parâmetros do modelo, calculam-se as parcelas de custo estimadas pelo modelo para os fatores capital, terra e mão-de-obra, utilizando-se a média aritmética dos dados da amostra. A parcela referente ao dispêndio é estimada subtraindo-se de 1 a soma das demais parcelas de custo. Com isso, foram obtidos os seguintes valores:

$$\begin{cases} \hat{S}_k = 27\% \\ \hat{S}_t = 22\% \\ \hat{S}_m = 18\% \\ \hat{S}_d = 33\% \end{cases} \quad (16)$$

O fator que representa a maior participação no custo da produção mineira de leite é o dispêndio. Isso mostra que gastos com alimentação, medicamentos, transportes e energia exercem grande influência sobre o custo da atividade leiteira. O sinal positivo de todas as parcelas de custo garante a propriedade de monotonicidade da função custo.

Seguindo a metodologia utilizada no trabalho descrita por Hill, Griffiths e Judge (1997), é necessária, então, a realização do teste que verifica se a correlação entre os erros das equações é significativamente diferente de zero. Primeiramente, é gerada a matriz de correlação entre os erros das equações do sistema, no EViews.

**Tabela 12 – Matriz de correlação dos erros**

Correlação	lnC	$S_k$	$S_t$	$S_m$
lnC	1	0,186	0,213	-0,150
$S_k$	0,186	1	-0,120	-0,154
$S_t$	0,213	-0,120	1	-0,437
$S_m$	-0,150	-0,154	-0,437	1

Fonte: A autora

Em seguida, elevam-se ao quadrado todas as correlações entre as 4 equações ( $r_{12}$ ,  $r_{13}$ ,  $r_{14}$ ,  $r_{23}$ ,  $r_{24}$ ,  $r_{34}$ ), somam-se todas essas correlações elevadas ao quadrado e multiplica-se a soma pelo número de observações da amostra. O resultado da multiplicação (328,90) é testado

na tabela de distribuição qui-quadrado, com 6 graus de liberdade. Para este trabalho, a hipótese nula de correlação zero foi rejeitada fortemente, logo há a evidência de que as estimativas obtidas pelo método SUR são melhores do que as geradas por MQO, ou seja, as estimativas dos parâmetros obtidas por SUR apresentam menores desvios-padrão do que as estimativas geradas por MQO.

Por fim, foram testadas as hipóteses citadas na Metodologia, em relação à função translog, através dos testes de Wald dos coeficientes. As estatísticas dos testes qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para as 4 restrições sugerem a rejeição estatística das hipóteses de homoteticidade e homogeneidade da função de produção, e elasticidade unitária de substituição entre os fatores de produção.

**Tabela 13 – Testes de Wald dos coeficientes**

Restrições impostas ao modelo translog	Homoteticidade	Homogeneidade	Elasticidade de substituição unitária	Homogeneidade e elasticidade de substituição unitária
Especificação da restrição	$\beta_{iy}=0$	$\beta_{iy}=0$ $\beta_{yy}=0$	$\beta_j=0$	$\beta_{iy}=0$ $\beta_{yy}=0$ $\beta_j=0$
Total de restrições	3	4	6	10
$\chi^2$	140,35	141,95	81,80	252,91

Fonte: A autora

## 2.2 Índices de economias de escala:

O modelo de custo translog é bastante utilizado na análise de economias de escala. Conforme já mencionado na Metodologia, a diferenciação da função custo em relação à produção resulta na estimação direta da elasticidade de custos. A partir deste resultado, obtêm-se os índices de economias de escala (IES).

Neste trabalho, para o cálculo dos índices, foi adotado o mesmo critério usado por Gomes (2006), isto é, a divisão da amostra de acordo com o nível de produção. Porém, neste estudo, a amostra foi dividida em 5 grupos, ao invés dos 7 analisados por Gomes (2006), sendo eles: 1) grupo de produção de até 50 litros por dia de leite (440 propriedades); 2) de 50



a 200 litros diários (354 produtores); 3) de 200 a 500 litros/dia (140 propriedades); 4) de 500 a 1.000 litros/dia (40 produtores); 5) acima de 1.000 litros diários de produção (26 propriedades).

Os IES foram calculados de acordo com a fórmula em (13), utilizando-se a média de produção e preços de cada grupo. Para isso, antes é preciso informar que a estimativa de  $\beta_{dy}$  foi calculada conforme as restrições em (6) e as estimativas dos demais parâmetros apresentadas na tabela 11.

$$\beta_{dy} = -(\beta_{ky} + \beta_{ty} + \beta_{my}) = 0,061 \quad (17)$$

Feito isso, são apresentados os resultados dos índices de economias de escala, para cada grupo da amostra:

**Tabela 14 – Índices de economias de escala, por estratos de produção**

Nível de Produção em Litros / dia						
IES	Até 50	De 50 a 200	De 200 a 500	De 500 a 1.000	Acima de 1.000	Toda Amostra
	0,28	0,26	0,23	0,22	0,20	0,24

Fonte: A autora

Logo, de acordo com os resultados positivos apresentados acima, confirma-se a hipótese de economias de escala na produção de leite em Minas Gerais, para todos os grupos de produtores em geral.

Nota-se que as diferenças entre os valores dos índices para cada estrato são maiores até o estrato com produção entre 200 a 500 litros dia. A partir daí, há pequenas reduções até chegar aos níveis de produção acima de 1.000 litros. Portanto os índices de economia de escala mostram que as propriedades com menores níveis de produção são as que possuem maior possibilidade de ganhos de escala.

### 2.3 Cálculo das elasticidades:

Conforme descrito na Metodologia, também foram calculadas as elasticidades de substituição parciais de Allen e as elasticidades-preço da demanda dos fatores de produção considerados no trabalho.

Para isso, primeiramente, de acordo com as equações em (14), as restrições em (6) e os resultados obtidos em (16), foram definidas as estimativas para os coeficientes  $\beta_{dk}$ ,  $\beta_{dt}$ ,  $\beta_{dm}$  e  $\beta_{dd}$ . Após isso, foram calculadas as elasticidades de substituição, apresentadas abaixo:

**Tabela 15 – Elasticidades de substituição com base na função custo translog**

Elasticidades	Estimativas
$\sigma_{kk}$	-2.70
$\sigma_{tt}$	-2.98
$\sigma_{mm}$	-4.97
$\sigma_{dd}$	-1.91
$\sigma_{kt}$	0.61
$\sigma_{km}$	1.22
$\sigma_{kd}$	1.11
$\sigma_{tm}$	1.20
$\sigma_{td}$	0.80
$\sigma_{md}$	0.93

Fonte: A autora

De acordo com os resultados positivos das elasticidades de substituição, significa dizer que os insumos utilizados na produção de leite são substitutos, ou seja, quando há aumento no preço de um determinado fator, há a possibilidade de substituição deste por outro insumo, a fim de promover uma melhor alocação dos recursos, gerando condições mais competitivas de se produzir, buscando assim a minimização dos custos. Para realização da análise completa, apresenta-se abaixo a tabela com as elasticidades-preço da demanda e as elasticidades-cruzadas:

Tabela 16 – Elasticidades-preço e elasticidades-cruzadas com base na função custo translog

Elasticidades	Estimativas
$\epsilon_{kk}$	-0.72
$\epsilon_{tt}$	-0.65
$\epsilon_{mm}$	-0.90
$\epsilon_{dd}$	-0.64
$\epsilon_{kt}$	0.13
$\epsilon_{km}$	0.22
$\epsilon_{kd}$	0.37
$\epsilon_{tk}$	0.16
$\epsilon_{tm}$	0.22
$\epsilon_{td}$	0.27
$\epsilon_{mk}$	0.33
$\epsilon_{mt}$	0.26
$\epsilon_{md}$	0.31
$\epsilon_{dk}$	0.30
$\epsilon_{dt}$	0.17
$\epsilon_{dm}$	0.17

Fonte: A autora

As elasticidades-preço diretas apresentam valores negativos, conforme esperado. Os valores absolutos das elasticidades do fator trabalho e do fator capital indicam que variações nestes dois fatores têm efeitos relativamente fortes sobre seu uso. Não obstante todas as elasticidades são inferiores à unidade, indicando que em geral as demandas condicionais têm baixa resposta à variação dos preços.

Os dados acima mostram a importância do capital e da mão-de-obra para explicar variações na produção de leite.

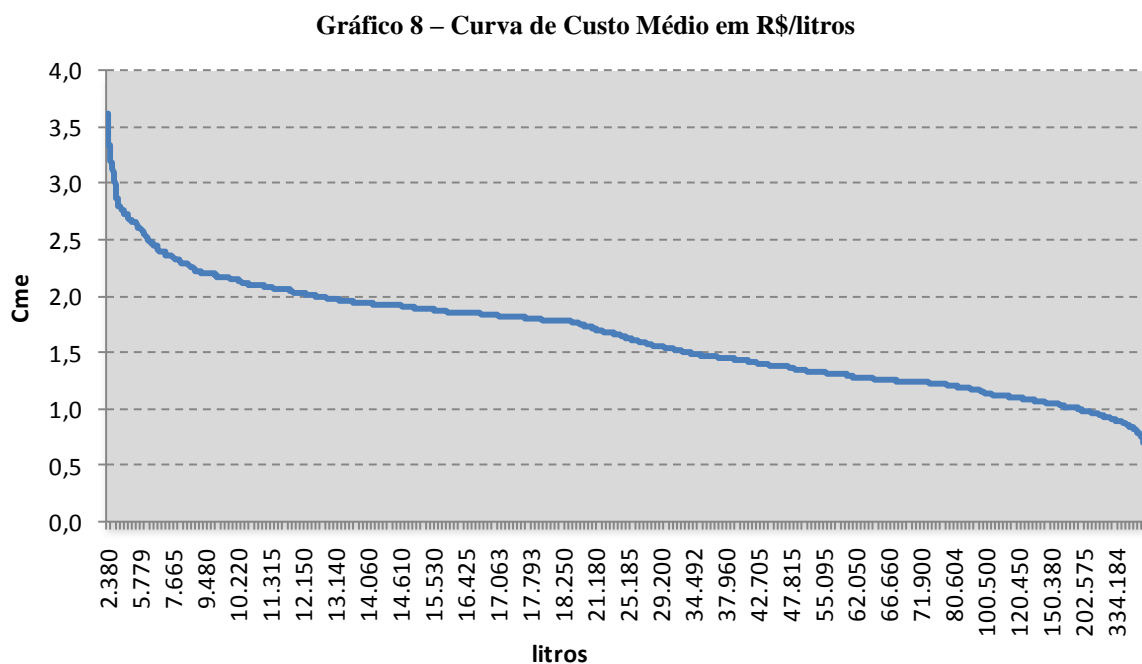
O menor valor encontrado para elasticidade-preço foi em relação ao dispêndio, indicando que aumentos nos preços dos componentes desse insumo impactariam, tudo o mais constante, em pouca redução do consumo interno desse fator. Isto é consistente com a parcela elevada deste fator no custo total, indicando que à medida que o preço dos componentes deste fator aumenta, o custo da produção é pouco reduzido.

Por outro lado, tal provável efeito derivado do aumento no preço do dispêndio poderia ser contrabalanceado pela substituição dos fatores, possibilitando uma utilização mais intensiva de mão-de-obra e capital.

Analisando as elasticidades cruzadas podemos observar que aquelas que apresentam maiores valores absolutos são: capital-dispêndio, trabalho-capital, trabalho-dispêndio e dispêndio-capital. Valores entre 0,20 e 0,30 são observados para as seguintes elasticidades: capital-trabalho, terra-trabalho e trabalho-terra. As demais elasticidades apresentam valores inferiores a 0,20. Apesar de todos os valores serem relativamente baixos, os resultados indicam que existe relativa facilidade de substituição de mão de obra por capital e por dispêndio (provavelmente devido ao componente de energia). Nota-se também que a substituição de terra e capital é baixa.

#### 2.4 Obtenção da curva de custo médio:

O modelo estimado também permite a construção da curva de custo médio, assim como fez Gomes (2006), através da derivação da função custo para os diferentes níveis de produção observados, mantendo-se os preços dos fatores fixos na média da amostra. Como foi verificado que todos os produtores pesquisados apresentam economias de escala, a curva de custo médio apresenta somente o ramo com retornos crescentes de escala.



Fonte: A autora

A inclinação negativa da curva confirma que as propriedades analisadas podem gerar ganhos de escala, isto é, os custos unitários decrescem com o aumento da produção. Logo, conclui-se que volumes maiores de produção são significativos para as empresas de produção de Minas Gerais, pois levam à maior eficiência econômica. Além disso, a curva mostra que os produtores estudados operam com ociosidade na capacidade produtiva e que, portanto, menores custos médios ainda poderão ser alcançados, a fim de obter maior eficiência técnica, administrativa e econômica.

Quanto aos valores do custo dentro da amostra estudada, o mínimo do custo médio é atingido com uma produção de 8.019 litros por dia a um valor de R\$ 0,70/litro, indicando que apenas 2,6% das propriedades analisadas se aproximam desse nível de produção. Isto revela que há uma necessidade das empresas em buscarem ganhos de escala e que a maioria dos produtores não está maximizando sua renda, ou seja, para obtenção da maior eficiência econômica, tem que haver aumentos da produção e assim, convergência para o ponto de custo mínimo.

Os valores estimados para o custo médio de acordo com o modelo translog são coerentes com os dados observados da amostra, onde a média do custo médio para o estrato das propriedades que apresentam produção acima de 1.000 l/d é de R\$ 0,63/litro, a uma produção diária de 2.096 litros.

## **2.5 Discussões sobre os resultados:**

O primeiro ponto a ser tratado neste capítulo é a ampliação da diferença entre os produtores de menores produções e os de maiores, em termos de produtividade e rentabilidade, nos últimos anos, de acordo com o Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005.

Além disso, ressalta-se que os resultados para os índices de economias de escala revelam que a amostra de Minas Gerais é caracterizada de acordo com a maioria das propriedades leiteiras existentes no estado e no Brasil, ou seja, composta por grande quantidade de pequenos produtores, o que implica a necessidade de mudanças nos sistemas de produção.

Como foi demonstrado anteriormente, há espaço para o aumento da produção entre a grande maioria das propriedades analisadas, pequenas e médias, a fim de que estas possam

atingir níveis menores de custo médio, diluição dos seus custos fixos e futuros ganhos de escala.

Analisando as possíveis explicações para o baixo nível de produção predominante na amostra, demonstrado na obtenção da curva de custo médio e confirmado pelos valores positivos dos IES, tem-se alguns motivos para esta situação encontrada pelo trabalho.

Primeiramente, é necessário verificar a composição do rebanho para os diferentes estratos de produção, mais especificamente a razão entre o número de vacas em lactação sobre o número total de vacas e o número total de animais do rebanho. Sebastião Teixeira Gomes recomenda, em Zoccal (2004), que o número de vacas em lactação deve ser, no mínimo, 40% do número total do rebanho e 75% do número de vacas da propriedade. Para a amostra analisada neste estudo, nenhum estrato de produção atendeu a esses requisitos, com exceção dos produtores pertencentes ao grupo acima de 1.000 litros por dia de produção, que atendem com o mínimo em relação ao número total de vacas do estabelecimento, isto é, 75%.

Outro motivo para explicar a existência de economias de escala na amostra pode ser atribuído às imperfeições do mercado de crédito rural e dos insumos. Os maiores estabelecimentos sofrem menos restrições para obtenção de crédito com taxas de juros mais compatíveis com a atividade leiteira do que as pequenas propriedades. Também conseguem desfrutar de melhores prazos para pagamentos assim como outros tipos de incentivos bancários. Além disso, os maiores produtores conseguem comprar os insumos a preços menores e ainda praticam preços maiores do que os pequenos e médios.

O acesso a novas tecnologias também é uma vantagem das grandes propriedades em relação às pequenas e médias, visto que quem produz em maior volume tem os recursos necessários para adoção de tecnologias mais eficientes. A maioria da amostra analisada adota técnicas como concentrados e alimentação volumosa suplementar no período de seca para aumento da produção. No entanto, demais tecnologias como adoção de hormônios e aleitamento artificial, que melhora a qualidade do leite e pode ser mais econômica, foram incorporadas aos sistemas de produção apenas pela minoria dos produtores.

Os resultados encontrados para os IES significam que muitos produtores abandonarão as atividades a médio e longo prazos. Caso isto se realize, o futuro destes proprietários, familiares e empregados é o próprio meio rural, já que a grande maioria vem de propriedades rurais, logo não possuem experiência em funções urbanas, os estabelecimentos são gerenciados pela mão-de-obra familiar, o que caracteriza a especialização da mão-de-obra neste tipo de atividade, e menos de um terço da amostra utiliza a carteira de trabalho como procedimentos relativos à mão-de-obra permanente.

Mas é preciso que haja iniciativas privadas e, principalmente, políticas governamentais para evitar o deslocamento destas pequenas e médias propriedades da atividade leiteira, já que isto poderia gerar aumento da taxa de desemprego. Por exemplo, podem ser destacadas ações como a redução dos encargos trabalhistas incidentes sobre os proprietários rurais e o maior controle da concorrência por parte do Cade, através de atuação mais presente deste órgão na atividade leiteira.

Além disso, como já foi comentado, o mercado de leite é um mercado potencial no Brasil, podendo ser exportador e gerador de divisas para o país, que precisa aproveitar e utilizar, da melhor forma, a abundância do fator trabalho e seu baixo custo para gerar vantagens competitivas no mercado internacional.

Boa alternativa para alavancar a produção com redução de custo médio das pequenas e médias propriedades seria a maior oferta de serviços de assistência técnica como inseminação artificial, veterinários, agrônomos, zootecnistas, serviços mecânicos e venda de insumos. Para isso, seria necessária uma maior e eficaz atuação de entidades do Governo e particulares, como Sebrae, Senar, Emater e cooperativas, atuando com certa periodicidade, imposição de metas para produção, receitas e despesas, além de treinamentos aos proprietários e aos empregados.

A organização em cooperativas e associações seria uma forma de promoção das informações técnicas aos produtores, treinamentos e capacitação, e possível aumento de barganha para compra de insumos e vendas do leite no mercado.

Por fim, destaca-se também a qualificação da mão-de-obra. Ponchio, Almeida e Gimenes (2004) investigaram se investimentos em capital humano e fatores sociais podem responder pela produtividade no setor agropecuário. Concluíram que estas variáveis sócio-econômicas não podem ser desprezadas, sugerindo que um treinamento dos jovens na atividade pode ser uma importante medida estratégica de longo prazo tanto para as cooperativas quanto para os próprios produtores.

Pelos valores da amostra, observa-se que o capital investido na terra é mais de dois terços do capital total, o que indica que os sistemas de produção predominantes são extensivos, ou seja, há pouca mão-de-obra ou capital para a oferta de terra existente. Faltam às propriedades investimentos em máquinas e equipamentos para aprimorar a tecnologia de produção.

Para reverter o cenário de desigualdades sócio-econômicas na atividade leiteira, constatado de acordo com a obtenção dos IES, o trabalho utiliza os dados obtidos para as

elasticidades, a fim de tratar a situação de forma microeconômica e fornecer uma visão da demanda e da melhor alocação dos componentes do custo de produção aos produtores.

Os resultados das elasticidades de substituição mostram o grau de facilidade e dificuldade em substituir um fator por outro. Neste sentido, os altos valores de  $\sigma_{km}$  e  $\sigma_{kd}$  indicam que aumentos nos preços do capital são rapidamente compensados por maior uso da mão-de-obra e dos componentes do dispêndio. O mesmo raciocínio se aplica à substituição do uso da terra pelo uso intensivo do trabalho. Em contrapartida, verifica-se que o fator capital é pouco substituído pelo fator terra. Os resultados das elasticidades-preço cruzadas corroboram os resultados das elasticidades de substituição de Allen, com a diferença de fornecer a quantificação da sensibilidade do uso de um determinado fator em relação ao aumento do preço de outro fator e vice-versa.



### 3. CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou a eficiência da produção leiteira com base em uma amostra de 1.000 estabelecimentos no estado de Minas Gerais. Para isso, foram utilizados dados do Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais de 2005, oriundos dos estudos do professor Sebastião Teixeira Gomes.

Os resultados econométricos da amostra utilizada no estudo foram satisfatórios, tendo em vista que, dentre 15 coeficientes estimados, apenas 1 foi estatisticamente insignificante, permitindo, assim, uma valoração crível das parcelas de custos de cada insumo, dos índices de economias de escala e das elasticidades objetivadas. O teste de verificação da correlação contemporânea entre os erros das equações do sistema, que foi aplicado ao trabalho, confirmou que as estimativas geradas para os parâmetros da função custo pelo método SUR apresentavam menores desvios-padrão do que as geradas por MQO, dando mais credibilidade aos resultados.

A partir desta análise, pode-se fazer uma avaliação do comportamento e da sobrevivência a longo prazo dos produtores de leite de Minas Gerais, refletindo também, como este estado é o maior produtor do país, o comportamento de grande parte dos estabelecimentos geradores de leite do Brasil.

Analisando-se a rentabilidade da atividade leiteira, constatou-se que os pequenos produtores da amostra, que cabe lembrar são a maioria, apresentaram margem líquida negativa, ou seja, suas receitas não são suficientes para remunerar a mão-de-obra familiar e para cobrir os gastos com depreciação. Além disso, não há a remuneração do capital investido. A permanência dessa situação no longo prazo forçará muitos a abandonarem o negócio.

Vale ressaltar que essa situação já foi diagnosticada há alguns anos, porém ainda existe um grande número de pequenos produtores nesta atividade. A existência de fatores fixos com baixo valor de revenda e o baixo custo de oportunidade da mão de obra familiar em grande medida explicam porque os pequenos produtores relutam em abandonar a atividade. O exemplo dado por Gomes, Dias e Baptista (2006) é da construção de um estábulo. Caso o produtor fosse vender esse estábulo, o preço de venda seria praticamente nulo, por isso, mesmo em excesso, ele mantém seu estoque, aumentando a depreciação. Isto também ocorre com a mão-de-obra familiar. Neste caso, o proprietário prefere concentrar a administração e o gerenciamento do estabelecimento na família a terceirizar este serviço, devido à sua pouca

produção em relação aos seus custos fixos. Então, ele mantém a mão-de-obra familiar, apesar da baixa ou até mesmo negativa remuneração deste fator.

O resultado do presente estudo mostrou que toda a amostra analisada concentra-se no ramo decrescente da curva de custo médio. Isto mostra que estes produtores enfrentam restrições que não permitem a expansão de suas produções. Sendo assim, prevalece a ineficiência técnica devida à combinação e alocação inadequada de recursos produtivos, não ocorrendo a otimização da produção. Em Gomes (2006), 96,5% da amostra situaram-se na faixa de produção com economias de escala.

Fica evidente a necessidade de se aumentar o volume de produção por parte desse grupo de produtores, eliminando-se os problemas de ineficiência de escala gradativamente. Caso contrário, a distância dos pequenos para os grandes, em termos de produtividade e rentabilidade, tende a aumentar com o decorrer do tempo.

O estudo analisou a estrutura de demanda dos fatores de produção, através das estimativas das elasticidades de substituição e das elasticidades preço das demandas condicionais de fatores.

Os resultados indicam uma maior sensibilidade dos sistemas produtivos às variações de preço do fator mão-de-obra, confirmando que a pecuária de leite é extremamente dependente deste insumo.

De acordo com os resultados positivos das elasticidades parciais de substituição, significa dizer que os insumos utilizados na produção de leite são substitutos.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E. Características do desenvolvimento da agricultura brasileira. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. (Eds.). *O agronegócio do leite no Brasil*. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 2001. Cap. 1, p. 11-31.
- ALVES, E. Retornos à escala e mercado competitivo: teoria e evidências empíricas. *Revista de Economia e Agronegócio*, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, v. 2, n. 3, p. 311-334, 2004.
- ALVES, E.; SOUZA, G. da S.; BRANDÃO, A.S.P. A situação do produtor que tem menos de cem hectares. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, DF: Embrapa Sede, ano 10, n. 1, p. 27-36, 2001.
- BINSWANGER, H. P. A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution. *American Journal of Agricultural Economics*, Oxford University Press, v. 56, p. 377-386, 1974.
- BRANDÃO, A.S.P. Aspectos econômicos e institucionais da produção de leite na Região Sudeste. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A.S. (Eds.). *Restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite na região Sudeste*. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 1999.
- BUARQUE, C. *Avaliação econômica de projetos*. Rio de Janeiro: Campus, 1991, p. 331.
- CANZIANI, J.R. *Programa Empreendedor Rural: Cadeias Agroindustriais*. Curitiba: Senar-PR, 2003.
- FASSIO, L.H.; REIS, R.P.; YAMAGUCHI, L.C.T.; REIS, A.J. Custos e shut-down point da atividade leiteira em Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 4, p. 759-777, out./dez. 2005.
- FERREIRA, A.H. *Eficiência de sistemas de produção de leite: uma aplicação da análise envoltória de dados na tomada de decisão*. 2002, 120 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- GOMES, A. L. *Indicadores de eficiência e economias de escalas na produção de leite: um estudo de caso para produtores dos estados Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro*. 2006. p. 591-619. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- \_\_\_\_\_.; PONCHIO, L.A. *A função custo no setor de leite: uma abordagem para a região Centro-Sul do Brasil*. CEPEA-ESALQ/USP, 2005.
- GOMES, A.P., BAPTISTA, A.J.M.S., WENDLING, L.L. Fatores discriminantes do desempenho regional da produção de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: USP, 2005.

GOMES, A. T.; ZOCCAL, R. Caracterização da produção de leite nos principais regiões produtoras do "País". In: MARTINS, C. E. et al. (Orgs.). *Sustentabilidade na produção de leite no leste mineiro*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001, p. 7-17.

GOMES, S.T. *Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: SEBRAE – RJ, 2010.

\_\_\_\_\_. *Diagnóstico da Pecuária Leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005*. Minas Gerais: SEBRAE – MG, 2006.

\_\_\_\_\_. Evolução e perspectivas da produção de leite no Brasil. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. (Eds.). *O agronegócio do leite no Brasil*. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 2001. p. 49-61.

GREENE, W.T. *Econometric Analysis*. ed. 4, New Jersey: Prentice Hall, 2000.

HILL, R.C., GRIFFITHS, W.E., JUDGE, G.G. *Econometria*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

IBGE. *Censo Agropecuário 2006*. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em <[www.ibge.gov.br/sidra](http://www.ibge.gov.br/sidra)>. Acesso em: 18 de junho de 2010.

LOPES, P.F., REIS, R.P., YAMAGUCHI, L.C.T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 567-590, jul./set. 2007.

MARTINS, P.C. *Políticas públicas e mercados deprimem o resultado do sistema agroindustrial do leite*. 2002. 217 p. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARTINS, P.C.; GUILHOTO, J.J.M. Leite e derivados e a geração de emprego, renda e ICMS no contexto da economia brasileira. In: GOMES, A.T.; LEITE, J.L.B.; CARNEIRO, A.V. (Eds.). *O agronegócio do leite no Brasil*. Juiz de Fora: EMBRAPA, CNPGL, 2001. p. 181-205.

PAULILLO, L.F.; HERRERA, V.E.; COSTA, A. A reestruturação agroindustrial láctea e os impactos na bacia leiteira de Ribeirão Preto-SP. In: PAULILLO, L.F.; ALVES, F. (Orgs.). *Reestruturação agroindustrial, políticas públicas e segurança alimentar regional*. São Carlos: EDUFSCAR, 2002.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

PONCHIO, L.A., ALMEIDA, A.N. de, GIMENES, R.M. *Fatores sócio-econômicos que interferem na produção de leite nos cinco maiores estados produtores do Brasil*. CEPEA-ESALQ/USP, 2004.

PRINCIPAIS INDICADORES LEITE E DERIVADOS: boletim eletrônico mensal. Coordenadores, Glaucio Rodrigues Carvalho e Alziro Vasconcelos Carneiro. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, v. 3, n. 25, 08 jul. 2010. Disponível em: <[http://www.cileite.com.br/sites/default/files/2010\\_07\\_indicadores\\_leite.pdf](http://www.cileite.com.br/sites/default/files/2010_07_indicadores_leite.pdf)> Acesso em: 23 de junho de 2010.

ROSSI, J.W. Substituição entre os insumos energéticos na economia brasileira: uma ilustração do uso do modelo translog. *Revista de Econometria*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 63-80, 1985.

SIMÕES, A.R.P., OLIVEIRA M.V.M. Vantagens Comparativas do Brasil na Produção de Leite. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Aquidauana, MS. *Anais...* Campo Grande, MS: SOBER, 2010. p. 1-12

UZAWA, H. Production functions with constant elasticities of substitution. In: *The Review of Economic Studies*, Stockholm, Suécia: Stockholm University, v. 29, n. 4, p. 291-299, 1962.

ZOCCAL, R. Cem recomendações para o bom desempenho da atividade leiteira. In: *Comunicado técnico 39*. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2004.

\_\_\_\_\_. *O agronegócio do leite no Brasil*. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2001.