

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MESTRADO EM ECONOMIA RURAL**

**FRANCISCO DRENO VIANA DA SILVA**

**DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA E DA RENTABILIDADE  
ECONÔMICA DOS PRODUTORES DE LEITE DO ESTADO DO CEARÁ:  
UMA APLICAÇÃO DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO**

**FORTALEZA  
Estado do Ceará - Brasil  
2007**

**FRANCISCO DRENO VIANA DA SILVA**

**DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA E DA RENTABILIDADE  
ECONÔMICA DOS PRODUTORES DE LEITE DO ESTADO DO CEARÁ:  
UMA APLICAÇÃO DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de  
Mestrado em Economia Rural, da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre em Economia Rural.

Orientador

Prof. Dr. Robério Telmo Campos

Co-Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemeiry Melo Carvalho

FORTALEZA  
Estado do Ceará - Brasil  
2007

S58d Silva, Francisco Dreno Viana da

Determinação da eficiência técnica e da rentabilidade econômica dos produtores de leite do Estado do Ceará: uma aplicação de fronteira estocástica de produção – Fortaleza, 2007.

91 fls.

Orientador: Prof. Dr. Robério Telmo Campos

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Economia Agrícola.

1. Produtores de leite. 2. Fronteira estocástica de produção. 3. Eficiência técnica. 4. Rentabilidade econômica. I. Campos, Robério Telmo. II. Título.

CDD. 637.1

**FRANCISCO DRENO VIANA DA SILVA**

**DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA E DA RENTABILIDADE ECONÔMICA  
DOS PRODUTORES DE LEITE DO ESTADO DO CEARÁ: UMA APLICAÇÃO DE  
FRONTEIRA ESTOCÁSTICA DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de  
Mestrado em Economia Rural, da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre em Economia Rural.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Robério Telmo Campos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemeiry Melo Carvalho (Co-Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará

---

Ph.D. José Ednilson de Oliveira Cabral  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**À Amanda,  
por todas as razões  
do bem-querer.**

## AGRADECIMENTOS

O autor entende que, na feitura de um estudo acadêmico, mesmo que se trate, em boa medida, de um ato isolado, ao longo da jornada muitas pessoas tiveram participação importante. Assim ele traz à lembrança sua professora do primeiro ano primário, Prof.<sup>a</sup> Clotilde, aqui representando todos os professores que o ensinaram a gostar de ler e a descobrir os mistérios escondidos nos livros.

Aos seus pais, “Seo” Raimundo e D.<sup>a</sup> Candinha, que, mesmo sem compreender muito do que acontecia e sem saber a sua utilidade, sempre apoiavam e gostavam de ver os filhos a bisbilhotar os livros.

A sua adorada Amanda, na esperança de que um dia ela entenda as ausências, as brincadeiras não vividas e os carinhos sem tempo.

À vida, por colocar tanta gente boa perto, em especial, D.<sup>a</sup> Carminha, pelo seu carinho de mãe, a D.<sup>a</sup> Socorro Maia, pela ajuda e compreensão, a Otiliana, pela amizade eterna, as amigas Heliana e Valéria, pela convivência doce, a Valesca, pelo apoio e por fazê-lo acreditar que era possível, e a todos os amigos que são capazes de trazer alegria.

A todos os funcionários e agregados do Mestrado, Joãozin, Margareth, D.<sup>a</sup> Valda, Conceição, Brian, Dermivan, Mônica, Ricardo, Giselle, que com o seu trabalho e humor, tornam as multilinearidades de todos mais fáceis de levar.

Aos professores do Departamento de Economia Agrícola, pelo conhecimento multiplicado. Ao seu orientador, Prof. Dr. Robério Telmo Campos, que deste o início se dispôs a fazer essa caminhada, e pela condução e compreensão necessárias.

Ao Ph.D. José Ednilson de Oliveira Cabral, pela atenção, leitura criteriosa e disponibilidade em contribuir no desenvolvimento do trabalho.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemeiry Melo Carvalho, pela orientação dedicada e ajuda na compreensão da metodologia, mas principalmente pelo carinho, cuidado, atenção e pela amizade construída, entre uma decepção e a alegria em cada fragmento de conquista.

## RESUMO

Analisa a eficiência técnica e a rentabilidade econômica dos produtores comerciais de leite do Estado do Ceará. A metodologia de fronteiras estocásticas de produção foi utilizada para estimar a eficiência técnica dos produtores. Como principais conclusões, observou-se elevada taxa de eficiência técnica média para o conjunto das firmas, em torno de 80%, indicando, contudo, um espaço relevante para o crescimento da eficiência das unidades, principalmente se for considerada a dispersão das taxas de eficiência. Em relação às variáveis utilizadas para definir a fronteira de produção, todas foram estatisticamente significativas, sendo a despesa com mão-de-obra aquela que apresentou maior contribuição para o crescimento da produção, enquanto, das variáveis utilizadas para explicar a ineficiência técnica, todas se mostraram significativas, sendo a composição racial do rebanho aquela que apresentou maior participação para a redução da ineficiência. Após a estimativa da eficiência de cada firma, estudou-se o comportamento de alguns indicadores técnicos de produtividade e de rentabilidade econômica, percebeu-se que, à medida que crescia a eficiência técnica das unidades, observava-se também melhora nos índices de produtividade, uma redução dos custos operacionais e elevação das margens de rentabilidade. Por fim, foi observada importante correlação entre o nível de eficiência e o volume produzido, indicando um efeito-escala na produção de leite.

Palavras-chave: Produtores de leite; Fronteira estocástica de produção; Eficiência técnica; Rentabilidade econômica.

## **ABSTRACT**

Analyzes the technical efficiency and economic profitability of commercial dairy farmers from Ceara State. The stochastic frontier production methodology was used to estimate milk producers' technical efficiency. As primary conclusion, the study observed a high rate of mean technical efficiency in the set of companies, about 80%, which points, however, to a relevant space to the unities' efficiency growth, especially considering the efficiency rates dispersion. As it regards to the variables used to define the production frontier, all of them were statistically significant, and the expense with labor was the variable that presented the main contribution to the production growth. Among variables used to explain technical inefficiency, all resulted significant, and the genetic group of the herd was the one that presented the main participation at decreasing inefficiency. After the estimative of each company's efficiency, the present research analyzed the behavior of some technical indicators of productivity and economic profitability. It found that as the technical efficiency of the unities increased the indexes of productivity also improved, as well as a reduction of operational expenses and an elevation of profit margins. Finally, the research focused the important correlation between the efficiency level and the volume produced, suggesting a scale effect on milk production.

**Key-words:** Dairy farmers; stochastic frontier production; technical efficiency; profitability.

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Evolução da produção de leite no Brasil – 1970 a 2005 .....	18
2 Variação anual da produção de leite na Região Nordeste e no Estado do Ceará – 1990 a 2004 .....	23
3 Crescimento da produção e da produtividade leiteira nos estados nordestinos – 2000-2004 .....	24
4 Representação da análise da eficiência .....	30
5 Distribuição de frequência simples e acumulada dos produtores de leite, por classe de eficiência - Ceará, 2006 .....	53
6 Distribuição de frequência média dos produtores de leite e produção média de leite por níveis de eficiência técnica – Ceará, 2006 .....	62

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
1 Produção mundial de leite de vaca e taxa de variação, por continentes - 1995 a 2005 .....	16
2 Classificação mundial dos principais países produtores de leite – 2005 .....	17
3 Evolução e taxas de crescimento do agronegócio do leite - Brasil, 1970 – 2005 .....	20
4 Quantidade, valor e participação dos principais produtos de origem animal – Ceará, 2004 .....	25
5 Produção de leite e número de produtores por estrato de produção de leite/dia - Ceará, 2004 .....	25
6 Vacas ordenhadas, produção e produtividade, por mesorregião - Ceará, 2004 .	26
7 Evolução do total de vacas ordenhadas, da produção de leite e da produtividade do Estado e de suas mesorregiões – Ceará, 2000 a 2004 .....	27
8 Coeficientes da fronteira de produção Cobb-Douglas, obtidos pelo método de estimação de máxima verossimilhança .....	50
9 Distribuição dos produtores de leite no Estado do Ceará, de acordo com o nível de eficiência técnica – 2006 .....	52
10 Classes de eficiência técnica e valores médios das variáveis da fronteira de produção – Ceará, 2006 .....	55
11 Classes de eficiência técnica e valores médios das variáveis explicativas da ineficiência técnica – Ceará, 2006 .....	57
12 Indicadores de produção e produtividade, conforme as classes de eficiência técnica – Ceará, 2006 .....	59
13 Classes de eficiência técnica e indicadores da produção de leite – Ceará, 2006	61

14	Indicadores de desempenho econômico dos produtores de leite do Estado do Ceará – 2006 .....	63
1A	Dados básicos para a estimação da eficiência e valores das eficiências técnicas estimadas dos produtores de leite – Ceará, 2006 .....	78
1B	Dados básicos para a estimação dos custos e da rentabilidade econômica dos produtores de leite - Ceará, 2006 .....	82

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	9
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Objetivos .....	14
1.2 Organização do Trabalho .....	14
<b>2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE</b> .....	16
2.1 A Produção Mundial .....	16
2.2 A Produção Brasileira .....	18
2.3 A Produção de Leite no Nordeste .....	22
2.4 A produção de Leite no Ceará .....	23
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	29
3.1 Conceitos e Medidas de Eficiência .....	29
3.2 O Modelo de Fronteira Estocástica e os Métodos de Estimação .....	31
3.3 Formas Funcionais .....	33
3.4 Modelos de Ineficiência .....	34
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	37
4.1 Fonte de Dados e Definição da Amostra .....	37
4.2 Modelos Econométricos .....	39
4.3 Indicadores de Custo e de Rentabilidade da Produção .....	44
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	48
5.1 O modelo Econométrico Empírico .....	48
5.2 Análise da Rentabilidade .....	58
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	70
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	71
<b>APÊNDICE</b> .....	77

## **1 INTRODUÇÃO**

O leite é um dos alimentos mais completos para o homem, uma vez que possui elementos essenciais e em porções maiores do que outros produtos, considerados isoladamente (BRESSAN; MARTINS, 2004). Por ser uma das principais fontes de cálcio e proteína na dieta, este é um alimento essencial a algumas faixas da população, em especial para as classes de menor poder aquisitivo (GOMES, 2001a).

A relevância social e econômica da atividade é inegável, pelas seguintes razões: usar e ocupar grandes áreas de terra; utilizar elevada quantidade de mão-de-obra (MARTINS; GUILHOTO, 2001); ter participação significativa na geração de renda do agronegócio e da renda nacional (CNA, 2006); fornecer matéria-prima para a indústria de laticínios e de seus derivados com elevado valor nutritivo; gerar tributos (MARTINS; GUILHOTO, 2001); e contribuir de maneira importante para a fixação de mão-de-obra no campo (CASTRO; NEVES, 2001). Deste modo, o desenvolvimento de programas institucionais de apoio à pecuária leiteira pode ultrapassar a barreira da importância social e da segurança alimentar, influenciando diretamente no desenvolvimento econômico das regiões produtoras e do Brasil.

Depois dos anos 1990, fortes transformações ocorreram no sistema agroindustrial brasileiro de leite, o qual passou a produzir e a se desenvolver dentro de um ambiente fortemente competitivo. Essa nova realidade ocorreu, dentre outros fatores, em virtude da desregulamentação do setor, da abertura comercial, de acordos bilaterais como o Mercosul e da estabilização monetária da economia brasileira (WILKINSON, 1993; JANK; GALAN, 1998; GOMES, 1999).

Essas mudanças que abrangeram toda a sua cadeia, alterando a estrutura de produção e a capacidade de competir, fazendo crescer o cuidado com a obtenção não apenas de bons índices zootécnicos, mas também com a eficiência econômica da atividade. A preocupação com a eficiência fez com que os produtores reavaliassem os seus objetivos e

métodos, a fim de assegurar a viabilidade e a sobrevivência do negócio (SOUZA, 2003), pois, de acordo Jank e Galan (1998), a ineficiência da atividade tende a elevar os custos de produção e a reduzir a rentabilidade e a competitividade.

Apesar de esse de ajuste haver ocorrido de modo mais rápido nas regiões de maior produção e próximas dos maiores mercados, a região Nordeste, mais particularmente o Estado do Ceará, também deverá seguir essa dinâmica em virtude da necessidade de os produtores se tornarem tanto eficientes, quanto competitivos<sup>1</sup>, a fim de permanecerem no mercado, pois a produção leiteira tenderá a se concentrar naqueles produtores mais tecnificados, mais eficientes, com melhor produtividade e menores custos (GOMES, 1999; SOUZA, 2003).

O presente trabalho pretende, então, determinar o grau de eficiência técnica e as condições de rentabilidade dos produtores de leite do Estado do Ceará. O conhecimento das medidas de eficiência de cada unidade produtiva pode favorecer, sobremaneira, a definição de estratégias para a produção local. No plano microeconômico, o fato de saber como os componentes interferem ou explicam as ineficiências pode auxiliar os produtores na reformulação de seus procedimentos de produção e na escolha da melhor tecnologia disponível, contribuindo, de modo racional, para o aumento de sua produção. No plano macroeconômico, pode ajudar na definição de políticas públicas capazes de fomentar a produção leiteira no Estado do Ceará, estabelecendo metas, programas de apoio técnico e de melhoria da qualidade do leite produzido, assegurando viabilidade e competitividade ao setor, em especial, à produção familiar, a fim de que esta possa se tornar mais eficiente e sustentável no longo prazo, para se manter no mercado, originar trabalho e renda e desenvolver social e economicamente o Estado.

Deste modo, a relevância do presente estudo fica evidente quando se percebem a elevação da produção e da produtividade brasileira, a posição relativa do setor leiteiro no agronegócio nacional, assim como a significativa redução do número de pequenos produtores e de sua participação no volume produzido, em razão da baixa produtividade, da pequena escala e da utilização ineficiente dos recursos de produção.

Duas limitações importantes, porém, foram encontradas no presente estudo. A primeira foi em razão de não ser possível trabalhar com algumas variáveis mais relacionadas

---

<sup>1</sup> O termo competitividade refere-se ao grau em que os produtos de uma firma ou de um setor podem competir no mercado, ou seja, com a capacidade de sobrevivência. Essa competitividade pode se manifestar com base em três indicadores: os de desempenho (relacionam-se com o desempenho comercial), os de eficiência (relacionam-se com os preços e custos dos bens e serviços comercializados, incluindo a produtividade técnica e econômica no uso dos fatores) e os indicadores de capacitação (dizem respeito aos fatores que atuam sobre o processo de produção e de comercialização, capacitando os agentes econômicos a produzir com maior eficiência e melhorar o desempenho comercial) (CARBAUGH, 2004).

com os aspectos gerenciais das firmas na definição dos efeitos da ineficiência técnica, uma vez que a pesquisa de onde surgiram os dados não abordava estes aspectos. A segunda se relaciona com a impossibilidade de não se poder efetuar a estimação da eficiência “alocativa”<sup>2</sup> e, por sua vez, da eficiência econômica total da produção de leite no Estado, pois não foi possível obter os preços unitários dos insumos utilizados na produção.

## **1.1 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

Analisar a eficiência técnica e a rentabilidade econômica dos produtores comerciais de leite no Estado do Ceará.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) estimar medidas de eficiência técnica dos produtores;
- b) identificar os fatores que influenciam a ineficiência da produção;
- c) estimar indicadores de desempenho produtivo e econômico da atividade leiteira; e
- d) avaliar, comparativamente, a rentabilidade da atividade do grupo de produtores eficientes relativamente aos ineficientes.

## **1.2 Organização do Trabalho**

A estrutura do estudo é composta de seis capítulos. O capítulo 1, coincidente com a presente introdução, procura destacar a importância do estudo e apresenta os objetivos geral e específicos. A seguir, no segundo capítulo, faz-se breve contextualização da produção leiteira no Brasil e no mundo. No terceiro segmento, é apresentado o referencial teórico que norteia o experimento, delineando-se os conceitos de eficiência, o modelo de fronteira estocástica, os métodos de estimação, as principais formas funcionais das fronteiras de produção e da ineficiência técnica. O quarto módulo traz, de maneira detalhada, a

---

<sup>2</sup> Muito embora não exista a palavra “alocativa” na língua portuguesa, a qual poderia ser substituída por “de alocação”, o termo é comumente utilizado na literatura econômica, razão pela qual foi mantido.

metodologia empregada para estimar a forma funcional, a estimação dos parâmetros da fronteira e das variáveis explicativas da ineficiência, além da metodologia utilizada para o cálculo dos custos e rentabilidade dos produtores. No quinto capítulo, são apresentados os resultados e a sua discussão. Finalmente, no segmento de fecho – capítulo 6 - apresentam-se as conclusões do trabalho.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE

### 2.1 A produção Mundial

Entre 1995 e 2005, a produção mundial de leite cresceu, em torno de 14,3%. Este crescimento não aconteceu de modo simétrico entre os países produtores, tendo havido maior participação das economias menos desenvolvidas. Como se pode observar na Tabela 1, a exceção do Continente Europeu, todos os demais apresentaram taxa de crescimento positiva, notadamente a Ásia, com 53,6%, e a Oceania, com 39,4%. A participação europeia, embora tenha sido alvo de retração de 5,3% em termo de volume produzido, ao longo do período, concentrou quase 40% da produção mundial em 2005, enquanto o Continente Americano deteve 28,6%, mostrando que a produção mundial se encontra bastante concentrada em poucos países.

Tabela 1 - Produção mundial de leite de vaca e taxa de variação, por continentes - 1995 a 2005.

Continente	Produção de Leite (mil t)			Variação (%) 2005/95	Participação 2005
	1995	2000	2005		
Europa	222.288	209.643	210.575	-5,3	39,7
América	128.221	142.749	151.741	18,3	28,6
Ásia	79.456	95.762	122.042	53,6	23,0
Oceania	17.822	23.486	24.843	39,4	4,7
África	16.646	19.594	21.517	29,3	4,0
<b>T O T A L</b>	<b>464.433</b>	<b>491.234</b>	<b>530.718</b>	<b>14,3</b>	<b>100,00</b>

Fonte: FAO.

Elaboração: R. Zoccal – Embrapa Gado de Leite /fevereiro, 2006.

Os vinte maiores produtores são responsáveis por cerca de 73% do volume produzido, sendo o principal produtor os Estados Unidos, os quais detêm 15,1% da produção

mundial, seguido pela Índia, com 7,2%, menos da metade da produção norte-americana (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação mundial dos principais países produtores de leite – 2005

Posição	Países	Produção de Leite (mil t)	Percentual do	
			Total	Acumulado
1°	Estados Unidos	80.150	15,1	15,1
2°	Índia	38.500	7,2	22,3
3°	Rússia	30.600	5,8	28,1
4°	Alemanha	27.600	5,2	33,3
5°	França	25.282	4,8	38,1
6°	China	24.530	4,6	42,7
7°	<b>Brasil</b>	<b>23.320</b>	<b>4,4</b>	<b>47,1</b>
8°	Nova Zelândia	14.625	2,7	49,8
9°	Reino Unido	14.577	2,7	52,5
10°	Ucrânia	14.000	2,6	55,1
11°	Polônia	12.400	2,3	57,4
12°	Países Baixos	10.531	2,0	59,4
13°	Itália	10.500	2,0	61,4
14°	Austrália	10.150	1,9	63,3
15°	México	9.873	1,9	65,2
16°	Turquia	9.500	1,8	67,0
17°	Paquistão	9.082	1,7	68,7
18°	Japão	8.255	1,5	70,2
19°	Argentina	8.100	1,5	71,7
20°	Canadá	8.100	1,5	73,2
	Outros Países	141.042	26,8	100,0
	<b>T O T A L</b>	<b>530.718</b>	<b>100</b>	

Fonte: FAO.

Elaboração: R. Zoccal – Embrapa Gado de Leite /fevereiro, 2006.

De acordo com dados da FAO (2006), porém, o crescimento da produção de países como a China (303,3%), o Paquistão (111,5%), a Nova Zelândia (57,5%) e a Índia (44,2%) fez com que fossem alteradas importantes posições na lista dos maiores produtores mundiais. Se, em 1995, China e Paquistão não figuravam dentre os grandes produtores mundiais, em 2005 assumiram, respectivamente, a 6ª e 17ª posição.

A diminuição da participação no volume produzido pela Itália (-14,7%), Países Baixos (-5,6%), Rússia (-4,4%) e Alemanha (-2,2%), associada ao crescimento da produção de outros continentes, faz com que a Europa perca parcela importante na produção mundial. Segundo Gomes, S. T. (1996), a redução da participação europeia teria razões distintas: no caso da União Europeia, a redução está associada a pressões internas e do GATT (Acordo Geral de Tarifas e Comércio), no sentido de reduzir os pesados subsídios aplicados. Na

Europa Oriental, a queda da produção tem relação com os ajustes decorrentes de mudanças políticas nos países socialistas.

## 2.2 A Produção Brasileira

A produção nacional experimentou evolução expressiva entre 1970 e 2005, aumentando o volume produzido de 7.132 para 25.000 bilhões de litros de leite em 2005, posicionando o Brasil entre os setes maiores produtores mundiais<sup>4</sup>. Este desempenho equivale a uma variação da produção em torno dos 250%, com uma taxa geométrica média de crescimento da ordem de 3,58% ao ano, superior, portanto, à taxa anual de crescimento da população brasileira, que ficou em torno de 2,01 %, possibilitando que a produção nacional obtivesse elevação de sua produção *per capita*<sup>5</sup> (Figura 1).

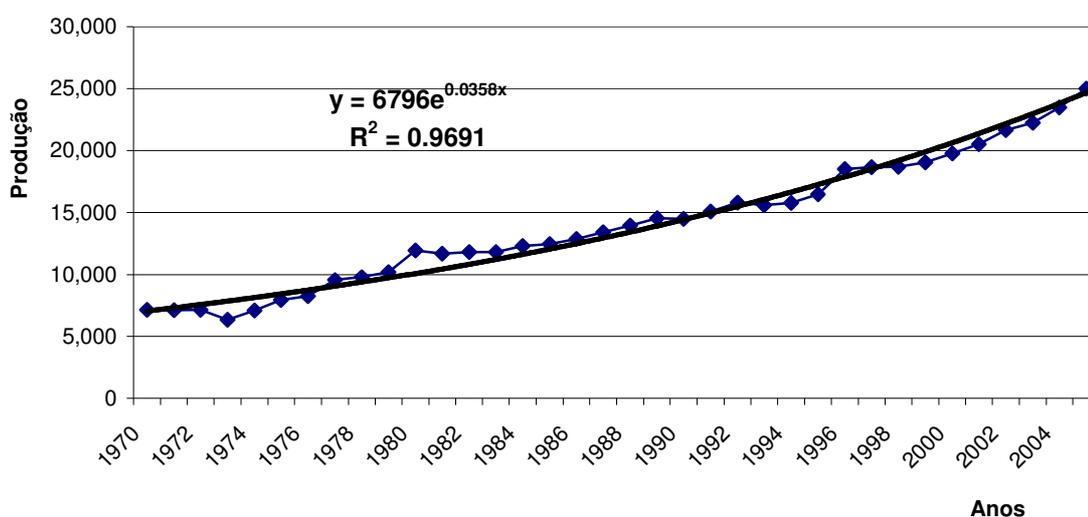


Figura 1 – Evolução da produção de leite no Brasil – 1970 a 2005.

Fonte: elaborada pelo autor, com base nos dados do IBGE /EMBRAPA.

Para se entender como se ocorreu esse crescimento, é importante que se analisem os fatores que contribuíram para o bom desempenho da pecuária de leite no Brasil. Para Gomes (1999), a produção pode crescer em razão dos ganhos de produtividade, melhorias do uso dos fatores, melhoria tecnológica e por crescimento do rebanho. Diante da dificuldade de

<sup>4</sup> As informações estatísticas apresentam discrepâncias, uma vez que se trata de bancos de dados diferentes. Deste modo, utilizar-se-á os dados da FAO, para comparar a produção entre Países, e dados do IBGE/EMBRAPA, para analisar a evolução da produção nacional ou por estados.

<sup>5</sup> Para se calcular as taxas de crescimento anual, foram usados dois critérios: usou-se a forma funcional exponencial, quando havia dados para toda a série (MATOS, 1995) e a fórmula para o cálculo do montante em juros compostos, quando se dispunha apenas de informações inicial e final (WOILER; MATHIAS, 1996).

se mensurar o crescimento de todos os fatores de produção, pode-se usar como *proxy* a produtividade das vacas, medida em litros de leite por vacas/ano. Para o autor, a utilização dessa *proxy* se justifica pelo equilíbrio nos sistemas de produção, ou seja, a baixa produção por vaca está, em geral, associada à baixa produção por mão-de-obra, terra e capital. Para esse autor, a separação das fontes de crescimento é muito útil, uma vez que esta indica a forma como a produção se desenvolve ao longo do tempo.

Ao longo dos anos, de 1970 a 2005, pode-se observar que o número de vacas ordenhadas, que era de 9,3 milhões de cabeças, passou para 20,8 milhões, apresentando taxa de crescimento ao ano de 1,88%, enquanto a produtividade cresceu à taxa de 1,71% ao ano. Estas taxas indicam que o crescimento da produção leiteira no Brasil decorreu tanto do crescimento numérico do rebanho leiteiro quanto de ganhos reais de produtividade, embora a sua principal fonte de crescimento da atividade tenha sido o aumento do número de vacas ordenhadas (Tabela 3).

Pode-se, contudo, examinar na Tabela 3 que houve mudanças importantes na natureza do crescimento da produção, dependendo das condições econômicas de cada período. Analisando-se a evolução da produtividade, no último período, constata-se que, mesmo com pequenos incrementos, seu crescimento apresentou taxas crescentes e constantes. Para Brandão (2001a), esses adicionais de produtividade são muito baixos e, a essas taxas, o País precisaria de sessenta anos para atingir o nível de produtividade dos maiores produtores<sup>6</sup>.

Por outro lado, Nogueira Netto e Gomes (2005) assinalam que o agronegócio do leite no Brasil vivencia um novo ciclo desde 2001. Esta nova fase caracteriza-se pelo equacionamento dos principais problemas advindos das importações desleais, resolvidos por meio de medidas *antidumping*, e pelo foco nas exportações como alternativa real de negócio. Ainda segundo esses autores, as exportações poderão amenizar a instabilidade entre a oferta e a demanda no mercado interno, com benefícios para toda a cadeia produtiva.

---

<sup>6</sup> O autor analisava a produtividade dos anos 1990, quando esses valores eram ainda maiores do que aqueles encontrados nos dias atuais.

Tabela 3 – Evolução e taxas de crescimento do agronegócio do leite - Brasil, 1970 - 2005.

Ano	Produção de Leite (milhões litros/ano)	Vacas Ordenhadas (mil cabeças)	Produtividade (litros/vaca/ano)
1970	7.132	9,3	767
1971	7.109	8,9	799
1972	7.142	9,8	729
1973	6.333	10,1	627
1974	7.101	10,8	658
1975	7.947	12,3	646
1976	8.257	12,9	640
1977	9.566	14,1	678
1978	9.783	14,1	694
1979	10.187	14,9	684
<b>TGC</b>	<b>4,74</b>	<b>6,15</b>	<b>-1,42</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,7694</b>	<b>0,9599</b>	<b>0,2874</b>
1980	11.956	16,5	724
1981	11.675	16,5	708
1982	11.816	16,4	721
1983	11.818	16,3	726
1984	12.303	16,7	735
1985	12.453	16,7	733
1986	12.879	17,7	732
1987	13.399	17,8	754
1988	13.941	18	772
1989	14.532	18,6	778
<b>TGC</b>	<b>2,36</b>	<b>1,42</b>	<b>0,91</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,8809</b>	<b>0,8237</b>	<b>0,8198</b>
1990	14.484	19,1	759
1991	15.079	20	755
1992	15.784	20,5	771
1993	15.591	20	779
1994	15.783	20,1	786
1995	16.474	20,6	801
1996	18.515	16,3	1.138
1997	18.666	17	1.095
1998	18.694	17,3	1.082
1999	19.070	17,4	1.096
<b>TGC</b>	<b>3,26</b>	<b>-2,05</b>	<b>5,29</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,9194</b>	<b>0,4834</b>	<b>0,7654</b>
2000	19.767	17,89	1.105
2001	20.510	18,19	1.127
2002	21.643	18,79	1.152
2003	22.254	19,26	1.156
2004	23.475	20,02	1.172
2005*	25.000	20,82	1.201
<b>TGC</b>	<b>4,59</b>	<b>3,06</b>	<b>1,54</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0,9892</b>	<b>0,9846</b>	<b>0,9688</b>
<b>TGC**</b>	<b>3,58</b>	<b>1,88</b>	<b>1,71</b>
<b>R<sup>2***</sup></b>	<b>0,9691</b>	<b>0,6857</b>	<b>0,7326</b>

Fonte: cálculos do autor com base nos dados Embrapa / IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal, 2006.

\* Produção estimada \*\* TGC – Taxa Geométrica de crescimento e \*\*\*R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação.

Enfatizando os avanços ocorridos no setor, Ponchio e Spolador (2005) reconhecem que, a partir de 2001, alterações significativas na produção e no parque industrial são realizadas, principalmente na qualidade do leite. Essas mudanças trouxeram, em 2004, uma vitória importante para a cadeia produtiva brasileira, quando, pela primeira vez em sua história, o País saiu da condição de importador para a de exportador mundial, obtendo, segundo Ponchio e Spolador (2006), ganhos em produtividade e em competitividade no mercado internacional, apesar da valorização da moeda nacional.

Analisando os efeitos adversos do crescimento do setor, Gomes (2003) ressalta que o papel desempenhado pelo ajustamento escala de produção, fruto do processo de especialização, compensou a redução do número total de produtores e permitiu o incremento da captação da indústria. Para os pequenos produtores, entretanto, essas mudanças apresentam efeitos perversos, em virtude da dificuldade de organização, pequena participação na produção e baixo nível de escolaridade (YAMAGUCHI; MARTINS; CARNEIRO, 2001).

Para esses autores, a modernização e a profissionalização dos administradores do setor é uma questão crucial, considerando-se que os negócios agropecuários se revestem de alta complexidade e dinâmica. Dürr (2005a) também considera a profissionalização importante, porém acredita que a necessidade mais imediata é a melhoria da qualidade do leite. Estas transformações tendem a se acirrar ainda mais com a aplicação da Instrução Normativa nº. 51 (IN 51), a qual estabelece novos padrões de qualidade para os diversos tipos de leite comercializados no País, abrangendo todo o sistema, do produtor ao laticínio, definindo parâmetros mundialmente aceitos de qualidade<sup>7</sup>.

De modo sumário, pode-se afirmar que, nos últimos anos, ocorreram importantes mudanças, tais como: significativa redução do número de produtores, aumento da concorrência, melhoria da produtividade do rebanho, deslocamento da produção para outras regiões não tradicionais, melhoria da qualidade do leite brasileiro e a transformação do Brasil de importador a exportador de lácteos. Consoante Nogueira Netto e Gomes (2005), a produção da pecuária leiteira foi o segmento da cadeia produtiva que passou pela mais profunda mudança. Para esses autores, a produção e a produtividade do rebanho brasileiro estão diretamente ligadas à especialização do pecuarista. Somam-se a esses avanços a

---

<sup>7</sup> A nova legislação estabelece critérios mais rígidos para a produção, identidade e qualidade dos leites A, B e C, quando pasteurizados ou crus, fixando parâmetros para o resfriamento de leite (após a ordenha), o transporte para os laticínios (uso de caminhões com tanques isotérmicos), a contagem de células somáticas (uma das formas de se atestar a saúde do úbere) e contagem-padrão em placas (contagem bacteriana para verificar a qualidade sanitária para o consumo) (BRASIL, 2002; DÜRR, 2005b).

melhoria na qualidade do leite e a introdução de tecnologias adequadas à realidade brasileira, o bom gerenciamento da propriedade e a utilização de forrageiras tropicais, modificando o perfil da produção nas diversas regiões do País.

### **2.3 A Produção de Leite no Nordeste**

A produção leiteira no Nordeste é relativamente pequena. Em 2004, o Nordeste respondeu por apenas 11,5% da produção nacional. Na perspectiva de Gomes (2001a), este desempenho faz com que a produção regional não atenda plenamente ao seu mercado interno, importando a maior parte do que consome, principalmente, na forma de leite em pó. Segundo estimativa da EMBRAPA (1998, citado por NOGUEIRA FILHO, 2006) para o ano de 1997, o Nordeste brasileiro necessita de uma produção de 2,82 bilhões de litros de leite para abastecer o mercado regional, considerando apenas o consumo *per capita* de leite fluído e queijo. Deste modo, o estudo estimou um *deficit* da ordem de 850 milhões de litros de leite ou o equivalente a 43% da produção média. Em termos comparativos, verifica-se que o Estado de Goiás, sozinho, produz o equivalente a, aproximadamente, 94% de toda a produção nordestina.

Dentre as regiões brasileiras, o Nordeste é a que apresenta as maiores limitações, decorrentes, em particular, da irregularidade de chuvas, que compromete o desenvolvimento de uma atividade moderna, baseada em uma alimentação produzida dentro da propriedade, acarretando sérios problemas para a indústria local. Tal configuração contribui para a elevação do custo do leite, fazendo-o maior do que aquele praticado em outras regiões do País. Assim, a elevação dos custos é resultante da suplementação alimentar do rebanho, à base de concentrados, que apresentam valor alto por não serem produzidos na própria região, além das despesas com a produção de alimentos volumosos (pastagens, fenos e silagens), uma vez que, diante da instabilidade de chuvas, o produtor é levado a plantar uma quantidade maior do que a necessária para atender a necessidade de um ano de seca (PRIMO, 2001; GOMES, 2001a).

Em face do problema da irregularidade de chuvas, a Região é alvo constante de quedas drásticas no volume total de sua produção leiteira, como, por exemplo, em 1993, quando a produção local foi reduzida em, aproximadamente, 20%. Nos últimos anos, no entanto, o Nordeste vem apresentando aumento na participação nacional. Analisando o período compreendido entre 2000 a 2004, constata-se que oito estados nordestinos, saliente,

apenas, o Piauí, obtiveram ganhos de produção e de produtividade, o que pode contribuir para o crescimento mais sustentável da atividade na Região. Esta recuperação fica mais interessante quando se observa que os estados da Região, em termos de crescimento da produtividade, apresentaram desempenho bem melhor do que muitos estados produtores tradicionais.

## 2.4 A Produção de Leite no Ceará

Em 2004, o Estado do Ceará produziu 363.272 mil litros, correspondendo a 13% da produção regional, ficando entre os três maiores produtores do Nordeste, alternando, com Pernambuco, a segunda colocação ao longo dos anos.

Assim como ocorreu em relação ao Nordeste, a produção leiteira cearense é fortemente influenciada pelas características climáticas. Para Pontes Filho (1999), o sistema de criação adotado pela maioria dos produtores, carentes de tecnologias modernas, depende, sobretudo, do regime de chuvas na região, ocorrendo grandes reduções na produção anos de estiagem (Figura 2).

A forte seca de 1993, que praticamente acabou com a lavoura daquele ano, provocou retração da produção de leite de cerca de 20%. O mesmo fenômeno também é registrado com a seca de 1998, quando a produção foi objeto de uma queda de aproximadamente 19%, sendo que esta última estiagem se prolongou até 2001, apenas com uma pequena trégua no ano de 2000.

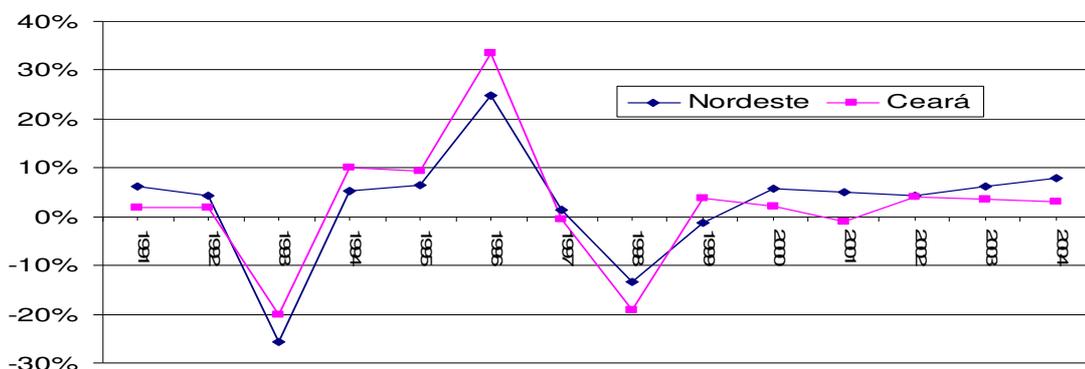


Figura 2 - Variação anual da produção de leite na Região Nordeste e no Estado do Ceará – 1990 a 2004.

Fonte: elaboração do autor, com base nos dados do IBGE /Pesquisa Pecuária Municipal.

Para Fernandes et al. (2001), a pecuária leiteira no Ceará é praticada de forma extensiva, com baixo grau de modernização tecnológica, acrescentando ainda que, apesar de apresentar índices positivos de produtividade e de crescimento da produção, seus valores ainda estão muito aquém da média brasileira. Esses autores asseveram que, além das restrições climáticas, o baixo desempenho do setor decorre também do tipo de solo e da qualidade do rebanho utilizado na exploração da atividade. Leite (2006) também considera que os índices técnicos e zootécnicos da produção leiteira no Ceará deixam muito a desejar e aponta que a diferença entre a produção local e maiores centros produtores decorre do padrão genético dos animais e do seu manejo, disponibilidades de alimentos, sanidade animal e controle de custos de produção.

Apesar das condições adversas que se apresentam à atividade, no período entre 2000 e 2004, a maioria dos estados nordestinos apresentou taxas positivas de crescimento da produção e da produtividade (Figura 3). Dentre os estados que obtiveram taxas positivas, o Ceará foi aquele que menos cresceu, apresentando percentuais de crescimento da produtividade e da produção de, respectivamente, 1%, e 1,8% ao ano.

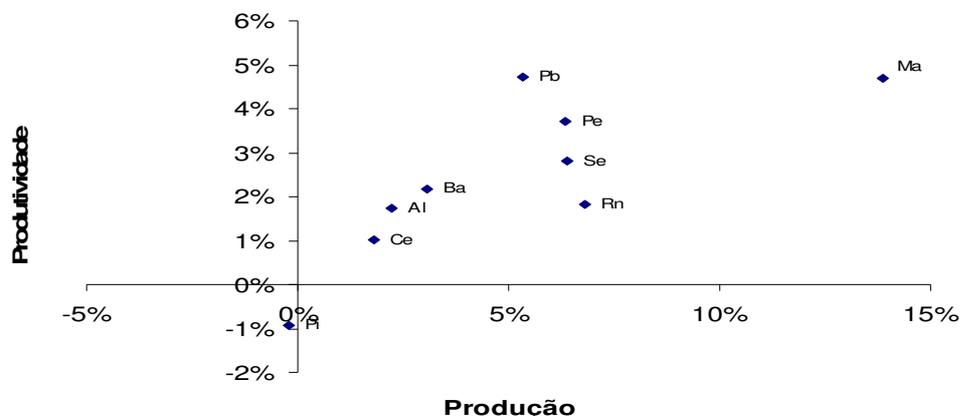


Figura 3 - Crescimento da produção e da produtividade leiteira nos estados nordestinos – 2000-2004.

Fonte: elaboração do autor, com base nos dados do IBGE /Pesquisa Pecuária Municipal.

Em termos de produtividade média no ano de 2004, enquanto a média nacional ficou em 1.172, o Ceará produziu 792 litros/vaca/ano, correspondendo a apenas 67,58% da média brasileira. Deve-se ressaltar, no entanto, que a produtividade do rebanho estadual já apresentou valor mais expressivo, chegando a atingir 827,5 litros/vaca/ano.

Apesar das limitações climáticas, do baixo nível tecnológico, do ínfimo padrão genético do rebanho, dentre outros, essa atividade apresenta importante contribuição para

geração de renda no Estado. Em termos de valor da produção animal, é a atividade leiteira a de maior expressão econômica, sendo responsável por 58,9% do valor total produzido, seguida pela produção de ovos de galinha, que responde por 38,5% (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantidade, valor e participação dos principais produtos de origem animal – Ceara, 2004.

Produtos	Quantidade Produzida	Valor (R\$)	Participação (%)
Leite (mil litros)	363.272	236.107.226	58,9
Ovos de galinha (mil dúzias)	91.340	154.555.114	38,5
Ovos de codorna (mil dúzias)	328	250.319	0,1
Mel (kg)	2.933.133	10.283.007	2,6
Valor da Produção Animal		401.195.666	100

Fonte: IBGE – Produção da Pecuária Municipal, 2005.

A relevância da pecuária leiteira cearense apresenta grande destaque no contexto social. Apesar da atividade se concentrar nos estabelecimentos de área de 10 a 500 hectares, que respondem por volta de 66% do total, as propriedades de menos de 10 hectares contribuem com cerca de 10% da produção, demonstrando o peso desse grupo no Estado (BRANDÃO, 2001b).

A contribuição da pequena produção leiteira é inegável, quando se analisa o volume produzido. Os produtores que obtêm até 50 litros por dia representam aproximadamente 58% do total de produtores e também responsáveis por 19% do volume produzido. Se for adicionado o estrato de até 100 litros/dia, essa quantidade passa a representar quase 78% do total de produtores e aproximadamente 36% do volume produzido, valores expressivos não apenas no contexto econômico, mas, sobretudo, em termos sociais (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção de leite e número de produtores por estrato de produção de leite/ dia - Ceará, 2004.

Estratos	Número de Produtores	%	Produção de Leite	%
Até 50	2.182	57,66	62.082	18,80
51 – 100	760	20,08	55.970	16,95
101 – 300	708	18,71	117.504	35,59
301 – 500	89	2,35	35.535	10,76
501 – 1000	28	0,74	20.840	6,31
+ de 1000	17	0,45	38.243	11,58
Total	3.784	100	330.174	100

Fonte: SEAGRI/CE - Diagnóstico da cadeia do leite – 2004.

Em relação à distribuição espacial da produção leiteira no Estado, a mesorregião que detém a maior parcela da produção é a dos Sertões Cearenses, com 31,1%, seguida pelo Jaguaribe (16,7%) e Noroeste Cearense (16,5%). A mesorregião que participa com a menor parcela é a Metropolitana de Fortaleza, com 5,8%. Quando se observa, no entanto, a produtividade média, esta é a região que apresenta o melhor desempenho, com 1.342 litros/vaca/ano, seguida pela região de Jaguaribe, que ficou em torno de 878 litros/vaca/ano (Tabela 6).

Tabela 6 - Vacas ordenhadas, produção e produtividade, por mesorregião. Ceará, 2004.

Mesorregião	Vacas Ordenhadas		Produção		Produtividade
	Número	%	Total	%	
Centro-Sul Cearense	50.780	11,1	34.038	9,4	670
Jaguaribe	68.978	15,0	60.606	16,7	878
Metropolitana de Fortaleza	5.603	3,4	20.943	5,8	1.342
Noroeste Cearense	5.200	16,4	59.972	16,5	797
Norte Cearense	46.311	10,1	38.800	10,7	837
Sertões Cearenses	146.464	31,9	112.886	31,1	770
Sul Cearense	55.368	12,1	36.028	9,9	350
Ceará	458.704	100	363.273	100	792

Fonte: IBGE – Produção da Pecuária Municipal, 2006.

Segundo Fernandes e Carneiro (2004), este elevado índice alcançado pela mesorregião metropolitana sugere que esses municípios adotam manejo de gado confinado, pois, por estarem próximos ao centro urbano de Fortaleza, têm um rebanho muito grande e uma área de pastagem muito pequena. Os autores também identificaram nestes municípios a maior taxa de assistência técnica, maiores índices de utilização de irrigação e o gado mais especializado, onde 70% do efetivo bovino tinham aptidão leiteira.

Em termos de evolução da produção por mesorregiões, no período de 2000 a 2004, o maior crescimento ocorreu na Metropolitana de Fortaleza (26%), seguida pela região Noroeste Cearense (24%). Enquanto isso, o pior desempenho ocorreu na região Jaguaribana, com uma taxa de crescimento próxima a 1%.

Para o Estado, o crescimento de 9,5% na produção, pode ser explicado tanto pelo crescimento do efetivo bovino (6,36%) quanto pelo crescimento da produtividade (6,56%). Para as Regiões Metropolitana e Noroeste, o principal fator responsável pelo crescimento da

produção de leite foi o incremento da produtividade de 15,7% e 14%, respectivamente (Tabela 7).

Por sua vez, nas Regiões Sul Cearense (5,9%) e Centro-Sul Cearense (7,3%), o aumento do número de vacas ordenhadas foi a principal fonte de evolução da produção, tendo haja vista que as taxas de produtividade foram muito baixas, ocorrendo, até mesmo, perdas de produtividade, a exemplo da Centro-Sul Cearense (-1,03%).

De acordo com dados do IBGE (2006) sobre captação de leite, para os anos de 2005 e 2006, o Ceará vem passando por um forte crescimento em sua produção, tendo apresentado uma variação positiva da ordem de 38,45%, entre 2004/2005, e de 15,17% ao primeiro semestre de 2006, representando uma variação de 59,4% na captação nestes dois anos. Este crescimento, além de reduzir a necessidade de importação, demonstra a capacidade e o vigor da produção local.

Tabela 7 - Evolução do total de vacas ordenhadas, da produção de leite e da produtividade do Estado e de suas mesorregiões. Ceará – 2000 a 2004.

Mesorregião	Taxa de variação		
	Vacas	Produção	Produtividade
Centro-Sul Cearense	7,24	6,10	- 1,03
Jaguaribe	0,20	1,15	0,92
Metropolitana de Fortaleza	9,03	26,06	15,69
Noroeste Cearense	8,48	23,77	14,02
Norte Cearense	6,88	13,08	5,82
Sertões Cearenses	0,83	5,78	4,90
Sul Cearense	5,88	6,36	0,46
Ceará	6,36	9,46	6,56

Fonte: IBGE – Produção da Pecuária Municipal.

Apesar dos aspectos negativos das condições climáticas apontadas anteriormente por Fernandes et al. (2001), Leite (2006), dentre outros, o clima do semi-árido nordestino apresenta algumas vantagens comparativas para o desenvolvimento da bovinocultura de leite. Conforme aponta Carvalho Filho (2006), o clima seco e com baixa umidade do ar é fundamental para a sanidade animal e vegetal; a baixa umidade relativa favorece o resfriamento evaporativo, melhorando as condições de conforto térmico para as vacas em lactação; o solo de média e alta fertilidade natural requer pequenos aportes de fertilizantes, e, em razão do clima seco, há maior durabilidade das instalações e menores custos de depreciação e manutenção.

Enquanto alguns artifícios podem ser utilizados para amenizar as condições de desconforto do rebanho, para Reis Filho (2004), as altas temperaturas e a luminosidade são fatores preponderantes à produção de volumoso, o principal alimento bovino. Deste modo, fatores que poderiam ser considerados limitantes possibilitam, mediante o emprego de irrigação, a produção de forrageiras tropicais durante todo o ano, garantindo condições de competitividade sem igual no Brasil.

Desse modo, considerando a disponibilidade de fatores básicos de produção relativamente mais baratos, ampliam-se as possibilidades de produção para a Região, notadamente nos estados que detenham boas reservas de água para efetivar a irrigação.

O crescimento mais recente da produção no Estado talvez seja já uma resposta dos incentivos recebidos pelas ações de melhorias da produção e de assistência técnica que o Estado implanta por meio dos programas Pasto Verde e Leite é Saúde. Por outro lado, como um viés perverso à melhoria da produção, há intensa retração do preço pago aos produtores, problema esse que precisa ser equacionado, seja com o desenvolvimento de novos produtos, seja pela ampliação da recepção dos laticínios, de modo que não recaia sobre o produtor o ônus do aumento da produção, prejudicando os investimentos necessários pelos quais deve passar o setor para se adequar às normas de qualidade.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Conceitos e Medidas de Eficiência

O estudo das funções de produção é o fundamento para as estimativas da eficiência das firmas. Para a tradicional teoria da produção, o estabelecimento das fronteiras é uma abordagem puramente teórica e baseada em um modelo idealizado, no qual, implicitamente, considera que todas as unidades produtivas são plenamente eficientes<sup>8</sup>. Em contraposição a essa análise, Farrell (1957) apresentou um modelo empírico para medir a eficiência relativa das unidades produtivas.

Nesse modelo, a eficiência da firma é dividida em dois componentes: a Eficiência Técnica (ET) e a Eficiência “Alocativa” (EA). O componente puramente técnico refere-se à capacidade de evitar desperdícios de insumos e produtos, dado o nível tecnológico, enquanto o de alocação refere-se à habilidade de combinar insumos e produtos em proporções ótimas, em razão dos preços dos fatores (TUPY; YAMAGUCHI, 1998). Combinando-se essas duas medidas, determina-se a eficiência econômica total.

As medidas de eficiência de Farrell (1957) podem ser analisadas com orientação pelo produto ou pelo insumo. A medida produto-orientada procura determinar a proporção em que todos os produtos podem ser proporcionalmente expandidos, dadas as quantidades utilizadas de insumos. Enquanto isso, a medida insumo-orientada procura identificar de quanto as quantidades de todos os insumos podem ser proporcionalmente reduzidas, dada a quantidade produzida.

Como exemplo, Farrell (1957) considerou uma firma empregando dois insumos ( $x_1$  e  $x_2$ ) para produzir único produto ( $y$ ). A função de produção foi definida como

---

<sup>8</sup> O cálculo da medida de produtividade pressupõe que a produção obtida resulta da melhor prática ou é a produção máxima, o que, no sentido de Farrell, é tecnicamente eficiente (TUPY; YAMAGUCHI, 1998).

$y = f(x_1, x_2)$ , podendo ser especificada como  $1 = f(x_1/y, x_2/y)$ , permitindo que todas as informações relevantes sejam representadas pela isoquanta unitária  $SS'$ <sup>9</sup>.

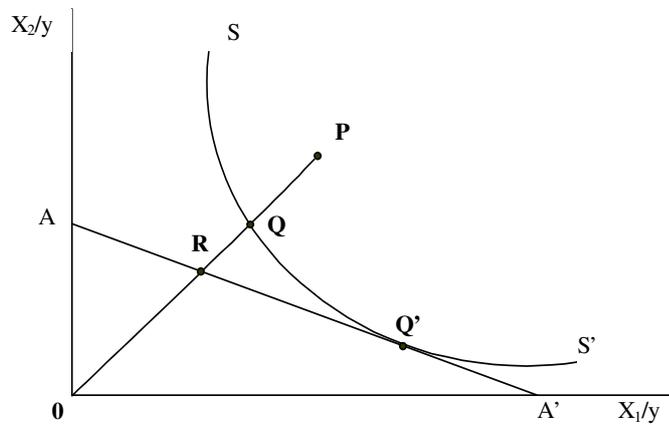


Figura 4 – Representação da análise da eficiência.

Se outra firma, para produzir a mesma quantidade de produto, usa a quantidade de insumos representada pelo ponto  $P$ , esta firma está sendo ineficiente. A distância  $QP$  indica a quantidade pela qual os dois insumos podem ser proporcionalmente reduzidos, sem alterar a quantidade produzida. A eficiência técnica (ET) desta firma pode ser medida pela seguinte razão:

$$ET = \frac{OQ}{OP} = 1 - \frac{QP}{OP} \quad (3.1)$$

onde  $0 \leq ET \leq 1$

De acordo com Farrell (1957), quando  $ET = 1$ , a firma é tecnicamente eficiente. Koopmans (1951), no entanto, considerando a possibilidade de construção de fronteiras não paramétricas, estabelece uma definição mais restrita de eficiência técnica, na qual a firma é considerada plenamente eficiente se, e somente se,  $ET=1$  e se não houver sobras de produtos ou de insumos.

Quando se conhece a razão entre os preços dos insumos, representada pela isocusto  $AA'$ , pode-se calcular a eficiência “alocativa” (EA). Considerando que a firma opera no ponto  $P$ , tem-se:

<sup>9</sup> É importante salientar que esta curva não é conhecida na prática, sendo necessário que se estime a função de produção da unidade produtiva eficiente.

$$EA = \frac{OR}{OQ} \quad (3.2)$$

À distância  $RQ$  representa a redução nos custos de produção, caso a produção ocorresse em um ponto de “eficiência alocativa” ( $Q'$ ), em vez do ponto  $Q$ , que é tecnicamente eficiente, mas alocativamente ineficiente.

Por sua vez, a eficiência econômica (EE), também denominada de eficiência total, é dada pelo produto entre as eficiências técnica e alocativa:

$$EE = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} \quad (3.3)$$

As medidas de eficiência apresentadas são todas radiais, ou seja, mensuradas ao longo de um raio a partir da origem até o ponto observado. A principal vantagem das medidas radiais é que as unidades utilizadas para quantificar produtos e insumos podem ser alteradas, sem que isso modifique do escore da medida de eficiência (COELLI; RAO; BATTESE, 1998).

### 3.2 O Modelo de Fronteira Estocástica e os Métodos de Estimação

A função de fronteira de uma unidade produtiva representa o modelo em relação ao qual será medida a sua eficiência, no entanto essa fronteira é desconhecida e precisa ser estimada. A partir do estudo inicial de Farrell (1957), diversos métodos de estimação têm sido propostos. Lovell e Schmidt (1988) consideraram quatro abordagens metodológicas: a programação pura, a programação modificada, a fronteira determinística e a fronteira estocástica<sup>10</sup>.

O método de programação pura, proposto por Farrel (1957) e desenvolvido posteriormente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Fare e Lovell (1978), utiliza uma seqüência de programas lineares para construir uma fronteira de transformação e para medir a eficiência relativa. Esse método é conhecido como *Data Envelopment Analysis* (DEA).

O método de programação modificada, sugerido por Farrel (1957) e melhorado por Aigner e Chu (1968), Forsund e Jansen (1977) e Forsund e Hjalmarsson (1979) também

---

<sup>10</sup> A seqüência de abordagens metodológicas está baseada em Carvalho (2007) e Marinha e Carvalho (2004).

utiliza uma seqüência de programas lineares para construir fronteiras e medir a sua eficiência relativa, contudo difere da programação pura, pois a fronteira é construída parametricamente.

A principal vantagem dos métodos que utilizam técnicas de programação matemática é não impor uma forma funcional explícita sobre os dados. Por outro lado, pelo fato de a amostra ser envolvida por uma fronteira determinística, todos os desvios das observações em relação à fronteira são atribuídos, exclusivamente, a ineficiência. Para Tupy e Yamaguchi (1998), esse tipo de fronteira pode apresentar deformação se os dados estiverem contaminados por algum ruído estatístico, pois nenhum ajuste pode ser feito para as variações ambientais, choques aleatórios externos, ruídos nos dados, erros de medição, variáveis omitidas. Adicionalmente, Barros, Costa e Sampaio (2004) apontam outras restrições a essa metodologia: a necessidade de a tecnologia ser convexa (perfeita divisibilidade) e ter livre disponibilidade de insumos e produtos.

A abordagem determinística, em contraste com as anteriores, utiliza técnicas estatísticas para estimar a fronteira e computar a sua ineficiência. Foi proposta por Afriat (1972) e ampliada por parte de Richmond (1974) e Greene (1980), entre outros. Neste caso, o método não considera a possibilidade da influência de erros de medição e outros ruídos na estimação. Deste modo, todos os desvios em relação à fronteira também são atribuídos à ineficiência da firma, como nos casos dos métodos de programação.

Alternativamente à abordagem determinística, a metodologia de fronteira estocástica, proposta simultaneamente por Aigner, Lovell e Schimdt (1977) e Meeusen e Broeck (1977), introduz um componente de erro para representar ruído, erros de medição, etc., o que possibilita a divisão do desvio de uma observação da parte determinística da fronteira em dois componentes, um relacionado à ineficiência técnica da produção e outro aos ruídos aleatórios. Desse modo, essa abordagem elimina a principal limitação nos métodos determinísticos, os quais consideram qualquer afastamento em relação à fronteira como ineficiência.

Este método faz uso de técnicas estatísticas para estimar a fronteira de produção utilizada para caracterizar uma transformação eficiente de insumos e produtos e computar a sua eficiência relativa, necessitando, para tanto, impor uma forma funcional explícita possivelmente restritiva para a tecnologia, assim como o estabelecimento de hipóteses da distribuição sobre os componentes do erro, de modo a permitir a sua decomposição.

De acordo como Coelli, Rao e Battese (1998), essa metodologia é mais apropriada ao setor agrícola do que as fronteiras não paramétricas, especialmente quando se trata de

países em desenvolvimento, onde as informações são fortemente influenciadas por erros de medição, condições climáticas, doenças e pragas.

### 3.3 Formas Funcionais

Uma fronteira de produção pode ser estimada utilizando-se diferentes formas funcionais. No caso das fronteiras de produção estocástica, porém, as mais utilizadas são as funções Cobb-Douglas e a translogarítmica (translog).

A representação funcional da forma Cobb-Douglas pode ser expressa por:

$$Y_i = A \prod_{j=1}^n x_j^{b_j} e^{(v_i - u_i)} \quad (3.4)$$

que, por meio de uma transformação logarítmica, fornece um modelo linear nos logarítmicos dos insumos<sup>11</sup>:

$$\ln Y_i = \ln A + \sum_{j=1}^n b_j \ln x_j + v_i - u_i. \quad (3.5)$$

Esta função apresenta como principais vantagens: a facilidade de estimação dos parâmetros e a interpretação de seus resultados; as elasticidades podem ser diretamente comparáveis entre si e independem dos valores de  $Y$  e  $x_j$ ; os rendimentos de escala são facilmente obtidos pela soma dos coeficientes da regressão, ou seja,  $k = b_1 + b_2 + \dots + b_n$ ; e há um pequeno número de parâmetros a serem estimados, obtendo-se maior grau de liberdade.

Por outro lado, as principais desvantagens, são: a função não explica simultaneamente os diferentes estágios de produção, visto que são constantes as elasticidades de produção; pode haver superestimação dos níveis ótimos de insumos, uma vez que, para cada elevação dos níveis de utilização dos insumos, a superfície de produção fica quase plana; a proporção ótima em que os fatores são combinados é constante; a elasticidade de substituição entre os insumos é constante; e o rendimento de escala para todas as firmas é igual a um.

---

<sup>11</sup> Com esta transformação, fica mais fácil estimar os parâmetros e evita utilizar algum método de regressão não linear (VILLA, 2004).

Em alguns casos, essa formulação não é satisfatória para representar uma dada tecnologia. Assim, pode-se ajustar uma função do tipo translogarítmica, a qual é expressa por:

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \ln x_i \ln x_j + v_i - u_i. \quad (3.6)$$

A vantagem de se usar essa forma funcional é de que ela é uma aproximação de segunda ordem mais flexível em termos de representação do que a Cobb-Douglas, além de não impor nenhuma restrição sobre os retornos de escala ou as possibilidades de substituição; ou seja, exibe elasticidade de substituição variável ao longo dos níveis de produção e seus rendimentos não são necessariamente constantes, sendo muito flexível na aproximação de qualquer tecnologia em termos de possibilidade de substituição (VILLA, 2004).

Tem como desvantagens, entretanto, o fato de ser muito susceptível a problemas de multicolinearidade em razão da existência de variáveis explicativas criadas a partir de valores cruzados, e também pode vir a apresentar problemas de grau de liberdade, em razão do grande número de parâmetros a ser estimado.

### 3.4 Modelos de Ineficiência

Os modelos de ineficiência técnica podem ser especificados de formas diferentes. Battese e Coelli (1992) propuseram uma formulação em que os efeitos da ineficiência da firma variam sistematicamente ao longo do tempo, sendo expresso por:

$$u_{it} = \{\exp[-\eta(t-T)]\}u_i \quad i=1,\dots,N; t=1,\dots,T, \quad (3.7)$$

onde:

$u_i$  mostra os efeitos da ineficiência sobre a produção, sendo assumidas como variáveis aleatórias não negativas com distribuição normal truncada em zero,  $N(\mu, \sigma_u^2)$ ;

$\eta$  é um parâmetro a ser estimado.

Esse modelo especifica que os efeitos da ineficiência técnica de uma amostra de firmas, em um dado período, são uma função exponencial determinística dos efeitos da ineficiência de um tempo anterior.

A imposição de restrições sobre esta formulação pode providenciar outros casos particulares. Por exemplo, fazendo  $\eta = 0$ , obtém-se o modelo tempo invariante proposto por Battese, Coelli e Colby (1989). Adicionando-se a restrição  $\mu = 0$ , reduz-se o modelo para a formulação proposta por Pitt e Lee (1981), na qual os efeitos da ineficiência técnica têm uma distribuição *half-normal*. Enquanto isso, a restrição  $T = 1$  reduz o modelo a uma formulação *cross-sectional, half-normal* de Aigner, Lovell e Schmidt (1977).

No modelo proposto em Huang e Liu (1994), existem interações das variáveis específicas da firma e os insumos utilizados na estimação da fronteira estocástica, sendo definido por:

$$u_{it} = z_{it} \delta + z_{it}^* \delta^* + w_{it} \quad ,i=1,\dots,N; t=1,\dots,T, \quad (3.8)$$

onde:

$z_{it}^*$  é um vetor de valores de interações entre as variáveis  $z_{it}$  e  $x_{it}$ ;

$\delta^*$  é um vetor de parâmetros desconhecidos.

Para o modelo de ineficiência definido pela equação (3.8), as mudanças na fronteira para as diferentes firmas dependem do nível de insumos variáveis e dos diferentes períodos, sendo denominada, desse modo, de fronteira estocástica não neutra. Adicionalmente, o produto marginal e as elasticidades médias de produção para as diferentes firmas são funções das variáveis específicas de cada firma.

No modelo proposto por Battese e Coelli (1995), os efeitos da ineficiência técnica são definidos por:

$$u_{it} = z_{it} \delta + w_{it} \quad i=1,\dots,N; t=1,\dots,T, \quad (3.9)$$

onde:

$z_{it}$  é um vetor (1xM) de variáveis explicativas associadas aos efeitos da ineficiência técnica, podendo incluir características da firma, do gerenciamento e o período de observação;

$\delta$  é um vetor (Mx1) de parâmetros desconhecidos a serem estimados; e

$w_{it}$  são variáveis aleatórias, assumidas como independentemente distribuídas, obtidas pelo truncamento em zero de uma distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ , tal que  $u_{it}$  é não negativo, ou seja,  $w_{it} \geq -z_{it}\delta$ .

Os efeitos da ineficiência técnica são assumidos como independentes, não negativos, com uma distribuição normal truncada, variância desconhecida ( $\sigma^2$ ) e média  $z_{it}\delta$ , de modo que a média pode ser diferente entre as firmas e nos decursos de tempo, mas as variâncias são as mesmas.

O modelo de Huang e Liu (1994) pode ser visto como uma extensão do modelo de Battese e Coelli (1995), ou alternativamente, o segundo pode ser considerado um caso especial do primeiro, no qual os coeficientes do vetor  $\delta^*$  são zero.

Assim como no caso da forma funcional, é necessário se definir qual o modelo que será utilizado para explicar os efeitos da ineficiência. Considerando que o presente estudo tem por objetivo identificar os fatores que influenciam a ineficiência da firma, o modelo proposto por Battese e Coelli (1992) não satisfaz a esse propósito, uma vez que foi definido para dados em painel, além de os efeitos da ineficiência variarem somente em função do tempo.

Por sua vez, os modelos sugeridos por Huang e Liu (1994) e por Battese e Coelli (1995) possibilitam a inclusão de variáveis específicas da unidade produtiva, como características da firma, do gerenciamento, além de outras que possam influir na eficiência da firma, inclusive o tempo. Como o modelo de Huang e Liu (1994), entretanto, tem variáveis formadas a partir interações das variáveis específicas da firma com os insumos utilizados na estimação da fronteira estocástica, ele pode ser inconsistente em virtude das correlações entre as variáveis explicativas da fronteira e do modelo de ineficiência. Deste modo, a escolha recai sobre o modelo de Battese e Coelli (1995).

## **4 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada no presente trabalho foi desenvolvida a partir dos seguintes procedimentos. Primeiro, por meio do método de máxima verossimilhança, foi estimada a função de produção com efeitos da ineficiência técnica. Com base nos valores estimados da eficiência técnica, os produtores foram divididos em níveis de eficiência<sup>20</sup>, quando então foram comparativamente analisados, observando as principais diferenças de custos e rentabilidade existentes entre os diversos estratos.

### **4.1 Fonte dos Dados e Definição da Amostra**

As informações utilizadas no presente trabalho foram obtidas de uma amostra de produtores de leite, que fornecem matéria-prima para a indústria processadora local. Estas informações fazem parte de uma pesquisa de maior amplitude<sup>21</sup>, que visa a determinar preços de referência para a matéria-prima leite, segundo parâmetros de qualidade e volume, com base nos preços de comercialização dos derivados, praticados pelas empresas participantes do Conselho Paritário do Leite do Estado do Ceará (CONSELEITE - CEARÁ).

A recolha das informações foi realizada junto aos produtores, com aplicação de questionários específicos, com a intenção de captar todos os dados relativos a custos e receitas, pertinentes à atividade, abrangendo várias bacias leiteiras do Estado.

---

<sup>20</sup> Em razão dos dados utilizados estarem sujeitos a erros na sua coleta, o que comprometeria a obtenção, por parte das empresas, de uma estimativa de eficiência máxima, vários estudos (GOMES, 1999; SOUSA JUNIOR, 2003; MAGALHÃES; TELMO, 2006; SOUZA, 2003; ZILLI, 2003; SILVA; SAMPAIO, 2002) optam por utilizar graus de eficiência, a fim de poder estabelecer comparações entre os grupos de eficiências.

<sup>21</sup> Pesquisa financiada pela Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará (FAEC), Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), com execução a cargo da Universidade Federal do Ceará (UFC) / Departamento de Economia Agrícola (DEA).

O número de produtores entrevistados foi definido por meio de um procedimento amostral e aleatório<sup>22</sup>, levando-se em conta a lista de fornecedores formais que trabalham com os laticínios. O estudo de todos os elementos de uma população possibilita um conhecimento preciso das variáveis pesquisadas. Como nem sempre é possível se dispor de toda a população, entretanto, coletam-se dados de alguns elementos da população a fim de inferir conhecimento para o todo.

Para a determinação do tamanho da amostra, utilizou-se da técnica para estimar a proporção ( $p$ ) de uma população finita<sup>23</sup>, a qual é representada pela seguinte expressão:

$$n = \frac{z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q} \cdot N}{d^2(N-1) + z^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}} \quad (4.1)$$

onde:

$n$  = tamanho da amostra;

$z$  = escore sobre a curva normal padrão;

$\hat{p}$  = parâmetro para estimativa de proporção;

$\hat{q}$  =  $1 - p$  (percentagem complementar);

$N$  = total de produtores formais distribuídos nas bacias leiteiras do Estado; e

$d$  = erro de amostragem.

Considerando-se uma proporção  $\hat{p}$  igual a 50%, que leva ao tamanho máximo da amostra e assegura alto nível de representatividade, um erro amostral máximo de 8%, condicionado a um intervalo de confiança de 95% definido sob a curva normal, o que define um valor para  $z = 1,96$ , e a população de produtores “formais” que forneceram leite regularmente durante todo o ano de 2005 aos principais laticínios, estimado em 1.230 produtores, o tamanho da amostra é de 134 produtores de leite, constituindo uma amostra final com um número de indivíduos capaz de viabilizar a pesquisa, dentro dos limites que não venham comprometer os seus resultados, recursos financeiros e tempo disponível para sua realização<sup>24</sup>.

<sup>22</sup> A amostragem aleatória ou casuística consiste na seleção casual de alguns elementos, de modo que cada elemento da população tenha a mesma probabilidade de ser incluído na amostra (MARTINS, 2001).

<sup>23</sup> Diversas técnicas são apresentadas em Martins (2001).

<sup>24</sup> Diante da possibilidade de que alguns questionários pudessem conter *outliers* ou informações insuficientes, aplicou-se um número maior de questionários, a fim de compensar as possíveis falhas, chegando-se à amostra de 180 produtores.

## 4.2 Modelos Econométricos

A forma funcional geral da fronteira de produção estocástica é definida como:

$$y_i = f(x_{ij}; \beta_i) + \varepsilon, \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (4.2)$$

onde:

$y_i$  = a produção da atividade;

$f(\cdot)$  = a tecnologia de produção;

$x_i$  = o vetor de insumos utilizados pela  $i$ -ésima firma;

$\beta_i$  = o um vetor de parâmetros a serem estimados;

$\varepsilon$  = representa o erro estocástico, definido como  $\varepsilon = v_i - u_i$ ; sendo,

$v_i$  = representam as variações puramente aleatórias em relação à fronteira, capturando erros de medição, ruídos estatísticos e choques aleatórios fora do controle da firma, juntamente combinados com os efeitos de variáveis explicativas não especificadas na função de produção; e

$u_i$  = representa as variáveis aleatórias não negativas associadas à ineficiência técnica de produção.

Em relação à forma como os componentes do erro são distribuídos, Aigner, Lovell e Schmidt (1977) admitem que os erros aleatórios ( $v_i$ ) são independente e identicamente distribuídos (i.i.d), com distribuição normal, média zero e variância  $\sigma_v^2$  [ $N(0, \sigma_v^2)$ ] e independentes dos  $u_i$ , os quais são assumidos como variáveis aleatórias não negativas, i.i.d e [ $N(0, \sigma_u^2)$ ].

É importante ressaltar que, apesar de não existir nenhuma justificativa para a seleção de uma particular distribuição para os valores de  $u_i$ , os resultados das medidas de

eficiência são sensíveis em relação à escolha da distribuição<sup>25</sup> (COELLI; RAO; BATTESE, 1998).

Os modelos de fronteiras estocásticas são geralmente estimados utilizando os métodos dos Mínimos Quadrados Corrigidos (MQC) e o de Máxima Verossimilhança (ML). Para Coelli, Rao e Battese (1998), embora as propriedades dos dois estimadores, em amostra pequena, não possam ser determinadas analiticamente, o estimador de ML é assintoticamente mais eficiente do que o estimador de MQC<sup>26</sup>.

Barros, Costa e Sampaio (2004) ressaltam que a técnica MQC não funciona em amostras em que não se pode calcular o desvio-padrão da distribuição *half-normal* das variáveis explicativas da ineficiência ( $\sigma_u$ ) e o desvio-padrão da distribuição dos ruídos ( $\sigma_v$ ). Desse modo, sugerem que o método da Máxima Verossimilhança é o mais abrangente.

Os estimadores de ML de  $\beta$ ,  $\sigma_s^2$  e  $\gamma$  são obtidos pela maximização da função de log-verossimilhança definida em (4.2). Segundo Aigner, Lovell e Schmidt (1977) estes estimadores são consistentes e assintoticamente eficientes. Battese e Corra (1977) propuseram a  $\gamma$ -parametrização da função de log-verossimilhança e mostraram que esta função é dada pela seguinte equação:

$$\ln(L) = -\frac{n}{2} \ln(\pi/2) - \frac{n}{2} \log(\sigma_s^2) + \sum_{i=1}^n \ln[1 - \Phi(z_i)] - \frac{1}{2\sigma_s^2} \sum_{i=1}^n (\ln y_i - x_i \beta)^2 \quad (4.3)$$

onde:

$$z_i = \frac{(\ln y_i - x_i \beta)}{\sigma_s} \sqrt{\frac{\gamma}{1-\gamma}} \quad (4.4)$$

$$\gamma \equiv \frac{\sigma^2}{\sigma_s^2} \quad (4.5)$$

$$\sigma_s^2 \equiv \sigma^2 + \sigma_v^2 \quad (4.6)$$

$\Phi(\cdot)$  = função de distribuição de uma variável aleatória normal padronizada.

$\sigma^2$  = a variância do erro  $\varepsilon$ .

<sup>25</sup> Kinzel (2003) apresenta de forma detalhada ferramentas que auxiliam a escolha da distribuição de probabilidade.

<sup>26</sup> Com um experimento de Monte Carlos, Coelli (1995) testou as propriedades do modelo de fronteira *half-normal*, tendo encontrado estimador de MV significativamente melhor do que o MQC, quando os efeitos da contribuição da ineficiência técnica sobre a variância eram grandes.

O parâmetro  $\gamma$  assume valores entre zero e um. Se  $\gamma = 0$ , os desvios em relação à fronteira decorrem dos erros puramente aleatórios. Por outro lado, se  $\gamma = 1$ , os desvios em relação à fronteira são conseqüentes exclusivamente dos efeitos da ineficiência.

Assim, o parâmetro  $\gamma$  indica a variabilidade relativa de  $u$  e  $v$ , porém, ele não pode ser interpretado como uma razão entre a variância dos efeitos da ineficiência técnica e a variância residual total, dado que a variância de  $u_i$  é expressa por:

$$\sigma_u^2 = \left[ \frac{(\pi - 2)}{\pi} \right] \sigma^2 \quad (4.7)$$

Deste modo, a contribuição relativa do efeito da ineficiência sobre o termo da variância total é dada por (COELLI, 1998):

$$\gamma^* = \frac{\gamma}{\gamma + \left[ \frac{(1 - \gamma)\pi}{(\pi - 2)} \right]} \quad (4.8)$$

De acordo com Battese e Corra (1988), o melhor estimador da eficiência técnica de cada unidade produtiva é obtido por:

$$E[\exp(-u_i) | \varepsilon_i] = \frac{1 - \Phi(\sigma_A + \gamma \varepsilon_i / \sigma_A)}{1 - \Phi(\gamma \varepsilon_i / \sigma_A)} \exp(\gamma \varepsilon_i + \sigma_A^2 / 2). \quad (4.9)$$

O programa Frontier 4.1 (COELLI, 1996) estima essas eficiências técnicas para todas as firmas em cada período, fazendo:

$$ET_i = \frac{y_i}{\exp(x_i \beta)} = \frac{\exp(x_i \beta_i + v_i - u_i)}{\exp(x_i \beta_i + v_i)} = \exp(-u_i) \quad (4.10)$$

A eficiência técnica produto-orientado de Farrell, a qual assume valores entre zero e um, indica a distância entre o produto observado da  $i$ -ésima firma ( $\exp(x_i \beta)$ ) e o nível do produto que poderia ser atingindo ( $y_i$ ), usando a mesma cesta de insumos, caso não houvesse ineficiência. Como se pode observar, os produtos observado e potencial estão limitados pelos ruídos estatísticos ( $v_i$ ), definindo a natureza estocástica da função de produção.

Para este estudo, a renda bruta da atividade foi agregada em termos da variável  $Y$ , que corresponde ao somatório do valor da produção de leite vendida, utilizada para autoconsumo, para fabricação de laticínios e para o aleitamento das crias, além de rendas provenientes da venda de animais, da variação de inventário ou de outras atividades complementares, estimadas em reais de janeiro de 2007.

Por sua vez, os insumos em reais, de janeiro de 2007, foram divididos em três tipos, com suas representações:

$x_1$  = a remuneração do capital empregado na atividade, obtida pelo somatório do valor correspondente a 6% de juros sobre os valores do capital e do rebanho e 3% sobre o valor da terra, além da depreciação de máquinas, equipamentos e benfeitorias vinculados à produção;

$x_2$  = o coeficiente de vacas em lactação, definido pela razão entre o número médio das vacas em lactação e a média do rebanho total; e

$x_3$  = a despesa com mão-de-obra contratada e familiar utilizada na administração e manejo do rebanho, em reais, de janeiro de 2007.

Como o objetivo das firmas é a maximização do lucro, para atingir esse objetivo, precisam produzir com eficiência. Assim, os produtores devem utilizar um processo produtivo que não use mais insumos do que o necessário para um dado nível de produto. Deste modo, espera-se que a remuneração do capital, o coeficiente de vacas em lactação e a quantidade média de mão-de-obra apresentem parâmetros positivos, ou seja, que estejam utilizando um nível de insumos pertencentes a um estágio no qual a elevação do uso do insumo seja capaz de aumentar a produção e a renda das unidades produtivas de leite.

Para estimar a ineficiência técnica, será utilizado o modelo proposto por Battese e Coelli (1995), o qual é definido por<sup>27</sup>:

$$u_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} \delta_j + w_i \quad (4.12)$$

<sup>27</sup> É importante ressaltar que a fronteira de produção e os efeitos da ineficiência serão obtidos por único estágio de estimação, evitando-se, assim, o processo de estimação por duas etapas, que é objeto de críticas por considerar, no primeiro momento, que os efeitos da ineficiência são independente e identicamente distribuídos, enquanto na segunda fase, são assumidos como uma função do número de fatores específicos da firma, não sendo mais identicamente distribuídos (COELLI; RAO; BATTESE, 1998).

Para explicar os efeitos das ineficiências técnicas, serão utilizadas as seguintes variáveis, com as respectivas representações:

$z_1$  = a composição racial do rebanho;

$z_2$  = a despesa com alimentação;

$z_3$  = a despesa com sanidade animal;

$z_4$  = a despesa com inseminação artificial.

A variável composição racial do rebanho procura captar o grau de especialização, a fim de possibilitar a comparação entre o plantel de firmas diferentes. Para tanto, utiliza-se como referência a adoção de um critério de ponderação, dado pelo grau de mistura do sangue das vacas holandesas e zebuínas (H/Z), de modo a obter o valor representativo da composição racial para cada fazenda. Deste modo, considerando que os animais com maior fração de sangue holandês são mais especializados para a produção de leite, dividiu-se o rebanho em três sistemas de produção: a) o azebuado (animais até 1/2 HZ), para o qual se atribuiu peso 1; b) o mestiço (animais de 1/2 a 7/8 HZ), com peso 2; e c) sistema europeu (animais acima de 7/9 HZ), com peso 3 (GOMES, 1996; SOUZA, 2003).

A variável despesa com alimentação inclui os diversos gastos com formação e manutenção de forrageiras, ensilagem de volumoso, aquisição de concentrados, tais como ração comercial, farelos de trigo e de soja, torta de algodão, milho, fubá, uréia, melação, suplementação mineral, além da despesa com aleitamento artificial.

Os gastos com a sanidade animal são determinados pelos dispêndios com as compras de vacinas, vermífugos, carrapaticidas, medicamentos em geral, hormônios e materiais de desinfecção, limpeza, ordenha e de higienização para tanque e ordenhadeira.

Por fim, nas despesas com inseminação artificial, são contabilizados os desembolsos com a compra de sêmen, nitrogênio líquido, pipetas, luvas e bainhas, além da contratação de serviços de inseminação artificial.

Carvalho Filho et al. (2002), em estudo feito na EMBRAPA Gado de Leite, constataram que o desempenho por grupo de sangue do rebanho varia com o nível de tecnologia adotado nas unidades produtivas. Deste modo, espera-se que, quanto mais especializado o rebanho, mais eficientes sejam as fazendas. Vacas de maior aptidão leiteira exigirão, contudo, mais tratos e melhores práticas de manejo. Isto sugere que o uso conjunto desses fatores venha a reduzir a ineficiência técnica, elevando a produção e a renda bruta dos produtores.

Dada a especificação do modelo de ineficiência, serão testadas as hipóteses nulas de que os efeitos da ineficiência não estão presentes no modelo ( $H_0 : \gamma = 0$ ) e de que esses efeitos não são influenciados pelo conjunto das variáveis explicativas consideradas ( $H_0 : \delta' = 0$ ).

Para a estimação dos parâmetros da fronteira de produção e do modelo de ineficiência, será utilizado o programa FRONTIER 4.1 (COELLI, 1996), que pode obter as estimativas de máxima verossimilhança de uma fronteira de produção estocástica ou funções de custos, acomodando dados em painel, em logaritmos ou em unidades originais, modelos de ineficiência tempo-variante e tempo-invariante, com distribuições *half-normal* e normal truncada.

### 4.3 Indicadores de Custos e de Rentabilidade da Produção

Para a análise dos custos de produção, parte-se do conceito de custo operacional, proposto pelo Instituto de Economia Agrícola – IEA (MATSUNGA et al., 1976), em consonância com a determinação dos itens de custo de leite proposto por Gomes, S. T. (1999), até se chegar ao custo total da atividade.

Em relação à análise da atividade, foram utilizados os indicadores de produtividade da terra (litros/hectare/ano), produtividade de vacas/lactação (litros/vaca em lactação/dia), produtividade de vacas (litros/vaca/dia) e da produção de leite de vacas em lactação por área (vacas em lactação/hectare).

Foram também usados indicadores econômicos de renda, margens e de lucratividade, definidos por Martin et al. (1994; 1998) e Campos (2003), conforme se descrevem a seguir, iniciando pelos custos.

Assim sendo, o Custo Operacional Efetivo (COE) representa os dispêndios efetivos (desembolsos) realizados pelo produtor, sendo composto pelo somatório das despesas com insumos e serviços temporários e permanentes contratados (R\$/ano), podendo ser expresso por:

$$COE = \sum_{i=1}^j P_i Q_i \quad (4.13)$$

onde:

$P_i$  = preço unitário do insumo  $i$ , ( $i = 1, 2, \dots, j$ );

$Q_i$  = quantidade do insumo  $i$  utilizado.

Assim, para este item de custo, foram incluídas as despesas referentes a trabalho contratado, manutenção de forrageiras (não anuais), silagem (formação e silagem), concentrados, sal mineral, aleitamento artificial, medicamentos, hormônios, material de ordenha, frete, energia elétrica, combustíveis, inseminação artificial, impostos, taxas, assistência técnica e despesas com reparos de benfeitorias e máquinas.

Custo Operacional Total (COT) é o somatório do COE e de outros custos operacionais não desembolsáveis, como as despesas com a mão-de-obra familiar e as depreciações de máquinas, equipamentos e benfeitorias, ou seja, são custos em que o produtor incorre no médio prazo para produzir e para repor sua maquinaria (R\$/ano), e ainda continuar produzindo, sendo expresso como:

$$COT = COE + DEP + MOF \quad (4.14)$$

onde:

*DEP* = depreciação de máquinas, benfeitorias e equipamentos;

*MOF* = valor da mão-de-obra familiar empregada na atividade.

O Custo Total (CT) compreende o somatório do COT com outros custos fixos imputados à atividade, visando a remunerar a terra, máquinas e instalações, podendo incluir o capital utilizado na formação de pastagens e do rebanho, além de outros custos fixos, como a remuneração do empresário<sup>28</sup> (R\$/ano), sendo expresso como:

$$CT = COT + CAP + EMP \quad (4.15)$$

onde:

*CAP* = remuneração do capital empatado em máquinas, equipamentos e benfeitorias;

*EMP* = remuneração da capacidade empresarial.

Por fim, estimou-se também o custo médio da produção, o qual é determinado pelo quociente entre o custo total e o volume de leite produzido, o qual foi obtido pela transformação da renda bruta da atividade em equivalente leite, podendo ser expresso como:

---

<sup>28</sup> Para o presente estudo, além de considerar o custo de oportunidade da terra igual a zero, foram estimados juros de 6% apenas para remunerar o capital investido em benfeitorias, máquinas e equipamentos.

$$Cme = \frac{CT}{\hat{q}} \quad (4.16)$$

onde:

$CT$  = é o custo total;

$\hat{q}$  = quantidade estimada de leite.

Para completar a análise do desempenho econômico, são considerados alguns conceitos relacionados à rentabilidade da atividade leiteira. A renda bruta da atividade (RB) é definida como o valor de produção total da unidade produtiva durante o período de análise. Esta é obtida pelo somatório do valor da produção de leite vendida, destinada para autoconsumo, ao aleitamento de bezerros, além de outras rendas da atividade, como venda de animais e de esterco. Assim, a renda bruta é expressa por:

$$RB = \sum_{i=1}^j P_i Q_i \quad (4.17)$$

onde:

$P_i$  = preço recebido pelo produto  $i$ , ( $i = 1, 2, \dots, j$ );

$Q_i$  = quantidade produzida do produto  $i$ .

A Margem Bruta (MB), absoluta ou em valores monetários, é calculada pela diferença entre Renda Bruta (RB) o Custo Operacional Efetivo (COE), indicando a sobra em dinheiro, no curto prazo, para remunerar os custos fixos (R\$/ano). Assim, tem-se:

$$MB = RB - COE \quad (4.18)$$

Em termos relativos, a Margem Bruta (MB) representa o resultado, em percentagem, que sobra em relação ao custo operacional efetivo (COE), sendo calculada pela seguinte expressão:

$$MB = \left[ \frac{RB - COE}{COE} \right] 100 \quad (4.19)$$

A Margem Líquida (ML), também chamada de Lucro Operacional, é calculada pela diferença entre a Renda Bruta (RB) e o Custo Operacional Total (COT), e mede a lucratividade da atividade em valores monetários, no médio prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade pecuária.

$$MB = RB - COT \quad (4.20)$$

Em termos relativos, a Margem Líquida (ML) representa, em percentagem, o que sobra de recursos após o pagamento do custo operacional total (COT), indicando a disponibilidade financeira para cobrir os demais custos fixos, o risco e a capacidade empresarial, podendo ser calculada pela seguinte expressão:

$$ML = \left[ \frac{RB - COT}{COT} \right] 100 \quad (4.21)$$

O Índice de Lucratividade (IL), expresso em valores percentuais, mostra a relação entre a Margem Líquida e a Renda Bruta, e indica a taxa disponível de receita da atividade, após o pagamento de todos os custos operacionais (% /ano), expresso como:

$$IL = \left[ \frac{RB - COT}{RB} \right] 100 \quad (4.22)$$

A renda líquida ou Lucro (L) é resultante da diferença entre Renda Bruta e Custo Total, expresso como:

$$L = RB - CT \quad (4.23)$$

que, em termos relativos, se apresenta como:

$$L = \left[ \frac{RB - CT}{CT} \right] 100$$

Esses indicadores, em conjunto, possibilitam a avaliação econômica da situação das empresas no curto prazo (por meio das margens bruta absoluta e relativa), no médio prazo (por meio da margem líquida e do índice de lucratividade) e no longo prazo (por meio da análise do lucro).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados está dividida em duas partes. Primeiramente, se examina o comportamento dos produtores quanto à eficiência técnica, identificando as variáveis que explicam os efeitos da ineficiência das unidades produtivas. Em seguida, analisa-se o comportamento dos custos e da rentabilidade, estabelecendo comparações entre os produtores classificados nos diversos estratos de eficiência técnica.

### 5.1 O Modelo Econométrico Empírico

Como abordado na parte metodológica, o estudo da fronteira estocástica pressupõe a definição *a priori* de uma forma funcional para representar a tecnologia de produção. Neste estudo, utilizou-se a função do tipo Cobb-Douglas, por se tratar de uma das representações funcionais mais simples e largamente usada em estudos empíricos, notadamente nas análises de eficiência agrícola (OHIRA, 2005; CONCEIÇÃO; ARAÚJO, 2000). A escolha também se justifica pelo fato de a maioria das formas funções expressas na literatura violar uma ou mais propriedades desejáveis, além de poder ensejar problemas de viés nas estimativas dos parâmetros (SHIROTA, 1996 citado por OHIRA, 2005), além de se evitar os freqüentes problemas de multicolinearidade nas funções translog<sup>36</sup>. Desse modo, a função de produção e as ineficiências técnicas foram estimadas simultaneamente pelo método da Máxima Verossimilhança, sendo utilizado o modelo proposto por Battese e Corra (1977) para o exame das ineficiências.

---

<sup>36</sup> Shitota (1999) trata especificamente das propriedades da função custo, entretanto, pelo 'princípio da dualidade', a função custo contém essencialmente as mesmas informações que a função de produção. Assim, qualquer conceito definido em termos de função de produção tem uma definição 'dual' em termos de propriedades da função custo e vice-versa (VARIAN, 1992).

Para verificar a existência da influência dos efeitos da ineficiência técnica no modelo, estimou-se o valor de gama ( $\gamma$ ), o qual é igual a 0,1438. A seguir, foram testadas as hipóteses nula ( $H_0 : \gamma = 0$ ) e alternativa ( $H_0 : \gamma > 0$ ), a fim de verificar se os efeitos da ineficiência técnica têm influência na variância do modelo. Considerando-se um nível de significância de 5% e 6 graus de liberdade<sup>37</sup>, o valor crítico é igual a 11,911 (KODDE; PALM, 1986), enquanto o valor calculado, encontrado pelo teste *one-sided* da razão de verossimilhança generalizado (LR), foi igual a 18,197<sup>38</sup>. Como o valor calculado é maior do que o valor crítico, rejeita-se a hipótese nula de que os efeitos da ineficiência técnica não influenciam a variância do modelo. De acordo com Battese e Corra (1997), quando isso ocorre, a estimação da função de produção é feita de modo mais adequado utilizando-se o método da Máxima Verossimilhança (LM) e não pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

O valor de  $\gamma$ , porém, é um indicador da variabilidade relativa entre os desvios da ineficiência e dos ruídos puramente aleatórios, não podendo ser interpretado como a razão entre a variância dos efeitos da ineficiência e a variância residual total. Desta forma, a contribuição relativa do efeito da ineficiência sobre a variância total é dada por  $\gamma^*$  que, calculado de acordo com a equação 4.8, é igual a 5,75%, indicando a porcentagem dos desvios em relação à fronteira de produção, explicados pela variância do termo da ineficiência técnica.

O teste da Razão de Máxima Verossimilhança também pode ser utilizado para analisar a significância estatística conjunta do grupo de regressores e oferecer um critério para o exame da qualidade do ajustamento. Para observar se, em conjunto, as variáveis escolhidas para explicar a ineficiência técnica são adequadas, realizou-se o teste LR sob a hipótese nula de que todos os deltas eram simultaneamente iguais a zero ( $H_0 = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$ ). Como o valor calculado foi de 91,83, enquanto o valor crítico é igual a 10,371, para um teste com significância de 5% e 5 graus de liberdade, rejeita-se  $H_0$ , ou seja, em conjunto, as variáveis utilizadas são significativas e explicam a ineficiência técnica da produção.

<sup>37</sup> O número de graus de liberdade é igual ao número de restrições definido na estimação da Função de Máxima Verossimilhança.

<sup>38</sup> O teste LR foi proposto por Griffiths, Hill e Judge (1993), sendo expresso por  $LR = -2 (\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)])$ , onde  $L(H_0)$  é o valor da função verossimilhança da função com restrição e  $L(H_1)$  é o valor da função verossimilhança da função sem restrição.

Conclui-se, deste modo, que as variações no nível da produção se explicam não só pelas alterações das variáveis da função de produção, mas também pelas variáveis incluídas no modelo de ineficiência técnica.

A Tabela 8 apresenta os valores dos parâmetros estimados da fronteira de produção. Observa-se que todos os coeficientes das variáveis da função de produção são significativos, a 1%, e apresentam sinal esperado. Assim, a remuneração do capital, o coeficiente de vacas em lactação e a despesa com mão-de-obra fazem aumentar a renda das unidades produtivas de leite.

Tabela 8 – Coeficientes da fronteira de produção Cobb-Douglas, obtidos pelo método de estimação de máxima verossimilhança.

Variáveis	Coeficientes	Erro-padrão	Teste t
<b>Fronteira estocástica</b>			
$\beta_0$ Constante	0,6899	0,43284	1,59393
$\beta_1$ Remuneração do capital	0,4348	0,05559	7,82293
$\beta_2$ Coeficiente de vacas em lactação	0,3948	0,15199	2,59727
$\beta_3$ Despesa com mão-de-obra	0,6814	0,83129	8,19716
<b>Ineficiências</b>			
$\delta_0$ Constante	2,0912	0,54132	3,86321
$\delta_1$ Composição racial do rebanho	-0,4349	0,08791	-4,94706
$\delta_2$ Despesa com alimentação	-0,0328	0,01638	-2,00209
$\delta_3$ Sanidade animal	-0,0093	0,00558	-1,66282
$\delta_4$ Inseminação artificial	-0,0595	0,00835	-7,12481
$\sigma^2$ Sigma quadrado	0,2112	0,02309	9,14767
$\gamma$ Gama	0,1438	0,07240	1,98657

Fonte: elaboração do autor.

Como a função está expressa em termos de logaritmos, os seus coeficientes podem ser interpretados diretamente como as elasticidades parciais da renda dos produtores em relação ao fator de produção utilizado, mantidos os demais insumos constantes, assim como indicam a participação relativa do insumo no produto total (GUJARATI, 2006; CHIANG; WAINWRIGHT, 2006).

Deste modo, uma variação percentual de 1% no fator remuneração do capital, mantidos constante os demais insumos, deve provocar aumento na renda dos produtores de

cerca de 0,43%. Por sua vez, uma elevação na mesma percentagem no coeficiente de vacas em lactação faz crescer a renda em torno de 0,39%, enquanto o aumento da despesa com mão-de-obra em 1% deve elevar a renda em aproximadamente 0,68%. Conforme as elasticidades parciais indicam, a despesa com a contratação da mão-de-obra é a variável que tem maior contribuição sobre a elasticidade total de produção.

A soma das elasticidades parciais determina a elasticidade total dos fatores de produção e define o tipo de retorno à escala de produção. Como o valor obtido pela soma dos coeficientes é igual a 1,511, isso implica que a produção de leite no Estado apresenta retornos crescentes de escala, ou seja, se houver aumento proporcional no uso de todos os insumos, a renda dos produtores deve crescer em proporção maior.

No que diz respeito aos parâmetros das variáveis explicativas da ineficiência técnica, verifica-se que todos são significativos até 5% e apresentaram sinal correspondente ao esperado, ou seja, a elevação do uso desses fatores tende a reduzir a ineficiência técnica, elevando a produção e a renda bruta dos produtores (Tabela 8).

Analisando-se a variável composição racial do rebanho ( $Z_1$ ), observa-se que esta apresentou coeficiente negativo e significativo, sugerindo que, quanto maior for o grau de especialização do rebanho, menores serão os efeitos da ineficiência na unidade produtiva. Esta variável também apresentou maior elasticidade, levando a crer que a melhoria do grau de especialização do rebanho é a variável explicativa que poderá contribuir de modo mais relevante para a redução da ineficiência técnica.

Em relação às despesas com a alimentação do rebanho ( $Z_2$ ), o seu coeficiente mostrou-se negativo e significativo, sendo consistente com os efeitos positivos que uma boa alimentação pode fazer. O gado, sendo bem alimentado, traduz-se em um rebanho mais saudável, mais resistente às doenças e com melhor aptidão para a produção de leite.

A despesa com a sanidade animal ( $Z_3$ ) apresentou coeficiente significativo e com sinal negativo, indicando que as despesas com a saúde do rebanho produzem um animal mais saudável, mais resistente às doenças e com maior produtividade, pois a aplicação de mais recursos para essa variável também tende a reduzir o grau de ineficiência da produção.

No que diz respeito às despesas com inseminação artificial ( $Z_4$ ), o coeficiente apresentou-se estatisticamente significativo e com sinal negativo, sugerindo que um maior

investimento nesta técnica tende a reduzir a ineficiência na produção de leite, ao elevar a taxa de fertilização e ao gerar animais de maior aptidão para o leite.

Após estimada a função de produção estocástica, foram obtidos os valores da ineficiência técnica ( $u_i$ ) para cada firma, individualmente. Com base nesses valores, os produtores foram divididos em cinco níveis de eficiência.

De acordo com a Tabela 9, nota-se que a eficiência técnica média do conjunto de produtores é de 80,16%, sendo que o menor valor de eficiência obtido foi de 35,22% e o maior de 100%, com um nível médio de dispersão das eficiências técnicas em torno de 15,04%<sup>39</sup>. Para Conceição e Araújo (2000) um nível de eficiência acima de 70% não pode ser considerado baixo, entretanto evidencia que ainda existe espaço para aumentos da produtividade por meio do incremento da eficiência.

Tabela 9 – Distribuição dos produtores de leite no Estado do Ceará, de acordo com o nível de eficiência técnica – 2006.

Nível de Eficiência	Intervalos de Classes	Nº. de Produtores	Frequência Simples (%)	Frequência Acumulada (%)	Eficiência Média
1	0,0000  --- 0,6000	9	5,00	5,00	0,5195
2	0,6000  --- 0,7000	30	16,67	21,67	0,6463
3	0,7000  --- 0,8000	27	15,00	36,67	0,7525
4	0,8000  --- 0,9000	80	44,44	81,11	0,8450
5	0,9000  --- 1,0000	34	18,89	100,00	0,9504
Total		180	100,00		
<hr/>					
Estatística descritiva					
Eficiência técnica média		0,8017			
Eficiência mínima		0,3522			
Eficiência máxima		1,0000			
Desvio padrão		0,1206			
Coeficiente de variação (%)		15,04			
Coeficiente de assimetria		-0,7864			

Fonte: resultados da pesquisa / elaboração autor.

<sup>39</sup> Como regra empírica para interpretar o grau da dispersão relativa proposto pelo Coeficiente de Variação de Pearson, Martins (2001) considera como um nível médio da dispersão o intervalo de variação compreendido entre 15% a 30%.

O nível médio de eficiência técnica estimado para as unidades produtivas analisadas neste estudo sugere que, dado o nível tecnológico, o sistema primário de produção de leite do Estado tem condições potenciais para elevar a sua eficiência técnica média em torno de 18,3%, podendo obter ganhos de produtividade.

Considerando os diferentes níveis de produção, verifica-se que há concentração de produtores no intervalo de eficiência dos 80%, com uma frequência relativa simples de cerca de 44,44%. A seguir, apresentam-se aqueles com eficiência entre 90 e 100%, com uma frequência relativa simples em torno dos 18,89%, revelando se tratar de uma distribuição assimétrica fraca (MARTINS, 2001), como se pode visualizar na Figura 5.

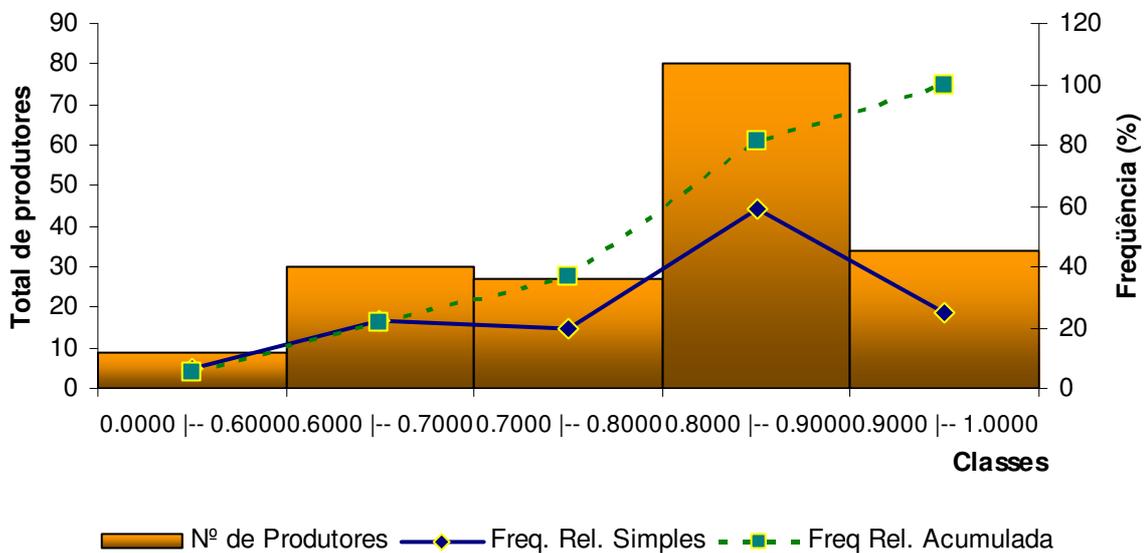


Figura 5 – Distribuição de frequência simples e acumulada dos produtores de leite, por classe de eficiência - Ceará, 2006.

Fonte: elaboração do autor.

A frequência acumulada da distribuição indica que cerca de 78,33% dos produtores apresentaram eficiência técnica acima dos 70%. Essa alta participação relativa dos produtores nos estratos de maiores níveis sugere que os recursos produtivos estão sendo utilizados de modo a alcançar as maiores taxas possíveis de eficiência.

Comparou-se o nível médio de eficiência obtido neste experimento com os resultados apresentados por Souza (2003), que analisou amostra de produtores comerciais de leite dos seis principais Estados produtores do País (Goiás, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande

do Sul, Santa Catarina e São Paulo), e obteve um valor médio de eficiência de 89,82%, variando entre 73,40% a 95,59%, com um coeficiente de variação relativa de 3,405%, bastante inferior ao obtido neste estudo. Por outro lado, Ferreira Junior e Cunha (2004), analisando o sistema zebuino, no Estado de Minas Gerais, obtiveram uma eficiência técnica média de 56,39% e grau de dispersão em torno dos 18%, ficando desse modo, mais próximo do grau de variabilidade encontrado nesta análise.

Diferentemente da presente pesquisa, onde se encontrou um produtor plenamente eficiente, Souza (2003), utilizando a metodologia da fronteira de produção estocástica, não encontrou unidades produtivas que lograram eficiência técnica plena, ou seja, unidades produtivas com eficiência técnica igual a 1. Por outro lado, quando esse mesmo autor fez uso da abordagem de análise envoltória de dados (insumo-orientada), 11 produtores alcançaram eficiência técnica máxima, atingindo a fronteira de produção, sob a suposição de retornos constantes de escala. A eficiência média, porém, foi de 53%, inferior ao valor estimado pela fronteira estocástica. Magalhães e Campos (2006), também utilizando a análise envoltória de dados em uma amostra de produtores de leite no Município de Sobral, Ceará, estimaram uma eficiência técnica média da ordem de 70,6% e, considerando retornos constantes de escala, encontraram 10 produtores plenamente eficientes.

Deve-se ressaltar, contudo, que a abordagem da análise envoltória de dados produz, implicitamente, uma fronteira de produção formada por segmentos lineares, a qual é uma aproximação pobre, fazendo com que os escores de eficiência técnica obtidos sejam, não somente, diferentes daqueles obtidos por uma fronteira estocástica, mas também apresentam um maior número de produtores eficientes (G. S. SOUZA, 2003; D. P. H. de SOUZA, 2003).

Conhecidos os níveis de eficiência dos produtores, foram estabelecidas relações entre o grau de eficiência técnica e os valores médios das variáveis utilizadas para estimar a fronteira de produção, como apresentado na Tabela 10.

Assim, observa-se que, quanto maior o nível de eficiência do produtor, maior o valor médio da renda obtida com a produção, de modo que os produtores menos eficientes (nível de eficiência 1) obtêm em média, praticamente, 5,10% da renda média dos produtores mais eficientes. Barros, Costa e Sampaio (2004), estudando a eficiência das empresas agrícolas do pólo Petrolina/Juazeiro, identificaram uma proporção na disparidade de renda bruta média entre as classes de menor e maior eficiência em torno de 20%, concluindo que

esta pode resultar de uma utilização mais racional dos recursos, fazendo com que as unidades mais eficientes acumulem mais valor à produção.

Esse resultado pode ser mostrado comparando os níveis 1 e 2. O nível 1 apresenta maior remuneração de capital e maior despesa com o emprego de mão-de-obra, tendo obtido, no entanto, nível médio de eficiência de aproximadamente 80,38% daquele atingindo pelo nível de eficiência 2.

Tabela 10 – Classes de eficiência técnica e valores médios das variáveis da fronteira de produção – Ceará, 2006.

Nível de Eficiência	Eficiência Média	Renda Bruta Média (R\$)	Remuneração do Capital (R\$)	Coef. de Vacas em Lactação (%)	Despesa com Mão-de-obra (R\$)
1	0,5195	10.148	11.475	67,98	6.524
2	0,6463	17.794	6.860	70,88	5.955
3	0,7525	24.301	10.365	67,41	6.657
4	0,8450	45.609	11.695	68,68	9.943
5	0,9504	199.007	41.905	69,61	18.593
Média Amostral	0,8017	64.979	16.385	69,00	10.249

Fonte: dados da pesquisa /elaboração do autor.

Analisando-se a remuneração do capital, em termos percentagem da renda média, verifica-se que o nível de menor eficiência precisaria de aproximadamente 113% do valor produzido para remunerar o capital<sup>40</sup>, enquanto para o grupo de maior eficiência apenas 21% da renda gerada destina-se a essa finalidade.

A relação entre o número médio de vacas em lactação e o tamanho médio do rebanho determina o índice de desempenho reprodutivo do rebanho. O coeficiente de vacas em lactação não apresenta muita diferença entre os diversos níveis, estando todos muito próximos à média do conjunto das observações, que é de 69%. Magalhães (2005), estudando a eficiência técnica dos produtores de leite do Município de Sobral, também encontrou uma percentagem de vacas em lactação praticamente igual entre os produtores eficientes (68%) e ineficientes (69%), valores muito próximos aos encontrados nesta pesquisa.

<sup>40</sup> Este valor diz respeito à quantia “suficiente” para remunerar o capital empregado, não representando, necessariamente, o valor efetivamente desembolsado.

Gomes (2005) entende que apenas para a proporção de vacas em lactação superior a 75%, este é considerado um bom índice de eficiência reprodutiva. Com base nesse valor, pode-se garantir que todos os estratos estão utilizando inapropriadamente esse insumo, seja por motivo de manejo inadequado, seja em virtude da qualidade e aptidão do rebanho para a produção leiteira, indicando que o sistema funciona com baixa taxa de reprodução animal, fator que contribui para que o Estado apresente um nível de produtividade do rebanho inferior à média nacional.

No que diz respeito ao emprego de mão-de-obra, verifica-se, à exceção do nível 1, que a sua utilização aumenta à medida que a renda bruta cresce, indicando possível efeito-escala. Por outro lado, nos níveis 1 e 2, a despesa com o emprego de mão-de-obra é próxima daquela encontrada no nível de eficiência 3, podendo indicar que a produção é intensiva em mão-de-obra ou que esse recurso está sendo alocado de forma ineficiente quando se considera o *mix* de insumos.

Observa-se do exposto que o nível de menor eficiência está se apropriando de seus insumos de modo menos produtivo. Para o insumo mão-de-obra, talvez seja um uso total desproporcional, enquanto para o capital, esse valor possivelmente ocorra em razão do estoque de capital formado ao longo do tempo, fazendo com que a renda não seja suficiente para repor o desgaste pelo uso ou remunerar o capital produtivo.

Assim, enquanto as empresas com alta eficiência técnica usaram mais racionalmente os recursos para reunir maior valor à produção, as firmas de menor eficiência técnica provavelmente alocaram seus recursos com menor eficiência ou de modo inadequado, técnica e administrativamente.

Além das variáveis incluídas na função de produção, procurou-se analisar também a relação entre a eficiência técnica das unidades produtivas e as variáveis incluídas no modelo de ineficiência, a saber: a composição racial do rebanho, as despesas com alimentação e aleitamento artificial, as despesas com a sanidade animal e com inseminação artificial. Assim, em seguida, passa-se a examinar a significância da variável na determinação da eficiência, assim como o seu comportamento nos estratos de eficiência.

Ao observar a Tabela 11, percebe-se que, quanto maior é o valor da composição racial do rebanho, ou seja, quanto maior seu grau de especialização, maior é o nível de eficiência técnica. Deste modo, os produtores que apresentam um rebanho com menor nível

de aptidão para a produção de leite são também aqueles com menores valores de eficiência. Gomes, S. T. (1996) salienta que fazendas com rebanhos mais especializados para a produção leiteira apresentam melhores resultados técnicos e econômicos. Daí a preocupação que se deve ter com a melhoria genética do rebanho.

Tabela 11 – Classes de eficiência técnica e valores médios das variáveis explicativas da ineficiência técnica – Ceará, 2006.

Nível de Eficiência	Eficiência Média	Composição Racial do Rebanho	Despesas com Alimentação	Sanidade Animal	Inseminação Artificial
1	0,5195	122	2.313	304	0
2	0,6463	100	5.972	617	0
3	0,7525	159	8.514	663	0
4	0,8450	210	18.988	1.006	0
5	0,9504	250	70.881	3.490	1.661
Média Amostral	0,8017	187	24.217	1.324	314

Fonte: dados da pesquisa /elaboração do autor.

Em relação ao gasto com alimentação, verifica-se que os produtores mais eficientes empregaram maior volume de recursos para este item de despesa. O dispêndio mais elevado decorre, possivelmente, do fato de que um produtor mais especializado, com rebanho de melhor padrão genético e produção durante todo o ano, necessita de alimentação balanceada o ano todo, a fim de manter a produtividade.

Gomes (2005) observa que, em um sistema de produção à base de pasto, suplementação volumosa de boa qualidade e suplementação concentrada durante o ano todo, se deveria dispor de, no máximo, 30% do valor da produção de leite para despesas com concentrados. Quando, entretanto, se examina a participação destas despesas no volume de renda gerado, observa-se, à exceção do nível de eficiência 1 (em que alguns produtores não efetuaram gastos com concentrados), que todos os níveis de eficiência apresentam consumo relativo acima de 30% da renda, o que pode significar, de acordo com Gomes (1999), a baixa capacidade de resposta do rebanho.

Segundo Gomes, S.T. (2001a), um dos principais problemas da pecuária leiteira do Nordeste são os custos de produção, notadamente aqueles relativos a alimentação, pois as secas periódicas prejudicam o desenvolvimento do pasto, de modo que os produtores

precisam produzir uma suplementação maior do que a necessária, para cobrir o período da estiagem, além do fato de que boa parte da suplementação alimentar não é produzida na região, encarecendo os custos da alimentação.

Relativamente às despesas com sanidade animal, percebe-se que quanto maior o grau de eficiência do produtor, maior o desembolso com esse item, em termos absolutos. Em relação à renda bruta média, porém, quanto maior o grau de eficiência técnica, menor a participação, sendo de 3,47% para o nível 2 (nível de maior participação, seguido pelo nível 1) e de 1,75% para a classe de maior eficiência técnica.

Por fim, quando analisadas as despesas com inseminação artificial, observa-se que somente os produtores com maiores níveis de eficiência efetuaram esse tipo de gasto, o que deve resultar em melhoramento do padrão genético das vacas, melhor produtividade, maiores produção e renda da atividade.

## **5.2 Análise da Rentabilidade**

Antes do exame do desempenho econômico da atividade leiteira, alguns comentários são necessários acerca de certos indicadores técnicos. Para Gomes, S.T. (1999), produtores com bons índices técnicos são também aqueles que apresentam os melhores indicadores econômicos. Deste modo, procurou-se observar algumas variáveis, como a produtividade da terra e do rebanho e o coeficiente de vacas em lactação por hectare, para se captar a influência destes indicadores no desempenho das diferentes classes de eficiência técnica, os quais são apresentados na Tabela 12.

No que diz respeito à produtividade da terra, definida como a razão entre a quantidade produzida e a área para uso do gado, foram determinados valores médios que variam de 497,47 l/ha/ano a 4.404,87 l/ha/ano, indicando que grande parte das fazendas leiteiras do Estado do Ceará adota sistemas extensivos de produção para este fator, dada a pouca expressividade dos valores obtidos. Esta forma de utilização da terra é possivelmente reflexo do seu baixo custo de oportunidade no Estado, onde dificilmente esse produtor poderia obter uma renda por hectare melhor do que a obtida pela produção de leite, diante das poucas possibilidades de negócios rentáveis na agricultura tradicional cearense.

Tabela 12 – Indicadores de produção e produtividade, conforme as classes de eficiência técnica – Ceará, 2006.

Indicadores	Unidade de medida	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Produtividade da terra	l/ha/ano	497,47	2.336,68	1.601,12	3.125,20	4.404,87
Produtividade de vacas em lactação	l/vl/dia*	5,07	8,46	9,45	11,28	16,06
Produtividade de vacas	l/v/dia*	3,38	5,98	6,25	7,76	11,23
Vacas em lactação por área	vl/ha	0,33	0,93	0,52	0,97	0,99

Fonte: dados da pesquisa / elaboração do autor.

\* foi utilizado um período de lactação de 300 dias.

Estudando os produtores de Sobral/CE, Magalhães (2005) encontrou um valor de 656,62 litros por hectares/ano, para os produtores eficientes, e 623,85 l/ha/ano, para os produtores ineficientes, valores bem menos expressivos do que os observados neste trabalho. Por outro lado, Gomes, S. T. (1999), ao analisar a produção leiteira de algumas fazendas do alto Paranaíba/MG, encontrou valores para a produtividade que variam de 796 l/ha/ano a 8.503 l/ha/ano. Estes resultados são bem melhores do que os encontrados no presente estudo, porém, ainda assim, o autor considera que estes produtores são pouco intensivos no uso do fator, exceção feita ao último, o qual claramente apresenta uma utilização mais intensiva do recurso terra. Se os produtores privilegiam um sistema de produção à base de pasto, isto é reflexo do baixo preço relativo da terra apresentado na região, o que os deixaria com maior poder de competição, comparativamente aos produtores de outras regiões onde este fator é mais escasso.

Para Gomes, S. T. (1999), a produção por total de vacas é um índice de melhor qualidade para medir a produtividade do rebanho do que a produção por vacas em lactação, pois, além do potencial na produção de leite, este índice incorpora a eficiência reprodutiva do rebanho. Deste modo, ao se observar a produtividade do rebanho, percebe-se que, quanto maior é a produtividade medida para este indicador, melhor é o grau de eficiência das firmas, chegando os produtores de melhor nível de eficiência a produzir, em média, 10,57 l/vaca/dia, considerando-se um período de lactação de 300 dias.

Magalhães (2005) encontrou uma produtividade de 4,12 l/vaca/dia para os eficientes e de apenas 2,62 l/v/dia para os ineficientes. Gomes, S. T. (1999) encontrou, como melhor resultado, 14,53 l/v/dia, e, como pior, 3,52 l/v/dia.

Conforme analisado anteriormente, não existe diferença significativa entre os diferentes estratos de eficiência no que diz respeito ao coeficiente de vacas em lactação. Deste modo, percebe-se que, possivelmente, o melhor desempenho dos produtores com maior nível de eficiência seja resultante da maior especialização e da maior produtividade do rebanho leiteiro.

O indicador do número de vacas em lactação por hectare/ano, segundo Gomes, S. T. (1999), é também bom indicador do desempenho do sistema de produção utilizado, o qual sintetiza não só a eficiência reprodutiva do rebanho, mas também a produtividade da terra. Em razão de se desconhecer qual seria a proporção ideal para o indicador do Ceará e apenas com o intuito de se estabelecer um parâmetro considerado recomendável, utiliza-se como indicativo o limite igual ou superior a um. De acordo com esse indicador, nenhum nível de eficiência atinge o limite recomendável, estando muito próximos os níveis 2, 4 e 5, estando os demais utilizando esse recurso em uma proporção abaixo do potencial e em uma proporção distante da ideal.

Para a região do alto Paranaíba, Gomes, S. T. (1999) apresenta como uma faixa recomendável um índice variando entre 1,5 a 2,5 vacas em lactação por hectare. Nesse mesmo estudo, o autor encontrou apenas uma fazenda com um indicador igual 1,32 vl/ha, a qual estaria próxima do limite inferior aceitável. Dos valores encontrados em Magalhães (2005), foi possível calcular esse indicador, tendo os produtores eficientes obtido apenas 0,11 vl/ha, expressando um resultado ainda mais baixo do que os valores encontrados neste trabalho, indicando que os produtores da região usam esse recurso de modo ainda mais extensivo do que para o conjunto de produtores do Estado.

Por fim, buscou-se estabelecer relações entre o grau de eficiência técnica, a área média disponível para o gado, o número médio de vacas e a produção média de litros de leite, com o objetivo de captar alguma correlação entre a eficiência e estas variáveis e determinar a existência de efeito-escala da produção sobre a eficiência técnica. Para tanto, utilizou-se das mesmas classes de eficiência e sua eficiência técnica média.

Analisando-se a Tabela 13, pode-se observar que todas as variáveis apresentam certo indicativo de efeito-escala. A variável que estabelece, contudo, uma correlação mais significativa, ficando definido de modo mais claro este efeito, é o volume de leite produzido.

Tabela 13 – Classes de eficiência técnica e indicadores da produção de leite – Ceará, 2006.

Indicadores	Unidade de medida	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Área para o gado	ha	87,78	53,08	68,41	102,99	153,91
Média de vacas	cabeça	23,78	19,72	22,31	32,96	82,60
Volume de produção	litro	19.131	28.802	40.850	77.055	275.937

Fonte: dados da pesquisa / elaboração do autor.

No caso do uso da terra, embora se trate de valores médios, a área destinada para o uso do gado está compreendida entre 53,08 a 153,91 ha, apresentando um indicativo da principal característica da natureza da produção de leite, qual seja, de que a produção leiteira é uma atividade fundamentalmente associada à pequena propriedade familiar.

Gomes, A. P. (1999) encontrou valores médios que variam de 73,27 a 87,27 ha para todos os estratos de produtividade do rebanho. Para esse autor, por ser uma produção que necessita de intenso manejo, os grandes proprietários não se interessam pela atividade, daí não se ter uma tendência muito expressiva da existência de escala de produção relativa ao uso da terra. Acredita-se que a mesma idéia deve também estar relacionada ao tamanho do rebanho, ou seja, que um rebanho de maior proporção também precisaria de maior extensão de terras e maior manejo.

Consoante Gomes, A. P. (1999), em diversos países, a produção está concentrada em pequenas e médias propriedades, fortemente capitalizadas e conduzidas pela mão-de-obra familiar. Assim, se ainda existe atraso na condução desta atividade pela empresa familiar no Brasil, este decorre tanto dos baixos salários no campo, como das dificuldades para o financiamento da produção.

Por outro lado, quando se observa o valor médio da eficiência técnica com o volume médio de produção de cada estrato, resta clara a correlação positiva, indicando haver um efeito-escala na produção, estabelecendo que, quanto maior for o grau de eficiência técnica da produção, maior a quantidade média de leite produzida.

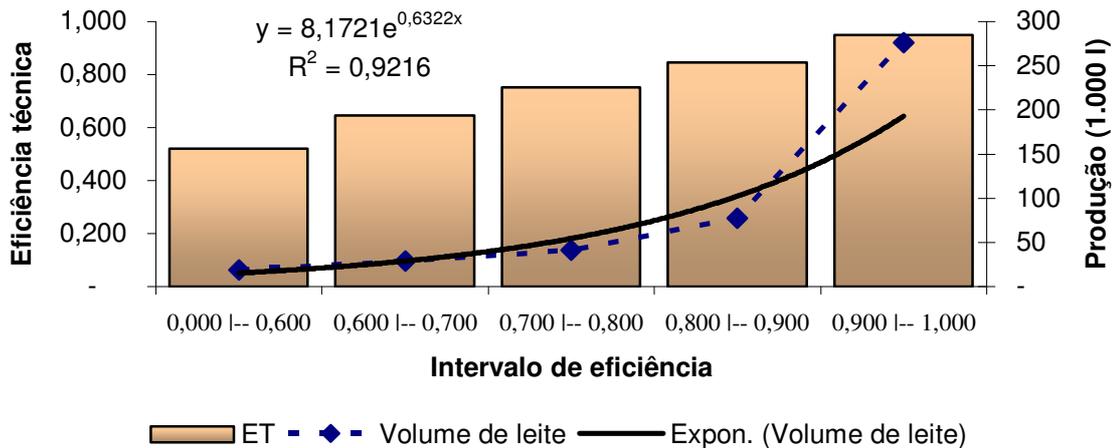


Figura 6 - Distribuição de freqüência média dos produtores de leite e produção média de leite por níveis de eficiência técnica – Ceará, 2006.

Fonte: dados da pesquisa.

Na medida em que não há diferenciação significativa entre os níveis de vacas em lactação nos diversos estratos e que o tamanho médio do rebanho também não apresenta correlação muito significativa para determinar um efeito-escala, acredita-se que a escala de produção seja fruto dos melhores índices de desempenho técnico dos produtores mais eficientes, notadamente aqueles índices relacionados à produtividade e ao grau de especialização do rebanho para a produção de leite.

Para se desenvolver a análise de rentabilidade das unidades produtivas, o primeiro passo foi transformar a renda bruta da atividade em equivalente leite, obtido pela razão entre renda bruta da atividade e o preço do leite recebido pelo produtor. O objetivo de tal procedimento é encontrar o custo unitário para cada um dos diferentes custos da atividade e assim poder realizar exame comparativo entre os diversos estratos de eficiência.

De acordo como a Tabela 14, na medida em que cresce o valor da eficiência técnica da produção, tem-se redução no custo unitário do leite, em diversas estruturas de custos propostas, principalmente para os produtores de maior eficiência, que obtiveram preço médio de venda do leite melhor, que pode resultar do volume produzido neste estrato. A única exceção fica por conta do custo operacional efetivo (COE), o qual chega a apresentar tendência de crescimento, possivelmente em virtude da elevação das despesas com a contratação de mão-de-obra.

Tabela 14 – Indicadores de desempenho econômico dos produtores de leite do Estado do Ceará – 2006.

Indicadores de desempenho econômico	Unidade de medida	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Quantidade produzida	litros	20.767	34.426	49.835	89.598	345.172
Preço médio de venda	R\$	0,52	0,53	0,49	0,51	0,56
Custos médios de produção						
Custo operacional efetivo (COE)	R\$/l	0,33	0,38	0,34	0,37	0,39
Custo operacional total (COT)	R\$/l	0,63	0,54	0,52	0,46	0,45
Custo total (CT)	R\$/l	0,68	0,58	0,56	0,48	0,47
Rentabilidade						
Margem bruta	%	57,58	39,47	44,12	37,84	43,59
Margem líquida	%	-17,46	-1,85	-5,77	10,87	24,44
Lucro	%	-23,53	-8,62	-12,50	6,25	19,15
Índice de lucratividade	%	-21,15	-1,89	-6,12	9,80	19,64

Fonte: resultados da pesquisa / elaboração do autor.

Pode ser observado também, em relação ao custo operacional efetivo, o fato de que todos os níveis obtiveram valor médio do preço do leite maior do que este custo. O mesmo já não se observa, quando se analisa o custo operacional total, quando os três primeiros estratos de eficiência não conseguem pagar estes custos. Deste modo, o nível de eficiência 1 só chega a obter cerca de 82,54% do custo para produzir um litro do leite, situação que refletirá em margens de rentabilidade negativas para estes estratos.

Em relação à margem bruta, observa-se que todos os estratos de eficiência apresentaram resultado positivo, ou seja, que a renda bruta da atividade é maior do que as despesas efetivamente desembolsadas pelo produtor, indicando assim que todas as despesas de curto prazo foram cobertas. Como, entretanto, estes resultados se referem apenas às despesas diretamente efetuadas na produção, sem a inclusão da mão-de-obra familiar, em razão da pequena margem observada para cobrir os custos desta despesa, possivelmente boa parte dos estratos não esteja em uma situação de curto prazo muito favorável para permanecer na atividade, conforme propõe Nogueira (2001), citado por Campos (2003).

É importante lembrar que essa sobra, no curto prazo, se destina a remunerar os demais custos, como a mão-de-obra familiar, as depreciações, além dos juros do capital utilizados na atividade, o risco e a capacidade empresarial do proprietário. Para Gomes, S. T. (1999a), o custo operacional dá uma idéia de fôlego da empresa, isto é, quando a renda bruta cobre as despesas operacionais, a unidade de produção permanece na atividade, muito embora essa lógica não possa perdurar por muito tempo, caso a empresa não guarde reservas para repor os investimentos.

No que diz respeito à margem líquida, a qual inclui as despesas com a mão-de-obra familiar e o custo fixo com a depreciação de benfeitorias, máquinas e equipamentos, percebe-se que nos três primeiros níveis, compostos de produtores com menores níveis de eficiência, a margem se apresenta negativa, ou seja, que a receita bruta é inferior ao custo operacional total. Isto implica que, além de não cobrir totalmente o pagamento da mão-de-obra familiar e dos custos de depreciação, este resultado impossibilita o pagamento dos demais custos, como a remuneração do capital empatado, do risco e da capacidade empresarial do proprietário.

Segundo Gomes, S. T. (1999a), quando a margem líquida é negativa, o produtor pode não abandonar a atividade, caso concorde em remunerar a mão-de-obra familiar por um

salário menor do que aquele considerado no cálculo do custo. Campos (2003), por sua vez, considera que uma margem líquida negativa pode levar, no primeiro momento, a uma desaceleração da acumulação de capital, por não remunerar os serviços do capital. Tende a estancar a acumulação de capital, no segundo, por ser apenas suficiente para cobrir as depreciações e, em último instante, pode conduzir à descapitalização da atividade ou ao subconsumo dos produtores familiares.

É importante lembrar também que a mão-de-obra familiar tem importante participação nos custos da atividade leiteira, em especial para o pequeno produtor. Como este fator deve ser remunerado, segundo Gomes, S. T. (1999a), pelo valor de mercado como um indicativo de seu custo de oportunidade, o qual leva em consideração o uso alternativo da mão-de-obra, pode ser que se esteja superestimando o custo da atividade, principalmente no caso do produtor que só sabe desenvolver essa atividade e/ou quando existe desemprego na economia, o que pode onerar os custos operacionais.

Deste modo, quando positiva, a margem líquida sugere um indicativo de sustentabilidade do sistema de produção no médio prazo. Neste caso, todos os fatores de produção estão sendo remunerados e a sobra pode ser investida na ampliação da atividade leiteira. Assim, enquanto os produtores dos níveis de eficiência 4 e 5 estão pagando todos os seus custos, e ainda têm uma sobra para investir na atividade, os produtores dos três primeiros estratos não estão remunerando adequadamente alguns dos fatores de produção, assim como estão em decurso de descapitalização e de empobrecimento, não tendo condições de permanecer na atividade no médio prazo. Segundo Gomes, S. T. (2006), a perdurar essa situação, pode-se prever significativa diminuição no total de produtores, permanecendo na atividade apenas os que conseguirem margem positiva.

Em termos de análise de sensibilidade às oscilações de mercado, a qual se obtém pela relação entre o preço médio recebido pelo produtor e o custo operacional total médio, os produtores com maior grau de eficiência técnica são capazes de absorver uma retração no preço médio recebido de até 24,44% e, ainda assim, poderiam pagar todas as despesas operacionais. Este valor está muito próximo daquele encontrado por Magalhães e Campos (2006), que encontraram, para os produtores eficientes, uma capacidade de absorção de até 30% de oscilação no preço recebido.

O índice de lucratividade, por sua vez, mostra a percentagem média disponível da renda bruta da atividade depois de efetuado o pagamento de todos os custos operacionais, inclusive as despesas fixas com as depreciações. Deste modo, os produtores com índices de lucratividade negativa, não dispõem de recursos para arcar com os custos da atividade, enquanto os produtores das classes de maiores eficiências obtiveram índices de lucratividade positivos, apresentando taxa de renda disponível, após o pagamento de todos os custos operacionais, de 9,80% e de 19,84%, respectivamente, para os níveis de eficiência 4 e 5.

Como o índice de lucratividade positivo se trata de valores médios, procurou-se identificar a ocorrência de produtores que apresentassem margem líquida negativa. Deste modo, encontrou-se uma percentagem de 33,75% para o grupo de produtores do estrato 4 e de 26,47% para o caso dos produtores localizados no estrato 5, indicando problemas de sustentabilidade, que podem ser resolvidos com o redimensionamento dos custos operacionais ou pela ampliação do volume produzido, que provocarão certamente a redução dos custos unitários do leite. Magalhães (2006) encontrou, tanto para os produtores eficientes, quanto para os ineficientes, índices de lucratividade negativos, e identificou uma proporção de 46% de produtores eficientes com margem líquida negativa.

A taxa de lucro apresentou-se negativa para os três primeiros grupos de eficiência, indicando prejuízo. Como se observa que nestes níveis a margem líquida é negativa, a atividade não é capaz de remunerar, integralmente, a mão-de-obra familiar e as depreciações, assim como o capital empatado, o custo de oportunidade do produtor, o risco e a capacidade empresarial, encontrando-se em pior situação o nível de eficiência 2, com um prejuízo na ordem 21,15%.

Nunes et al. (1998), em estudo a cerca da lucratividade da atividade leiteira de Goiás, encontraram “lucro negativo” da ordem de 50%, 10% e 25%, respectivamente, para os pequenos, médio e grandes produtores. Gomes, S. T. (2006), ao analisar a sustentabilidade da produção de leite de Minas Gerais, observou que 70% dos produtores do Estado se encontram com prejuízo. Está situação, no entanto, não tem a mesma dimensão para todos os estratos de produto, pois, enquanto apenas 14% dos pequenos produtores (até 50 litros/dia) são rentáveis, 81% dos produtores com volumes de produção acima de 1.000 litros/dia apresentaram sustentabilidade de longo prazo.

Para Nunes et al. (1998), situações de lucro negativo ocorrem com muita frequência nos estudos sobre custo e rentabilidade do leite. Eles questionam se realmente os produtores estão sendo incapazes de cobrir os seus custos por muito tempo, uma vez que a pecuária apresentou elevação das taxas de crescimento. Neste sentido, esses autores levantam a hipótese de que alguns itens de custos estão sendo calculados em bases falsas, notadamente aqueles relativos às depreciações dos ativos fixos, como construções e benfeitorias, em razão de os seus valores serem superestimados e/ou a sua vida útil ser subestimada.

Não resta dúvida de que a falta de sustentabilidade de longo prazo tende a reduzir o número de produtores. Gomes, A. P. (1999) salienta, entretanto, que, além da lucratividade outros fatores podem contribuir para a permanência do produtor no mercado, como o desenvolvimento de outras atividades produtivas na fazenda, sem esquecer a rigidez dos ativos fixos (máquinas, equipamentos e, principalmente, benfeitorias) utilizados na pecuária leiteira, impossibilitando a livre movimentação do capital.

Para os níveis de eficiência 4 e 5, a atividade propiciou lucro positivo, podendo remunerar o custo de oportunidade do produtor, o risco e a capacidade empresarial do proprietário, e ainda ser capaz de criar um fundo de reposição suficiente para manter ou aumentar a estrutura produtiva, assim como melhorar a capacidade genética e reprodutiva do rebanho.

Considerando que aproximadamente 63% dos produtores se encontram nos níveis de eficiência acima de 80%, apresentando taxa de lucratividade positiva, e diante das condições naturais adversas e com poucas oportunidades produtivas adaptáveis ao espaço rural no Estado, há um indicativo de que a bovinocultura de leite pode se apresentar como alternativa viável de negócios, principalmente se comparada com outras atividades agrícolas mais tradicionais.

Finalmente, é importante salientar que os produtores a mostrar os maiores volumes de produção, os melhores níveis de produtividades da terra e do rebanho e composição racial do rebanho mais especializada foram também aqueles que apresentaram os maiores níveis de eficiência técnica, os menores custos unitários e as melhores taxas de lucratividade.

Deste modo, de acordo com Gomes, S. T. (1999), a produção por área e por vaca é função direta do grau de especialização do rebanho, e as unidades produtivas de mais alto

padrão racial são também as que produzem mais e obtêm os menores custos de produção por litro de leite, refletindo em maiores margens e lucros. Assim, a combinação de rebanho especializado com escala de produção (volume de produção) pode fazer da atividade leiteira um bom negócio.

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, é possível concluir que o conjunto de firmas analisadas apresentou elevado grau de eficiência técnica (80,17%), indicando, contudo, que ainda há um espaço para o crescimento da eficiência das unidades, principalmente quando se leva em consideração a existência de importante diferenciação entre os níveis de eficiência encontrados, bastando para isso utilizar racionalmente os fatores de produção.

A ineficiência técnica contribui com apenas 5,75% dos desvios em relação à fronteira, sendo as demais variações puramente aleatórias, possivelmente resultantes de informações incorretas ou superestimadas, principalmente no que se refere às despesas com depreciação, mão-de-obra e aquisições de concentrados. Os erros de medições dessas variáveis também podem explicar o fato de alguns produtores, com elevada taxa de eficiência técnica, apresentarem rentabilidade negativa.

A escolha da presente metodologia justifica-se por possibilitar a divisão dos desvios em relação à fronteira de produção, o que não pode ser feito por meio de outras técnicas de estimação, as quais consideram todas as variações implicando ineficiência, induzindo a uma avaliação irreal da produção leiteira no Estado, principalmente em razão da baixa participação da ineficiência técnica.

Constata-se também que tanto as variáveis utilizadas para definir a fronteira de produção quanto as usadas para o modelo de ineficiência são importantes na determinação da variação do nível da renda. Em relação à fronteira de produção, a variável que contribui em maior proporção para elevar o nível da renda dos produtores é a despesa com a contratação de mão-de-obra, o que pode ser fundamental para fixação do homem no campo e para o desenvolvimento local. Pelo lado das variáveis explicativas da ineficiência, a composição racial do rebanho é a mais significativa para a redução do nível de ineficiência técnica, daí a

importância de se realizar investimentos público e privado no melhoramento genético do rebanho.

Observou-se também a existência de correlação positiva entre a eficiência técnica e o volume de leite produzido, traduzindo-se em efeito-escala, o qual deve estar relacionado com a maior especialização e maior produtividade do rebanho. Em consonância com os investimentos na melhoria da raça, deve-se buscar também capacitar a mão-de-obra como forma de aprimorar as práticas de manejo e possibilitar maior produção e melhor qualidade do leite produzido, refletindo em maiores ganhos de produtividade e de renda para os produtores.

Conclusão de grande relevância da pesquisa diz respeito ao fato de que produtores com melhores índices técnicos e maiores taxas de eficiência são também aqueles com menores custos unitários e melhores taxas de rentabilidades no negócio.

Por fim, pode-se observar que, mesmo entre os produtores com melhores desempenhos técnico e econômico, existe uma parcela com renda líquida negativa. Desse modo, é importante que estudos mais aprofundados sejam realizados sobre a contribuição relativa dos diferentes itens que compõem os custos de produção, principalmente a partir de um acompanhamento sistemático junto aos produtores, e não de apenas um levantamento de dados do tipo *cross-section*. Esse procedimento pode permitir avanços na compreensão da formação dos custos e na formalização de políticas públicas capazes de estabelecer diretrizes que possam ajudar no desenvolvimento da atividade no Estado.

## 7. REFERÊNCIAS

- AFRIAT, S. N. Efficiency estimation of production functions. **International Economic Review**, Philadelphia, v. 13, n. 3, p. 568-598, 1972.
- AIGNER, D. J.; CHU, S. F. On estimating the industry production function. **The American Economic Review**, v. 58, n. 4, p. 826-839, set. 1968.
- AIGNER, D. J.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, v. 6, n. 1, p. 21-37, jul. 1977.
- BARROS, E. S.; COSTA, E. F.; SAMPAIO, Y. Análise de eficiência das empresas agrícolas do pólo Petrolina/Juazeiro utilizando a fronteira paramétrica Translog. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 597-614, out/dez. 2004.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, v. 20, n. 2, p. 325-332, jun. 1995.
- \_\_\_\_\_. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3, n. 1-2, p. 153-169, jun. 1992.
- \_\_\_\_\_; COLBY, T. C. Estimation of frontier production functions and the efficiencies of Indian farms using panel data from ICRISAT's village level studies, **Journal of Quantitative Economics**, v. 5, p. 327-348, 1989.
- \_\_\_\_\_; CORRA, G.S. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. **Australia Journal of Agricultural Economics**, v. 21, n. 3, p. 169-179, 1977.
- BRANDÃO, A. S. P. Aspectos econômicos e institucionais da produção de leite no Brasil. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Brasília, MCT/CNPq; Juiz de Fora: Embrapa, 2001a. p. 39-72.
- \_\_\_\_\_. Restrições econômicas e institucionais à produção de leite na Região Nordeste. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Brasília: MCT/CNPq; Juiz de Fora: Embrapa, 2001b. p. 455-462.

BRESSAN, M.; MARTINS, M. C. Segurança alimentar na cadeia produtiva do leite e alguns de seus desafios. **Revista de Política Agrícola**, v. 13, n. 3, p. 27-37, jul/ ago/ set. 2004.

CAMPOS, Robério T. Tipologia dos produtores de ovinos e caprinos no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza-CE, v. 34, n. 1, p. 85-112, 2003.

CARBAUGH, Robert J. **Economia internacional**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 587 p.

CARVALHO FILHO, O. M. **A propósito da produção de leite no Nordeste**. 2006. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/?actA=7&areaID=50&secaoID=128&noticiaID=31255#carta.> Acesso em: 22 out. 2006.

\_\_\_\_\_. ARAÚJO, G. G. L.; LANGUIDEY, P. H.; SÁ, J. L.; LIMA, V. M. B. **Produção de leite no semi-árido do Brasil**. Aracaju: Embrapa Semi-árido Gado de Leite, 2002. 22p. (sistema de produção 6). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteSemiArido/index.html>. Acesso em: 6 fev. 2007.

CARVALHO, Rosemeiry M. **A moderna economia da produção: teoria e aplicações**. Fortaleza: UFC/DEA, 2007. 160 p. (mimeo.)

CASTRO, M. C. D.; NEVES, B. S. Análise da evolução recente e perspectiva da indústria laticinista no Brasil. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. **O Agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 63-72.

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

CHIANG, A. C.; WAINWRIGHT, K. **Matemática para economistas**. São Paulo: Campus, 2006. 692 p.

CNA. **Indicadores Rurais**, v. 10, n. 66, Jan/Fev. 2006.

COELLI, T. J.; RAO, P. D. S.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.

\_\_\_\_\_. **A guide to FRONTIER version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation**. Australia: University of New England, Armidale NSW, 1996. (CEPA, Working Paper 96/07, Department of Econometrics)

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; P. F. C. de ARAÚJO. Fronteira de produção estocástica e eficiência técnica na agricultura. **Rev. de Econ. e Sociologia Rural**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 45-64, 2000.

DÜRR, J. W. Estratégias para a melhoria da qualidade do leite. In: CARVALHO, L. A.; ZOCCAL, R.; MARTINS, P. C.; ARCURI, P. B.; MOREIRA, M. S. P. **Tecnologia e gestão na atividade leiteira**. Juiz de Fora-MG: Embrapa Gado de Leite, 2005b. p. 89-97.

\_\_\_\_\_. Walter. **Por que optar pela qualidade do leite?** 2005a. Disponível em:

<<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=646>> Acesso em: 25 mai. 2006.

FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **Faostat**. 2006. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>> Acesso em: ago/set. 2006.

FARE, R.; LOVELL, C. A. K. Measuring the technical efficiency of production. **Journal of Economic Theory**, v. 19, n. 1, p. 150-162, out. 1978.

FARREL, M. J. A measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, n. 3, p. 254-290, 1957. Series A (GENERAL).

FERNANDES, E. N.; CARNEIRO, J. C. **Zoneamento da pecuária leiteira da Região Nordeste**. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/zoneamento/nordeste/index.html>> Acesso em: 22 nov. 2006.

\_\_\_\_\_; BRESSAN, M.; VILELA, D.; ZOCCAL, R. Mapeamento georreferencial de mudanças da produção de leite do Ceará, 1985/1996. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Juiz de Fora: CNPq, 2001. 484 p.

FORSUND, F. R.; HJALMARSSON, L. Generalized Farrel measures of efficiency: an application to milk processing in Swedish dairy plants. **Economic Journal**, v. 89, p. 247-315. 1979.

\_\_\_\_\_; JANSEN, E. S. On estimating average and best practice homothetic production functions via cost functions. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 463-476. 1977.

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

GOMES, A. T. Gerenciamento da atividade leiteira. **Jornal da produção de Leite – PDPL/RV**, v. 17, n. 197, jul. 2005.

GOMES, S. T. Desenvolvimento da pecuária leiteira em face das políticas governamentais. In: \_\_\_\_\_. **A economia do leite**. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 69-80.

\_\_\_\_\_. Matrizes de restrições ao desenvolvimento do segmento da produção de leite na Região Nordeste. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Brasília, MCT/CNPq, Juiz de Fora: Embrapa, 2001a. p. 448-453.

\_\_\_\_\_. **O agronegócio do leite**. Belo Horizonte: SEBRAE - MG, 2003. 99 p.

\_\_\_\_\_. **Produzir leite é um bom negócio?** (Alto Parnaíba). Viçosa: UFV, 1996. 16 p. Disponível em: <[http://www.ufv.br/der/docentes/stg/stg\\_artigos/stg\\_artigos.htm](http://www.ufv.br/der/docentes/stg/stg_artigos/stg_artigos.htm)> Acesso em: 25 jan. 2007.

\_\_\_\_\_. Situação atual e tendências da competitividade de sistema de produção. In:

VILELA, D.; BRESSAN, M.; GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; MARTINS, M. C.; NOGUEIRA NETTO, V. (eds). **O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. p. 67-81.

\_\_\_\_\_. **Sustentabilidade da produção de leite**. 2006. Disponível in: <[http://www.ufv.br/der/docentes/stg/stg\\_artigos/Art\\_192%20-%20SUSTENTABILIDADE%20DA%20PRODU%20C7%20C3O%20DE%20LEITE%20\(27-11-2006\).pdf](http://www.ufv.br/der/docentes/stg/stg_artigos/Art_192%20-%20SUSTENTABILIDADE%20DA%20PRODU%20C7%20C3O%20DE%20LEITE%20(27-11-2006).pdf)> Acesso em: jan. 2007.

GREENE, W. H. Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v. 13, n. 1, p. 27-56, 1980.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. São Paulo: Campus, 2006. 840 p.

HUANG, C. J.; LIU, J. T. Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. **Journal of Productivity Analysis**, v. 5, n. 2, p. 171-180, jun. 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: jun/jul. 2006.

JANK, M. S.; GALAN, V. B. **Competitividade do sistema agroindustrial do leite**. São Paulo: PENZA-USP, 1998.

KINZEL, C. **AvaDisPro**: projeto de implementação de uma ferramenta de apoio à escolha de distribuições de probabilidade. 2003. 81 f. Monografia (Graduação). Centro de Ciência Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2003.

KODDE, D.A.; PALM, F. C. Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions. **Econometrica**, v. 54, n. 5, p. 1243-1248, set. 1986

KOOPMANS, T. C. Analysis of production as an efficient combination of activities. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **Activity analysis of production and allocation**: proceedings of a conference. New York: John Wiley & Sons, Inc.; London: Chapman & Hall, Limited, 1951. p. 83-97. Disponível em: < <http://cowles.econ.yale.edu/P/cm/m13/m13-03.pdf>>

LEITE, P. Sisnando. **Em busca do desenvolvimento rural do Ceará**: coletânea de artigos. Fortaleza: LCR, 2006. 432 p.

LOVELL, C. A. K.; SCHIMIDT, P. A comparison of alternative approaches to the measurement of productive efficiency. In: DOGRAMACI, A.; FARE, R. (Eds.). **Applications of modern production theory**: Efficiency and productivity. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1988, p. 3-32.

MAGALHÃES, Klinger A. **Análise da eficiência e do perfil socioeconômico dos produtores de leite do Município de Sobral-Ceará**. 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, 2005.

\_\_\_\_\_; CAMPOS, Robério T. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **Rev. de Econ. e Sociol. Rural**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 693-709, out/dez. 2006.

MARINHO, E.; CARVALHO, R. M. Comparações inter-regionais da produtividade da agricultura brasileira – 1970-1995. **Política e Planejamento Econômico**, v. 31, n. 1, abril. 2004.

MARTIN, N. B., et al. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9, p. 97-122, set. 1994.

MARTINS, G. A. **Estatística Geral e Aplicada**. São Paulo: Atlas, 2001. 417 p.

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. **O Agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 181-205.

MATOS, O. C. **Econometria básica: teoria e aplicações**. São Paulo: Atlas, 1995. 244 p.

MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P. F., TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.123-139, 1976.

MEEUSEN, W., BROECK, J.V.D. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 435-444, jun. 1977.

MEIRELES, A. J. **A desrazão laticinista: a indústria de laticínios no último quartel do século XX**. São Paulo: Cultura, 1996. 268 p.

NOGUEIRA FILHO, A. **Sistema agroindustrial do leite no Nordeste** (2ª ed.). Fortaleza, CE: BNB, 2006. 160 p.

NOGUEIRA NETTO, V.; GOMES, A. T. **Políticas para o agronegócio do leite**. Disponível em: <[www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_31\\_217200392358.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_31_217200392358.html)> Acesso em: 22 out. 2006.

NUNES, C. L. M.; GERALDINE, D. G.; NORONHA, J. F.; SILVA JR, R. P. Lucratividade da atividade leiteira em Goiás. **Cad. Adm. Rural**, Lavras, v. 10, n. 2, Jun./Dez. 1998. Disponível em: <[http://www.dae.ufla.br/revista/revistas/1998/1998\\_2/revista\\_v10\\_n2\\_jul-dez\\_1998\\_6.pdf](http://www.dae.ufla.br/revista/revistas/1998/1998_2/revista_v10_n2_jul-dez_1998_6.pdf)> Acesso em: fev. 2007.

OHIRA, T. H. **Fronteira de produção em serviços de saneamento no Estado de São Paulo**. 2005. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PITT, M. M.; LEE, L. F. Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry. **Journal of Development Economics**, v. 9, n. 1, p. 43-64, ago. 1981.

PONCHIO, L. A.; SPOLADOR, H. F. S. Exportação de lácteos, uma solução para os produtores ou um problema para os consumidores? **Boletim do Leite**, v. 11, n. 132, abr. 2005.

\_\_\_\_\_. Setor lácteo: de importador a exportador competitivo. **Boletim do Leite**, v. 12, n.

141, mar. 2006.

PONTES FILHO, F. O. **Desempenho e perspectivas da cadeia produtiva de leite bovino no Estado do Ceará**. Fortaleza: UECE, 1999. 150 p.

PRIMO, W. M. Matrizes de restrições ao desenvolvimento do segmento da indústria de lácteos na Região Nordeste. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Brasília, MCT/CNPq, Juiz de Fora: Embrapa, 2001. p. 463-473.

REIS FILHO, R. J. C. Leite em clima quente é viável. **Leite Branco** (Edição Especial), Nov. 2004.

RICHMOND, J. Estimating the efficiency of production. **International Economic Review**, v. 15, n. 2, p. 515-521, jun. 1974.

RUBEZ, Jorge. Grandes desafios para a cadeia produtiva do leite no Brasil. In: ZOCCAL, R.; CARVALHO, L. A.; MARTINS, P. C.; ARCURI, P. B.; MOREIRA, M. S. P. **A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 31-37.

SOUZA, D. P. H. **Avaliação de métodos paramétricos e não paramétricos na análise da eficiência da produção de leite**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SOUZA, G. S. **Função de produção: uma abordagem estatística com uso de modelos de encapsulamento de dados**. Brasília: Embrapa, informação Tecnológica, 2003. 49 p. (texto para discussão, 17).

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. Eficiência e Produtividade: Conceitos e Medição. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 39-51, 1998.

VARIAN, Hall R. **Microeconomic Analysis**. 3º ed. New York: W. W. Norton & Company, 1992. 506p.

VILLA, Juan M. **Estimación de algunas formas funcionales de relaciones tecnológicas entre producto y factores que dan origen a éste**. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2004. Disponível em: <<http://econpapers.repec.org/paper/wpawuwpem/0410005.htm>.> Acesso em: 29 out. 2006.

WILKINKSON, John. **Competitividade da Indústria de Laticínios**. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira, São Paulo: IE/UNICAMP, 1993.

WOILER, Samsão; MATHIASW. Franco. **Projeto: planejamento, elaboração e análise**. São Paulo: Atlas, 1996. 294 p.

YAMAGUCHI, L. C. T.; MARTINS, P. do C; CARNEIRO, A. V. Produção de leite no Brasil nas três últimas décadas. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 33-48

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE A

Tabela 1A – Dados básicos para a estimação da eficiência e valores das eficiências técnicas estimadas dos produtores de leite – Ceará, 2006.

Firma	ET	Y	X1	X2	X3	Z1	Z2	Z3	Z4
1	0,9766	132.050,00	29.211,00	0,7281	25.200,00	300	34.050,00	2.520,00	1.500,00
2	0,9779	207.675,00	25.681,50	0,9091	28.800,00	300	63.770,50	1.400,00	1.800,00
3	0,3522	6.478,75	3.151,00	0,6333	3.650,00	100	0,00	408,50	0,00
4	0,9745	47.740,00	17.492,42	0,6000	10.800,00	300	7.362,00	980,00	900,00
5	0,6653	40.730,00	25.029,17	0,5000	14.400,00	100	25.594,00	3.280,00	0,00
6	0,8054	25.100,00	10.270,13	0,6389	10.800,00	200	12.000,00	1.300,00	0,00
7	0,9098	314.896,00	43.901,33	0,4444	21.600,00	200	67.312,50	11.100,00	0,00
8	0,8305	121.100,00	35.588,80	0,8427	43.000,00	200	47.034,00	8.200,00	0,00
9	0,8211	68.430,00	14.761,00	0,6226	17.280,00	162	31.000,00	2.695,00	0,00
10	0,9760	127.550,00	29.047,71	0,7203	25.200,00	300	30.400,00	1.600,00	1.000,00
11	0,8339	15.410,00	3.484,25	0,3103	7.200,00	200	6.458,00	908,00	0,00
12	0,8182	18.212,00	3.893,63	0,6977	8.640,00	200	11.560,00	660,00	0,00
13	0,6240	16.620,50	4.009,33	0,7000	3.600,00	100	136,00	225,00	0,00
14	0,7212	34.030,00	5.629,60	0,6667	5.600,00	100	5.254,00	740,00	0,00
15	0,9657	25.830,00	2.880,53	0,6667	7.920,00	200	13.560,00	1.221,50	20,00
16	0,8186	13.151,50	3.563,50	0,5000	5.450,00	200	6.510,00	316,00	0,00
17	0,6045	10.571,00	2.621,37	0,5185	5.200,00	100	350,00	196,00	0,00
18	0,6362	17.698,00	7.249,80	0,7500	7.940,00	100	6.016,00	3.960,00	0,00
19	0,8502	58.190,00	10.275,93	0,8393	14.400,00	200	27.570,00	680,00	0,00
20	0,9740	74.356,00	8.495,17	0,7794	16.800,00	200	29.504,50	2.100,00	1.750,00
21	0,9008	50.220,00	14.642,25	0,8000	8.400,00	300	19.867,33	910,60	0,00
22	0,8103	36.352,00	12.363,73	0,5902	15.700,00	200	12.570,00	1.090,00	0,00
23	0,6850	21.640,50	3.473,28	0,8000	5.995,00	100	5.526,00	346,40	0,00
24	0,9211	863.444,00	26.902,93	0,8824	23.982,60	200	10.179,00	1.605,00	0,00
25	0,7755	47.840,00	50.222,73	0,5440	20.000,00	200	11.900,00	2.216,00	0,00
26	0,8416	28.080,00	5.415,59	0,8824	5.625,00	200	9.033,50	122,20	0,00
27	0,4545	8.587,96	2.005,57	0,8750	6.250,00	200	0,00	367,00	0,00
28	0,7988	16.740,00	10.509,38	0,9000	3.600,00	200	3.328,00	711,00	0,00
29	0,8499	37.700,00	4.547,90	1,0000	11.000,00	200	22.950,00	620,00	0,00
30	0,7177	6.920,00	2.072,32	0,3333	1.600,00	100	7.482,50	185,00	0,00
31	0,8467	99.625,00	19.444,34	0,8333	27.800,00	200	44.142,00	1.250,00	0,00
32	0,8554	65.570,00	13.314,81	0,5000	16.400,00	200	23.152,00	676,00	0,00
33	0,9113	96.600,00	17.891,32	0,7059	14.450,00	300	26.929,50	1.175,00	0,00
34	0,5039	4.731,00	6.816,51	0,5385	5.650,00	100	380,00	218,00	0,00
35	0,6421	9.474,50	2.902,85	0,9000	2.600,00	100	2.434,00	75,00	0,00
36	0,6432	10.284,00	1.844,31	0,3333	5.650,00	100	1.313,50	62,90	0,00
37	0,7023	17.808,50	4.250,06	0,5625	3.650,00	100	5.541,00	300,00	0,00
38	0,8551	89.055,00	17.716,70	0,6579	16.200,00	200	16.156,00	500,00	0,00
39	0,8171	8.489,20	2.308,67	0,5714	3.600,00	200	5.989,00	416,00	0,00
40	0,5754	5.862,00	3.159,33	0,4848	5.600,00	100	2.084,00	198,80	0,00
41	0,6180	9.171,60	2.586,72	0,6667	4.060,00	100	1.068,50	210,00	0,00
42	0,8702	55.385,50	11.518,67	0,8125	7.200,00	200	20.228,50	1.400,00	0,00
43	0,9703	17.442,40	8.518,33	0,5000	3.600,00	200	11.560,80	830,00	500,00
44	0,9383	725.700,00	149.101,67	0,5485	37.800,00	300	357.404,00	15.500,00	0,00
45	0,8240	22.410,50	8.479,98	0,5625	7.200,00	200	11.210,00	800,00	0,00
46	0,9355	232.640,00	28.670,17	0,5952	14.400,00	300	76.880,00	4.800,00	0,00
47	0,8844	32.834,00	7.990,03	0,6429	14.400,00	300	20.277,50	1.300,00	0,00
48	0,9729	37.248,00	9.656,22	0,7500	3.600,00	200	29.817,00	950,00	350,00
49	0,8993	116.550,00	16.090,33	0,3451	14.400,00	200	42.660,00	4.800,00	0,00
50	0,9296	464.139,10	150.239,15	0,5915	30.600,00	300	205.200,00	12.000,00	0,00
51	0,9763	294.886,50	67.153,14	0,7593	32.400,00	200	117.588,00	14.400,00	4.000,00
52	0,6281	10.027,50	5.700,60	0,3333	6.720,00	100	10.582,00	180,00	0,00

Continua

Continuação

Tabela 1A – Dados básicos para a estimação da eficiência e valores das eficiências técnicas estimadas dos produtores de leite – Ceará, 2006.

Firma	ET	Y	X1	X2	X3	Z1	Z2	Z3	Z4
53	0,8651	88.150,80	71.368,92	0,7000	18.000,00	250	55.440,00	2.005,00	0,00
54	0,9770	167.400,00	62.542,57	0,7143	39.600,00	300	133.000,00	3.360,00	3.000,00
55	0,8047	32.277,60	18.386,62	0,6727	8.580,00	200	8.004,80	410,00	0,00
56	0,9729	21.004,95	12.292,33	0,9444	4.050,00	300	5.388,80	463,20	600,00
57	0,6995	21.485,70	9.256,00	0,6667	3.600,00	100	12.700,00	405,00	0,00
58	0,6429	16.580,90	6.059,79	0,8571	4.380,00	100	3.040,00	228,00	0,00
59	0,7056	19.472,30	3.811,00	0,6000	4.520,00	100	11.460,00	83,00	0,00
60	0,6727	24.075,00	5.629,14	0,7647	7.200,00	100	7.590,00	454,00	0,00
61	0,8636	54.323,10	5.958,38	0,8182	11.520,00	200	15.935,00	876,00	0,00
62	0,9715	41.806,25	12.103,79	0,6000	7.680,00	220	30.490,00	338,00	250,00
63	0,8370	19.339,50	9.319,00	0,5833	3.600,00	200	8.200,00	600,00	0,00
64	0,6816	25.844,70	6.953,67	0,7500	7.250,00	100	14.491,00	370,00	0,00
65	0,7261	89.154,50	12.040,17	0,7500	18.250,00	100	19.800,00	950,00	0,00
66	0,6904	26.713,00	3.714,67	1,0000	6.200,00	100	5.600,00	265,00	0,00
67	0,9032	63.153,28	12.196,17	0,4878	17.000,00	300	28.112,50	592,00	0,00
68	0,8972	61.860,00	13.627,65	0,6625	14.400,00	300	16.645,00	727,50	0,00
69	1,0000	259.505,00	33.268,49	0,5385	19.800,00	300	160.305,00	4.038,00	21.396,00
70	0,8327	24.552,50	6.477,37	0,7500	7.200,00	200	19.808,00	193,00	0,00
71	0,9770	623.892,00	336.128,72	0,5455	61.200,00	200	148.920,00	16.000,00	15.000,00
72	0,8629	99.350,00	8.730,59	0,8387	29.700,00	200	40.227,40	1.347,00	0,00
73	0,9185	594.132,50	47.278,17	0,8025	21.600,00	200	87.735,75	1.320,00	0,00
74	0,9324	570.187,50	110.279,25	0,5623	50.400,00	300	424.320,00	7.500,00	0,00
75	0,8750	191.760,00	29.260,30	0,7000	36.900,00	200	98.910,00	1.570,00	0,00
76	0,7594	20.341,65	25.891,67	0,7381	7.120,00	200	5.385,00	904,00	0,00
77	0,8269	82.875,00	37.064,26	0,7541	20.050,00	200	21.580,00	2.420,00	0,00
78	0,7605	8.598,50	4.120,51	0,5000	3.650,00	200	730,00	65,00	0,00
79	0,9755	267.465,00	57.358,99	0,8214	21.650,00	200	96.080,00	300,01	2.200,00
80	0,8005	15.790,80	3.156,87	0,6923	5.520,00	200	1.477,00	123,00	0,00
81	0,8562	27.282,00	9.901,04	0,3953	4.620,00	300	50,00	300,00	0,00
82	0,7977	31.500,00	30.874,57	0,8095	6.720,00	200	9.975,00	610,00	0,00
83	0,8750	15.164,00	7.590,77	0,5897	6.200,00	300	17.886,00	652,00	0,00
84	0,7023	46.266,75	10.211,67	0,7949	11.202,00	100	21.152,50	982,00	0,00
85	0,8452	41.164,24	12.996,23	0,4627	9.020,00	200	10.685,00	635,00	0,00
86	0,8430	70.331,50	26.936,96	0,6667	15.200,00	200	26.280,00	2.212,00	0,00
87	0,8360	40.499,75	13.000,78	0,6970	7.080,00	200	6.405,00	352,00	0,00
88	0,8391	95.100,00	26.962,32	0,8707	21.650,00	200	32.364,00	780,00	0,00
89	0,7875	10.347,75	5.988,70	0,4333	3.650,00	200	1.600,00	330,00	0,00
90	0,5639	37.136,25	77.027,70	0,7000	21.000,00	100	13.680,00	855,00	0,00
91	0,8404	29.547,68	14.800,88	0,4286	5.400,00	200	8.100,00	480,00	0,00
92	0,7173	11.388,00	6.595,27	0,6923	3.600,00	200	6.470,00	0,00	0,00
93	0,8317	15.313,75	5.034,75	0,6875	3.600,00	200	5.820,00	825,00	0,00
94	0,8629	24.652,50	7.973,93	0,5769	2.880,00	200	6.636,00	750,00	0,00
95	0,7950	10.012,50	3.765,17	0,6667	3.600,00	200	2.420,00	360,00	0,00
96	0,8067	12.037,25	5.127,50	0,6923	3.600,00	200	5.556,00	160,00	0,00
97	0,8567	18.217,75	4.101,46	0,6667	3.650,00	200	12.800,00	640,00	0,00
98	0,7780	15.884,00	6.923,47	0,5686	7.300,00	200	2.700,00	310,00	0,00
99	0,9143	53.697,00	9.807,50	0,6818	7.800,00	300	41.590,00	240,01	0,00
100	0,8876	17.947,25	5.942,83	0,8056	4.380,00	300	10.560,00	600,00	0,00
101	0,8308	20.105,20	4.526,60	0,6111	6.240,00	200	6.576,00	500,00	0,00
102	0,8675	48.168,96	6.614,05	0,7000	6.400,00	200	5.690,00	611,00	0,00
103	0,8493	34.527,60	8.340,17	0,8400	6.890,00	200	18.282,00	611,00	0,00
104	0,8555	29.959,20	8.409,57	0,8750	4.650,00	200	16.178,00	940,00	0,00

Continua

Continuação

Tabela 1A – Dados básicos para a estimação da eficiência e valores das eficiências técnicas estimadas dos produtores de leite – Ceará, 2006.

Firma	ET	Y	X1	X2	X3	Z1	Z2	Z3	Z4
105	0,6086	10.888,00	7.417,03	0,7647	4.850,00	100	5.000,00	545,00	0,00
106	0,7027	12.964,00	3.113,03	0,6250	4.150,00	100	25.125,00	435,00	0,00
107	0,5949	4.604,80	1.724,83	0,7000	3.120,00	100	1.640,00	215,90	0,00
108	0,7559	30.528,00	24.349,66	0,7170	10.800,00	200	1.779,00	1.200,00	0,00
109	0,6125	27.869,76	12.499,66	0,7846	17.612,00	100	11.770,00	1.432,00	0,00
110	0,8785	14.512,00	3.503,95	0,6667	6.700,00	300	10.834,00	458,00	0,00
111	0,6096	15.156,13	7.595,56	0,8077	7.000,00	100	4.072,00	577,00	0,00
112	0,6357	9.661,20	4.282,00	0,7273	3.650,00	100	5.268,00	287,00	0,00
113	0,8372	16.351,00	4.687,22	0,4500	5.400,00	200	8.550,00	1.200,00	0,00
114	0,8563	26.312,00	3.698,25	0,7500	3.744,00	200	2.707,00	250,00	0,00
115	0,8742	64.758,00	12.276,67	0,6250	10.800,00	200	29.137,50	3.720,00	0,00
116	0,9160	63.945,25	11.202,58	0,6889	7.200,00	300	11.009,00	3.680,00	0,00
117	0,7941	5.985,15	1.385,53	0,8000	2.600,00	200	2.092,00	140,00	0,00
118	0,8409	18.069,65	6.286,50	0,7500	3.600,00	200	7.399,00	2.460,00	0,00
119	0,8597	50.427,20	8.925,25	0,6786	9.840,00	200	14.252,00	1.250,00	0,00
120	0,8679	43.620,30	5.964,00	0,8000	7.200,00	200	9.200,00	3.750,00	0,00
121	0,8625	53.979,65	16.493,67	0,9322	7.200,00	200	30.001,40	1.700,00	0,00
122	0,8195	18.563,00	4.747,00	0,6944	6.720,00	203	5.082,00	1.250,00	0,00
123	0,7902	13.302,65	4.985,52	0,6667	7.488,00	200	8.120,00	760,00	0,00
124	0,8651	63.370,10	10.181,71	0,6170	14.400,00	200	26.465,00	2.100,00	0,00
125	0,8337	23.234,65	6.779,07	0,7000	6.720,00	200	12.632,80	1.280,00	0,00
126	0,7966	13.017,80	6.422,97	0,6190	5.200,00	200	7.360,00	330,00	0,00
127	0,8069	23.443,75	8.680,04	0,7561	7.800,00	200	7.356,00	580,00	0,00
128	0,7428	10.819,75	11.972,70	0,5000	7.200,00	200	4.950,00	600,00	0,00
129	0,8059	14.845,00	4.126,68	0,6944	6.050,00	200	5.700,00	300,00	0,00
130	0,9697	33.732,80	22.301,25	0,7179	7.920,00	200	25.420,00	1.800,00	690,00
131	0,7962	18.496,40	5.951,09	0,8636	8.760,00	200	13.040,00	250,00	0,00
132	0,8501	34.678,15	6.678,00	0,6333	8.760,00	200	16.548,00	450,00	0,00
133	0,8714	120.945,50	39.245,67	0,5444	18.000,00	200	59.330,00	2.500,00	0,00
134	0,8926	397.435,00	94.413,57	0,6500	36.000,00	200	224.370,00	1.020,00	0,00
135	0,8463	33.329,20	10.992,00	0,7500	7.250,00	200	30.450,00	560,00	0,00
136	0,8356	27.187,00	3.597,38	0,7391	10.950,00	200	13.256,00	440,00	0,00
137	0,8545	52.504,40	11.291,70	0,6889	10.950,00	200	22.760,00	560,00	0,00
138	0,6616	11.152,50	1.935,33	0,8333	3.600,00	100	3.000,00	120,00	0,00
139	0,8536	16.442,00	2.387,03	0,6250	3.600,00	200	6.214,00	150,00	0,00
140	0,8088	16.458,20	4.598,00	0,7097	5.650,00	200	4.570,00	240,00	0,00
141	0,8505	28.761,00	7.162,25	0,8600	4.600,00	200	9.580,00	572,00	0,00
142	0,4787	9.879,30	3.115,55	0,6500	3.650,00	200	0,00	100,00	0,00
143	0,8127	40.010,00	12.245,97	0,7255	14.400,00	200	11.220,00	720,00	0,00
144	0,8365	16.764,00	3.375,50	0,8421	3.650,00	200	5.226,00	190,00	0,00
145	0,8024	11.430,80	3.317,50	0,5625	3.650,00	200	1.620,00	100,00	0,00
146	0,8939	34.063,50	7.906,20	0,8542	7.200,00	300	13.200,00	280,00	0,00
147	0,7306	33.504,90	6.488,22	0,7222	5.600,00	100	18.280,00	420,00	0,00
148	0,8717	73.207,50	13.759,27	0,8788	9.800,00	200	32.204,00	950,00	0,00
149	0,8548	30.112,50	4.656,00	0,7857	6.200,00	200	12.010,00	300,00	0,00
150	0,8991	20.294,25	4.463,60	0,7500	3.600,00	300	7.120,00	300,00	0,00
151	0,8436	20.425,00	5.094,05	0,6552	3.650,00	200	5.550,00	140,00	0,00
152	0,8532	48.017,95	10.591,93	0,8077	6.000,00	200	4.696,00	570,00	0,00
153	0,6129	14.075,00	6.118,60	0,6000	7.200,00	100	3.240,00	300,00	0,00
154	0,9120	75.293,70	15.944,25	0,7333	10.800,00	300	30.750,00	1.570,00	0,00

Continua

Continuação

Tabela 1A – Dados básicos para a estimação da eficiência e valores das eficiências técnicas estimadas dos produtores de leite – Ceará, 2006.

<b>Firma</b>	<b>ET</b>	<b>Y</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>
155	0,9010	54.001,00	10.537,43	0,6774	14.400,00	300	29.280,00	1.180,00	0,00
156	0,8345	24.495,00	4.013,00	0,7500	7.200,00	200	7.838,00	200,00	0,00
157	0,8115	7.338,50	1.593,87	0,5000	2.600,00	200	1.304,00	120,00	0,00
158	0,9663	25.694,60	6.081,17	0,6491	7.250,00	200	1.314,00	300,00	250,00
159	0,9721	94.860,50	27.988,75	0,8049	17.000,00	200	45.240,00	2.460,00	800,00
160	0,7947	23.267,50	8.387,67	0,7826	7.200,00	200	3.095,00	300,00	0,00
161	0,8046	6.399,30	1.551,27	0,7500	1.800,00	200	972,00	120,00	0,00
162	0,6612	18.062,58	3.533,33	0,8125	7.300,00	100	6.695,00	620,00	0,00
163	0,5871	8.700,20	3.619,87	0,8095	5.200,00	100	1.801,00	151,60	0,00
164	0,6084	10.925,25	8.018,50	0,7241	4.650,00	100	5.335,00	290,00	0,00
165	0,6906	30.280,00	7.699,75	0,6522	7.250,00	100	10.540,00	310,00	0,00
166	0,7425	25.824,00	4.120,07	0,7143	3.600,00	100	12.133,00	245,00	0,00
167	0,5643	5.356,00	2.655,35	0,7273	4.600,00	100	1.235,00	226,00	0,00
168	0,6571	16.016,00	12.326,83	0,6429	3.650,00	100	8.655,00	665,00	0,00
169	0,6020	6.593,20	8.432,75	0,7500	1.500,00	100	1.237,50	205,00	0,00
170	0,7144	23.388,85	4.617,90	0,6296	4.650,00	100	8.287,00	482,00	0,00
171	0,8018	15.926,80	6.277,30	0,7333	4.400,00	200	3.225,00	188,50	0,00
172	0,6706	16.528,40	4.651,51	0,9231	3.800,00	100	4.590,00	516,00	0,00
173	0,8269	19.097,20	7.437,20	0,4444	6.200,00	200	9.890,00	504,00	0,00
174	0,6678	11.138,10	1.580,25	0,8571	3.650,00	100	3.522,50	69,40	0,00
175	0,6335	40.168,63	21.124,18	0,5122	8.750,00	100	770,00	1.164,00	0,00
176	0,7123	58.750,00	15.164,00	1,0000	8.450,00	100	10.525,50	4.000,00	0,00
177	0,9656	18.902,00	4.215,20	0,8182	7.250,00	200	4.830,00	286,00	175,00
178	0,6560	18.086,85	4.773,50	0,7500	4.800,00	100	2.727,00	176,00	0,00
179	0,6681	16.316,00	6.781,73	0,5833	4.600,00	100	6.300,00	1.000,00	0,00
180	0,9592	25.141,85	3.762,37	0,9000	4.000,00	100	4.800,00	168,40	315,00

Fonte: dados da pesquisa

## APÊNDICE B

Tabela 1B – Dados básicos para a estimação dos custos e da rentabilidade econômica dos produtores de leite - Ceará, 2006.

Firma	Produção	Preço	Custo Total	COT	COE
1	220.083,33	0,60	107.865,32	100.275,32	88.125,32
2	346.125,00	0,60	125.026,00	119.585,50	109.370,50
3	10.797,92	0,60	5.552,50	5.168,50	548,50
4	79.566,67	0,60	33.088,14	30.094,14	26.227,72
5	67.883,33	0,60	64.100,17	58.460,17	51.626,00
6	41.833,33	0,60	35.460,85	33.320,05	30.086,72
7	524.826,67	0,60	159.870,73	149.910,73	136.327,40
8	201.833,33	0,60	141.838,85	134.622,05	126.704,05
9	114.050,00	0,60	74.883,40	73.569,40	66.695,40
10	212.583,33	0,60	89.967,71	83.160,71	72.575,00
11	25.683,33	0,60	20.396,33	20.088,83	19.150,08
12	30.353,33	0,60	26.150,89	25.592,89	23.402,06
13	27.700,83	0,60	12.948,69	12.396,69	10.673,36
14	56.716,67	0,60	18.432,95	17.898,35	13.833,35
15	43.050,00	0,60	28.020,47	27.743,27	27.227,94
16	21.919,17	0,60	17.857,85	17.626,85	14.114,35
17	17.618,33	0,60	11.264,92	10.909,72	7.739,55
18	29.496,67	0,60	25.901,10	24.135,30	19.435,30
19	96.983,33	0,60	61.304,72	58.374,56	53.782,79
20	123.926,67	0,60	63.248,35	61.880,35	59.325,18
21	83.700,00	0,60	45.585,58	42.086,83	36.595,33
22	45.440,00	0,80	41.085,33	39.951,03	37.511,60
23	30.915,00	0,70	17.699,53	17.126,56	13.596,25
24	1.598.970,37	0,54	58.130,27	54.434,57	33.030,34
25	79.733,33	0,60	93.441,79	77.386,39	52.334,06
26	46.800,00	0,60	21.465,25	20.481,12	16.710,16
27	15.614,47	0,55	7.893,37	7.720,63	4.718,80
28	27.900,00	0,60	15.293,49	13.238,13	9.626,11
29	58.000,00	0,65	46.613,90	45.169,25	37.630,00
30	13.840,00	0,50	11.344,44	10.931,79	9.455,12
31	199.250,00	0,50	82.857,34	80.819,27	74.478,00
32	131.140,00	0,50	53.828,81	51.242,42	44.628,00
33	193.200,00	0,50	64.912,82	62.572,67	55.257,50
34	9.655,10	0,49	12.180,51	10.980,87	5.551,00
35	21.054,44	0,45	7.373,85	7.090,53	4.121,00
36	22.853,33	0,45	7.997,71	7.837,93	3.949,40
37	39.574,44	0,45	13.010,06	12.106,37	7.156,00
38	193.597,83	0,46	40.984,90	39.755,50	37.838,00
39	19.742,33	0,43	12.895,67	12.605,67	9.559,00
40	12.472,34	0,47	9.307,13	8.974,13	5.487,80
41	21.837,14	0,42	7.363,22	7.051,67	3.940,50
42	102.565,74	0,54	36.601,17	34.195,17	30.068,50
43	36.338,33	0,48	25.361,13	23.135,13	18.930,80
44	1.343.888,89	0,54	502.017,67	466.365,67	427.904,00
45	49.801,11	0,45	25.107,98	23.950,58	21.290,00
46	387.733,33	0,60	121.777,17	115.459,17	105.380,00

Continua

Continuação

Tabela 1B – Dados básicos para a estimação dos custos e da rentabilidade econômica dos produtores de leite - Ceará, 2006.

<b>Firma</b>	<b>Produção</b>	<b>Preço</b>	<b>Custo Total</b>	<b>COT</b>	<b>COE</b>
47	64.380,39	0,51	45.962,53	44.341,33	41.587,50
48	53.211,43	0,70	47.313,22	44.512,12	39.608,20
49	215.833,33	0,54	81.981,83	79.116,83	70.690,00
50	859.516,85	0,54	373.249,15	333.709,15	266.234,00
51	546.086,11	0,54	256.268,22	233.243,22	206.655,00
52	22.283,33	0,45	20.399,60	19.824,80	15.476,00
53	183.647,50	0,48	122.806,92	116.224,17	105.810,00
54	363.913,04	0,46	236.563,57	225.008,17	207.321,00
55	70.168,70	0,46	34.815,42	30.910,50	19.992,80
56	44.691,38	0,47	23.353,33	19.933,33	12.102,00
57	46.708,04	0,46	23.006,00	21.917,00	19.804,00
58	35.278,51	0,47	14.946,79	13.673,47	7.423,00
59	42.331,09	0,46	19.970,50	19.484,50	15.767,50
60	24.075,00	1,00	20.374,64	19.600,79	10.776,50
61	115.581,06	0,47	55.387,88	55.082,88	54.223,50
62	88.949,47	0,47	51.335,79	49.454,04	45.862,00
63	41.147,87	0,47	20.647,00	18.715,00	12.205,00
64	56.184,13	0,46	28.500,67	26.958,67	20.627,00
65	189.690,43	0,47	47.146,67	45.739,67	25.301,50
66	48.569,09	0,55	15.616,67	14.979,17	8.613,00
67	134.368,68	0,47	62.228,67	60.224,67	53.540,50
68	103.100,00	0,60	41.515,15	39.817,75	37.361,50
69	399.238,46	0,65	222.151,49	218.556,29	213.543,00
70	37.773,08	0,65	33.700,37	32.138,57	30.001,00
71	990.304,76	0,63	573.173,72	485.114,03	364.332,00
72	165.583,33	0,60	84.090,99	83.315,19	77.292,40
73	792.176,67	0,75	145.010,92	139.010,98	128.152,75
74	877.211,54	0,65	667.949,25	642.056,25	601.170,00
75	319.600,00	0,60	160.159,30	155.718,40	148.640,00
76	45.203,67	0,45	40.356,67	32.471,23	16.550,00
77	165.750,00	0,50	66.924,26	61.751,57	47.895,00
78	19.107,78	0,45	7.376,51	6.833,96	2.174,00
79	534.930,00	0,50	180.475,99	171.124,90	147.727,00
80	32.897,50	0,48	11.303,87	10.876,67	6.884,00
81	60.626,67	0,45	7.456,04	6.930,83	2.538,00
82	70.000,00	0,45	42.972,57	36.881,88	18.182,00
83	37.910,00	0,40	29.428,77	28.666,17	24.179,00
84	102.815,00	0,45	55.664,42	54.354,92	51.284,75
85	85.758,83	0,48	29.956,23	29.446,38	24.472,00
86	143.533,67	0,49	61.775,96	59.425,83	45.775,00
87	89.999,44	0,45	23.239,78	22.236,19	19.950,00
88	198.125,00	0,48	71.977,20	70.444,11	63.084,88
89	22.995,00	0,45	14.841,70	13.988,50	8.170,00
90	82.525,00	0,45	44.473,70	41.711,90	34.796,00
91	61.557,67	0,48	26.350,88	25.209,38	23.172,00

Continua

Continuação

Tabela 1B – Dados básicos para a estimação dos custos e da rentabilidade econômica dos produtores de leite – Ceará, 2006.

<b>Firma</b>	<b>Produção</b>	<b>Preço</b>	<b>Custo Total</b>	<b>COT</b>	<b>COE</b>
92	25.306,67	0,45	16.071,27	14.807,67	12.281,00
93	31.252,55	0,49	16.622,75	15.635,75	13.892,00
94	54.783,33	0,45	17.049,93	15.684,33	12.550,00
95	22.250,00	0,45	9.558,17	9.009,17	4.014,00
96	26.749,44	0,45	13.068,50	12.509,00	7.311,00
97	40.483,89	0,45	20.087,46	19.430,46	14.070,00
98	33.091,67	0,48	15.333,47	14.254,67	8.153,00
99	103.263,46	0,52	57.285,50	54.867,50	43.470,00
100	38.185,64	0,47	21.062,83	19.970,83	13.125,00
101	42.777,02	0,47	16.758,60	15.867,00	7.936,00
102	100.352,00	0,48	21.573,85	20.521,75	19.108,80
103	71.932,50	0,48	35.038,67	34.223,88	28.457,50
104	62.415,00	0,48	29.660,57	28.080,92	21.579,00
105	22.683,33	0,48	15.711,63	14.123,43	7.971,60
106	27.008,33	0,48	12.473,03	12.362,63	8.473,00
107	9.593,33	0,48	7.623,10	7.309,90	3.505,40
108	63.600,00	0,48	37.985,66	32.575,13	22.432,00
109	58.062,00	0,48	42.551,66	40.005,22	33.773,00
110	30.233,33	0,48	20.969,95	20.609,77	14.261,00
111	40.962,51	0,37	17.454,56	16.198,70	6.921,00
112	20.127,50	0,48	16.445,00	15.425,00	10.058,00
113	37.161,36	0,44	23.881,22	22.765,22	21.060,00
114	55.982,98	0,47	9.303,00	8.763,00	3.888,75
115	137.782,98	0,47	58.056,67	56.346,67	48.090,00
116	136.053,72	0,47	31.937,08	30.524,08	27.826,50
117	10.500,26	0,57	5.674,53	5.535,33	2.607,00
118	38.446,06	0,47	19.506,50	18.636,50	12.854,00
119	107.291,91	0,47	34.316,25	33.212,25	24.611,00
120	92.809,15	0,47	25.949,00	25.749,00	25.499,00
121	114.850,32	0,47	53.015,07	49.169,07	42.086,40
122	42.188,64	0,44	16.897,00	16.363,00	11.562,00
123	28.303,51	0,47	20.716,52	19.947,92	11.057,00
124	134.830,00	0,47	54.198,21	53.214,21	51.258,50
125	49.435,43	0,47	26.457,87	25.243,47	19.852,80
126	29.585,91	0,44	18.594,97	17.524,33	10.110,00
127	49.880,32	0,47	22.460,04	21.056,04	9.760,00
128	23.020,74	0,47	26.909,30	25.011,50	16.838,00
129	33.738,64	0,44	16.073,68	15.408,88	10.061,00
130	70.276,67	0,48	56.804,25	53.972,25	47.919,00
131	39.354,04	0,47	26.488,09	25.505,29	14.831,00
132	73.783,30	0,47	32.608,50	31.684,50	20.734,50
133	257.330,85	0,47	118.000,67	110.026,67	93.650,00
134	779.284,31	0,51	352.901,57	340.823,57	318.515,00
135	75.748,18	0,44	49.826,00	48.335,00	40.710,00

Continua

Continuação

Tabela 1B – Dados básicos para a estimação dos custos e da rentabilidade econômica dos produtores de leite – Ceará, 2006.

<b>Firma</b>	<b>Produção</b>	<b>Preço</b>	<b>Custo Total</b>	<b>COT</b>	<b>COE</b>
136	61.788,64	0,44	26.843,88	26.355,00	14.146,00
137	119.328,18	0,44	40.494,70	38.941,90	24.400,00
138	19.565,79	0,57	8.282,33	7.928,33	7.040,00
139	32.239,22	0,51	11.789,03	11.467,67	10.464,00
140	32.270,98	0,51	14.438,00	13.460,00	5.990,00
141	56.394,12	0,51	19.790,25	18.422,25	15.922,00
142	17.332,11	0,57	5.670,55	5.177,35	357,00
143	85.127,66	0,47	35.210,97	32.560,17	28.830,00
144	32.238,46	0,52	11.386,50	10.852,50	5.846,00
145	21.982,31	0,52	7.724,00	7.208,00	2.030,00
146	72.475,53	0,47	26.172,20	24.613,40	21.620,00
147	71.287,02	0,47	28.288,22	27.160,22	25.550,00
148	138.127,36	0,53	54.033,27	50.951,67	43.824,00
149	60.225,00	0,50	22.246,00	21.502,00	17.810,00
150	39.792,65	0,51	14.620,00	13.444,00	11.720,00
151	40.850,00	0,50	12.992,05	12.344,05	6.120,00
152	90.599,91	0,53	18.140,93	16.271,33	12.766,00
153	28.150,00	0,50	13.778,60	13.121,00	11.290,00
154	139.432,78	0,54	57.309,25	53.319,25	46.870,00
155	103.848,08	0,52	59.101,43	57.117,83	54.090,00
156	40.825,00	0,60	19.645,00	18.931,00	17.378,00
157	13.342,73	0,55	5.402,87	5.170,07	1.824,00
158	54.669,36	0,47	13.355,17	12.443,17	6.774,00
159	172.473,64	0,55	89.200,75	81.223,75	68.650,00
160	42.304,55	0,55	15.422,67	14.402,67	12.147,00
161	11.226,84	0,57	3.859,87	3.693,07	1.192,00
162	36.862,41	0,49	18.003,83	17.538,83	9.192,50
163	17.755,51	0,49	11.010,47	10.388,27	4.278,60
164	22.296,43	0,49	18.991,00	17.623,00	11.072,50
165	63.083,33	0,48	24.928,75	23.801,50	17.884,00
166	53.800,00	0,48	20.386,57	19.728,67	18.563,00
167	11.158,33	0,48	8.616,35	8.152,40	6.326,00
168	33.366,67	0,48	19.848,83	17.613,23	10.271,00
169	11.567,02	0,57	10.793,05	9.029,80	5.112,30
170	48.726,77	0,48	16.766,40	15.876,00	10.832,50
171	30.628,46	0,52	16.013,30	14.657,60	9.716,00
172	31.185,66	0,53	13.485,26	12.767,58	9.035,75
173	36.725,38	0,52	26.542,70	25.613,30	21.275,50
174	19.540,53	0,57	12.197,40	11.940,15	7.705,15
175	81.976,80	0,49	32.410,68	28.693,83	19.150,50
176	117.500,00	0,50	35.537,00	32.729,00	23.716,00
177	33.161,40	0,57	17.860,70	17.613,50	12.419,50
178	36.911,94	0,49	11.965,00	11.041,00	9.558,50
179	33.991,67	0,48	20.506,73	19.324,73	14.389,00
180	44.108,51	0,57	14.699,77	14.044,57	11.623,40

Fonte: dados da pesquisa.

## APÊNDICE C

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = terminal

data file = 2a.dta

Tech. Eff. Effects Frontier (see B&C 1993)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	-0.43813715E+00	0.44259822E+00	-0.98992072E+00
beta 1	0.47480496E+00	0.59566920E-01	0.79709502E+01
beta 2	0.39231740E+00	0.15729531E+00	0.24941455E+01
beta 3	0.74082557E+00	0.80905612E-01	0.91566647E+01
sigma-squared	0.21490446E+00		

log likelihood function = -0.11500582E+03

the estimates after the grid search were :

beta 0	-0.15670547E+00
beta 1	0.47480496E+00
beta 2	0.39231740E+00
beta 3	0.74082557E+00
delta 0	0.00000000E+00
delta 1	0.00000000E+00
delta 2	0.00000000E+00
delta 3	0.00000000E+00
delta 4	0.00000000E+00
sigma-squared	0.28933260E+00
gamma	0.43000000E+00

iteration = 0 func evals = 19 llf = -0.11476750E+03

-0.15670547E+00 0.47480496E+00 0.39231740E+00 0.74082557E+00 0.00000000E+00  
0.00000000E+00 0.00000000E+00 0.00000000E+00 0.00000000E+00 0.28933260E+00  
0.43000000E+00

gradient step

iteration = 5 func evals = 47 llf = -0.11091174E+03

-0.12545235E+00 0.43237002E+00 0.35941686E+00 0.77373309E+00 0.11065711E-01  
-0.12608386E+00 -0.31824796E-01 0.35623993E-01 -0.56032669E-01 0.28448826E+00  
0.42412152E+00

iteration = 10 func evals = 73 llf = -0.10836447E+03

0.40641196E+00 0.45078770E+00 0.38275953E+00 0.70492116E+00 0.16497509E+01  
-0.44187824E+00 -0.31182004E-01 0.38077376E-01 -0.73398885E-01 0.25807562E+00  
0.43354589E+00

iteration = 15 func evals = 140 llf = -0.10612435E+03

0.68343983E+00 0.43390630E+00 0.39156959E+00 0.68308351E+00 0.21061274E+01  
-0.44405006E+00 -0.32520418E-01 -0.11408157E-01 -0.61104915E-01 0.21021633E+00  
0.15014982E+00

iteration = 20 func evals = 272 llf = -0.10590796E+03

0.68978120E+00 0.43484977E+00 0.39477586E+00 0.68142947E+00 0.20896891E+01

-0.43493219E+00-0.32804413E-01-0.92818389E-02-0.59474844E-01 0.21120162E+00  
 0.14381919E+00  
 iteration = 24 func evals = 284 llf = -0.10590728E+03  
 0.68991980E+00 0.43484632E+00 0.39477626E+00 0.68141876E+00 0.20912378E+01  
 -0.43488857E+00-0.32803906E-01-0.92731376E-02-0.59480564E-01 0.21119666E+00  
 0.14383425E+00

the final mle estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.68991980E+00	0.43284258E+00	0.15939277E+01
beta 1	0.43484632E+00	0.55586134E-01	0.78229280E+01
beta 2	0.39477626E+00	0.15199678E+00	0.25972673E+01
beta 3	0.68141876E+00	0.83128667E-01	0.81971573E+01
delta 0	0.20912378E+01	0.54132190E+00	0.38632056E+01
delta 1	-0.43488857E+00	0.87908388E-01	-0.49470657E+01
delta 2	-0.32803906E-01	0.16384838E-01	-0.20020891E+01
delta 3	-0.92731376E-02	0.55767652E-02	-0.16628166E+01
delta 4	-0.59480564E-01	0.83483691E-02	-0.71248124E+01
sigma-squared	0.21119666E+00	0.23087476E-01	0.91476718E+01
gamma	0.14383425E+00	0.72403471E-01	0.19865657E+01

log likelihood function = -0.10590728E+03

LR test of the one-sided error = 0.18197084E+02

with number of restrictions = 6

[note that this statistic has a mixed chi-square distribution]

number of iterations = 24

(maximum number of iterations set at : 100)

number of cross-sections = 180

number of time periods = 1

total number of observations = 180

thus there are: 0 obsns not in the panel

covariance matrix :

0.18735270E+00 0.65843840E-02 0.12637952E-01 -0.27137998E-01 0.79978164E+00  
 -0.13454860E+00 -0.27191218E-02 -0.14373732E-01 0.30453471E-02 0.48672102E-03  
 0.18385080E-01  
 0.65843840E-02 0.30898183E-02 0.59640576E-03 -0.38269621E-02 -0.20165280E-01  
 0.35908815E-02 0.13420313E-03 0.17817070E-03 -0.58288576E-04 -0.30847260E-03  
 -0.37237116E-03  
 0.12637952E-01 0.59640576E-03 0.23103021E-01 -0.10503857E-02 -0.11041698E-01  
 0.62701394E-03 0.16125000E-03 0.14464625E-03 -0.36738719E-03 -0.51352348E-03  
 0.18582824E-02  
 -0.27137998E-01 -0.38269621E-02 -0.10503857E-02 0.69103753E-02 -0.62858196E-01  
 0.10442481E-01 0.16977408E-03 0.13361834E-02 -0.26001691E-03 0.35980234E-03  
 -0.17614985E-02  
 0.79978164E+00 -0.20165280E-01 -0.11041698E-01 -0.62858196E-01 0.29302940E+00  
 0.12782743E-01 0.46235828E-02 0.38231476E-01 -0.22935364E-01 -0.28420668E-01  
 -0.29522010E-02  
 -0.13454860E+00 0.35908815E-02 0.62701394E-03 0.10442481E-01 0.12782743E-01  
 0.77278847E-02 -0.12857942E-02 -0.71634002E-02 0.42113341E-02 0.55080560E-02  
 -0.17142093E-02  
 -0.27191218E-02 0.13420313E-03 0.16125000E-03 0.16977408E-03 0.46235828E-02

-0.12857942E-02 0.26846292E-03 -0.10548492E-03 0.18858185E-06 0.12474919E-03  
 0.38417948E-05  
 -0.14373732E-01 0.17817070E-03 0.14464625E-03 0.13361834E-02 0.38231476E-01  
 -0.71634002E-02 -0.10548492E-03 0.31100310E-04 0.35537106E-03 0.16646349E-03  
 -0.56062888E-04  
 0.30453471E-02 -0.58288576E-04 -0.36738719E-03 -0.26001691E-03 -0.22935364E-01  
 0.42113341E-02 0.18858185E-06 0.35537106E-03 0.69695267E-04 -0.11718890E-03  
 -0.60564217E-03  
 0.48672102E-03 -0.30847260E-03 -0.51352348E-03 0.35980234E-03 -0.28420668E-01  
 0.55080560E-02 0.12474919E-03 0.16646349E-03 -0.11718890E-03 0.53303157E-03  
 -0.13420259E-02  
 0.18385080E-01 -0.37237116E-03 0.18582824E-02 -0.17614985E-02 -0.29522010E-02  
 -0.17142093E-02 0.38417948E-05 -0.56062888E-04 -0.60564217E-03 -0.13420259E-02  
 0.52422627E-02

technical efficiency estimates :

firm	year	eff.-est.
1	1	0.97660553E+00
2	1	0.97793796E+00
3	1	0.35224819E+00
4	1	0.97447834E+00
5	1	0.66528728E+00
6	1	0.80535881E+00
7	1	0.90984539E+00
8	1	0.83047962E+00
9	1	0.82112355E+00
10	1	0.97595212E+00
11	1	0.83392944E+00
12	1	0.81816240E+00
13	1	0.62397737E+00
14	1	0.72116708E+00
15	1	0.96571500E+00
16	1	0.81857142E+00
17	1	0.60454124E+00
18	1	0.63617467E+00
19	1	0.85024171E+00
20	1	0.97395904E+00
21	1	0.90082240E+00
22	1	0.81027049E+00
23	1	0.68500667E+00
24	1	0.92110658E+00
25	1	0.77548425E+00
26	1	0.84157678E+00
27	1	0.45454396E+00
28	1	0.79879213E+00
29	1	0.84987734E+00
30	1	0.71765322E+00
31	1	0.84666974E+00
32	1	0.85536600E+00
33	1	0.91126690E+00
34	1	0.50392685E+00
35	1	0.64212022E+00

36	1	0.64322726E+00
37	1	0.70225687E+00
38	1	0.85508347E+00
39	1	0.81711870E+00
40	1	0.57540599E+00
41	1	0.61800233E+00
42	1	0.87022882E+00
43	1	0.97029990E+00
44	1	0.93830400E+00
45	1	0.82401459E+00
46	1	0.93548552E+00
47	1	0.88437783E+00
48	1	0.97286832E+00
49	1	0.89928284E+00
50	1	0.92963360E+00
51	1	0.97627982E+00
52	1	0.62814878E+00
53	1	0.86510633E+00
54	1	0.97698642E+00
55	1	0.80474647E+00
56	1	0.97293644E+00
57	1	0.69950187E+00
58	1	0.64286421E+00
59	1	0.70562220E+00
60	1	0.67272520E+00
61	1	0.86358996E+00
62	1	0.97150850E+00
63	1	0.83695162E+00
64	1	0.68164571E+00
65	1	0.72607641E+00
66	1	0.69037033E+00
67	1	0.90316752E+00
68	1	0.89719879E+00
69	1	0.10000000E+01
70	1	0.83268536E+00
71	1	0.97704993E+00
72	1	0.86289545E+00
73	1	0.91851480E+00
74	1	0.93240567E+00
75	1	0.87504513E+00
76	1	0.75944094E+00
77	1	0.82690350E+00
78	1	0.76045535E+00
79	1	0.97550924E+00
80	1	0.80045553E+00
81	1	0.85617237E+00
82	1	0.79769847E+00
83	1	0.87502893E+00
84	1	0.70225309E+00
85	1	0.84522018E+00
86	1	0.84296687E+00

87	1	0.83601394E+00
88	1	0.83905602E+00
89	1	0.78746844E+00
90	1	0.56393766E+00
91	1	0.84036968E+00
92	1	0.71727746E+00
93	1	0.83170030E+00
94	1	0.86285023E+00
95	1	0.79496079E+00
96	1	0.80672848E+00
97	1	0.85666393E+00
98	1	0.77800448E+00
99	1	0.91434878E+00
100	1	0.88764393E+00
101	1	0.83078905E+00
102	1	0.86754761E+00
103	1	0.84933019E+00
104	1	0.85551923E+00
105	1	0.60860643E+00
106	1	0.70267105E+00
107	1	0.59492228E+00
108	1	0.75592152E+00
109	1	0.61247006E+00
110	1	0.87849768E+00
111	1	0.60963208E+00
112	1	0.63569006E+00
113	1	0.83718126E+00
114	1	0.85629966E+00
115	1	0.87422787E+00
116	1	0.91599236E+00
117	1	0.79412092E+00
118	1	0.84090547E+00
119	1	0.85974052E+00
120	1	0.86789699E+00
121	1	0.86250873E+00
122	1	0.81954203E+00
123	1	0.79023962E+00
124	1	0.86505860E+00
125	1	0.83373656E+00
126	1	0.79663620E+00
127	1	0.80687284E+00
128	1	0.74280568E+00
129	1	0.80588377E+00
130	1	0.96969999E+00
131	1	0.79616266E+00
132	1	0.85007480E+00
133	1	0.87141517E+00
134	1	0.89255270E+00
135	1	0.84628460E+00
136	1	0.83563295E+00
137	1	0.85447696E+00

138	1	0.66159325E+00
139	1	0.85360943E+00
140	1	0.80879602E+00
141	1	0.85049724E+00
142	1	0.47874274E+00
143	1	0.81266228E+00
144	1	0.83649155E+00
145	1	0.80243944E+00
146	1	0.89394220E+00
147	1	0.73056409E+00
148	1	0.87172771E+00
149	1	0.85480186E+00
150	1	0.89909589E+00
151	1	0.84363289E+00
152	1	0.85323186E+00
153	1	0.61288514E+00
154	1	0.91204811E+00
155	1	0.90096542E+00
156	1	0.83445399E+00
157	1	0.81154645E+00
158	1	0.96631425E+00
159	1	0.97212745E+00
160	1	0.79474589E+00
161	1	0.80464642E+00
162	1	0.66123578E+00
163	1	0.58708384E+00
164	1	0.60839541E+00
165	1	0.69061542E+00
166	1	0.74250489E+00
167	1	0.56431018E+00
168	1	0.65714865E+00
169	1	0.60199195E+00
170	1	0.71436960E+00
171	1	0.80180723E+00
172	1	0.67060401E+00
173	1	0.82691514E+00
174	1	0.66776396E+00
175	1	0.63349069E+00
176	1	0.71233813E+00
177	1	0.96564179E+00
178	1	0.65603421E+00
179	1	0.66807869E+00
180	1	0.95918823E+00

mean efficiency = 0.80165337E+00