

## **EFICIÊNCIA TÉCNICA EM UMA AGRICULTURA DE BAIXA RENDA**

---

Teotônio Dias Teixeira (\*)

### **1. INTRODUÇÃO**

Na maioria das regiões do Brasil, a maior parte da força de trabalho está localizada na agricultura, e esta continua a crescer em termos absolutos. Além do mais, pequenos proprietários, parceiros, arrendatários e trabalhadores contratados representam mais de 60 por cento da força de trabalho agrícola e da população rural. Contudo, a pobreza da economia brasileira está mais concentrada na agricultura.

A região do Nordeste do Brasil tem experimentado um fluxo migratório bastante acentuado. Contudo, esta migração tem ocorrido em uma economia de mercado através de salários relativamente mais baixo para a região nordestina. Este problema tem-se tornado mais sério porque tem havido simultaneamente uma saída de capital da região nordestina para as regiões industriais do sul do país de renda mais elevada, em consequência das políticas econômicas e de comércio estabelecidas pelo governo (2).

Uma alternativa para tentar melhorar a renda destes agricultores de baixa renda e reduzir este fluxo migratório para os centros urbanos é elevar o nível de eficiência técnica destes agricultores nos processos de produção.

A importância das medidas de eficiência a nível industrial é dupla. Primeiro elas mostram o potencial de aumento na produção industrial pela utilização de recursos em firmas que usam a mais apurada tecnologia. Segundo elas mostram o caminho ótimo que as firmas, que não utilizam a melhor tecnologia disponível, devem seguir na tentativa de alcançá-la. Além disso, comparações entre as melhores práticas estabelecidas e a média industrial dão uma valiosa descrição da estrutura, a qual é importante no estabelecimento de medidas políticas designadas a influenciar a taxa e a direção de novos investimentos na produção agrícola.

---

(\*) Secretário de Tecnologia Agropecuária do Ministério da Agricultura. Professor Titular licenciado da Universidade Federal de Viçosa e Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

O presente estudo representa uma tentativa de aprimorar nossos conhecimentos acerca da pobreza rural na região nordestina do Brasil. Ele é parte de um estudo mais amplo conduzido no Brasil, financiado, na sua maior parte, pelo governo brasileiro (9). A ênfase aqui é identificar possíveis fontes de ineficiência técnica entre os agricultores. Para tal uma função de oferta de mudança técnica será especificada e estimada, através da geração de índices de ineficiências técnicas estimadas pelas funções de produção probabilística de fronteira para três grupos de agricultores: proprietários, parceiros e mistos (proprietários e parceiros).

## **2. METODOLOGIA**

Este capítulo está dividido em 6 partes. A primeira apresenta uma discussão sucinta sobre o conceito de eficiência técnica. A segunda discute os fatores que afetam a eficiência técnica. A terceira apresenta as idéias básicas sobre as alternativas de se medir a eficiência técnica. A quarta seção refere-se à escolha da técnica a ser usada para estimar a função de produção fronteira, e como a eficiência técnica será medida. A quinta parte estabelece, explicitamente, os modelos matemáticos com a definição das variáveis envolvidas. Finalmente apresentará um sumário sucinto dos dados a serem usados neste estudo.

### **2.1 Conceitos Básicos**

O conceito de eficiência é uma proposição acerca da "performance" de processos usados para transformar uma série de insumos em uma série de produtos (5). A eficiência é um conceito relativo, uma vez que a "performance" de uma unidade econômica deve ser comparada com um padrão.

As medidas de eficiência são geralmente aplicadas nos três seguintes níveis de agregação: (a) o nível macro, (b) o nível industrial e (c) o nível micro. Dada a natureza do presente estudo, nosso interesse está em medir a performance relativa das firmas numa indústria.

Deve-se notar que o conceito básico de uma função de produção implica em eficiência técnica, uma vez que supõe-se que as firmas devam produzir de acordo com a função de produção técnica que resulte na maior produção possível de produto para qualquer que seja o conjunto (série) de insumos usados. Em outras palavras, o conceito de função de produção envolve o conceito de uma fronteira que mostra o máximo de produção alcançável de uma série de insumos.

Conseqüentemente diz-se que uma firma é tecnicamente eficiente se ela produzir nesta função de produção. Caso contrário, será tecnicamente ineficiente.

### **2.2 Fatores que Afetam a Eficiência Técnica**

No campo empírico, há vários fatores que podem fazer com que o rendimento de uma determinada firma permaneça abaixo da função de produção fron-

teira (1 e 4). Estes fatores podem ser agrupados em duas grandes categorias — administrativos e não administrativos. Os fatores não “administrativos” determinantes da eficiência técnica são os relacionados com (a) ambiente físico, tais como as características do solo e o clima; (b) a situação social e política, tais como a densidade de população, a localização da fazenda, as intervenções políticas na agricultura (pesquisas agrícolas patrocinadas pelo governo e serviço de extensão aos fazendeiros), sistemas de crédito e subsídios para produção e colheita; e finalmente (c) fatores ocasionais, tais como o tempo.

Num estudo de dados seccionais, como este, as características do solo poderiam ser uns dos fatores mais importantes relacionados com o ambiente físico que poderiam influir na eficiência técnica entre as firmas. Se esse for o caso o valor das terras poderia ser usado para corrigir o impacto das diferentes qualidades de terras na produtividade e, conseqüentemente, corrigir o índice de eficiência técnica de diferenças devido a este fator. Entretanto, desde que a terra parece ser relativamente homogênea na região considerada, e que nenhum valor de mercado de terra é disponível na amostra, não foi feita nenhuma correção para possíveis diferenças na qualidade da terra.

A maioria dos fatores associados com a situação social e política, assim como aqueles relacionados aos fatores ocasionais, parecem não ser importantes para a presente pesquisa, uma vez que por suposição todas as firmas da amostra podem ser encaradas em idênticas condições relacionadas com a maioria destes fatores. Contudo, alguns destes fatores merecem uma consideração adicional.

No que tange aos fatores políticos, a pesquisa agrícola subvencionada pelo governo e os serviços de extensão fornecidos aos fazendeiros podem ser importantes como uma fonte de diferenças na eficiência técnica entre as firmas. Espera-se que a disponibilidade diferencial destas assistências aos fazendeiros cause diferenciais correspondentes na eficiência técnica, todavia, esta diferença na disponibilidade pode ser mais importante para comparações inter-regionais de eficiência técnica que as comparações entre firmas de uma mesma região.

Tendo-se em vista os tipos de agricultores a que esta pesquisa se refere, e a região considerada, a disponibilidade de tecnologia e os serviços de extensão podem, por suposição, ser consideradas idênticas para todos os agricultores. Entretanto, a habilidade de cada um dos fazendeiros para assimilar, codificar e adotar tecnologia diferente, parece ser mais importante.

Os diferentes níveis de uso do crédito institucional pelos fazendeiros, podem também ser responsáveis pelas diferenças na eficiência técnica. Se as firmas estão sujeitas ao racionamento interno de capital, elas podem não ser capazes de alcançar a função de produção fronteira. A disponibilidade de crédito poderia aliviar esta restrição.

Há vários fatores relacionados com a administração que podem alterar a eficiência técnica de uma firma. Entre eles, estão: educação, idade do fazendeiro, número de dias trabalhados fora da fazenda, exposição à pesquisa, e serviço de

extensão, fatores de escala etc. Um subconjunto destas variáveis receberá uma atenção especial no presente estudo.

### 2.3 Medindo Eficiência Técnica

Uma medida da eficiência estrutural para uma indústria pode ser obtida de diversas maneiras. Uma aproximação é construir uma firma média para a indústria, tomando-se a média dos coeficientes dos insumos observados, com o produto como fator de produção, e então comparando esta firma com a função de produção fronteira. Uma segunda tentativa é considerar a média da medida de eficiência técnica com o produto como fator de ponderação. Esta última medida mostrará em geral uma eficiência estrutural superior a primeira. Além disso, a estimativa de tais medidas de eficiência é baseada na estimativa da fronteira eficiente, ou na estimativa da função de produção fronteira.

O pioneirismo do trabalho de FARREL (3 e 4) medindo a eficiência da produção, baseia-se em medir a eficiência técnica de cada firma relativa a fronteira em um espaço insumo-insumo. Em outras palavras, a eficiência técnica é medida comparando-se um ponto observado do coeficiente do insumo com um coeficiente do insumo localizado na eficiente fronteira para as mesmas proporções de fatores. Deste modo, a medida da eficiência técnica de FARREL mostra a redução relativa em exigências de insumos necessária para se produzir uma determinada quantidade observada de produto através da utilização da função de produção fronteira, e utilizando-se as mesmas proporções de fatores.

Há muitas objeções à medida de FARREL (1 e 8). Em primeiro lugar, ambas as medidas de eficiência que ele desenvolveu são em substância exatamente índices de custo, embora a eficiência técnica seja medida em relação a fronteira ao invés de ser em relação a linha de orçamento de custo mínimo. Segundo, embora a técnica de FARREL seja facilmente generalizada para insumos através da técnica de programação linear, com mais do que dois ou três insumos, torna-se impossível determinar a natureza da forma algébrica da função de produção. Terceiro, a suposição de retornos constantes à escala, que esta técnica implica, tem sido criticada por diversos pesquisadores. Basicamente, alternativos procedimentos podem ser usados para superar o problema de retornos constantes à escala. Um procedimento é separar os dados pelo tamanho da firma, e estimar fronteiras separados, testando as diferenças significantes. Entretanto, infelizmente não há testes estatísticos disponíveis para este propósito. Uma segunda iniciativa é considerar as diferenças na escala um fator de importância secundária. Entretanto, esta abordagem apresenta um problema teórico maior, uma vez que a questão de escala pode não ser separável (dissociável) do problema de estimar a fronteira. Uma quarta objeção à medida de FARREL está relacionada aos problemas dos dados. A fronteira é determinada apenas pelas observações extremas da série de dados, e assim a posição da fronteira é altamente sensível a erros de observação e medida. E, finalmente, a quinta objeção é que apenas os dados marginais são usados, e assim, a vasta quantidade de observações não entram absoluta-

mente no processo de estimação. Esta última objeção, naturalmente, é comum a todos os procedimentos que envolvem os conceitos de envelope.

Por outro lado, é óbvio que o uso da função de produção fronteira em um espaço de insumo-produto, tem diversas vantagens sobre a fronteira em um espaço de insumo-insumo, tal como FARREL propôs. Uma das maiores vantagens é que o uso da função de produção fronteira permite a separação da eficiência alocativa da eficiência técnica.

Deve-se notar que a estimativa de uma função de produção média sem viés, não permite uma análise da eficiência técnica. Segundo TIMMER<sup>(11)</sup>, a razão é que não está claro como a eficiência técnica é medida na função de produção média estimada sem viés, uma vez que é absolutamente concebível que as elasticidades de produção serão negativas para as firmas tecnicamente mais eficientes porque elas usam mais dos insumos, e uma declinante elasticidade de produção ocorre. Por outro lado, uma função de boa administração seria a utilização de técnicas de produção em fase de retornos decrescentes e elasticidade de produção positiva. Dessa maneira, uma especificação *a priori* falha neste ponto e não há nenhuma evidência empírica ainda.

Em resumo, embora um vetor de efeito da firma possa ser estimado e interpretado como um deslocamento neutro na função de produção média (através da análise de covariância), como um índice de eficiência técnica, as elasticidades de produção confundem o assunto consideravelmente. Por outro lado, o uso da função de produção fronteira é apropriada a fim de determinar a capacidade produtiva máxima de uma indústria (para fins de planejamento, por exemplo), de medir a produção potencial de uma economia e assim por diante. Então, no longo prazo, a função de produção fronteira deve ser relativamente melhor para análises.

Assumindo a idéia de fronteira e tecnologia constante, através do tempo mais firmas presumivelmente tornam-se capazes de produzir ao nível máximo. Portanto, a função de produção fronteira é também muito útil para analisar a eficiência técnica, assim como a perda em bem-estar devido à ineficiência da alocação de recursos pelas firmas. Estes tópicos merecerão atenção especial em uma outra seção deste capítulo.

Deve-se notar que a função de fronteira prediz um evento não provável (nível de produção), enquanto que a probabilidade associada ao nível de produção dado por uma função média é maior a longo prazo. O fato de que a função da produção de fronteira representa as melhores técnicas atualmente aplicadas é a razão para usar esta função como uma base para julgar a eficiência de outras firmas. Por esta razão, as diferenças na eficiência técnica entre as firmas deve ser medida com relação à fronteira ao invés de sê-lo em relação a algumas firmas médias. Por este motivo a estimativa de uma função de produção fronteira é o primeiro passo na tentativa de analisar a eficiência técnica. Assim fazendo, nós seremos capazes de identificar as origens das ineficiências técnicas que serão importantes ao bem-estar econômico da sociedade.



produção fronteira considera o conjunto de todas as observações observadas acima, e haverá tantas “firmas eficientes” quanto existam coeficientes a serem estimados. Contudo estas firmas “eficientes”, podem ser eficientes apenas por acaso, devido a possíveis erros de observações ou outros problemas. Desta forma, uma técnica mais desejável seria aquela em que pelo menos em parte superasse este problema. Este critério é alcançado por uma fronteira com restrição probabilística.

— **Uma Função com Restrição Probabilística** — Para obter uma fronteira com restrição probabilística, no contexto de AIGNER e CHU, a restrição seria transformada de uma desigualdade determinística para uma proposição probabilística da forma:

$$P_r \left( \sum_{i=1}^m \hat{\alpha}_i X_{ij} \geq Y_{ij} \right) \geq P$$

com  $P_r$  é um nível de probabilidade exôgenamente especificado, com o qual a equação é supostamente satisfeita. Além disso, a fronteira não é determinada apenas por observações marginais, e assim, a função de produção estimada é, na verdade, uma função de produção probabilística de fronteira.

O procedimento usado para estimar a função de produção probabilística de fronteira está baseado nas seguintes etapas:

- a) Estimar a função de produção fronteira determinística de acordo com o método sugerido por AIGNER e CHU;
- b) Eliminar a firma mais eficiente que apresenta o mais alto “preço sombra” através de sucessivos passos até que o coeficiente estimado se estabilize. Assim será possível estimar uma função de produção fronteira probabilística estável com  $(100-P)$  por cento das observações, onde pelo menos parte dos problemas de dados é superada.
- c) O vetor  $Y_j/\hat{Y}_j$  é o índice de eficiência.

Deve-se, contudo, notar que o viés que resulta pela eliminação de observações extremas, durante o processo de estimação, é de pequena importância se a amostra é muito grande e se as observações extremas são de fato produto de erros nos dados. Contudo, usando-se dados seccionais em um único ponto do tempo, como é o caso deste estudo, os erros nas observações extremas tornam a situação relativamente mais séria do que se usássemos dados seccionais em uma série temporal visto que no primeiro caso não há disponibilidade de graus de liberdade para as firmas individuais. Este último ponto deve ser lembrado ao interpretar os resultados empíricos.

## 2.5 Modelos Matemáticos

— **Função de Produção Probabilística de Fronteira** — A função de produção fronteira probabilística tendenciosa a ser estimada é uma função potencial do tipo:

$$Y = AK^{\beta_1} N^{\beta_2} L^{\beta_3} \cdot \epsilon$$

onde Y é a variável dependente, K, N e L são as variáveis predeterminadas e E é o erro.

Os parâmetros do modelo acima em forma logarítmica serão estimados pela técnica de programação linear, conforme foi explicado anteriormente.

— **Função de Oferta para Mudança Técnica** — O modelo econométrico a ser estimado pelo método dos quadrados mínimos ordinários, pode ser representado, de uma forma algébrica, da seguinte maneira:

$$\frac{Y}{\hat{Y}} = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

onde  $\frac{Y}{\hat{Y}}$  é o índice de eficiência técnica estimado a partir dos valores observados (Y) e estimados ( $\hat{Y}$ ) da variável dependente, e  $X_1, X_2, \dots, X_n$  são as variáveis predeterminadas postuladas a serem responsáveis pelas diferenças em eficiência técnica entre as firmas.

A forma algébrica da função acima é desconhecida a priori e, portanto, ela será determinada empiricamente.

As variáveis que aparecerão nos resultados são assim definidas (10):

- Y = valor de produção da fazenda, em cruzeiros
- RB = renda bruta da fazenda, em cruzeiros
- N = quantidade total de trabalho usado nas atividades de produção na fazenda em equivalente-homem/ano
- $K_0$  = quantidade total de serviços de capital, em cruzeiros
- $K_1$  = serviços de capital em máquinas e equipamentos, em cruzeiros
- $K_2$  = serviços de capital em estruturas permanentes (casa, estábulo, facilidades de armazenamento etc.), em cruzeiros
- $K_3$  = ativos fixos na unidade-familiar, em cruzeiros
- $L_0$  = quantidade de terra explorada em hectares
- $L_1$  = quantidade total de terra disponível na fazenda (tamanho de propriedade), em hectares
- $L_2$  = quantidade total de terras cultivadas e pastagens, em hectares
- IN = novos investimentos durante o ano agrícola, em cruzeiros
- C = crédito institucional recebido e usado durante o ano agrícola, em cruzeiros
- AL = pagamento total de aluguel em dinheiro ao proprietário de terra, em cruzeiros
- IC = índice de comercialização
- E = nível de educação do chefe da família. O índice para o nível educacional do chefe de família foi medido de acordo com a seguinte escala:
  - Lê rapidamente sem dificuldade — peso 1
  - Lê vagarosamente sem dificuldade — peso 2

	Lê vagorosamente com dificuldade	— peso 3
	Não lê	— peso 4
R	=	proporção valor do rebanho/valor da produção da fazenda
AP	=	índice de práticas adotadas pelos agricultores
I	=	idade do chefe da família, em anos

## 2.6 Os Dados Usados

Esta pesquisa foi desenvolvida usando-se dados seccionais coletados no município de Canindé, Ceará, o qual é parte da área denominada Sertão do Ceará do Nordeste Brasileiro.

O procedimento amostral para a seleção dos agricultores a serem entrevistados envolveu uma combinação dos processos aleatório e intencional. Primeiramente, uma amostra aleatória de 66 pequenos proprietários (isto é, 50 proprietários e 16 mistos) foi tirada através da lista dos proprietários cadastrados no INCRA. Além do mais uma amostra constituída de 64 parceiros foi obtido de entrevistas de parceiros localizados próximos dos elementos da amostra aleatória dos pequenos proprietários.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo será constituído de duas partes principais. Na primeira parte apresentaremos e discutiremos as funções de produção probabilística de fronteira tendenciosas estimadas pela técnica de programação linear para os três grupos de agricultores: a) Proprietários; b) Parceiros; e c) Proprietários e Parceiros (mistos). A segunda parte dedicar-se-á à análise empírica da eficiência técnica.

### 3.1 Função de Produção Probabilística de Fronteira Estimada

As funções de produção probabilística de fronteira serão estimadas com a finalidade de serem usadas para gerar índices de eficiência técnica, o que permitirá, posteriormente, estimar a "função de oferta para mudanças técnicas". Estas funções serão estimadas para cada tipo de agricultor classificados de acordo com a modalidade de posse da terra, ou seja a) Proprietários; b) Parceiros; e c) Proprietários e Parceiros (mistos).

O quadro 1 apresenta os resultados da estimação das funções de produção probabilística de fronteira estáveis para as três classes de agricultores considerados.

A função de produção estimada foi a Cobb-Douglas em forma logarítmica.

Deve-se notar que foram estimadas as funções de produção para as firmas mais eficientes (Fronteira superior) e para as firmas menos eficientes (Fronteira inferior).

A estabilidade dos coeficientes estimados das funções de produção fronteira probabilística (Superior e Inferior) para os proprietários foram alcançadas com 94 por cento das observações. Para os parceiros a estabilidade foi alcançada com 94 e 97 por cento das observações para os mais eficientes (Fronteira Superior) e para os menos eficientes (Fronteira Inferior) respectivamente. Finalmente,

para os agricultores que são proprietários e parceiros (mistos) a estabilidade dos coeficientes estimados das funções de fronteira probabilística (Superior e Inferior) foram alcançadas com 88% das observações.

**QUADRO 1 — Estimativas dos coeficientes das funções de produção probabilística de Fronteira para três categorias de agricultores: proprietários, parceiros e mistos, Canindé (Ceará), 1972/73.**

Classe de Agricultor	Técnica	COEFICIENTES				$\Sigma b_i$
		C	K	N	L	
<b>Fronteira Superior</b>						
Proprietários	LP 94	.907	.650	.368	.133	1.150
Parceiros	LP 94	3.038	.112	.006	.568	.686
Mistos	LP 88	1.866	.551	.035	.410	.997
<b>Fronteira Inferior</b>						
Proprietários	LP 94	.879	.653	.168	.195	1.016
Parceiros	LP 97	2.189	.399	— .031	.318	.687
Mistos	LP 88	2.174	.202	.288	— .115	.375

Uma comparação das elasticidades parciais de produção de capital, trabalho e terra entre as firmas mais eficientes e as menos eficientes sugerem os seguintes comentários:

- (1) Para os proprietários, as elasticidades parciais de produção do capital não parecem ser diferentes entre as firmas mais eficientes e as menos eficientes. Contudo, para os parceiros, a elasticidade parcial de produção do capital das firmas mais eficientes é aproximadamente 3,5 vezes menor do que aquela apresentada pelas firmas menos eficientes. Finalmente, para os mistos, a elasticidade parcial de produção do capital das firmas mais eficientes é cerca de 64% maior do que aquela apresentada pelas firmas menos eficientes.
- (2) Para os proprietários, a elasticidade parcial de produção do trabalho das firmas mais eficientes é cerca de 55 por cento maior do que aquela apresentada pelas firmas menos eficientes. Para os parceiros, as elasticidades parciais de produção do trabalho são bastante pequenas, sendo que para as firmas menos eficientes ela é negativa. Contudo, para os mistos, a elasti-

dade parcial de produção do trabalho das firmas menos eficientes é cerca de 8 vezes maior do que aquela apresentada pelas firmas tecnicamente mais eficientes.

- (3) Para os proprietários, a elasticidade parcial de produção da terra das firmas menos eficientes é cerca de 32 por cento maior do que aquela apresentada pelas firmas tecnicamente mais eficientes. Para os parceiros, as firmas tecnicamente mais eficientes têm uma elasticidade parcial de produção da terra 54 por cento maior do que aquela apresentada pelas firmas tecnicamente menos eficientes.

Já os mistos, apresentam uma elasticidade parcial de produção de terra das firmas mais eficientes mais de 4 vezes maior do que aquela apresentada pelas firmas tecnicamente menos eficientes.

- (4) Sumarizando pode-se dizer, assumindo-se perfeita competição, que no caso dos proprietários, as firmas menos eficientes devem ter uma menor proporção de capital/trabalho e uma maior proporção de capital/terra e também de trabalho/terra do que as firmas mais eficientes. No caso de parceiros, assumindo perfeita competição, as firmas tecnicamente mais eficientes devem apresentar as proporções do capital/trabalho, trabalho/terra e capital/terra maiores do que aquelas apresentadas pelas firmas menos eficientes. Contudo, as firmas menos eficientes (parceiros) devem apresentar as proporções do capital/trabalho e capital/terra menores do que aquelas apresentadas pelas firmas mais eficientes. Finalmente, assumindo-se perfeita competição, para os mistos as firmas menos eficientes devem apresentar a proporção capital/terra maior do que aquelas apresentadas pelas firmas mais eficientes, enquanto que as firmas mais eficientes devem apresentar as proporções capital/trabalho e trabalho/terra menores do que aquelas apresentadas pelas firmas menos eficientes.

### 3.2. Eficiência Técnica

Os vetores de eficiência técnica estimados para cada tipo de classe de posse da terra da correspondente função de produção probabilística de fronteira, para as firmas mais eficientes (quadro 1) são apresentadas no quadro 2.

O grau de eficiência para a maioria das fazendas nas amostras podem ser observadas no quadro 2. Contudo, este ponto pode ser visto mais claramente no quadro 3, que apresenta uma distribuição do índice de eficiência. Apenas 6, 13 e 7 por cento dos proprietários, parceiros e mistos, respectivamente, têm medidas de eficiências dentro de 10% da função de fronteira correspondente. Além disso, 42,33 e 50% dos proprietários, parceiros e mistos respectivamente, estão mais do que 50% fora da fronteira correspondente.

**QUADRO 2 — Índices de eficiência técnica estimadas para diferentes grupos de agricultores, Canindé (Ceará), 1972-73**

Agricultor	Proprietários		Parceiros		Mistos	
	Índice de Eficiência Técnica	Classificação	Índice de Eficiência Técnica	Classificação	Índice de Eficiência Técnica	Classificação
1	1	1	.30396	53	.97425	2
2	1	1	1	1	.22345	11
3	.53211	23	.41608	44	.42640	8
4	.42744	30	.96778	9	.40348	9
5	.39957	35	.83978	11	.24620	10
6	.93051	4	.77478	13	.45628	5
7	.64800	12	.48288	40	.62651	4
8	.53019	24	.28628	54	.89533	3
9	.61251	16	.28400	55	1	1
10	.33800	39	.41963	43	1	1
11	1	1	.39001	48	1	1
12	.40086	34	.53514	32	.45470	4
13	.95555	2	.36968	49	1	1
14	.47876	25	.76474	14	.43100	7
15	.80721	6	.99852	2		
16	.74399	8	1	1		
17	.40298	33	.62578	23		
18	.44218	28	.79131	12		
19	.14609	44	.72460	15		
20	.39705	36	.55246	29		
21	.27601	42	.42885	42		
22	.46317	27	.71166	17		
23	.37750	37	.58549	25		
24	.63632	14	.52677	33		
25	.69021	10	.50002	37		
26	.76385	7	.48907	38		
27	.56002	21	.32494	51		
28	.55389	22	.53799	31		
29	.58858	17	.54388	30		
30	.41518	32	.99009	7		
31	.34581	38	.99606	4		
32	.56161	20	.63274	22		
33	.43941	29	.46388	39		
34	.68684	11	.18737	57		
35	.29032	41	.97059	8		
36	.46698	26	.36734	50		
37	.95093	3	.39838	46		
38	.41844	31	.65918	20		
39	.58062	18	1	1		
40	1	1	.99607	3		
41	.71198	9	.50765	36		
42	.64174	13	.67936	19		
43	.57714	19	.68328	18		
44	.81375	5	.99540	5		
45	.30866	40	.39149	47		
46	.62631	15	.71453	16		

**QUADRO 2 — Continuação**

Agricultor	Proprietários		Parceiros		Mistos	
	Índice de Eficiência Técnica	Classificação	Índice de Eficiência Técnica	Classificação	Índice de Eficiência Técnica	Classificação
47	.16832	43	.52004	35		
48			.52626	34		
49			.56656	28		
50			.30470	52		
51			.28007	56		
52			1	1		
53			.99190	6		
54			.56917	27		
55			.40034	45		
56			.88074	10		
57			.58508	26		
58			.65724	21		
59			.60096	24		
60			.44616	41		

**QUADRO 3 — Distribuição de índice de eficiência técnica para diferentes grupos de agricultores, Canindé (Ceará), 1972/73.**

Índice de Eficiência Técnica	Proprietários	Parceiros	Mistos
= 1.	4 (.08)	4 (.07)	4 (.28)
.90 — 1.0	3 (.06)	8 (.13)	1 (.07)
.70 — .90	5 (.11)	8 (.13)	1 (.07)
.50 — .70	15 (.32)	20 (.33)	1 (.07)
.30 — .50	16 (.34)	16 (.27)	5 (.36)
.30	4 (.08)	4 (.07)	2 (.14)
Total	47 (1.00)	60 (1.00)	14 (1.00)

**Nota:** Números em parênteses são percentagens.

Talvez um dos aspectos mais interessantes do quadro 3 seja a semelhança na distribuição das razões entre proprietários e parceiros. A distribuição para os mistos é bem diferente, mas a amostra para este grupo é muito menor.

### 3.3. Explicando a Eficiência Técnica

A próxima etapa consiste em testar os fatores que explicam estas diferenças na eficiência técnica entre as firmas. Foi postulado que as diferenças seccionais no uso de insumos, especialmente os insumos modernos que têm potencial para gerar cres-

cimento econômico (6) e as variáveis relacionadas à habilidade administrativa e ambientais, explicariam as diferenças na eficiência técnica num único ponto no tempo. As funções estimadas auxiliam a identificação de fatores relevantes e estabelece um princípio para avaliar seu impacto quantitativo. Entretanto, deve-se salientar novamente que esses índices de eficiência técnica gerados podem ser sensíveis às mudanças na especificação de função de produção, e também sujeitas a uma série de incertezas, especialmente se se está trabalhando com dados seccionais.

O quadro 4 apresenta a alternativa mais bem sucedida para explicar a variação na eficiência técnica entre as fazendas para cada classe de posse de terra. A função foi primeiramente especificada como uma função linear em todas as variáveis predeterminadas (quadro 4, equação 1). Em todas as alternativas feitas dois dos coeficientes estimados tiveram sinais não esperados:

a) O efeito linear da adoção de práticas foi estatisticamente significativo e negativo aos níveis de 15 e 1 por cento para os proprietários e os mistos respectivamente, e b) o crédito institucional recebido e usado durante o ano agrícola foi estatisticamente significativo e negativo ao nível de 7 por cento para os mistos. Além do mais a significância de várias variáveis foram muito sensitivas a pequenas mudanças na especificação.

Há quatro explicações possíveis para o possível efeito negativo da adoção de práticas na eficiência técnica. Primeiro, pode haver um número ótimo de práticas a ser adotadas do que aquelas usadas pelos agricultores — a noção familiar de "pacote tecnológico". Isto implica que as relações entre o índice de eficiência técnica e o índice de adoção de práticas tem uma diferente forma da linear conforme foi postulada. Segundo, o índice de adoção de práticas pode estar agindo como um substituto para as variáveis não incluídas na especificação do modelo. Terceiro, os efeitos lineares e negativos obtidos podem ser os correntes, o que sugere que os fazendeiros estão realmente ineficientes no uso das práticas. E finalmente, talvez os fazendeiros na amostra são recentes adotantes, com o resultado que eles não sabem como usar bem as práticas.

Em vista dos resultados e o tipo de práticas adotadas, a primeira possibilidade parece ter sido a mais plausível. Numa tentativa em testar tal hipótese, as equações 2 e 3 foram estimadas para os proprietários e mistos, sendo que a equação 2 tenta captar o efeito quadrático da adoção de práticas, e a equação 3 tenta captar ambos os efeitos linear e quadrático da adoção de práticas. Observe que todos os parâmetros estimados permaneceram estáveis sob estas especificações alternativas exceto para os efeitos linear e quadrático da adoção de prática para os proprietários.

A matriz de correlação mostrou que todas variáveis explanatórias são levemente colineares exceto para os efeitos linear e quadrático da adoção de prática. Em termos de contribuição para o  $R^2$ , a renda bruta da fazenda é o fator mais importante, e é responsável por 21, 29 e 40 por cento da variação explicada na

**QUADRO 4 — Funções de oferta de mudanças técnicas estimadas para diferentes grupos de agricultores, Canindé, (Ceará), 1972/73**

Classes	Proprietários			Parceiros	Mistos		
	1	2	3	1	1	2	3
Especificações alternativas							
Variáveis							
Constante	**** 1.11406 (.19770)	**** 1.04612 (.19353)	**** 1.18761 (.37693)	—06027 (.19259)	** .86128 (.49682)	—00389 (.4415)	.64375 (3.70283)
Renda Bruta da Fazenda (RB)	**** .00005 (.00001)	**** .00005 (.00001)	**** .00005 (.00001)	**** .00008 (.00001)	**** .00012 (.00003)	**** .00012 (.00003)	**** .00012 (.00003)
Proporção capital/terra explorada				**** (.00170) (.00086)			
Proporção maquinaria e equipamento/terra explorada (K1/L)				**** .03876 (.01996)	**** .12275 (.02330)	**** .11634 (.02311)	**** .12115 (.03799)
Estruturas permanentes (K2)	**** .00113 (.00029)	**** —00114 (.00029)	**** —00112 (.00030)				
Proporção terra cultivada e de pastagem/terra total (L2/4)				**** .29588 (.18069)	**** .63305 (.21388)	*** .60419 (.21045)	** .62625 (.27204)

QUADRO 4 — Continuação

Classes	Proprietários			Parceiros	Mistos		
	1	2	3		1	2	3
Alternativas							
Variáveis							
Ativos fixos na casa (K3)	**** — .00022 (.00005)	**** — .00022 (.00006)	**** — .00022 (.00006)				
Novos investimentos (IN)	**** .00005 (.00002)	**** .00005 (.00002)	**** .00006 (.00003)				
Crédito Institucional (C)				— .00001* (.000009)	** — .00026 (.00011)	** — .00027 (.00011)	** — .00026 (.00013)
Aluguel de terra (AL)				— .27678 (.35611)	.38101 (1.05338)	.31441 (1.06464)	.36287 (1.25332)
Índice de comercialização (IC)					** .76012 (.44612)	** .62733 (.44580)	+ .72681 (.76081)
Educação (E)	*** — .07049 (.03039)	*** — .07180 (.03044)	*** — .06903 (.0341)		.02932 (.11398)	.04584 (.11586)	.03361 (.14999)
Proporção Rebanho/Produção (R)	+ — .08602 (.09260)	+ — .09043 (.09224)	+ — .08269 (.09488)	— .06465 (.29030)			

**QUADRO 4 — Continuação**

Classes	Proprietários			Parceiros	Mistos		
	1	2	3		1	2	3
Alternativas							
Variáveis							
Adoção de Práticas (PA)							
Efeito Linear	** — .37600 (.25439)	— .78162 (1.77946)			*** — 4.34290 (1.12181)		— 3.25202 (18.39084)
Efeito Quadrático		** — .37990 (.26611)	.42844 (1.86036)		*** — 5.27470 (1.37046)		— 1.32987 (22.36433)
Idade ( )	* — .00249 (.00204)	* — .00259 (.00203)	* — .00241 (.00209)		.00028 (.00454)	.00025 (.0046)	.00027 (.0052)
R <sup>2</sup>	.61	.61	.61	.50	.96	.96	.96
Se	.155	.156	.157	.134	.121	.122	.140

eficiência para os proprietários, parceiros e mistos, respectivamente. Por outro lado o efeito linear da adoção de prática é o fator menos importante em termos de sua contribuição para o  $R^2$  para os proprietários, enquanto que a razão rebanho/produção é o fator menos importante, não só para os parceiros como também para os mistos. Note que embora algumas das variáveis especificadas se tornem insignificante diante de níveis de significância usualmente aceitos, elas ficaram mantidas na especificação porque alcançaram significância razoável para especificações alternativas do modelo.

Aproximadamente 62,50 e 96 por cento da variação dos índices de eficiência para os proprietários, parceiros e mistos é explicada pelos modelos. Os fatores explanatórios não são os mesmos para as diferentes classes. Entretanto, as rendas brutas, e a proporção maquinaria e equipamento/terra explorada se tornaram igualmente importantes para explicar as diferenças em eficiência para todas as classes de proprietários. Aumentos na renda bruta da fazenda e/ou mais serviços de maquinaria e de equipamento por hectare de terra explorada estão associadas com um nível mais elevado de eficiência técnica.

Para a variável renda bruta da fazenda uma interpretação simples poderia estar relacionada às economias de escala e/ou a disponibilidade de recursos para o complexo unidade-familiar para comprar insumos de trabalho para a produção da fazenda. O maquinário e o equipamento disponível, por outro lado, estão provavelmente relacionados à eficiência técnica estática; mais investimentos em capital de trabalho por hectare de terra significa maior eficiência técnica.

A proporção capital/terra explorada foi significativa ao nível de 5% para os parceiros. Ela teve o sinal esperado, isto é, mais capital por hectare de terra explorada está associado com mais alto nível de eficiência técnica.

Interessantes resultados foram obtidos para os proprietários com respeito às estruturas permanentes e ativos fixos na unidade familiar. Os coeficientes de ambas as variáveis foram significantes ao nível de 5 por cento e ambos foram negativos. Uma possível explicação para estes resultados é que recursos limitados tem sido canalizados para insumos não ligados ao trabalho na fazenda ao invés de insumos de trabalho, e como resultado a eficiência técnica é reduzida.

O coeficiente da proporção terra cultivada e pastagem/tamanho da fazenda foi significativo aos níveis de 8 e 5% para os parceiros e mistos respectivamente. Quanto maior esta proporção, maior será o nível de eficiência técnica alcançado. Neste caso também o ganho devido às economias de escala poderia ser uma explicação possível.

Quanto maior for o novo investimento feito durante o ano agrícola para os proprietários, maior será o grau de eficiência técnica. Contudo, embora não estatisticamente significativo ao nível de 5%, o crédito institucional recebido e usado durante o ano agrícola teve um efeito negativo ao explicar a eficiência técnica.

ca para os parceiros e mistos. Este coeficiente negativo sugere que provavelmente as fazendas usaram o crédito recebido para atividades não produtivas, tais como melhoramento de casas, etc., e recursos da fazenda tiveram que ser canalizados para cobrir despesas de crédito. Dessa maneira, dentro deste contexto um montante maior de crédito recebido significa menor eficiência.

A razão original que nos levou a incluir o pagamento total feito ao proprietário da terra foi testar se a ausência de posse da terra tem um efeito adverso na eficiência técnica, como é, freqüentemente argumentado na literatura. Embora o coeficiente tivesse o sinal negativo esperado para os parceiros, ele não foi estatisticamente significativo.

Para os mistos, outra variável que alcançou significância a um nível razoável de probabilidade foi o índice de comercialização. O coeficiente indica que quanto maior for a proporção da produção vendida maior será o nível de eficiência técnica. Isto é plausível, uma vez que agricultores mais voltados para o mercado geralmente são mais eficientes. Entretanto, este coeficiente não foi estatisticamente significativo para os proprietários e parceiros.

Os efeitos lineares e quadráticos de adoção de prática, quando estimados alternativamente, foram negativos e estatisticamente significantes a um nível razoável para os proprietários e mistos. Entretanto, quando ambos os efeitos foram estimados simultaneamente (equação 3), o mesmo não ocorreu para os proprietários. O efeito linear continuou a ser não positivo e o efeito quadrático não negativo. Dados os resultados acima e as magnitudes das variâncias estimadas, provavelmente parece que ambos os efeitos são não positivos. Se isto é verdade, a explanação intuitiva para os resultados é que apenas depois de um número mínimo de práticas serem adotadas, a eficiência técnica da fazenda cresce com a adoção de práticas adicionais. Por outro lado, abaixo desse mínimo a eficiência técnica das fazendas e o número de práticas adotadas, estão inversamente relacionadas.

A idade do operador da fazenda e a composição da produção foram significantes apenas a níveis baixos de confiança. Os melhores resultados para aquelas variáveis foram obtidas para os proprietários, onde a idade e a proporção rebanho/produção foram estatisticamente significantes ao nível de 50 e 36 por cento, respectivamente. Entretanto, em todos aqueles casos as variáveis têm os sinais esperados: a) fazendeiros mais velhos implicam em eficiência técnica mais baixa; e b) quanto maior a proporção da produção de rebanhos menor é a eficiência.

Finalmente a variável da educação foi significativa apenas para os proprietários. Neste caso, quanto maior o nível de educação do operador da fazenda, maior é a eficiência técnica. (Observe que o sinal negativo para a educação é devido a maneira como ela foi medida.) Entretanto, deve-se notar que quando a educação foi colocada contra o índice de eficiência técnica, tornou-se claro que

a maioria das observações estavam muito próximas da média da variável educação, e que poucas delas estavam muito longe daquela média. Na verdade, aquelas poucas observações que estavam muito longe da média parecem ser responsáveis pelo pequeno e significativo efeito da variável educação.

Deve-se notar que o que foi deixado para explicar das diferenças em eficiência, parece ser devido, em grande parte, a tendenciosidade introduzidas por problemas de definição nos dados, ao contrário de ser por quaisquer determinantes da performance de variáveis ligadas ao desempenho administrativo e/ou variáveis ambientais. O tamanho médio das propriedades dos proprietários, parceiros e mistos está cerca de 42, 38 e 35 por cento da respectiva função de produção fronteira probabilística estimadas e, pelo menos metade daquelas distâncias podem ser atribuídas a erro de medida e não devido a ineficiência produtiva. Uma perda média de cerca de 17 a 21% parece ser o máximo possível. Desta forma, julgando pelo grau de ineficiência técnica observada ao nível da firma, as perdas de bem-estar oriundas dessa ineficiência do processo de tomar decisões parecem ser relativamente altas.

#### **4. RESUMO E CONCLUSÕES**

Na maioria das regiões do Brasil, a maior parte de força de trabalho está localizada na agricultura, e esta continua a crescer em termos absolutos. Além do mais, pequenos proprietários, parceiros, arrendatários e trabalhadores contratados representam mais do que 60 por cento de força de trabalho agrícola da população rural. Contudo, a pobreza da economia brasileira está mais concentrada na agricultura.

Uma alternativa para tentar melhorar a renda da agricultura e reduzir o fluxo migratório para os centros urbanos é elevar o nível de eficiência técnica dos agricultores.

O presente estudo representa uma tentativa de aprimorar nossos conhecimentos acerca da pobreza rural na região nordestina do Brasil. Ele é parte de um estudo mais amplo conduzido no Brasil financiado, na sua maior parte, pelo Governo brasileiro. Os dados aqui analisados são provenientes de uma amostra aleatória de 130 agricultores (50 proprietários, 64 parceiros e 16 proprietários e parceiros) coletada no município de Canindé (Ceará) no nordeste brasileiro.

A ênfase neste estudo é identificar possíveis fontes de ineficiência técnica entre os agricultores, componentes da amostra. Para tal uma função de oferta de mudança técnica foi especificada e estimada em dois estágios. No primeiro estágio estimou-se função de produção probabilística de fronteira para cada grupo de agricultor (proprietários, parceiros e mistos) através do uso da programação linear. No segundo estágio foi gerado índices de ineficiência técnica partindo-se da função de produção estimada e valores observados para em seguida estimar-se a função de oferta de mudanças técnicas.

Os modelos foram estimados para três grupos de agricultores: a) Proprietários, b) Parceiros, c) Mistos (proprietários e parceiros).

As principais conclusões deste estudo foram as seguintes:

- (1) Políticas de crédito destinadas a aumentar a quantidade de capital produtivo por hectares de terra seria esperada aumentar o nível de eficiência técnica alcançada pelos agricultores. Isto seria uma alternativa para aumentar a produção e a produtividade.
- (2) A difusão de melhores pacotes de práticas agrícolas pelo serviço de extensão ou o desenvolvimento de um pacote tecnológico ótimo aumentaria o nível de eficiência técnica alcançada pelos agricultores. Este procedimento parece ser mais apropriado do que distribuir inovações isoladas.
- (3) A ausência de posse da terra não parece ter um efeito adverso na eficiência técnica entre os agricultores analisados, conforme é freqüentemente argumentado na literatura.
- (4) Investimentos em educação do homem rural é uma política desejável para aumentar o nível de eficiência técnica alcançado pelos agricultores.
- (5) Julgando pelo grau de ineficiência técnica observada ao nível de firma, as perdas de bem-estar oriundas da ineficiência técnica observada ao nível de firma parecem ser relativamente altas.

## 5. LITERATURA CITADA

1. AIGNER, D.Z. & CHU, S.F. "On Estimating the Industry Production Function", **American Economic Review**, Vol. 58, N. 4, September, 1968, pp. 826-839.
2. BAER, W. "Regional Inequality and Economic Growth in Brazil", **Economic Development and Cultural Change**, Vol. XII, N. 3, April, 1964, pp. 268-85.
3. FARREL, M.J. "The Measurement of Productive Efficiency", **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A (General), Part III, 120, 1957, pp. 253-290.
4. FARREL, M.J. & FIELDHOUSE, M. "Estimating Efficient Production Functions Under Increasing Returns to Seale", **Journal of the Royal Society**, Series A (General), Part II, 125, 1962, pp. 252-267.
5. FORSUND, F.R. & HJALMANSSON, L. "On the Measurement of Productive Efficiency", **Swedish Journal of Economics**, Vol. 76, N.º 2, June 1974, pp. 141-154.
6. GRILICHES, Z. "The Sources of Measured Productivity Growth: United States Agriculture, 1940-60", **Journal of Political Economics**, Vol. 71, N.º 4, August 1963, pp. 331-346.
7. NERLOVE, M. **Estimation and Identification of Cobb-Douglas Production Functions**. Chicago, R. nd McNally, 1965.
8. PAIVA, R.M., SCHATTAN, S. & FREITAS, C.F.T. de. "Brazil's Agricultural Sector (economic behavior, problems and possibilities)", XV International Conference of Agricultural Economists São Paulo, 1973, pp. 298-299.
9. PATRICK, G.F. & CARVALHO FILHO, J.J. de. **Low Income Groups in Brazilian Agriculture: A Progress Report**, Station Bulletin N.º 79, Purdue University, April 1975.
10. TEIXEIRA, T.D. Resource Efficiency and the Market for Family Labor: Small Farms in the Sertão of Northeast, Brazil. Purdue University, USA, 1976. 523p. (Tese Ph.D.).
11. TIMMER, C.P. "On Measuring Technical Efficiency", **Food Research Institute Studies in Agricultural Economics, Trade and Development**, Vol. IX, N.º 2, 1970.