

IDENTIFICAÇÃO DE AGRICULTORES TECNICAMENTE EFICIENTES E DE FATORES CAPAZES DE INFLUÍREM NESTA EFICIÊNCIA(*)

Pedro Valentim Marques
Joaquim José de Camargo Engler
Marshal M. Martin
Evaristo Marzabal Neves
José F. de Noronha (**)

1. INTRODUÇÃO

Uma das características dos países “em desenvolvimento” é a existência de um setor primário ocupando importante papel na geração de divisas, porém preso a um sistema de produção, no mais das vezes, tradicional e improdutivo. Esta é a realidade do setor agrícola brasileiro onde grande parte da produção está entregue a agricultores tradicionais e de baixo nível de produtividade.

Assim, ao se pensar em desenvolvimento da economia como um todo não se pode omitir a necessidade de se elevar a eficiência desses agricultores. De que modo isto poderá ser feito?

A transformação dessa agricultura ineficiente numa fonte de crescimento depende basicamente da modernização das atividades agrícolas ou do uso mais eficiente dos fatores disponíveis, o que deverá resultar, pelo menos teoricamente, em maior produtividade e elevação da renda. Isto vem salientar o importante papel desempenhado pelo empresário, uma vez que cabe a este selecionar as alternativas de produção mais eficientes dentro do conjunto tecnológico disponível.

O desenvolvimento, então, não estaria ligado apenas a fatores “físicos”. Existiria uma série de fatores “não-físicos” que exerceria grande influência sobre o agricultor, a ponto de modificar sua atitude quanto ao uso eficiente dos recursos dentro da tecnicamente disponível. Estes fatores “não-físicos” ou “não-econômicos” estão sendo cada vez mais reconhecidos como forças capazes de influírem no

(*) Extraído da tese apresentada pelo primeiro autor à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, para obtenção do título de “Magister Scientiae”. Os autores agradecem à EMBRAPA pela ajuda material e financeira).

(**) Respectivamente técnico da EMBRAPA lotado na UEPAE/São Carlos, Chefe do Depto. de Ciências Sociais Rurais, Prof. Visitante e Professores Assistentes Doutores da E.S.A. Luiz de Queiroz.

processo de desenvolvimento; eles influenciariam, diretamente, a capacidade administrativa do agricultor e, indiretamente, o resultado econômico proveniente da atividade desse.

A determinação dos fatores condicionantes do nível de eficiência técnica na alocação dos recursos, pela determinação da posição relativa das propriedades com relação à fronteira das possibilidades de produção, constitui o tema central deste trabalho. De modo geral estes fatores condicionantes do processo serão denominados "informação".

2. REVISÃO DE LITERATURA

A teoria microeconômica diz que o objetivo da empresa é utilizar os recursos segundo uma combinação a mais rentável possível, tal que, ou seja produzida a maior quantidade do produto para dado nível de gastos totais, ou sejam minimizados os custos para determinado volume de produção total (3). Para LAU e YOTOPOULOS (9), este conceito de eficiência econômica envolveria dois outros conceitos:

a) eficiência-preço: esta indicaria o sucesso relativo das firmas em maximizar lucros, isto é, em igualar o Valor do Produto Marginal de cada fator variável de produção ao seu preço;

b) eficiência-técnica: esta indicaria o sucesso das firmas em produzir diferentes quantidades de produto a partir de determinado conjunto de insumos mensuráveis.

Em decorrência disto, tem-se:

a) uma firma será considerada preço-eficiente se maximizar lucros, isto é, se igualar o Valor do Produto Marginal de cada insumo variável ao seu preço;

b) uma firma considerada tecnicamente mais eficiente que outra se, dadas as mesmas quantidades de insumos quantificáveis, ela conseguir uma produção maior continuamente.

FARREL (5) define uma medida que propõe avaliar o desempenho das unidades produtoras em função da quantidade do insumo usada e do produto obtido. Inicialmente, para facilitar a exposição, ele impôs as seguintes restrições:

a) uma firma emprega dois fatores de produção para produzir um produto qualquer;

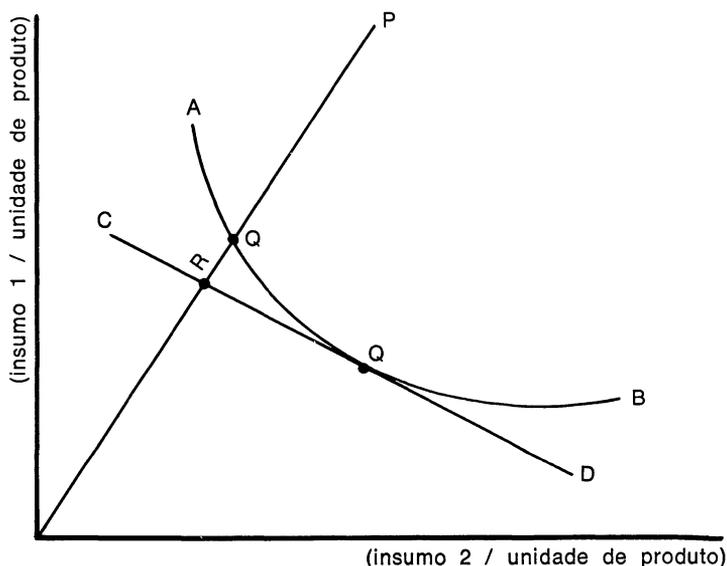
b) as condições de retornos constantes à escala;

c) a função de produção eficiente é conhecida (o produto que uma firma perfeitamente eficiente pode obter de alguma combinação de insumos).

Para facilidade de representação, a restrição de retornos constantes à escala permitiu tomar a produção como função de dois insumos e facilmente representada num gráfico de isoquantas, tal como na figura 1. Nesta, o ponto P representa a quantidade dos dois insumos, por unidade de produto, que a firma estudada utiliza. Ainda na figura 1, a isoquanta AB representa as várias combinações de dois insumos que uma firma perfeitamente eficiente usaria para produzir uma unidade de produto. A linha CD é uma linha de isocusto e seu contato com a isoquanta AB determina o ponto de máxima eficiência econômica à tecnologia e a preços dados.

O método desenvolvido por FARREL mede a eficiência técnica de cada firma relativa à função fronteira (teórica ou prática). Na figura 1, as firmas Q e Q' são 100% tecnicamente eficiente, pois ambas estão produzindo sobre a isoquanta AB. A firma Q' é técnica e economicamente eficiente. Pode-se ver que a firma P é duplamente ineficiente, e o grau de ineficiência técnica do Valor da Produção total, por exemplo, pode variar entre zero e um (perfeitamente eficiente tecnicamente, operando sobre a isoquanta AB)^{1/}.

Figura 1 — Isoquanta e Linha de Custos



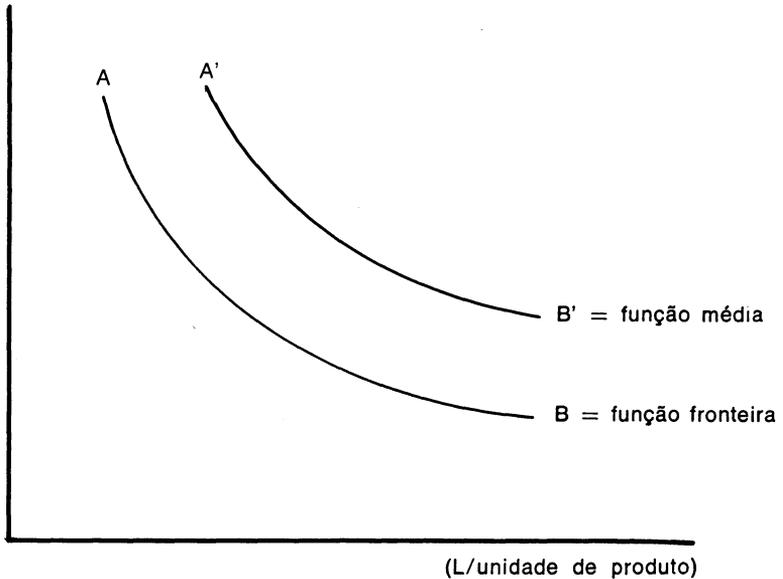
Supondo-se, ainda, que as firmas tenham uma função de produção linearmente homogênea, produzindo portanto com retornos constantes à escala e que os

1/ Este intervalo não é válido sem exceções. Por exemplo, se a Renda Líquida for a medida considerada, então podem-se obter valores negativos.

recursos físicos estejam igualmente disponíveis para todas elas, o resultado da decisão de produção de cada firma pode ser representado como na figura 2.

Figura 2 — Função Média e Função Fronteira

(K/unidade de produto)



Cada observação representa a combinação dos insumos X_1 e X_2 para gerar uma unidade de produto. Assinale-se que num mundo de condições perfeitas a função fronteira de produção seria representada por AB.

Pode-se agora introduzir o conceito de ineficiência técnica; esta existe quando firmas ou economias não operam sobre o limite externo imposto pela possibilidades de produção consistentes com seus recursos (10). Este limite externo de possibilidades pode ser delimitado pela função fronteira.

Por que firmas numa mesma indústria divergem no nível de eficiência técnica? (no exemplo apresentado na figura 2, vê-se que nem todas as firmas localizam-se na função fronteira). MÜLLER (12) sugere três respostas possíveis:

1) A tecnologia de produção diferiria de firma para firma **no longo prazo**. Deve-se desprezar esta possibilidade porque, a menos que exista uma estrutura de produção comparável, não há meios de estabelecer uma base de comparação de níveis de eficiência entre as firmas.

2) A tecnologia de produção não diferiria entre as firmas, porém as diferenças persistiriam e de algum modo estas talvez pudessem ser atribuídas ao acaso. Então, as diferenças seriam de pequena conseqüência econômica e a isoquanta elevante seria A'B', na figura 2, facilmente determinada, por exemplo, pelo método dos mínimos quadrados. A isoquanta AB apresentaria pouca importância econômica neste caso; refletir as diferenças atribuídas a erros aleatórios.

3) Todas as firmas têm disponível a mesma tecnologia, porém algumas apresentariam mais sucesso que outras ao usar esta tecnologia de modo mais eficiente; o que implicaria diferenças reais na eficiência técnica. Espera-se que estas sejam causadas pela presença ou ausência de insumos adicionais, os quais influenciariam a isoquanta AB.

A premissa básica da hipótese de assimilação de conhecimentos é que no decorrer de sua vida o agricultor é posto em contato, por meio de várias fontes, com grande número de informações. Parte destas informações é de irrelevante importância para o desempenho de sua atividade empresarial; no entanto, deve haver uma série delas que se vai acumular e manifestar-se sob a forma de diferentes níveis de conhecimento. O conjunto formado por essas informações relevantes definiria o nível de eficiência empresarial do agricultor e explicaria as diferenças no nível de produtividade.

THOMPSON (15) chama a atenção para a existência de "insumos não-convencionais" disponíveis para os dirigentes empresariais. Estes "insumos não-convencionais" podem influenciar, de forma diferente e de modo particular a cada empresário, os parâmetros da função de produção e, como conseqüência, alterar as medidas de produtividade derivadas dela.

O nível de investimento em capital humano, definido como fatores capazes de influírem em futuros ganhos monetários e físicos, pode influenciar a habilidade e a velocidade de empresário agrícola em decodificar (transformar em linguagem acessível) e adotar nova tecnologia. Assim, ao proporcionar ao empresário agrícola novas fontes de informação ou melhorar sua capacidade de acesso às fontes existentes, espera-se também obter diferenças na qualidade da habilidade empresarial.

MÜLLER (12) mediu o impacto da informação diretamente sobre a eficiência técnica. Ele partiu do pressuposto de que o modelo tradicional de função de produção representado por,

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n \mid X_{n+1}, \dots, X_m)$$

não representa com muita fidedignidade o processo de produção por não se relacionar com certos insumos "não-físicos" ou "não-convencionais" capazes de deslocarem a função de produção, influenciando diferentemente sobre cada insumo fixo. O modelo desenvolvido por este autor supõe que a diferença em eficiência

técnica seja a função linear da quantidade de informação que o agricultor adquire durante toda sua vida e que lhe permite melhor desempenhar a atividade agrícola. O grau de ineficiência técnica foi obtido pelo quociente resultante da divisão entre a produção que a firma obtém e o que esta firma obterá se tivesse alcançado o limite externo da possibilidade de produção (definido pela função fronteira e imposto pela tecnologia disponível).

MÜLLER concluiu que o conceito neoclássico de função de produção é perfeitamente capaz de explicar as variações em eficiência técnica, desde que as variáveis sejam perfeitamente especificadas como ele o fez na função modificada. Seu trabalho mostrou que as firmas localizadas na fronteira da indústria têm realmente disponível alguns insumos adicionais que as tornam mais eficientes tecnicamente.

Uma das hipóteses testadas por BOSE (4), em seu trabalho realizado entre pequenos agricultores indianos, relacionava fatores sócio-culturais com eficiência do agricultor. Sua amostra era constituída por 80 pequenas empresas (2-10 acres) administradas pelos próprios proprietários. A medida de eficiência utilizada foi a resultante da comparação entre o investimento e a renda. As variáveis sócio-culturais consideradas foram: idade, região, casta, tamanho da propriedade, tamanho da lavoura, instrução, cultura geral, ocupação, conhecimentos agrícolas, contato com o agente de Extensão Rural, participação nas atividades da comunidade e "status" sócio-econômico. A amostra foi separada em dois estratos: eficientes e pouco eficientes, e as duas hipóteses de trabalho não foram confirmadas nos casos analisados.

SCHNEIDER (14) estudou o problema das variações comportamentais entre agricultores ao nível de pequena propriedade, identificando fatores não-econômicos relacionados com a inovabilidade e a eficiência na agricultura. Em seu trabalho, preocupou-se com as variações observadas no nível de utilização de recursos entre os agricultores de uma mesma comunidade sujeitos, pelo menos teoricamente, às mesmas influências tecnológicas e às diferenças entre os agricultores pertencentes a comunidades diferentes. Os municípios estudados foram Estrela (112 propriedades) e Frederico Westphalen (111 propriedades), duas áreas de características bem distintas. As análises foram divididas em quatro partes: teste de relacionamento de fatores ecológicos (distância à sede do município e distância à sede do distrito) e sócio-culturais (variáveis independentes); com inovabilidade (variável dependente); correlação entre inovabilidade e medidas de eficiência (renda da operação agrícola/superfície utilizável, valor da produção de suínos/unidade animal, renda líquida da operação agrícola); relacionamento dos fatores ecológicos e sócio-culturais com cada uma das medidas de eficiência na agricultura (variáveis dependentes); análise de regressão múltipla para identificar combinações de fatores sócio-culturais e/ou ecológicos que estivessem mais intensamente relacionados com inovabilidade e eficiência na agricultura. A amostra apresentou, como era de esperar, características bem distintas para os agricultores de Estrela em relação aos de Frederico Westphalen. Os fatores relacionados ou asso-

ciados significativamente com eficiência dos agricultores nos dois municípios, foram os seguintes:

a) Estrela: nível de vida, participação social formal, contatos com técnicos agrícolas, comunicação coletiva, contato com a sede municipal e contato com a sede distrital.

b) Frederico Westphalen: isolamento geográfico, alfabetização, escolaridade, origem étnica, nível de vida, cosmopolitismo, participação social formal, contato com técnicos agrícolas, comunicação coletiva e nível de aspirações.

LANDIM (8) procurou medir a eficiência econômica dos empresários rurais de Piracicaba e estudar algumas características que estão associadas aos diferentes níveis dessa eficiência. O instrumento de análise foi a teste de qui-quadrado, aplicado a tabelas de contigência para testar a diferença entre os valores observados e os esperados das variáveis sócio-econômicas com relação à eficiência econômica. A amostra estudada era constituída por 182 estabelecimentos agrícolas, estratificados em 3 classes de tamanho de área: empresas "pequenas", com área inferior a 24,2 hectares; empresas "médias", com área entre 24,2 a 72,6 hectares. A variável dependente foi eficiência econômica, medida em termos da razão entre renda bruta e os custos totais da empresa; as variáveis independentes foram: tamanho da empresa agrícola (em hectares), "tenência" da terra, capital de exploração agrícola, diversificação agrícola, mecanização agrícola, participação no mercado, escolaridade do empresário e dos filhos, uso de crédito rural e adoção de práticas agrícolas. Os resultados obtidos levaram o autor a concluir que as características sócio-econômicas associadas às categorias dos empresários mais eficientes da amostra eram: tamanho da empresa, posse da terra, especialização agrícola, capital de exploração e nível educacional.

3. METODOLOGIA

3.1. A Função de Produção

A função de produção é definida como uma relação matemática entre a produção e os fatores produtivos. Em termos gerais, ela pode ser escrita (6)

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_f \mid X_m, \dots, X_r) \text{ onde}$$

Y = produção

X_1, \dots, X_f = fatores variáveis

X_m, \dots, X_r = fatores fixos

3.2. A Função de Produção Tipo Cobb-Douglas

Tendo-se em vista as modificações que posteriormente serão introduzidas, a

função de produção tipo Cobb-Douglas pode ser representada da seguinte maneira para a j-ésima firma:

$$(1) \quad Y_j = \prod_{i=0}^{i=n} X_{ij}^{a_i} E_j \quad \text{onde}$$

Y_j = variável dependente

$X_{i=1}, \dots, X_{i=n}$ = variáveis independentes

$X_{i=0} = 10$ (por definição), de tal forma que $\log X_{i=0} = 1$ e neste caso $a_{i=0}$ determinará o nível da função (intercepto).

a_1, a_2, \dots, a_n = coeficientes de regressão

E_j = erro devido ao acaso.

3.3. A Função Fronteira

Foi utilizada a técnica proposta por AIGNER e CHU (1) para a estimação da função fronteira e, posteriormente, desenvolvida por TIMMER (15). Assim, os parâmetros da função fronteira foram determinados após a resolução do seguinte problema de programação linear

$$(2) \quad \min \quad \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_1 + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_n \quad \text{onde}$$

\bar{x}_i = média de x_{ij} e $\sum_{i=0}^n \bar{x}_i = 1$, por definição.

sujeita a $\hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{11} + \dots + \hat{a}_n x_{n1} \geq y_1$

$$\begin{array}{cccc} \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \end{array}$$

$$\hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{1m} + \dots + \hat{a}_n x_{nm} \geq y_m$$

Este método permite uma comparação direta com a função Cobb-Douglas estimada pela técnica estatística dos mínimos quadrados. Permite também medir as diferenças observadas na eficiência técnica como sendo a distância até a fronteira.

3.3. Definição de Variáveis (11)

3.3.1. Insumos físicos ou "convencionais"

Receita Bruta na Agricultura (Y), em Cr\$/unidade produtiva.

Área cultivada (X_1), em ha/unidade produtiva.

Trabalho (X_2), dias-homem/unidade produtiva.

Capital na forma de benfeitorias (X_3), em Cr\$/unidades produtiva.

Capital na forma de benfeitorias (X_4), em Cr\$/unidade produtiva.

Despesas de custeio (X_5), em Cr\$/unidade produtiva.

Categoria ocupacional (X_6), variável binária.

Capital na forma de animais produtivos (X_7), em Cr\$/unidade produtiva.

3.3.2. Insumos não-físicos

Categoria ocupacional (I_1)

Capacidade de leitura (I_2)

Idade (I_3)

Distância à sede do município (I_4)

Nível de vida (I_5)

Cosmopolitismo (I_6)

Exposição a meios de comunicação de massa (I_7)

Exposição a meios de documentação técnica (I_8)

3.4. Características da Amostra

Os dados utilizados neste trabalho fazem parte do projeto "Alternativas de Desenvolvimento para os Grupos de Baixa Renda na Agricultura Brasileira" (13). Além dos pequenos proprietários (aqueles que possuíam, no total, área inferior ao módulo médio da região, 40 ha- no Vale do Ribeira), dos arrendatários e parceiros, os grupos abordados pelo projeto abrangem também os assalariados agrícolas fixos e eventuais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A função fronteira cujos parâmetros foram estimados a partir de (2) foi

$$(3) \quad Y = X_0^{2,713} \cdot X_1^{0,304} \cdot X_2^{0,322} \cdot X_5^{0,170} \cdot X_7^{0,037}$$

Não há testes estatísticos disponíveis para se verificar o nível de significância dos coeficientes da função fronteira assim determinada (12). Uma comparação com as estimativas da função média, relacionado as variáveis X_0 , X_1 , X_2 , X_5 , e X_7 , com a apresentada no quadro1, é o único ponto de referência que se tem.

Vê-se (quadro 1) que na função de produção então estimada, 60,46% das variações no valor da produção total podem ser explicadas pela função ajustada. Os valores obtidos para o teste "t" demonstram que os coeficientes das variáveis áreas cultivada (b_1), trabalho (b_2) e despesas com custeio são estatisticamente significativos, ao nível de 1% de probabilidade, enquanto o coeficiente da variável capital na forma de animais produtivos (b_7) não se mostrou estatisticamente significativo ao nível até, pelo menos, de 50%. Aceitando-se esta função como realmente aferidora da função fronteira, conclui-se ser possível atribuir àquela um razoável grau de confiança.

A análise dos coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes (quadro 2) indica que não deve haver problema de multicolinearidade entre as variáveis.

Um fator estranho na comparação entre a função fronteira determinada pelo método dos mínimos quadrados ordinários e a função fronteira determinada

pela programação linear e o valor assumido pelo termo constante **b** nesta última. Uma possível explicação seria que isto ocorre em virtude da irregular distinção dos pontos da amostra em torno da média. Assim, a função fronteira, ligando os pontos mais extremos, interceptaria **Y** num ponto mais elevado do que aquele alcançado pela função média.

QUADRO 1 — Estimativas dos Parâmetros da Função de Produção Tipo Cobb-Douglas Determinada pelo Método dos Quadrados Mínimos Ordinários. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73

	Coefficientes de regressão (b _i)	Valor de "t"
Área cultivada (X ₁)	0,222**	2,878
Trabalho (X ₂)	0,448**	3,397
Despesas de custeio (X ₅)	0,229**	8,396
Capital na forma de animais produtivos (X ₇)	0,0607	0,139
Termo constante: (b ₀) = 1,72		
Elasticidade total de produção: $\sum_{i=1}^{i=7} b_i = 0,9597$		
Coefficiente de determinação: R ² = 0,6046		
Valor de "F" = 32,880**		

** indica significância ao nível de 1%.

QUADRO 2 — Coeficientes da Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Incluídas no Modelo de Função de Produção Tipo Cobb-Douglas Determinada pelo Método dos Quadrados Mínimos Ordinários. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73

	log X ₁	log X ₂	log X ₅	log X ₇
log X	1,0000	0,1783	0,1225	0,0162
log X		1,0000	0,3243	-0,1005
log X			1,0000	-0,0862
log X				1,0000

Para a determinação das melhores "proxies" para informação, os W_j (ou seja, Y/ \hat{Y}) foram tratados agora como variáveis dependentes, a fim de poder identificar as variáveis mais importantes. Testou-se uma relação linear entre as oito variáveis "não-físicas" e o nível de 10% de significância foi previamente estabelecido para o teste de nulidade.

Como consequência, as variáveis "proxies" selecionadas para informação foram I (categoria ocupacional) e I (capacidade de leitura).

5. CONCLUSÕES

O método empregado para determinar a função fronteira mostrou-se de razoável precisão. Assim é que um teste feito de forma indireta com a determinação de função de produção por meio do método tradicional dos mínimos quadrados, único teste disponível, ajustada com as variáveis selecionadas, apresentou uma capacidade explicativa (r^2) igual a 60,43% .

Dentre as variáveis supostamente capazes de influírem na posição relativa das empresas em relação à fronteira (**proxies** para informação), duas mostraram-se suficientemente importantes: categoria ocupacional (I₁) e capacidade de leitura (I₂). Dentre as duas, a presença da categoria ocupacional não causa surpresa, dado o fato de se imaginar que a posse ou não da terra deve influir no nível de utilização dos recursos

A maior surpresa ocorreu em virtude de variáveis, como "Exposição a meios de comunicação de massa" e "Exposição a meios de comunicação técnica", que exigem capacidade de leitura, não terem sido selecionadas pelo modelo. Isto pode levar à conclusão de que, embora saber ler ou não seja importante no posicionamento com relação à fronteira de produção, os importantes meios de orientação técnica estão sendo mal utilizados, não se tirando deles o proveito esperado.

LITERATURA CITADA

1. AGNER, J.D. e CHU, S.F. On estimating the industry production. *American Economic Review*, 58:826-39, 1968.
2. BECKER, G.S. *Human Capital*. New York. National Bureau Economic Research. 1964.
3. BILAS, R.A. *Teoria microeconômica*. Rio de Janeiro, Forense Universitária. 1973.
4. BOSE, S.P. A influência de fatores sócio-culturais na direção de pequenas empresas agrárias. In: MENDRAS, H. et al. *Sociologia Rural*. Rio de Janeiro, Zahar, 1969.
5. FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. *J. Royal Stat. Soc. Series A*. (General). 120:253-81, part 3, 1957.
6. HEADY, E.O. & DILLON, J.L. *Agricultural production function*. The Iowa State University, 1961.
7. HOFFMAN, R. *Análise de regressão (uma introdução à econometria)*. Piracicaba, ESALQ/USP 1973. (Série Didática, 30.)
8. LANDIM, J.R.M. *Fatores sócio-econômicos e eficiência econômica da empresa rural de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/USP, Tese de Mestrado.
9. LAU, L.J. e YOTOPOULOS, P.A. A test for relative efficiency and application to Indian agriculture. *Amer. Econ. Rev.* 61: 94-110, 1971.
10. LEIBENSTEIN, H. Allocative efficiency vx. X-efficiency. *Amer. Econ. Review*, 56: 392-415, 1966.
11. MARQUES, P.V. *Fatores condicionantes do nível de eficiência técnica entre agricultores de baixa renda*. Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. Tese Mestrado.
12. MÜLLER, J. *The impact of information on technical efficiency*. Stanford University, 1972. Tese PhD.
13. PATRICK, C.F. & CARVALHO F., J.J. *Grupos de pobreza na agricultura brasileira: relatório preliminar*. EMBRAPA/FIPE. 1975.
14. SCHNEIDER, J.E. *A influência de fatores sócio-culturais na inovabilidade e eficiência dos agricultores (Estrela e Frederico Westphalen, RS)*. Porto Alegre, Faculdade de Ciências Econômicas das Universidades do Rio Grande do Sul, 1970. Tese Mestrado.
15. THOMPSON, R.L. *The metaproduction function for brazilian agriculture: an analysis of productivity and others aspects*. Purdue University, 1974. Tese PhD.
16. TIMMER, P.C. On measuring technical efficiency. *Food research Institute Studies*. 9(2), 1970.