

## ÁREA 3 – GEOGRAFIA E HISTÓRIA ECONÔMICA

### EFICIÊNCIA E RENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE LEITE NO ESTADO DO CEARÁ

**Francisco Dreno Viana da Silva**

Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará  
Universidade Federal do Ceará / Campus Cariri  
Av. Tenente Raimundo Rocha S/N  
Cidade Universitária - Juazeiro do Norte - CE  
CEP 63.040-560  
Fone: (88) 3572-7200 Fax: (88) 3572-7200  
[dreno@ufc.br](mailto:dreno@ufc.br)

**Rosemeiry Melo Carvalho**

Doutora em Economia pela Universidade Federal do Ceará - CAEN  
Universidade Federal do Ceará  
Departamento de Economia Agrícola  
CEP: 60.455-970 Fortaleza - CE - Brasil  
Caixa Postal: 6008-Pici  
Fone: (85) 3366-9717 Fax: (85) 3366-9716  
[rmelo@ufc.br](mailto:rmelo@ufc.br)

**Robério Telmo Campos**

Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco  
Universidade Federal do Ceará  
Departamento de Economia Agrícola  
CEP: 60.455-970 Fortaleza - CE - Brasil  
Caixa Postal: 6008-Pici  
Fone: (85) 3366-9717 Fax: (85) 3366-9716  
[roberio@ufc.br](mailto:roberio@ufc.br)

## EFICIÊNCIA E RENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE LEITE NO ESTADO DO CEARÁ

**Resumo:** Esse artigo analisa a eficiência técnica e a rentabilidade econômica dos produtores comerciais de leite do Estado do Ceará. Os dados são provenientes de pesquisa direta, obtidos por meio de aplicação de questionários. Utilizam-se as metodologias de fronteira estocástica de produção e medidas de resultado econômico. As empresas apresentaram elevada taxa de eficiência técnica média, em torno de 80%, indicando, contudo, um espaço relevante para o crescimento da eficiência dessas unidades, principalmente se for considerada a dispersão das taxas de eficiência. Todas as variáveis utilizadas para definir a fronteira de produção foram estatisticamente significativas, destacando-se o custo da mão-de-obra que apresentou maior contribuição para o crescimento da produção. Todas as variáveis utilizadas para explicar a ineficiência técnica se mostraram significativas, sendo a composição racial do rebanho aquela que apresentou maior participação para a redução da ineficiência. Quanto ao comportamento dos indicadores técnicos de produtividade e de rentabilidade econômica, percebe-se que à medida que cresce a eficiência técnica das unidades, observa-se também melhora dos índices de produtividade, redução dos custos operacionais e elevação das margens de rentabilidade. Por fim, ocorre elevada correlação entre o nível de eficiência e o volume de leite produzido, indicando efeito-escala nessa atividade.

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

**Classificação JEL:** C13, C61, Q12.

**Abstract:** This article analyzes the technical efficiency and economic profitability of commercial dairy farmers from Ceará State, using the stochastic frontier production methodology. 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.

**JEL Classification:** C13, C61, Q12.

## 1. Introdução

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 alteraram 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. Para Souza (2003), 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. Adicionalmente, Jank e Galan (1998) ressaltam que a ineficiência da produção eleva os custos, e, em consequência, reduz a rentabilidade e a competitividade da firma.

Apesar de esse ajuste haver ocorrido de modo mais rápido nas regiões de maior produção e mais próximas dos maiores mercados, a região Nordeste, particularmente o estado do Ceará, também deverá seguir essa dinâmica diante da necessidade de os produtores se tornarem eficientes e competitivos<sup>10</sup>, de modo a permanecer no mercado, pois a produção leiteira tenderá a se concentrar naqueles produtores mais tecnificados, mais eficientes, de melhor produtividade e com menores custos (GOMES, 1999; SOUZA, 2003).

Considerando que o conhecimento das medidas de eficiência de cada unidade produtiva pode favorecer a definição de estratégias para a produção leiteira cearense, o presente trabalho tem como principal objetivo determinar o grau de eficiência técnica e as condições de rentabilidade dos produtores de leite do Ceará.

No plano microeconômico, 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, os resultados podem 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, para assegurar viabilidade e competitividade ao setor. Estas medidas são importantes, em especial, para a produção familiar, para que este segmento 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.

A estrutura do estudo foi dividida da seguinte forma: na seção 1, é apresentada a importância do estudo; a seguir, na seção 2, foi feita a contextualização da produção leiteira no Brasil; a seção 3 apresenta alguns estudos sobre a agropecuária brasileira que utilizaram a abordagem metodológica de fronteira estocástica; a seção 4, traz a metodologia empregada para estimar a fronteira de produção do setor e a ineficiência de cada firma, bem como para calcular os custos e rentabilidade dos produtores; na quinta seção, são apresentados os resultados e discussão; e, por fim, na seção 5, estão as principais conclusões do trabalho.

---

<sup>10</sup> Competitividade refere-se ao grau em que os produtos de uma firma ou setor podem competir no mercado interno ou externo. A sua mensuração pode ser feita com base em diferentes aspectos, tais como, desempenho, eficiência, capacitação e comercialização. CARBAUGH (2004)

## **2. Contextualização da produção leiteira no Brasil**

Entre 1970 e 2007, a produção brasileira experimentou evolução expressiva aumentando de 7.132 para 25.327 mil toneladas de leite, posicionando o Brasil dentre os seis maiores produtores do mundo. O crescimento da produção leiteira no Brasil decorreu tanto do crescimento numérico do rebanho leiteiro, quanto de ganhos reais de produtividade, ocorrendo oscilação entres os fatores predominantes em cada década estudada. No entanto, ao longo de todo período, a principal fonte de crescimento da atividade foi decorrente do aumento do número de vacas ordenhadas.

Dentre as regiões brasileiras, o Nordeste é a que apresenta as maiores limitações, para a produção leiteira devido, principalmente, à irregularidade de chuvas, que compromete o desenvolvimento de uma atividade moderna e acarreta sérios problemas para a indústria local. Por outro lado, alguns estudos mostram que o clima do semi-árido nordestino apresenta vantagens para o desenvolvimento da bovinocultura de leite.

Carvalho Filho (2006) afirma que o clima seco e com baixa umidade do ar é fundamental para a sanidade animal, pois a baixa umidade relativa favorece o resfriamento evaporativo, melhorando as condições de conforto térmico para as vacas em lactação. Para Reis Filho (2004), as altas temperaturas e a luminosidade são fatores preponderantes à produção de volumoso, o principal alimento bovino.

Para o ano de 2009 a produção leiteira do Nordeste representava apenas 13,11% da produção nacional. Nesse mesmo ano, o Ceará produziu 432.537 mil litros, correspondendo a 11,33% da produção regional, ficando entre os três maiores produtores do Nordeste. Em termos de produtividade, enquanto a média nacional ficou em 1.297, o Ceará produziu 825 litros/vaca/ano, correspondendo a 63,61% da média brasileira.

Apesar das limitações climáticas, do baixo nível tecnológico, do baixo 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%.

A pecuária leiteira cearense apresenta grande importância no contexto social. De acordo com Brandão (2001), ainda que a atividade se concentre 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.

A contribuição dos pequenos produtores de leite é inegável, sobretudo, em termos sociais. Os produtores que obtêm até 50 litros por dia representam aproximadamente 58% do total e também responsáveis por 19% do volume produzido. Se for adicionado o estrato de até 100 litros/dia, essa quantidade passa a representar 78% do total de produtores e 36% do volume produzido.

De acordo com dados do IBGE (2010), entre os anos de 2005 e 2009, o Ceará apresentou crescimento em sua produção de 17,55%. Embora tenha se dado em menor escala em comparação aos principais estados produtores da região, esse crescimento, além de ser importante para a redução da necessidade de importação, demonstra a capacidade da produção local.

## **3. Aplicações da abordagem de fronteiras estocásticas na a agropecuária brasileira**

Diversas áreas de estudos têm utilizado a abordagem das fronteiras de eficiência, empregando tanto métodos paramétricos, quanto não paramétrico. Na agropecuária brasileira, um dos primeiros pesquisadores que utilizaram esse procedimento metodológico foram Tupy e Shirota (1998), para examinar a eficiência econômica de uma amostra de produtores de

frango de corte de empresas avícolas das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Para isso, eles estimaram uma função do tipo Cobb-Douglas, obtendo níveis de eficiência técnica que variam entre 93% e 100%. Para os autores, operar na fronteira, além de caracterizar as empresas como competitivas, indica que os ganhos em produtividade, preponderantemente, ocorrerão mediante a ingresso de novas tecnologias.

Conceição e Araújo (2000) empregaram dados primários referentes à produção agrícola brasileira entre os anos de 1989 e 1990, a partir da qual verificaram que a eficiência técnica média de uma amostra de produtores da agricultura comercial brasileira foi de 73,08%, indicando que seria possível elevar a produtividade por meio da melhora da eficiência técnica. Em termos de unidade produtiva, este índice variou de 41,47% a 93,09%, sendo que cerca de 52% das fazendas se encontram em um intervalo de eficiência de 75% a 90%. O estudo também investigou as variáveis explicativas da eficiência, encontrando, como as mais importantes, a experiência, extensão privada e fontes alternativas de informação.

Silva e Sampaio (2002) utilizam uma abordagem de fronteira não paramétrica DEA (*Data Envelopment Analysis*) para medir a eficiência técnica de seis perímetros irrigados dos municípios de Petrolina e Juazeiro. Os autores verificaram que os perímetros emancipados há mais tempo, administrados por sistema de cooperativa e nos quais o sistema de produção se encontra interligados com empresas e agroindústrias, apresentaram-se relativamente mais eficientes.

Souza (2003) aplicou abordagens paramétricas e não paramétricas para analisar a eficiência econômica da produção de leite. A pesquisa utilizou duas amostras, uma composta por um grupo de 143 unidades produtivas de leite dos seis maiores estados produtores do Brasil, e outra composta de 114 unidades produtivas de Minas Gerais. No tocante a fronteira estocástica, a pesquisa encontra, para a amostra do Brasil, uma eficiência média equivalente a 89%, sendo que 54,5% das observações apresentaram eficiência técnica entre 90% e 100%. Para a amostra de Minas Gerais, a eficiência técnica média encontrada foi 97,7%, no entanto, como a componente de ineficiência apresentou variância nula, as firmas foram consideradas igualmente eficientes, sendo estimada, agora, por uma fronteira determinística.

Barros, Costa e Sampaio (2004) analisaram uma amostra de 32 empresas do Polo Petrolina/Juazeiro. Os resultados mostraram que 56,26% das firmas apresentaram eficiência entre 60% e 100%. Ao analisar as variáveis do modelo de ineficiência, verificaram que as empresas ineficientes possuem baixo valor de produção, excesso de área irrigada e pouca mão-de-obra. Com base nos resultados obtidos, eles sugeriram que essas unidades produtivas fizessem mudanças nas tecnologias de produção adotadas e na organização empresarial.

Zilli e Barros (2006) mediram a eficiência econômica dos produtores de frango de corte na região Centro-Oeste do Brasil. Para tanto, usaram uma fronteira de lucro estocástica, na qual os coeficientes da fronteira e os efeitos da eficiência foram obtidos em um único estágio. Para uma amostra não probabilística de 83 observações, foi encontrada uma eficiência média de 80,9%, sendo que a maioria das unidades produtivas apresentou eficiência de 80% a 100%. Por fim, a pesquisa identificou uma possível existência de efeito escala, uma vez que os produtores mais eficientes são aqueles que têm maior escala de produção, o que, segundo os autores, pode estar relacionado com maior investimento em tecnologia e a maior profissionalização dos produtores.

No tocante ao emprego do tipo de função de produção, os estudos realizados por Ohira (2005) e Conceição e Araújo (2000), foram utilizadas funções do tipo Cobb-Douglas, que, segundo esses autores essa é uma das representações funcionais mais simples e mais usadas em estudos empíricos, notadamente nas análises de eficiência agrícola.

Por sua vez, Shirota (1996, citado por Ohira, 2005), afirma que o amplo uso da forma funcional Cobb-Douglas se justifica pelo fato de a maioria das funções expressas na literatura

violam uma ou mais propriedades econométricas desejáveis e ensejam problemas de viés nas estimativas dos parâmetros, além de se evitar os freqüentes problemas de multicolinearidade que ocorrem nas funções translog.

#### 4. Metodologia

A metodologia utilizada no presente trabalho foi desenvolvida a partir dos seguintes procedimentos. Inicialmente, foi estimada a função de produção com efeitos da ineficiência técnica, aplicando o método de máxima verossimilhança. A seguir, com base nos valores estimados da eficiência técnica, os produtores foram divididos em grupos de acordo com seus níveis de eficiência<sup>11</sup>. Por fim, foi feita uma análise comparativa dos custos e da rentabilidade entre os grupos.

##### 4.1. Fonte dos dados e definição da amostra

Os dados e as informações utilizados no presente são de origem primária, obtidos a partir da aplicação de questionários específicos a uma amostra aleatória de produtores, com a intenção de captar todos os valores relativos a custos e receitas pertinentes à atividade leiteira no estado do Ceará. A amostra selecionada abrange produtores de várias bacias leiteiras do Estado.

Para determinar o tamanho da amostra, utilizou-se da técnica para estimar a proporção ( $p$ ) de uma população finita, dada pela seguinte expressão:

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

onde,  $n$  é o tamanho da amostra;  $z$  é o escore sobre a curva normal padrão;  $p$  é o parâmetro para estimativa de proporção;  $q = 1 - p$  (percentagem complementar);  $N$  é o total de produtores formais distribuídos nas bacias leiteiras do Estado; e,  $d$  é o erro de amostragem.

Considerando-se uma proporção  $p$  igual a 50%, um erro amostral máximo de 8%, condicionado a um intervalo de confiança de 95% definido sob a curva normal, o que determina um valor para  $z = 1,96$ , e a população de 1.230 produtores “formais” que forneceram leite regularmente aos principais laticínios, calculou-se uma amostra de 134 produtores de leite.

##### 4.2. Modelo econométrico

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

$$\ln(y_i) = x_i \beta + v_i - u_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (2)$$

onde,  $N$  é o número de produtores;  $y_i$  é a produção da  $i$ -ésima firma;  $x_i$  é um vetor linha ( $K+1$ ) dos insumos utilizados pela  $i$ -ésima firma;  $\beta$  é o vetor coluna ( $K+1$ ) dos parâmetros desconhecidos a serem estimados;  $v_i$  representa as variações puramente aleatórias em relação à fronteira, podendo assumir valores positivos ou negativos, 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.

Em relação à distribuição, Aigner, Lovell e Schmidt (1977) assumem que os erros aleatórios  $v_i$  são independente e identicamente distribuídos (i.i.d), com distribuição normal, média zero e variância constante,  $\sigma_v^2$ , e independentes de  $u_i$ . Por seu turno,  $u_i$  é a variável aleatória, não negativa, associada à ineficiência técnica de produção das firmas,

<sup>11</sup> Como a coleta de dados está sujeita a erros, comprometendo a estimativa da eficiência, Gomes (1999) e Souza (2003) optaram por usar graus de eficiência, de modo a poder estabelecer comparações entre os grupos de eficiências.

independentemente, mas não identicamente distribuída, com distribuição normal truncada (em zero)<sup>12</sup>.

Para esse estudo, assumiu-se que os erros aleatórios  $v_i$  são independentes de  $u_i$ , os quais apresentam as seguintes distribuições:  $v_i \sim iid N(0; \sigma_v^2)$  e  $u_i \sim NT(u_i; \sigma_u^2)$ .

Os modelos de fronteira estocástica são geralmente estimados utilizando os métodos dos Mínimos Quadrados Corrigidos (MQC) e o de Máxima Verossimilhança (ML). Nessa experiência, a estimação foi feita utilizando o método de estimação ML, pois, de acordo com 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.

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 ( $\sigma_v$ ). Assim, indicam que o método da Máxima Verossimilhança é o mais abrangente.

Battese e Corra (1977) propuseram a  $\gamma$ -parametrização do logaritmo da função de verossimilhança dada pela seguinte equação:

$$\ln(L) = -\frac{N}{2} \ln\left(\frac{\pi}{2}\right) - \frac{N}{2} \ln(\sigma_s^2) + \sum_{i=1}^N [\ln[1 - \Phi](z_i)] - \frac{1}{2\sigma_s^2} \sum_{i=1}^N (\ln y_i - x_i \beta)^2 \quad (3)$$

onde:  $z_i = \frac{(\ln y_i - x_i \beta)}{\sigma_v} \sqrt{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$ ;  $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$ ;  $\sigma_s^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ;  $\Phi(\cdot)$  é a função de distribuição de uma variável aleatória normal padronizada e  $\sigma_s^2$  é a variância total.

O parâmetro  $\gamma$  assume valores entre zero e um. Se  $\gamma$  for zero, os desvios em relação à fronteira decorrem dos erros puramente aleatórios, não tendo influência da ineficiência. Por outro lado, quando mais  $\gamma$  se aproxima de um, maior é a importância dos efeitos da ineficiência sobre os desvios em relação à fronteira.

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:

$$\sigma_u^2 = \left[ \frac{\pi - 2}{\pi} \right] \sigma_s^2 \quad (4)$$

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

$$\gamma^* = \frac{\gamma}{\left\{ \gamma + \left[ \frac{(1-\gamma)\pi}{(\pi-2)} \right] \right\}} \quad (5)$$

Os estimadores de ML de  $\beta$ ,  $\sigma_s^2$  e  $\gamma$  são obtidos pela maximização do logaritmo da função de verossimilhança definida em (3), os quais devem ser consistentes e assintoticamente eficientes (AIGNER; LOVELL; SCHMIDT, 1977).

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

<sup>12</sup> Embora não exista nenhuma justificativa para a seleção de uma distribuição particular para os valores de  $u_i$ , os resultados das medidas de eficiência são sensíveis em relação à escola da distribuição COELLI, RAO E BATTESE (1998).



$$E[\exp(-u_t)|s_t] = \frac{1 - \Phi\left(\frac{\sigma_A + \gamma s_t}{\sigma_A}\right)}{1 - \Phi\left(\frac{\gamma s_t}{\sigma_A}\right)} \exp\left(\gamma s_t + \frac{\sigma_A^2}{2}\right) \quad (6)$$

onde,  $\sigma_A = \sqrt{\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2}$ ;  $s_t = \ln(y_t) - x_t\beta$ ; e  $\Phi$  é uma função de distribuição da variável aleatória.

Para a fronteira de produção o valor de  $E[\exp(-u_t)|s_t]$  assume valores entre zero e um, enquanto na função custo essa medida admitirá valores entre um e infinito.

O programa FRONTIER 4.1 foi utilizado para obter as eficiências técnicas das firmas, com base na seguinte equação:

$$ET_t = \frac{y_t}{\exp(x_t\beta)} = \frac{\exp(x_t\beta + v_t - u_t)}{\exp(x_t\beta + v_t)} = \exp(-u_t) \quad (7)$$

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  $[\exp(x_t\beta)]$  e o nível do produto que poderia ser atingindo  $[Y_t]$ , usando a mesma cesta de insumos, caso não houvesse ineficiência. O produto observado e produto potencial estão limitados pelos ruídos estatísticos  $[v_t]$ , definindo a natureza estocástica da função de produção.

O cálculo da estimação da ineficiência técnica, para esse ensaio, será feita com base no modelo proposto por Battese e Coelli (1995), o qual é definido por:

$$u_t = z_t\delta, \quad t = 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

onde,  $z_t$  são variáveis explicativas associadas aos efeitos da ineficiência técnica da  $t$ -ésima firma; e,  $\delta$  são parâmetros desconhecidos a serem estimados. A razão da escolha desse modelo deve-se à suposição de que as variáveis específicas da unidade produtiva têm influência sobre a eficiência da firma.

### 4.3. Modelo empírico

O modelo empírico utilizado no programa Frontier 4.1 para analisar a eficiência técnica dos produtores de leite do Estado do Ceará foi estimado com base nas seguintes equações<sup>13</sup>:

$$\ln(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_{1t}) + \beta_2 \ln(x_{2t}) + \beta_3 \ln(x_{3t}) + v_t - u_t \quad (9.1)$$

$$u_t = \delta_0 + \delta_1 \ln(z_{1t}) + \delta_2 \ln(z_{2t}) + \delta_3 \ln(z_{3t}) + \delta_4 \ln(z_{4t}) \quad (9.2)$$

A variável  $Y$  representa a renda bruta da atividade, obtida pelo 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 e de outras atividades complementares.

A variável  $x_1$  corresponde à 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;  $x_2$  é definida como o coeficiente de vacas em lactação, apurada pela razão entre o número médio das vacas em lactação e a média do rebanho total; e,  $x_3$  refere-se à despesa com mão-de-obra contratada e familiar utilizada na administração e manejo do rebanho.

Como o objetivo das firmas é a maximização do lucro, 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 o coeficiente associado às variáveis  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  sejam

<sup>13</sup> Para modelo definido pelas equações (9.1) e (9.2) serão testadas as formas funcionais Cobb-Douglas e Translog. A escolha da formulação mais adequada será feita com base em teste estatístico.



positivo, ou seja, que os produtores estejam utilizando um nível de insumos em um estágio no qual a elevação de seu uso seja capaz de aumentar a produção e a renda das unidades produtivas de leite.

Para explicar os efeitos das ineficiências técnicas, foram utilizadas as seguintes variáveis, com as respectivas representações:  $Z_1$  é a composição racial do rebanho;  $Z_2$  é a despesa com alimentação;  $Z_3$  é a despesa com sanidade animal;  $Z_4$  é a despesa com inseminação artificial.

A variável composição racial do rebanho possibilita a comparação entre o plantel das firmas. 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) sistema azebuado (animais até 1/2 HZ), para o qual se atribuiu peso 1; b) sistema mestiço (animais de 1/2 a 7/8 HZ), com peso 2; e c) sistema europeu (animais acima de 7/8 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, melaço, 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.

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 ( $H_0: \delta' = 0$ ).

#### 4.4. Indicadores de custos e de rentabilidade da produção

Para a análise dos custos de produção, parte-se do conceito de custo operacional (MATSUNGA et al., 1976) em consonância com a determinação dos itens de custo de leite proposto por Gomes (1999), para se chegar ao custo total da atividade. Foram também aplicados indicadores econômicos de renda, margens e de lucratividade, em conformidade com Martin et al. (1994) e Campos (2003).

Em relação à análise da atividade, trabalhou-se com 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).

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), expresso como:

$$COE = \sum_{j=1}^k P_j Q_j \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (10)$$

onde,  $P_j$  é o preço unitário do insumo  $j$ -ésimo insumo; e  $Q_j$  é a quantidade do  $j$ -ésimo insumo.

Para a composição do *COE* foram incluídas as despesas referentes ao 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*) são custos em que o produtor incorre no médio prazo para produzir e para repor sua maquinaria (R\$/ano), e ainda continuar produzindo. É obtido pelo 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:

$$COT = COE + DEP + MOF \quad (11)$$

onde, *DEP* é a depreciação de máquinas, benfeitorias e equipamentos; e *MOF* é o 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, destinados 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>14</sup> (R\$/ano), sendo expresso por:

$$CT = COT + CAP + EMP \quad (12)$$

onde, *CAP* é a remuneração do capital empregado em máquinas, equipamentos e benfeitorias; e o *EMP* é a remuneração da capacidade empresarial.

Por fim, estimou-se também o custo médio da produção (*C<sub>mo</sub>*), o qual é determinado pelo quociente entre o custo total e o volume de leite produzido, sendo esse obtido pela transformação da renda bruta da atividade em equivalente leite, expresso como:

$$C_{mo} = \frac{CT}{q} \quad (13)$$

onde, *CT* é o custo total; e *q* representa a quantidade estimada de leite.

Para complementar a análise do desempenho econômico, utilizou-se de conceitos relacionados à rentabilidade da atividade leiteira. A Renda Bruta da atividade (*RB*) é definida como o valor da produção total da unidade produtiva durante o período. Essa renda é obtida pelo somatório do valor da produção de leite vendida, destinada ao consumo próprio, ao aleitamento de bezerros, além de outras rendas da atividade, como venda de animais e de esterco. Assim, a renda bruta do produtor é expressa por:

$$RB = \sum_{i=1}^m P_i Q_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

onde, *P<sub>i</sub>* é o preço recebido pelo produto *i*; e *Q<sub>i</sub>* é a quantidade produzida do produto *i*.

A Margem Bruta (*MB*) indica a sobra em dinheiro (R\$/ano), no curto prazo, para remunerar os custos fixos, sendo calculada por:

$$MB = RS - COE \quad (15)$$

Em termos proporcionais, a *MB* representa o resultado, em percentagem, que sobra em relação ao *COE*, calculada por:

$$MB = \left[ \frac{RS - COE}{COE} \right] \times 100 \quad (16)$$

A Margem Líquida (*ML*), também chamada de Lucro Operacional (*LO*), mede a lucratividade da atividade em valores monetários, no médio prazo, mostrando as condições

<sup>14</sup> Considerou-se o custo de oportunidade da terra igual a zero e juros de 6% ao ano para remunerar o capital investido em benfeitorias, máquinas e equipamentos.

financeiras e operacionais da atividade pecuária. A  $ML$  é calculada pela diferença entre a  $RB$  e o  $COT$ :

$$ML = RB - COT \quad (17)$$

Em termos relativos, a  $ML$  representa, em percentagem, o que sobra da  $RB$  após o pagamento do  $COT$ , indicando a disponibilidade financeira para cobrir os demais custos fixos, o risco e a capacidade empresarial, calculada pela seguinte expressão:

$$ML = \left[ \frac{RB - COT}{COT} \right] \times 100 \quad (18)$$

O Índice de Lucratividade ( $IL$ ) indica a taxa disponível de receita da atividade, expresso em valores percentuais (%  $\square$ /ano), medido por:

$$IL = \left[ \frac{RB - COT}{RB} \right] \times 100 \quad (19)$$

A Renda Líquida ( $RL$ ) ou Lucro ( $L$ ) corresponde à diferença entre  $RB$  e  $CT$ :

$$L = RB - CT \quad (20)$$

Em termos relativos, tem-se:

$$IL = \left[ \frac{RB - CT}{RB} \right] \times 100 \quad (21)$$

Esse conjunto de indicadores possibilita a avaliação econômica das empresas no curto prazo, por meio das margens bruta absoluta e relativa, no médio prazo, pela margem líquida e índice de lucratividade, e, no longo prazo, por intermédio da análise do lucro.

## 5. Resultados e Discussão

A análise dos resultados está dividida em duas partes. Na primeira, foram identificadas as variáveis que explicam os efeitos da ineficiência das unidades produtivas. Com base nos valores da eficiência técnica os produtores foram divididos em cinco grupos. E, na segunda parte, verificou-se o comportamento dos custos e da rentabilidade, estabelecendo comparações entre os grupos de produtores.

### 5.1. Eficiência técnica das unidades produtivas

O estudo da fronteira estocástica pressupõe a definição *a priori* de uma forma funcional para representar a tecnologia de produção. Nesse estudo a função de fronteira estocástica foi estimada utilizando as formas funcionais Cobb-Douglas e translog. Com base no teste de razão de verossimilhança generalizado, cuja hipótese nula estabeleceu que a forma Cobb-Douglas é a representação mais adequada, dadas as especificações do modelo translog, concluiu-se que, para um nível de significância de 5% não se pode rejeitar a hipótese nula. Desse modo, apesar das propriedades restritivas da forma funcional Cobb-Douglas, ela é mais adequada do que a translog para o conjunto de dados pesquisado.

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  $H_0: \gamma = 0$  e  $H_0: \gamma > 0$ , para verificar se os efeitos da ineficiência técnica têm influência na variância do modelo.

Considerando um nível de significância de 5% e 6 graus de liberdade<sup>15</sup>, o valor crítico de  $\gamma$  é igual a 11,911 (KODDE; PALM, 1986), enquanto o valor calculado pelo teste *one-sided* da razão de verossimilhança generalizado (LR), foi igual a 18,197. Assim, rejeitou-se a hipótese nula de que os efeitos da ineficiência técnica não influenciam a variância do modelo. De acordo com Battese e Corra (1977), quando isso ocorre, a estimação da função de

<sup>15</sup> O número de graus de liberdade é igual ao número de restrições definido na estimação da Função de Máxima Verossimilhança.

produção é feita de modo mais adequado utilizando-se o método da Máxima Verossimilhança (LM).

A contribuição relativa do efeito da ineficiência sobre a variância total, dada por  $V^*$ , indica que 5,75%, dos desvios em relação à fronteira de produção são explicados pela variância do termo da ineficiência técnica.

Para observar se, em conjunto, as variáveis incluídas na equação (9.2) explicam a ineficiência técnica, foi realizado o teste LR sob a hipótese nula  $H_0 = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$ . O valor calculado de LR foi de 91,83, enquanto o valor crítico para um teste com significância de 5% e 5 graus de liberdade é 10,371. Com base nesses valores rejeita-se  $H_0$ , ou seja, em conjunto, as variáveis explicam a ineficiência técnica da produção.

Deste modo, verifica-se que as variações no nível da produção são explicadas pelas alterações das variáveis da função de produção e das variáveis incluídas no modelo de ineficiência técnica.

A Tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros estimados da fronteira de produção. Observa-se que todos os coeficientes das variáveis da função de produção são significativos ao nível de 1%. Os sinais dos parâmetros associados às variáveis remuneração do capital, coeficiente de vacas em lactação e despesa com mão-de-obra apresentaram-se positivos, indicando que o aumento em sua utilização aumenta a renda dos produtores de leite.

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, mantido os demais insumos constantes. Deste modo, uma variação 1% no fator remuneração do capital, provoca aumento de 0,43% na renda dos produtores; por sua vez, uma elevação na mesma percentagem no coeficiente de vacas em lactação eleva a renda em 0,39%; e, o aumento de 1% na despesa com mão-de-obra eleva a renda em 0,68%. Conforme indicação das elasticidades parciais, a despesa com a contratação da mão-de-obra é a variável que tem maior contribuição sobre a elasticidade total de produção.

O valor obtido pela soma das elasticidades parciais corresponde à elasticidade total de produção, a qual é igual a 1,511. Esse valor indica que a produção de leite no Estado apresenta retornos crescentes de escala, ou seja, se houver aumento proporcional de 1% no uso de todos os insumos, a renda dos produtores deve crescer em 1,51%.

Tabela 1 – Coeficientes da fronteira de produção Cobb-Douglas, obtidos pelo método de estimação de máxima verossimilhança - 2007.

Variáveis	Coefficientes	Erro-padrão	Teste t
<b>Função de produção</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: dados da pesquisa.

Com relação aos parâmetros das variáveis explicativas da ineficiência técnica, todos são significativos em até 5%. O sinal negativo desses parâmetros indica que a melhoria na composição racial do rebanho, o aumento nas despesas com alimentação, com sanidade animal e com inseminação artificial reduzem a ineficiência técnica, elevando a produção e a renda bruta dos produtores.

A variável composição racial do rebanho apresentou maior coeficiente de elasticidade, indicando que a melhoria do grau de especialização do rebanho é a variável que mais contribui para a redução da ineficiência técnica.

No tocante as despesas com a alimentação do rebanho, sanidade animal e inseminação artificial, pode-se afirmar que os efeitos positivos que uma boa alimentação traduz-se em um rebanho mais saudável, mais resistente às doenças e com melhor aptidão para a produção de leite. Adicionalmente, quando os produtores destinam mais recursos à sanidade animal eles reduzem o grau de ineficiência da produção, pois em geral os animais seriam mais saudáveis, mais resistentes às doenças e com maior produtividade. No que diz respeito à inseminação artificial verifica-se que um maior investimento nesta técnica elevaria a taxa de fertilização e geraria animais de maior aptidão para o leite.

Com base nos valores da eficiência técnica estimados, os produtores foram divididos em cinco níveis (Tabela 2). A eficiência técnica média do conjunto de produtores é de 80,17%, com coeficiente de variação de 15,04%. O nível médio de eficiência técnica das 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.

Tabela 2 – Distribuição dos produtores de leite no Estado do Ceará, de acordo com o nível de eficiência técnica, janeiro de 2007.

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		
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: dados da pesquisa.

Analisando os diferentes níveis de produção, verifica-se que há concentração de produtores no intervalo de 80% de eficiência técnica, com uma frequência relativa simples 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.

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

Conhecidos os níveis de eficiência dos produtores, foram estabelecidas relações entre a eficiência técnica e os valores médios das variáveis utilizadas para estimar a fronteira de produção. Conforme exposto na Tabela 3, 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 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 polo Petrolina/Juazeiro, identificaram uma disparidade de renda bruta média em torno de 20% entre as classes de menor e maior eficiência, concluindo que esta pode resultar de uma utilização mais racional dos recursos.

Analisando-se a remuneração do capital, em termos percentagem da renda média, constata-se que o nível de menor eficiência precisaria de aproximadamente 113% do valor produzido para remunerar o capital, enquanto para o grupo de maior eficiência apenas 21% da renda gerada destina-se a essa finalidade<sup>16</sup>.

A relação entre o número médio de vacas em lactação e o tamanho médio do rebanho determina o índice de desempenho reprodutivo do rebanho. Os coeficientes de vacas em lactação nos diversos extratos apresentaram-se 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.

Tabela 3 – Classes de eficiência técnica e valores médios das variáveis da fronteira de produção – Ceará, 2007.

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.

No que diz respeito à mão-de-obra, verifica-se que, à exceção do nível 1, a sua utilização aumenta à medida que a renda bruta cresce, indicando possível efeito-escala. Por

<sup>16</sup> Este resultado é obtido pela razão RC/RBMe, e diz respeito à quantia suficiente para remunerar o capital empregado, não representando, necessariamente, o valor efetivamente desembolsado.

outro lado, nos níveis 1 e 2 a despesa com mão-de-obra é próxima daquela encontrada no nível de eficiência 3, podendo indicar que a produção é intensiva em mão-de-obra ou, alternativamente, que esse recurso está sendo alocado de forma ineficiente quando se considera o *mix* de insumos.

Constata-se do exposto que 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.

Ao observar a Tabela 4, 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 (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.

Em relação ao gasto com alimentação, confere-se que os produtores mais eficientes empregaram maior volume de recursos nesse 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) afirma 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 se examina, entretanto, 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 (1996), baixa capacidade de resposta do rebanho.

Tabela 4 – Classes de eficiência técnica e valores médios das variáveis explicativas da ineficiência técnica – Ceará, janeiro de 2007.

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.

Em referência às despesas com sanidade animal, 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.

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 do desempenho econômico da atividade leiteira

Antes do exame do desempenho econômico da atividade leiteira, procurou-se avaliar 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 5.

Analisando a produtividade da terra, definida pela 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 reflexo do seu baixo custo de oportunidade, 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 tradicional agricultura cearense.

Tabela 5 – Indicadores de produção e produtividade, conforme as classes de eficiência técnica – Estado do Ceará.

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

Conforme considerado anteriormente, os diferentes estratos de eficiência apresentam o coeficiente de vacas em lactação muito próximo do valor médio da amostra (Tabela 3). Deste modo, pondera-se que o melhor desempenho dos produtores com maior nível de eficiência seja resultante da maior especialização e da maior produtividade do rebanho leiteiro. Para Gomes (1996), o número de vacas em lactação por hectare/ano é um bom indicador do desempenho do sistema de produção utilizado, sintetizando não só a eficiência reprodutiva do rebanho, mas também a produtividade da terra. No estudo, o sistema de produção dos dois melhores níveis de eficiência é três vezes mais intensivo do que aquele de menor eficiência.

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, com o intento de 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.

Examinando-se a Tabela 6, pode-se notar que todas as variáveis apresentam indício de efeito-escala. 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.

Para Gomes (1999), 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. Ainda conforme este autor, em diversos países, a produção está concentrada em pequenas e médias propriedades, fortemente capitalizada e conduzida 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.

Tabela 6 – Classes de eficiência técnica e indicadores da produção de leite – Estado do Ceará.

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.

A variável que estabelece uma correlação mais forte, ficando definido de modo mais claro o efeito escala, é o volume de leite produzido. A correlação positiva ( $r^2 = 0,921$ ) entre o valor médio da eficiência técnica e volume médio de produção de cada estrato sugere que há um efeito-escala na produção, estabelecendo que, quanto maior for o grau de eficiência técnica da produção, maior a quantidade média de leite produzida.

Na medida em que os coeficientes das vacas em lactação dos diversos estratos se encontram em torno da média das observações e que o tamanho médio do rebanho apresenta um coeficiente de correlação de 66,9%, pode-se afirmar que a escala de produção é 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, foi necessário primeiro 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 7, na medida em que cresce o valor da eficiência técnica da produção, tem-se uma redução no custo unitário do leite, em diversas estruturas de custos propostas, principalmente para os produtores de maior eficiência, que obtiveram melhor preço médio de venda do leite, que pode advir do volume produzido e entregue aos laticínios por este estrato. A única exceção fica por conta do custo operacional efetivo (COE), o qual chega a apresentar tendência de crescimento, que pode está relacionado com as despesas com a contratação de mão-de-obra.

Quanto ao custo operacional total (COT), observa-se que os três primeiros estratos de eficiência não conseguem pagar estes custos, situação que refletirá em margens de rentabilidade negativas para estes estratos.

Tabela 7 – Indicadores de desempenho econômico dos produtores de leite do Estado do Ceará - 2007.

Indicadores de desempenho econômico	Unidade de medida	Níveis de eficiência técnica				
		1	2	3	4	5
Quantidade produzida	litros	20.67	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: dados da pesquisa.

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 estão sendo cobertas. Porém, é importante ressaltar 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

No que diz respeito à margem líquida, percebe-se que para os produtores com menores níveis de eficiência, a margem se apresenta negativa, implicando 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 empregado, do risco e da capacidade empresarial do proprietário, levando à descapitalização e ao empobrecimento, não garantindo as condições de permanência na atividade no médio prazo.

Por outro lado, os produtores dos níveis de eficiência 4 e 5 apresentaram margem líquida positiva, de modo que, pagam todos os seus custos, e ainda têm uma sobra para investir na atividade. A margem líquida é indicativa 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.

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 seriam capazes de pagar todas as despesas operacionais.

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 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 para alguns produtores deste grupo, que podem ser resolvidos com o redimensionamento dos custos operacionais ou pela ampliação do volume produzido, que certamente reduzirão os custos unitários da produção de leite.

A taxa de lucro apresentou-se negativa para os três primeiros grupos de eficiência, indicando prejuízo. Nestes níveis a margem líquida é negativa, e a atividade não é capaz de remunerar, integralmente, a mão-de-obra familiar e as depreciações, assim como o capital empastado, o custo de oportunidade do produtor, o risco e a capacidade empresarial, encontrando-se em pior situação o nível de eficiência 1, com um prejuízo na ordem 21,15%. Por sua vez, 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, e de acordo com Gomes (1996), 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 apresentarem rentabilidade negativa, apesar de terem elevada taxa de eficiência técnica.

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 que todas as variações decorre de 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 às 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 investimento 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 melhor desempenho 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.

## Referências

AIGNER, D. J.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, North-Holland, 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. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 597-614, out/dez. 2004.

BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Predictions of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v. 38, n. 3, p. 387-399, jul. 1988.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, CIDADE, v. 20, n. 2, p. 325-332, jun. 1995.

\_\_\_\_\_ ; CORRA, G. S. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. **Australia Journal of Agricultural Economics**, CIDADE, v. 21, n. 3, p. 169-179, 1977.

BRANDÃO, A. S. P. 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, 2001. p. 455-462.

CAMPOS, R. 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/>> Acesso em: 22 out. 2006.

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

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

GOMES, A. P. **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, 1999.

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

GOMES, S. T. **A economia do leite**. Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p. 69-80

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa pecuária municipal**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: dez. 2010.

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

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

MAGALHÃES, K. 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) – Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, 2005.

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.

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.

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.

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

SILVA, J. M.; SAMPAIO, Y. A eficiência dos colonos na agricultura no Vale do São Francisco. **Economia Aplicada**. v.6, n.2, p.265-285. 2002.

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.

TUPY, O.; SHIROTA, R. Eficiência econômica na produção de frango de corte. **Informações Econômicas**. São Paulo, v.28, n.10, out., p.25-40. 1998.

ZILLI, J. B.; BARROS, G. S. de C. Eficiência econômica na produção de frangos de corte na região Centro-Oeste: uma análise estocástica. **GEPROS**. Gestão da Produção, Operações e Sistemas. Ano 2, n.1, p.71-83, set-dez, 2006.

WILKINKSON, J. **Competitividade da indústria de laticínios**. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira, São Paulo: IE/UNICAMP, 1993.