

# FATORES CONDICIONANTES DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA TÉCNICA ENTRE AGRICULTORES DE BAIXA RENDA

PEDRO VALENTIM MARQUES

Orientador : DR. JOAQUIM JOSÉ DE CAMARGO ENGLER

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-  
versidade de São Paulo, para obtenção do  
título de Mestre em Ciências Sociais Rurais

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

1976

ii.

A Doralice e Isabela,  
à memória do amigo ausente,

dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a muitos o haver concluído de forma satisfatória este trabalho. Assim, meus agradecimentos são extensivos ao Prof. Joaquim José de Camargo Engler, Chefe do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela orientação precisa e oportuna; ao Prof. Marshall A. Martin devo o conselho na escolha da metodologia; aos Professores Evaristo M. Neves e José F. Noronha, componentes do "comité" de orientação, meus agradecimentos pelas críticas e sugestões ao texto. Ao Prof. Rodolfo Hoffmann devo agradecimentos pelas respostas às dúvidas quanto ao correto procedimento econométrico.

A EMBRAPA devo agradecimentos por me ter permitido frequentar o curso de pós-graduação, além do suporte financeiro a esta pesquisa.

A Fundação Ford e à SUPLAN do Ministério da Agricultura, agradeço por terem financiado parcialmente este trabalho.

As senhoras Margareth P. Wagner, Elisa S. Peron e ao Sr. Lázaro Martins agradeço o zelo dispendido na fase final de publicação do trabalho.

Se bem caibam a todos participação nos méritos que porventura houver, o autor chama a si a responsabilidade por possíveis erros.

## ÍNDICE

	página
LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. O Problema .....	1
1.2. Objetivos .....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3. METODOLOGIA .....	18
3.1. Características da área e da amostra .....	18
3.1.1. Considerações gerais .....	18
3.1.2. Área de estudo .....	19
3.1.3. Obtenção da amostra .....	20
3.1.4. Coleta e preparo dos dados .....	22
3.2. O modelo econométrico .....	23
3.2.1. A função de produção .....	23
3.2.2. A função de produção tipo Cobb-Douglas .....	23
3.2.3. A função fronteira .....	24
3.2.4. A função de produção tipo Cobb-Douglas modificada .....	27
3.3. Definição de variáveis .....	28
3.3.1. Insumos físicos ou "convencionais" .....	28
3.3.2. Insumos não físicos .....	30
3.3.3. Variável auxiliar $W_j$ .....	34
4. RESULTADOS e DISCUSSÃO .....	36
5. RESUMO e CONCLUSÕES .....	47

	página
5.1. Resumo .....	47
5.2. Conclusões .....	50
6. SUMMARY .....	52
7. LITERATURA CITADA .....	55
8. APÊNDICES .....	58
Apêndice 1 - Componentes da Variável "Receita Bruta na Agricultura" .....	58
Apêndice 2 - Componentes da Variável "Trabalho" .....	61
Apêndice 3 - Despesas de Custeio .....	64
Apêndice 4 - Escala de Nível de Vida de 12 Itens .....	66
Apêndice 5 - Cosmopolitismo .....	68
Apêndice 6 - Exposição aos Meios de Comunicação de Massas ....	70
Apêndice 7 - Exposição a Meios de Comunicação Técnica .....	73
Apêndice 8 - Componentes da Variável Auxiliar $W_j^*$ .....	75
Apêndice 9 - Informação Básica Utilizada na Determinação de Fatores Condicionantes do Nível de Efi- ciência Técnica entre Agricultores de Bai- xa Renda .....	78
Apêndice 10- Aspectos da Determinação da Função Fronteira ....	82
Apêndice 11- Modelos Alternativos Testados .....	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela	página
1 Distribuição das amostras por categoria ou ocupação principal, Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73 .....	22
2 Estimativa dos parâmetros da função de produção tipo Cobb-Douglas determinada pelo método dos quadrados mínimos ordinários. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73 .....	37
3 Coeficientes de 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 <u>Ri</u> beira, São Paulo, 1972/73 .....	38
4 Função de produção tipo Cobb-Douglas unindo observações localizadas à fronteira. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73 .....	40
5 A função de produção modificada. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73 .....	42
6 Coeficientes de correlação simples entre as variáveis incluídas na função de produção tipo Cobb-Douglas modificada. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73 .....	46
7 Coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes incluídas no modelo I. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73 .....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura		página
1	Isoquanta e linha de custos .....	6
2	Função média e função fronteira .....	8

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. O Problema

Uma das características dos países ditos "em desenvolvimento" é a existência de um setor primário ocupando importante papel na geração de divisas (MELLOR, 1967), 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 destes agricultores. De que modo isto poderá ser feito?

A transformação desta agricultura ineficiente numa fonte de crescimento depende basicamente de modernização das atividades agrícolas (SCHULTZ, 1965) ou do uso mais eficiente dos fatores disponíveis (MELLOR, 1967), o que deverá resultar, pelo menos teoricamente, em maior produtividade e elevação da renda. Isto tudo vem salientar o importante

papel desempenhado pelo empresário, uma vez que cabe a este selecionar aquelas 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 exerceriam grande influência sobre o agricultor, ao ponto de modificar sua atitude quanto ao uso eficiente dos recursos dentro da tecnologia disponível. Estes fatores "não físicos" ou "não econômicos" estão sendo cada vez mais reconhecidos como forças capazes de influir no processo de desenvolvimento; eles afetariam diretamente a capacidade administrativa do agricultor e indiretamente o resultado econômico proveniente da atividade deste.

A análise de fatores condicionantes do nível de eficiência técnica na alocação dos recursos constitui o tema central deste trabalho. Estes fatores condicionantes do processo serão denominados de um modo geral "informação".

### 1.2. Objetivos

O objetivo central deste trabalho é determinar aquelas variáveis "não físicas" capazes de influir na capacidade administrativa ou gerencial e indiretamente no nível de eficiência técnica de agricultores de baixa renda. Este objetivo será complementado com:

3.

a) o exame do papel da informação, como definida anteriormente, na alocação de insumos tradicionais e modernos para a população de agricultores de baixa renda do Brasil;

b) a indicação de políticas governamentais alternativas para melhor conduzir o processo de elevação do nível de eficiência entre grupos de agricultores de baixa renda.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A teoria microeconômica nos 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 um dado nível de gastos totais ou sejam minimizados os custos para determinado volume de produção total (BILAS, 1973). LAU e YOTOPOULOS (1971) dizem que 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 um dado conjunto de insumos mensuráveis.

Em decorrência disto, teremos:

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

FARREL (1957) define uma medida que propõe avaliar o desempenho das unidades produtoras em função da quantidade de insumo usada e do produto obtido. Inicialmente, para facilidade de exposição, ele impôs as seguintes restrições:

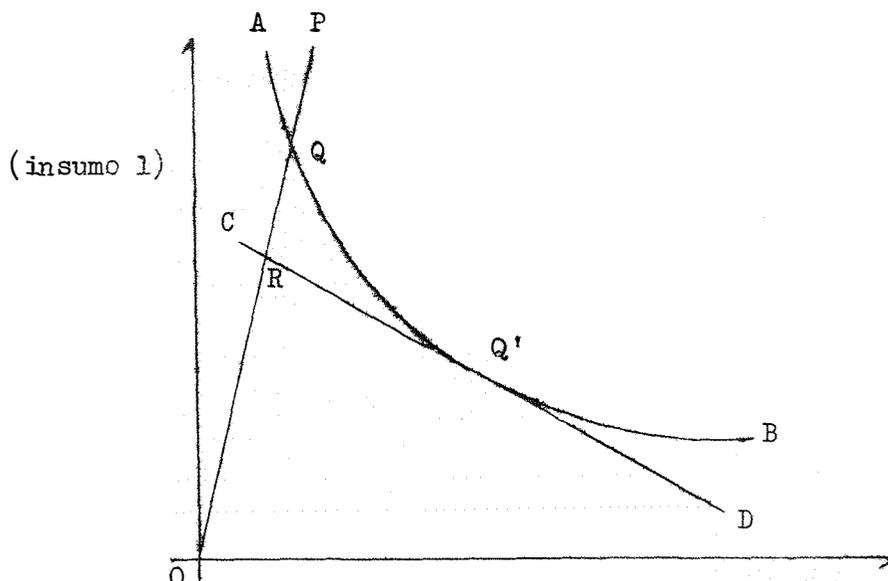
a) uma firma emprega dois fatores de produção para produzir um produto qualquer;

b) 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 dada combinação de insumos).

A restrição de retornos constantes à escala permitiu tomar a produção, para facilidade de representação, 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 contacto com a isoquanta AB determina o ponto de máxima eficiência econômica à tecnologia e preços dados.

Figura 1. Isoquanta e linha de custos.



O método desenvolvido por Farrell mede a eficiência técnica de cada firma relativamente à função fronteira (teórica ou prática). Na Figura 1 as firmas Q e Q' são ambas 100% tecnicamente eficientes, pois ambas produzem sobre a isoquanta AB. A firma Q' é técnica e economicamente eficiente. Pode-se ver que a firma P é duplamente ineficiente, sendo que o grau de ineficiência técnica desta é dado pela razão  $OQ/OP$ . A escala de eficiência técnica do Valor da Produção Total, por exemplo, pode variar entre zero e um (perfeitamente e eficiente tecnicamente e operando sobre a isoquanta AB)<sup>1/</sup>.

---

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

Este método nos permite ainda, uma vez dada a inclinação da linha de isocusto (preços dos insumos conhecidos), determinar a eficiência econômica das empresas. Assim, se na Figura 1 a linha CD tiver inclinação igual à razão de preços dos dois fatores, pode-se dizer que Q' é ambos, econômica e tecnicamente eficiente, pois CD é tangente à AB em Q'. Apesar de Q e Q' representarem ambas firmas 100% tecnicamente eficientes, os custos de produção em Q serão maiores do que em Q'. Isto acontece porque CD é uma linha de custos; assim sendo, é possível produzir uma unidade completa ao custo de OR. Como a firma gasta OQ para produzir uma unidade completa de produto, a razão de sua ineficiência é dada por OR/OQ.

O índice de eficiência total  $\rho$  (NERLOVE, 1965) é dado por:

$$\rho = (OQ/OP) \cdot (OR/OQ) = (OR/OP).$$

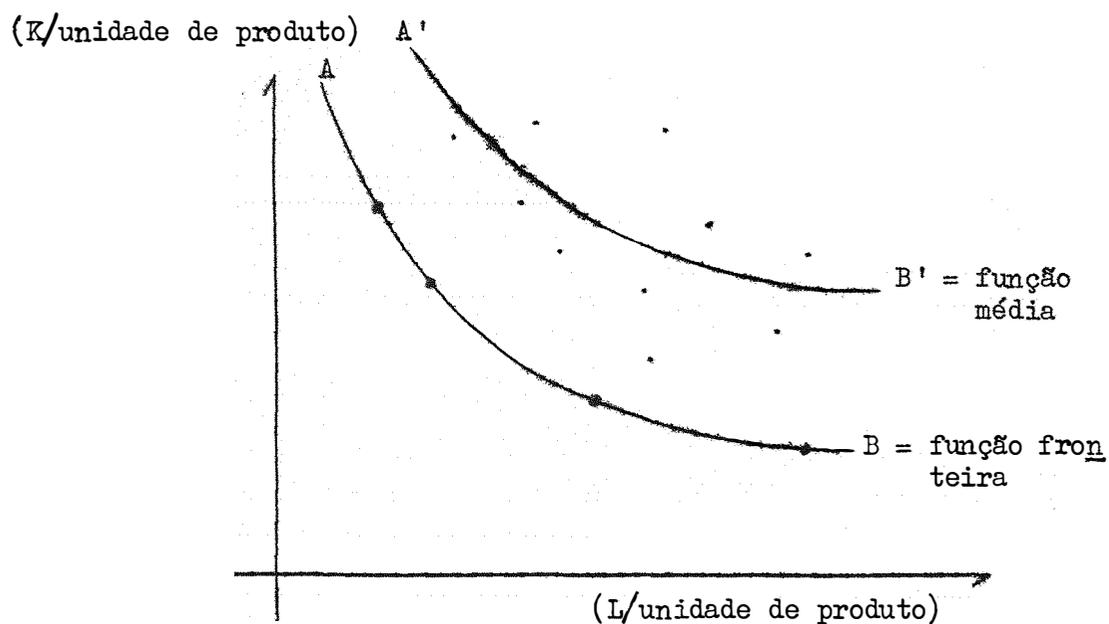
O método exposto por FARREL tem a vantagem de permitir a visualização, através do uso e interpretação da função fronteira, da diferença entre decisão alocativa (ou econômica) e decisão técnica.

Estes dois conceitos são pelo menos teoricamente independentes. Cada um deles é por si mesmo explicativo mas, conforme a situação, pode-se desejar usar ambos para avaliar o desempenho completo de uma dada firma ou indústria.

TIMMER (1970) abordou de forma muito precisa o problema de ineficiência técnica. Para facilidade de exposição ele admitiu que todas firmas numa indústria utilizavam dois fatores de produção, no caso

trabalho ( $L$ ) e capital ( $K$ ); do mesmo modo, assumiu que elas tinham igual acesso à mesma tecnologia. Todas as firmas no nosso exemplo utilizavam uma função de produção linearmente homogênea, deste modo produzindo com retornos constantes à escala. Também, os recursos físicos estavam igualmente disponíveis a todas firmas. Assim, neste caso específico, pode-se apresentar o resultado da decisão de produção de cada firma como na Figura 2.

Figura 2. Função média e função fronteira



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

A partir deste exemplo simples pode-se introduzir o conceito de ineficiência técnica. Esta existe quando firmas ou economias não operam sobre o limite externo imposto pelas possibilidades de produção consistentes com seus recursos (LEIBENSTEIN, 1966). Este limite externo de possibilidades pode ser delimitado pela função fronteira.

Por que as firmas numa mesma indústria divergem no nível de eficiência técnica? (no exemplo simples apresentado na Figura 2, vê-se que nem todas as firmas localizam-se sobre a função fronteira). MÜLLER (1972) sugere três possíveis respostas:

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 se têm meios de estabelecer uma base de comparação de níveis de eficiência entre firmas.

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

3) Todas as firmas têm disponível a mesma tecnologia, porém algumas apresentariam mais sucesso que outras ao fazer uso desta tecnologia de modo mais eficiente; isto implicaria em diferenças reais na eficiência técnica e espera-se sejam causadas pela presença ou ausência de

insumos adicionais, os quais afetariam a isoquanta AB.

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

THOMPSON (1974) alerta para existência de "insumos não convencionais" disponíveis aos dirigentes empresariais. Estes insumos "não convencionais" podem afetar de forma diferente e de modo particular a cada empresário os parâmetros da função de produção e como consequência disto alterar as medidas de produtividade derivadas dela.

O nível de investimento em capital humano, este definido por BECKER (1964) como fatores capazes de influírem em futuros ganhos monetários e físicos, pode afetar a habilidade e velocidade do empresário agrícola para "descodificar" (transformar numa linguagem acessível) e adotar nova tecnologia. Assim é que, ao se proporcionar ao empresário agrícola novas fontes de informação<sup>2/</sup> ou ao menos melhorar sua capacidade

---

<sup>2/</sup> MOLINA Fº. (1968:71) conceitua o termo "fontes de informações"; este termo é usado para "pessoas e agências que funcionem como meio de informação".

de acesso às fontes existentes, espera-se também obter diferenças na qualidade da habilidade empresarial.

Uma das hipóteses testadas por BOSE (1969) 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 aquela resultante da comparação entre investimento e renda. As variáveis sócio-culturais consideradas foram: idade, religião, 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 (1970) 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. Seu trabalho preocupou-se com as variações observadas no nível de utilização de recursos entre agricultores de uma mesma comunidade, sujeitos pelo menos teoricamente às mesmas influências tecnológicas, e diferenças entre agricultores pertencentes a diferentes comunidades. 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 do

relacionamento entre fatores ecológicos (distância à sede do município e distância à sede do distrito) e sócio-culturais (variáveis independentes) e 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 se esperar, características bem distintas para os agricultores de Estrela em relação aos de Frederico Westphalen. Os fatores correlacionados ou associados significativamente com eficiência dos agricultores nos dois municípios podem ser resumidos como segue:

<u>Fatores</u>	<u>Estrela</u>	<u>Frederico Westphalen</u>
isolamento geográfico		x
alfabetização		x
escolaridade		x
origem étnica		x
nível de vida	x	x
cosmopolitismo		x
participação social formal	x	x
contatos com técnicos agrícolas	x	x
comunicação coletiva	x	x
nível de aspirações		x
contato com a sede municipal	x	
contatos com a sede distrital	x	

LANDIM (1972) 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 o teste qui-quadrado, aplicado à tabelas de contingência para testar a diferença entre os valores observados e 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 e empresas "grandes", com área superior 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

eram: 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 do 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.

MÜLLER (1972) mediu o impacto da informação diretamente sobre 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 relacionar certos insumos "não físicos" ou "não convencionais" capazes de deslocarem a função de produção, influenciando diferentemente sobre cada insumo físico. A partir destas considerações, ele propôs a utilização da seguinte forma modificada da função de produção tipo Cobb-Douglas:

$$Y_j = \prod_{i=0}^{i=n} (X_{ij})^{a_i + \sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} Z_{kj}} e^{u_j} \quad \text{onde}$$

$Y_j$  = produção de uma dada firma  $j$ .

$X_{ij}$  = são os  $i$ ésimos insumos da  $j$ ésima firma.

$X_{i=0,j} = e$ , base do logaritmo natural, de tal modo que  $X_{i=0,j}^{a_{i=0}}$  representa o intercepto e os outros  $a_i$ 's são as respectivas elasticidades de produção para cada insumo.

$Z_k$ 's = são as késimas variáveis "proxies" para informação, no trabalho supostas linearmente relacionadas.

Os dados analisados, em número de 150, referiam-se a uma amostra extraída entre os produtores leiteiros de San Joaquin Valley, California e referiam-se aos anos de 1960-63. Basicamente, o modelo desenvolvido por este autor supõe ser a diferença em eficiência técnica função linear da quantidade de informação que o agricultor adquire durante toda sua vida e lhe permite melhor desempenhar a atividade agrícola. O grau de ineficiência técnica de uma firma foi obtido pelo quociente resultante da divisão entre a produção que a firma obtém e o que esta firma obteria se tivesse alcançado o limite externo da possibilidade de produção (definido pela função fronteira e imposto pela tecnologia disponível).

$$W_j = Y_j / \hat{Y}_j \quad \text{onde}$$

$Y_j$  = atual produção observada da jésima firma.

$\hat{Y}_j$  = produção potencial (ou à fronteira) da jésima firma.

No passo seguinte Müller igualou as diferenças de produção à relação linear das variáveis tomadas como "proxies" para informação:

$$W_j^* = \sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} Z_{kj}$$

Os  $W_j^*$ s foram deste modo analisados como variáveis dependentes para assim o autor identificar as variáveis informação mais importantes na relação linear aditiva. Deve-se dizer que de aproximadamente 20 variáveis "proxy" para informação testadas no modelo, somente 7 foram significativas a níveis acima de 90% para explicar variações na ineficiência técnica (variações em  $W_j$ ). A equação finalmente estimada pelo método dos quadrados mínimos foi:

$$Y_j = X_0^{a_0} + b_{01}^{DH} + b_{02}^{FY} + a_1 + b_{11}^{DH} + a_2 + b_{21}^{LP} + a_3 + a_4 + b_{41}^{DH}$$

onde

DH = variável "proxy" para medida de informação proveniente do DHIH

(Dairy Herd Improvement Association, uma organização agrícola).

FY = índice de fertilidade para o gado leiteiro existente nas propriedades da amostra, variável "proxy" para medida de informação.

LP = índice de produtividade estabelecido pelo California Bureau of Milk Stabilization, também "proxy" para informação.

$X_0 = e$ , base do logaritmo natural.

FD = alimentação do gado, em nutrientes digestíveis totais.

LB = trabalho em homem mês.

C = capital, em fluxo.

OC = insumos normalmente utilizados.

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 à função fronteira da indústria têm realmente disponíveis alguns insumos adicionais os quais fazem delas mais tecnicamente eficientes.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Características da área e da amostra

##### 3.1.1. Considerações gerais

Os dados utilizados neste trabalho fazem parte do projeto "Alternativas de Desenvolvimento para os Grupos de Baixa Renda na Agricultura Brasileira" desenvolvido por uma série de instituições de pesquisa coordenadas pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo sob o patrocínio da EMBRAPA. Este projeto de pesquisa tem por objetivos:

a) compreender melhor o fenômeno dos grupos de pobreza rural e o ambiente em que se inserem;

b) delinear estratégias das quais a renda e o bem estar dos grupos em questão possam ser aprimorados.<sup>1/</sup>

---

<sup>1/</sup> Maiores informações a respeito do Projeto podem ser encontradas no trabalho de PATRICK e CARVALHO Fº (1975).

Além dos pequenos proprietários<sup>2/</sup>, arrendatários e parceiros, os grupos abordados pelo Projeto abrangem também os assalariados agrícolas fixos e eventuais.

### 3.1.2. Área de estudo

A área abrangida pelo Projeto compreende quatro regiões com diferentes condições agrícolas e econômicas, presumivelmente representativas da população de baixa renda do país, porém "... não representativas do conjunto da agricultura brasileira". (PATRICK e CARVALHO F<sup>o</sup>, 1975) Estas regiões são o Vale do Ribeira (São Paulo)<sup>3/</sup>, Zona da Mata e Campos das Vertentes (Minas Gerais) e o município de Canindé (sertão central do Ceará).

Este trabalho se restringirá à análise dos dados referentes ao Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo. Esta região não participou do surto de desenvolvimento e crescimento do restante do estado e os governantes estaduais que se sucedem têm canalizado inúmeros recursos para lá, numa tentativa de atenuar os problemas locais.

---

<sup>2/</sup> Os pequenos proprietários foram definidos como aqueles que possuíam, no total, área inferior ao módulo médio da região: 40 ha no Vale do Ribeira, 33 ha na Zona da Mata e Campos das Vertentes e 83 ha em Canindé.

<sup>3/</sup> Fazem parte do assim chamado Vale do Ribeira os seguintes municípios: Apiaí, Barra do Turvo, Cananéia, Eldorado, Iguape, Iporanga, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Peruíbe, Registro, Ribeira, Sete Barras. (SÃO PAULO. SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO. DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA. 1974). Destes, os dados levantados pelo Projeto referem-se aos municípios de Pariquera-Açu, Jacupiranga, Miracatu e Pedro de Toledo.

Na região, as propriedades com menos de 50 ha constituem 68,5% dos imóveis e estes ocupam 14,5% da área aproveitável, com 17,0 ha aproveitáveis em média. O grau de exploração da área aproveitável é baixo, em torno de 35%. A área explorada constitui-se 72,0% de culturas, 22,5% de pecuária e 4,5% de extração. As culturas permanentes predominam com 67,8% constituindo-se principalmente de chá e banana; estas são completadas com algumas temporárias (arroz, mandioca) 29,9% e as hortaliças perfazem os 100%.

O contingente de mão-de-obra é constituído principalmente pela familiar, seguida pelos assalariados. O fator trabalho é empregado intensamente (24,39 pessoas ocupadas/100 ha explorados), tanto em termos de pessoas/área como em termos de homens-ano.

O mercado produtor é constituído principalmente por pequenos produtores de chá, banana e hortaliças totalmente voltados para o mercado. Ao lado destes, temos agricultores cuja produção é totalmente voltada para subsistência<sup>4/</sup>.

### 3.1.3. Obtenção da amostra

A amostragem teve um caráter dirigido, voltada para os objetos do Projeto. Assim é que, a partir da relação de pequenos proprietários do INCRA, foi selecionada uma amostra aleatória de pequenos proprietários.

---

<sup>4/</sup> Uma caracterização bem recente do Vale do Ribeira é encontrada no trabalho de PEREZ (1975) de onde extraiu-se estes dados.

Afim de assegurar a representatividade da amostra em relação à população que se quer estudar os indivíduos que possuíam mais de uma propriedade com área total superior ao módulo estipulado<sup>5/</sup> foram eliminados; isto também ocorreu em relação às propriedades destinadas a fins eminentemente recreativos.

Uma vez que se pretendia estender a pesquisa aos indivíduos de outras categorias ocupacionais, as amostras foram obtidas com indivíduos localizados nas proximidades dos proprietários selecionados. Uma primeira classificação ocupacional do indivíduo foi feita no campo, a partir do que ele mesmo declarava; posteriormente, uma análise mais detalhada das respostas permitiu classificá-lo com base em sua principal fonte de renda ou uso do tempo (Tabela 1).

O nível de escolaridade destes integrantes da amostra é baixo, em média 1,3 anos, e o grau de escolaridade funcional (medido em termos de saber ler ou não) é 29% de alfabetizados entre os proprietários e 40% entre os parceiros.

---

<sup>5/</sup> O valor estipulado para o módulo foi de até 40 ha.

Tabela.1. Distribuição das amostras por categoria ou ocupação principal,  
Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73.

Categoria Ocupacional	Frequência	%
pequenos proprietários	54	25,3
parceiros <sup>a/</sup>	38	17,8
assalariados fixos	57	26,6
assalariados eventuais	62	29,0
outros <sup>b/</sup>	3	1,3
TOTAL	214	100,0

a/ Assim divididos: 19 parceiros e 19 arrendatários

b/ 1 assalariado urbano e 2 autônomos

FONTE: dados básicos do Projeto.

Este trabalho limitou-se a análise das categorias "pequeno proprietário" e "parceiros". Por este motivo, e por ter-se tido necessidade de eliminar um questionário pertencente à categoria "parceiros", a amostra passou a contar com 91 unidades produtivas, sendo 54 pertencentes à categoria "proprietários" e 37 à categoria "parceiros".

#### 3.1.4. Coleta e preparo dos dados

No Vale do Ribeira os levantamentos foram efetuados nos meses de julho/73, janeiro e julho/74. Os dados foram coletados por equipes de alunos dos cursos de graduação e pós-graduação da E.S.A. "Luiz de

Queiroz" e revisados por uma equipe previamente treinada, sob a supervisão do Coordenador de Campo permanentemente em contato com os pesquisadores responsáveis pelo Projeto.

Na Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da USP os dados passaram por mais uma revisão, desta vez com o intuito de verificar a consistência interna dos questionários.

### 3.2. O modelo econométrico

#### 3.2.1. 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<sup>6/</sup>:

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

$Y$  = produção

$X_1, \dots, X_n$  = fatores variáveis

$X_m, \dots, X_r$  = fatores fixos

#### 3.2.2. 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 iésima firma:

---

<sup>6/</sup> Maiores detalhes sobre funções de produção são encontrados em HEADY e DILLON (1961).

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

$Y_j$  = 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.

### 3.2.3. A função fronteira

Foi utilizada a técnica proposta por AIGNER e CHU (1968) para estimação de função fronteira. Assim é que, após a aplicação da técnica de programação linear a dados "cross section" de firmas, obtém-se um cone convexo delimitando as possibilidades de produção. Em outras palavras, esta estimativa representaria o "limite externo de possibilidade de produção" da Figura 2 (função fronteira).

Na determinação da função fronteira por este método utiliza-se a função de produção tipo Cobb-Douglas representada por:

$$Y_j = \prod_{i=0}^{i=n} X_{ij}^{a_i} E_j$$

Em logaritmo decimal tem-se:

$$(2) \quad y_j = \sum_{i=0}^{i=n} a_i x_{ij} + e_j$$

Para fazer-se desta função uma função fronteira é preciso restringir todo  $e_j$  a localizar-se de um lado da superfície de produção estimada. Deste modo, a equação (2) precisa ser estimada de tal modo que

$$(3) \quad \sum_{i=0}^{i=n} \hat{a}_i x_{ij} = \hat{y}_j \geq y_j, \quad \text{onde}$$

$\hat{y}_j$  é o valor à fronteira.

Somente firmas "eficientes" satisfarão a condição final em (3), ou seja, somente para firmas "eficientes" tem-se  $\hat{y}_j \geq y_j$ . Note-se que um número infinito de conjuntos satisfarão (3); para forçar a superfície de produção estimada a localizar-se tão próximo quanto possível do conjunto de pontos observados uma restrição de minimização precisa ser imposta à função resultante da soma dos erros. Deve-se então minimizar  $\sum_{j=1}^m e_j$ .

Admitindo-se todo  $e_j \geq 0$  a equação (3) pode ser reescrita como uma igualdade

$$(4) \quad \sum_{i=0}^{i=n} \hat{a}_i x_{ij} - e_j = y_j$$

O problema de determinação da função fronteira fica então sujeito ao seguinte problema de programação linear:

$$(5) \quad \min \sum_{j=1}^m e_j \quad \text{sujeito a}$$

$$\sum_{i=0}^{i=n} \hat{a}_i x_{ij} \geq y_j \quad \text{e} \quad \hat{a}_i \geq 0$$

Demonstra-se (TIMMER, 1970) que (5) pode ser assim reescrita para facilidade de computação:

$$(6) \min \quad \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_1 + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_n \quad \text{onde}$$

$\bar{x}_i =$  média de  $x_{ij}$  e  $\bar{x} = 1$ , por definição.

$$\begin{aligned} \text{sujeita a} \quad & \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_{11} + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_{n1} \geq y_1 \\ & \vdots \\ & \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_{1m} + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_{nm} \geq y_m \end{aligned}$$

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

Uma das consequências disto é poder-se obter um índice comparativo válido para análises inter-regionais. Para isto basta que se realize a soma do "output" atual dividido pelo "output" potencial (ou à fronteira) do grupo. Algebricamente, tem-se:

$$\gamma = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} y_j}{\sum_{j=1}^{j=m} \hat{y}_j}$$

### 3.2.4. A função de produção tipo Cobb-Douglas modificada

O modelo adotado foi aquele proposto por MÜLLER (1972). Conforme apresentado no capítulo 2, este autor introduziu algumas modificações na forma de se apresentar a função de produção tipo Cobb-Douglas; ele partiu do pressuposto de ser a produção função não somente de insumos tradicionais, como também daqueles ditos "não tradicionais". Estes podem ser considerados como aqueles capazes de influírem no comportamento do empresário e assim alterarem seus níveis de produtividade.

Segundo o modelo desenvolvido, para se analisar a estrutura de produção corretamente é preciso estimar e especificar uma função de produção que não somente relacione produção a insumos tradicionais, mas também permita introduzir-se insumos não tradicionais. A função de produção tipo Cobb-Douglas modificada a ser estimada terá então a seguinte forma:

$$(7) \quad Y_j = \prod_{i=0}^{i=n} \left( X_{ij}^{a_i + \sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} I_{kj}} \right) E_j \quad \text{onde:}$$

$Y_j$  = variável dependente ( $j=1, \dots, m$ ).

$\log X_{i=0} = 1$ , por definição; então,  $(a_0 + \sum_{k=1}^{k=K} b_{ok} I_{kj})$  será o intercepto da função.

$X_{ij}$  = variáveis independentes.

$E_j$  = erro.

$\sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} I_{kj}$  = relação linear entre as  $K$  variáveis tomadas como "proxies" para informação.

O modelo (7) pode ser apresentado, por anamorfose, na forma linear quando a ele se aplica logaritmo:

$$(8) \log Y_j = (a_0 + b_{0k} I_{kj}) \log X_0 + \sum_{i=1}^{i=n} (a_i + \sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} I_{kj}) \log X_{ij} + \log E_j$$

### 3.3. Definição de variáveis

#### 3.3.1. Insumos físicos ou "convencionais"

Nesta colocação o termo "insumos físicos" ou "convencionais" tem o sentido de "combinação dos fatores de produção que entram na produção de determinada quantidade de bens ou serviços" (FERREIRA, A.B. de H., 1975). Ao relacioná-los, o ideal é procurar-se uma combinação tal que represente o melhor possível o processo produtivo sem no entanto sobrecarregar o modelo, o que dificultaria sua operacionalidade.

Foram incluídas as seguintes variáveis no modelo:

#### Receita Bruta na Agricultura (Y)

Esta variável representa o valor total da produção obtida no ano agrícola 1972/73 em cruzeiros por unidade produtiva. Inclui vendas de produtos agrícolas, auto consumo, produção destinada ao consumo dos animais, variações para mais ou para menos no estoque de produtos e animais (Apêndice 1).

#### Área cultivada ( $X_1$ )

Esta variável, expressa em hectares por unidade produtiva, representou o número de hectares utilizados com culturas permanentes e anuais no ano agrícola 72/73.

### Trabalho ( $X_2$ )

Esta variável, expressa em dias-homens/unidade produtiva, incluiu o trabalho do proprietário e de sua família e o trabalho assalariado utilizado na produção agrícola no ano agrícola 72/73 (Apêndice 2).

### Capital na forma de benfeitorias ( $X_3$ )

Esta variável, expressa em cruzeiros por unidade produtiva, procurou representar a participação efetiva do capital na forma de benfeitorias na produção no ano agrícola 72/73. Seu valor foi estimado como 5% do valor total das benfeitorias existentes na unidade produtiva.

### Capital na forma de máquinas e equipamentos ( $X_4$ )

Esta variável, expressa em cruzeiros por unidade produtiva, procurou representar a participação efetiva do capital na forma de equipamentos na produção total do ano agrícola 72/73. Seu valor foi estimado em 10% do valor total atual das máquinas e equipamentos existentes na unidade produtiva.

### Despesas de custeio ( $X_5$ )

Esta variável, expressa em cruzeiros por unidade produtiva, procurou representar as despesas correntes com a atividade agrícola em 72/73 (Apêndice 3).

### Categoria ocupacional ( $X_6$ )

Variável binária; assumiu os valores

proprietário = 10

parceiro = 1

Capital na forma de animais produtivos ( $X_7$ )

Esta variável, expressa em cruzeiros/unidade produtiva, procurou representar a participação efetiva do capital na forma de animais de trabalho na produção total do ano agrícola 72/73. Seu valor foi estimado em 10% da média aritmética dos valores dos inventários de animais produtivos no início e no fim do ano agrícola, considerando-se assim uma provável vida útil de 10 anos para esta forma de capital.

### 3.3.2. Insumos não físicos

Conforme considerado anteriormente, a impossibilidade de medir "informações" obrigou a recorrer-se a "proxies" para ela. Em vista da literatura existente dizer muito pouco sobre quais variáveis devam ser relacionadas, preferiu-se recorrer aos conhecimentos pessoais da área. Assim, as variáveis selecionadas foram:

Categoria ocupacional ( $I_1$ )

Variável binária, onde

"proprietário" = 10

"parceiro" = 1

Capacidade de leitura ( $I_2$ )

Um dos condicionantes ao melhor desempenho de qualquer atividade é a capacidade de o indivíduo poder adquirir informações através

da leitura. A transmissão de informações que assim se daria possibilitariam ao agricultor manter-se informado a respeito de novos fatos que auxiliariam no processo de tomada de decisões.

O nível médio de anos de escolaridade completos dos integrantes da amostra é aproximadamente igual, em torno de 1,3 para os pequenos proprietários e 1,1 para os parceiros (PATRICK e CARVALHO F<sup>o</sup>, 1975). Em vista deste valor se mostrar bastante baixo e uniforme para toda a amostra, resolveu-se dar preferência a outro indicador, que foi determinado pela medida de alfabetização funcional. Aos indivíduos entrevistados foi solicitado que lêssem uma pequena sentença; a partir de sua habilidade para executar esta tarefa elaborou-se a seguinte escala:

- a) lê rapidamente e sem dificuldade.
- b) lê lentamente e sem dificuldade.
- c) lê lentamente e com dificuldade.
- d) não lê.

Para evitar possíveis tendenciosidades introduzidas em virtude das diferenças dos entrevistadores em classificar os entrevistados em a, b ou c, optou-se por classificá-los simplesmente nas categorias "lê" e "não lê" (a, b e c ou d, respectivamente). Mesmo assim, as diferenças encontradas foram pequenas: 65,5% dos proprietários eram alfabetizados contra 67,5% dos parceiros (PATRICK e CARVALHO F<sup>o</sup>).

Esta foi uma variável binária, onde lê = 1 e não lê = 0.

Idade ( $I_3$ )

Na amostra, a média de idade do chefe da unidade produtiva varia entre categorias, "embora as diferenças não sejam estatisticamente significantes: 53,6 (12,0) anos para os proprietários e 40,6(11,5) anos para os parceiros" (PATRICK e CARVALHO FQ, 1975:11, Quadro 3).

Esta variável foi assim estratificada:

- até 29 anos
- de 30 anos até 37 anos
- de 38 anos até 45 anos
- de 46 anos para cima

Foi uma variável binária onde:

- $[ 30,37 ] = I_3^I = 1, 0$  para todas outras
- $[ 38,45 ] = I_3^{II} = 1, 0$  para todas outras
- $\geq 46 = I_3^{III} = 1, 0$  para todas outras

Distância à sede do município ( $I_4$ )

Medida em quilômetros.

Nível de vida ( $I_5$ )

Quantificou os bens de consumo dentro da casa, a existência de algum tipo de veículo, o estado da moradia e outras condições de vida do empresário. A cada item foi atribuído um peso, de forma a obter-se um "escore" (Apêndice 4)

Os "escores" foram estratificados do seguinte modo:

[ 0, 4 ]

[ 5, 8 ]

[ 9, 12 ]

Foi uma variável binária, onde:

[ 5, 8 ] =  $I_5^I = 1$ , 0 para todos os outros

[ 9, 12 ] =  $I_5^{II} = 1$ , 0 para todos os outros.

#### Cosmopolitismo ( $I_6$ )

Classificação dada pela soma ponderada resultante da multiplicação dos pesos pelo número de vezes que o informante esteve nos locais relacionados (Apêndice 5). Foi uma variável binária, onde

índice < 105 = 0

índice  $\geq$  105 = 1

#### Exposição a meios de comunicação de massas ( $I_7$ )

Soma dos pontos obtidos pelo indivíduo no "Índice de audiência" e no "Índice de leitura" (Apêndice 6). Foi uma variável binária, onde

nível baixo, até valor 7 (inclusive) = 0

nível alto, maior que 7 = 1

### Exposição a meios de comunicação técnica ( $I_8$ )

Soma dos pontos obtidos pelo indivíduo em "Contatos com Agente de Extensão", "Contatos com vendedores" e "Faz parte de grupos de agricultores" (Apêndice 7). Foi uma variável binária onde

soma dos pontos obtidos igual a zero = 0

soma dos pontos obtidos é maior que zero = 1

### 3.3.3. Variável auxiliar $W_j$

Assumi dois valores distintos; numa primeira determinação foi igualada ao quociente entre o nível de produção que a firma obtém e àquele que obteria se sua produção tivesse alcançado o limite externo da possibilidade de produção (posição à função fronteira). Neste primeiro caso será dada por

$$W_j = Y_j / \hat{Y}_j \quad \text{onde}$$

$Y_j$  = atual produção da jésima firma.

$\hat{Y}_j$  = produção potencial (ou à fronteira) da jésima firma.

Numa fase posterior,  $W_j^*$  foi igualada à relação linear das variáveis tomadas como "proxies" para informação, afim de determinar-se, dentro de níveis estatísticos satisfatórios, aquelas que realmente influem nas diferenças observadas na variável dependente Y (Receita Bruta na Agricultura). Desta feita tem-se (Apêndice 8):

$$(9) \quad W_j^* = \sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} I_{kj} \quad \text{onde}$$

$W_j^*$  = valor obtido na fase anterior ( $j=1, \dots, m$ ).

$\sum_{k=1}^{k=K} b_{ik} I_{kj}$  = relação linear entre as K variáveis tomadas como "proxies" para informação.

#### 4. RESULTADOS e DISCUSSÃO

A função fronteira (Apêndice 10) cujos parâmetros foram estimados a partir de (6) foi:

$$(10) \hat{Y} = X_0^{2,713} \cdot X_1^{0,304} \cdot X_2^{0,322} \cdot X_5^{0,170} \cdot X_7^{0,037}$$

Não existem testes estatísticos disponíveis para se verificar o nível de significância dos coeficientes da função fronteira (MULLER, 1972). Uma comparação com as estimativas da função média, relacionando as variáveis  $X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_5$  e  $X_7$ , como a apresentada na Tabela 2, é o único ponto de referência que se tem.

Vê-se (Tabela 2) que na função de produção 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 área 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 a níveis de até pelo menos 50%. Aceitando-se esta função como realmente aferida da função fronteira, conclui-se ser possível atribuir àquela um razoável grau de confiança.

Tabela 2. Estimativa 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%.

A análise dos coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes (Tabela 3) indica que não deve haver problema de multicolinearidade entre as variáveis.

Tabela 3. Coeficientes de 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.

	$\log X_1$	$\log X_2$	$\log X_5$	$\log X_7$
$\log X_1$	1,0000	0,1783	0,1225	0,0162
$\log X_2$		1,0000	0,3243	-0,1005
$\log X_5$			1,0000	-0,0862
$\log X_7$				1,0000

Um fator estranho na comparação entre a função determinada pelo método dos quadrados mínimos ordinários e a função fronteira determinada pela programação linear é o valor assumido pelo termo constante  $b_0$  nesta última. Uma possível explicação seria que isto ocorre devido à irregular distribuição 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.

Na determinação da função fronteira pelo método de programação linear, neste caso com oito coeficientes a serem estimados, pelo menos nove observações seriam necessárias para se determinar os parâmetros da função. Informações adicionais poderiam modificar a forma da fronteira, dada a restrição  $\min \sum_{j=1}^{j=91} e_j$ , mas pelo menos 9 firmas estariam localizadas à fronteira. No caso de uma "corner solution" resultaria um ou mais coeficientes zero para um ou mais insumos particulares e como consequência menos de 9 observações localizar-se-ão à fronteira.

A função estimada parece enquadrar-se neste caso, de tal modo que havendo apenas 4 insumos de interesse, como consequência há a necessidade de se ter pelo menos 5 observações à fronteira. Uma análise da relação  $Y/\hat{Y}$  (a relação "real" de eficiência) apresentada no apêndice 9 indica que 5 firmas localizam-se sobre a função fronteira ( $Y/\hat{Y} = 1,00$ ).

Um exercício econométrico interessante seria ajustar para estas 5 observações um plano dado por  $Y = X_0^{b_0} X_1^{b_1} X_2^{b_2} X_5^{b_5} X_7^{b_7}$ . Antecipadamente, pode-se dizer que os parâmetros a serem estimados teriam que oscilar de modo muito próximo aos determinados em (10). Os resultados encontrados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Função de produção do tipo Cobb-Douglas unindo observações localizadas à fronteira. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73.

	Coeficientes de regressão ( $b_i$ )
Área cultivada ( $X_1$ )	0,304
Trabalho ( $X_2$ )	0,322
Despesas de custeio ( $X_5$ )	0,170
Capital na forma de animais produtivos ( $X_7$ )	0,024
Termo constante: $b_0 = 2,713$	
Coeficiente de determinação: $R^2 = 1,0000$	
$\sum_{i=1}^{i=7} b_i = 0,82$	
$\sum_{j=1}^{j=91} Y / \sum_{j=1}^{j=91} \hat{Y} = \gamma = 1,00$	

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

Como consequência, as variáveis "proxies" para informação selecionadas foram  $I_1$  (categoria ocupacional) e  $I_2$  (capacidade de leitura).

A função de produção modificada, na qual se introduziu as variáveis "não tradicionais"  $I_1$  (categoria ocupacional) e  $I_2$  (capacidade de leitura), resultou em:

$$(11) Y = X_0 \begin{matrix} 1,7513 \\ \cdot X_1 \\ -0,1098 + 0,01725 I_1 \\ \cdot X_3 \\ 0,1397 - 0,4546 I_2 \\ \cdot X_6 \end{matrix} \begin{matrix} 0,1526 + 0,2168 I_2 \\ \cdot X_4 \\ 0,01648 - 0,01395 I_1 + 0,1116 I_2 \end{matrix} \begin{matrix} 0,04025 + 0,5144 I_2 \\ \cdot X_2 \\ 0,06693 I_2 \\ \cdot X_5 \\ 0,5673 - 0,4306 I_2 \end{matrix} \cdot$$

As duas "proxies" para informação afetaram, muito embora não ao nível que se esperava, em grau variado as elasticidades de produção. O termo  $b_0$ , intercepto, não foi alterado por nenhuma das variáveis informação, podendo isto significar que não há deslocamento neutro na função de produção em consequência do nível de informação dos empresários (Tabela 5).

Estes resultados causaram alguma surpresa, uma vez que se esperava que níveis mais altos de informação deslocariam a função de um modo neutro para cima, resultando em mais alta produção para um mesmo nível de insumos. Em outras palavras, era esperado, em termos teóricos, que um nível mais alto de informação implicaria em níveis mais altos de eficiência.

Tabela 5. A função de produção modificada. Vale do Ribeira, São Paulo, 1972/73.

Variável			Valor
Intercepto	$b_0$		1,7513
$(x_1)$		$a_{10}$	0,1526* (0,8260) <sup>a/</sup>
$(I_{12} \cdot x_1)$		$a_{12}$	0,2168* (0,9592)
	$b_1$		0,2955 <sup>b/</sup>
$(x_2)$		$a_{20}$	0,04025 (0,2079)
$(I_{22} \cdot x_2)$		$a_{22}$	0,5144***** (3,9577)
	$b_2$		0,3794
$(x_3)$		$a_{30}$	-0,1098** (-1,1855)
$(I_{31} \cdot x_3)$		$a_{31}$	0,01725** (1,5472)
	$b_3$		-0,00232
$(I_{42} \cdot x_4)$		$a_{42}$	0,06693** (1,2069)
	$b_4$		0,04413
$(x_5)$		$a_{50}$	0,5673***** (6,3256)

Tabela 5. Continuação

Variável		Valor
$(I_{52} \cdot x_5)$	$a_{52}$	-0,4306***** (-4,4737)
	$b_5$	0,2834
$(x_6)$	$a_{60}$	0,1397* (0,7662)
$(I_{62} \cdot x_6)$	$a_{62}$	-0,4546***** (-2,2389)
	$b_6$	-0,1600
$(x_7)$	$a_{70}$	0,01648 (0,1232)
$(I_{71} \cdot x_7)$	$a_{71}$	-0,01395* (-1,1204)
$(I_{72} \cdot x_7)$	$a_{72}$	0,1116* (0,8303)
	$b_7$	-0,003140

Coeficiente de determinação  $R^2 = 0,6624$

$F(14,76) = 10,66*****$

Tabela 5. Continuação

Variável	Valor
Média de $I_1$	$= 6,2306$
Média de $I_2$	$= 0,6593$
$\sum_{i=1}^{i=7} b_i$	$= 0,84325$ <sup>b/</sup>
N	$= 91$
Índice de eficiência dado pela função modificada $\gamma$	$= 0,2$ <sup>c/</sup>

a/ Valor de "t" calculado é dado entre parênteses.

b/ Esta é a soma resultante da ponderação obtida multiplicando-se as elasticidades de produção calculadas pela média de  $I_1$  e  $I_2$  quando for o caso.

\*\*\*\*\* indica significância a pelo menos 1%

\*\*\*\* indica significância a 5%

\*\*\* indica significância a 10%

\*\* indica significância a 25%

\* indica significância a 50%

$$c/ \gamma = \frac{\sum_{j=1}^{j=91} Y}{\sum_{j=1}^{j=91} \hat{Y}} \quad \text{onde}$$

Y = estimativa dada pela função modificada.

$\hat{Y}$  = estimativa dada pela função fronteira.

A função modificada explicou 66% das variações na variável dependente, apresentando um valor para  $F(14, 76)$  significativo a pelo menos 1% (Tabela 5). Os coeficientes de correlação simples (Tabela 6) apresentaram valores baixos, e à exceção de  $r_{8, 17} = 0,85$  e  $r_{9, 10} = 0,89$ , são todos menores do que  $R = 0,83$  (coeficiente de correlação múltipla). O que já garante um razoável grau de confiança nos b's (WRIGHT, 1973).

Houve uma elevação do  $R^2$  (coeficiente de determinação) em relação ao modelo I (função de produção tradicional, não modificada); este passou de 0,61 para 0,66. O termo intercepto não foi afetado por nenhuma das variáveis "proxies" para informação, o que é importante saber ao se pretender traçar políticas visando elevar o nível médio de eficiência para toda a população.

O índice de eficiência dado pela função modificada foi  $\gamma = 0,2$  (estimativa dada pela função modificada/estimativa dada pela função fronteira), muito próximo daqueles obtidos pela função Cobb-Douglas (modelo I) e também daquele obtido pelo cômputo dos valores observados (Apêndice 11).

Tabela 6. Coeficientes de correlação simples entre as variáveis incluídas na função de produção tipo Cobb-Douglas modificada. Vale do Ribeira, SP, 1972/73.

	$\log X_1$	$I_2 \log X_1$	$\log X_2$	$I_2 \log X_2$	$\log X_3$	$I_1 \log X_3$	$I_1 \log X_3$	$I_2 \log X_3$	$\log X_4$	$\log X_4$	$I_2 \log X_4$	$\log X_5$	$\log X_5$	$I_2 \log X_5$	$\log X_6$	$I_2 \log X_6$	$\log X_7$	$I_1 \log X_7$	$I_2 \log X_7$	$I_2 \log X_7$	
$\log X_1$	1,0000	0,7016	0,1664	0,1858	0,1786	0,1458	0,2127	0,0912	0,2018	0,2004	0,2770	0,0277	0,0980	0,0194							
$I_2 \log X_1$		1,0000	0,0693	0,7099	0,1912	0,1545	0,4555	0,1831	0,6338	0,1700	0,5641	-0,0172	0,0674	0,1771							
$\log X_2$			1,0000	0,0746	0,1117	0,0557	0,0872	0,3299	0,1321	-0,1753	-0,0991	-0,1005	-0,0501	-0,0665							
$I_2 \log X_2$				1,0000	0,1655	0,1019	0,5017	0,1871	0,8480	0,0059	0,5623	-0,0023	-0,0127	0,2764							
$\log X_3$					1,0000	0,8924	0,1528	-0,1858	0,0172	0,5041	0,4073	0,1628	0,2537	0,1185							
$I_1 \log X_3$						1,0000	0,1089	-0,2529	-0,0694	0,6921	0,5329	0,0938	0,2998	0,0061							
$I_2 \log X_3$							1,0000	0,1840	0,4795	0,1601	0,4349	0,1913	0,1763	0,3612							
$\log X_4$								1,0000	0,5893	-0,4809	-0,2395	-0,0712	-0,1599	-0,0942							
$I_2 \log X_4$									1,0000	-0,2004	0,2633	-0,0730	-0,1346	0,1476							
$\log X_5$										1,0000	0,6696	0,0885	0,3049	-0,0032							
$I_2 \log X_5$											1,0000	-0,0040	0,1798	0,1594							
$\log X_6$												1,0000	0,7696	0,7850							
$I_1 \log X_6$													1,0000	0,5897							
$I_2 \log X_6$														1,0000							

## 5. RESUMO e CONCLUSÕES

### 5.1. Resumo

Este trabalho abrangeu uma sub-amostra de 91 pequenas propriedades situadas no Vale do Ribeira, São Paulo, ano agrícola 1972/73. A região estudada apresenta-se como uma região em que predomina uma agricultura pobre e tecnologicamente atrasada, em flagrante desnível com o restante do Estado de São Paulo.

Esta sub-amostra, compreendendo proprietários e parceiros<sup>1/</sup>, faz parte de uma amostra maior compreendendo 214 indivíduos distribuídos nas categorias proprietários, arrendatários e parceiros, assalariados fixos ou eventuais. Os dados foram originariamente levantados para fins específicos de desenvolvimento do projeto "Alternativas de Desenvolvimento para os Grupos de Baixa Renda na Agricultura Brasileira",

---

<sup>1/</sup> Pequeno proprietário: aquele que possui e explora área menor ou igual a 40 ha.

A categoria "parceiros" engloba "parceiros" e "arrendatários".

projeto este patrocinado pela EMBRAPA e desenvolvido por algumas instituições de ensino e pesquisa.

De início fez-se a separação conceitual entre eficiência técnica e eficiência econômica. A partir daí, indagou-se o porque de certos agricultores estarem apresentando um mais elevado nível de eficiência, mantidas as restrições tecnológicas naturais de tal região. Estes agricultores estariam procedendo de forma a localizarem-se sobre uma hipotética "fronteira de eficiência", ou seja, sobre aquela curva externa limite unindo os pontos de máxima eficiência.

O modelo desenvolvido para se determinar esta fronteira de eficiência foi o proposto por AIGNER e CHU (1968) no qual se propõe, em síntese, obter uma função fronteira através da resolução do seguinte problema de programação linear:

$$\min \quad \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_1 + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_n \quad \text{onde} \quad \bar{x}_i = \text{m\u00e9dia de } x_{ij}$$

e

$$x_{i=0} = 1, \text{ por defini\u00e7\u00e3o.}$$

$$\text{sujeito a } \begin{array}{l} \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{11} + \dots + \hat{a}_n x_{n1} \geq y_1 \\ \cdot \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \quad \cdot \\ \cdot \quad \cdot \quad \quad \quad \cdot \quad \cdot \\ \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{1m} + \dots + \hat{a}_n x_{nm} \geq y_m \end{array}$$

Nestas,  $x_{ij}$  e  $y_j$  s\u00e3o os logaritmos dos insumos  $X_i$ 's e do produto Y referentes \u00e0 j\u00e9sima firma.

Os parâmetros estimados permitiram que se estabelecesse a seguinte função fronteira:

$$\hat{y}_j = 2,713 + 0,304x_1 + 0,322x_2 + 0,17x_5 + 0,037x_7$$

onde

$\hat{y}_j = \log \hat{Y}_j$  e  $\hat{Y}_j =$  valor estimado se a jésima firma estivesse ocupando um lugar à fronteira.

A partir de então foi possível obter-se a relação de eficiência  $Y/\hat{Y}$ , ou seja, valor observado dividido por valor à fronteira. Também, obteve-se o índice  $\gamma_1 = 0,3$ , indicativo da eficiência relativa média das propriedades incluídas na amostra.

A relação de eficiência  $Y/\hat{Y}$ , agora denominada  $W_j^*$ , fez-se igualar à relação linear das variáveis "proxies" para informação que supôs-se serem capazes de influírem na relação de eficiência. Dentre oito variáveis incluídas na relação, duas apresentaram coeficientes estatisticamente diferentes de zero ao nível de significância previamente estabelecido de 10%: categoria ocupacional ( $I_1$ ) e capacidade de leitura ( $I_2$ ).

Estas duas variáveis foram introduzidas na função Cobb-Douglas modificada, obtendo-se a equação final ( $\log X_0 = 1$ , por definição):

$$Y = X_0 \cdot X_1^{1,7513 + 0,1526 + 0,2168 I_2} \cdot X_2^{0,04025 + 0,5144 I_2} \cdot X_3^{-0,1098 + 0,01725 I_1} \cdot X_4^{0,06693 I_2} \cdot X_5^{0,5673 - 0,4306 I_2} \cdot X_6^{0,1397 - 0,4546 I_2} \cdot X_7^{0,01648 - 0,01395 I_1 + 0,1116 I_2}$$

## 5.2. Conclusões

Dentre as oito variáveis supostamente susceptíveis de influírem linearmente na relação de eficiência ( $Y/\hat{Y}$ ), duas mostraram-se suficientemente importantes ao ponto de não ter sido rejeitada a hipótese de nulidade ao nível de 10%. Estas variáveis foram  $I_1$  (categoria ocupacional) e  $I_2$  (capacidade de leitura). As demais variáveis "não físicas" idade, distância à sede do município, nível de vida, cosmopolitismo, exposição a meios de comunicação de massas e exposição a meios de comunicação técnica não se mostraram suficientemente importantes. No entanto, isto não lhes tira os méritos de alguma possível influência na relação de eficiência. Isto porque as únicas relações testadas foram lineares (direta e inversa), não se excluindo algum outro tipo de relacionamento.

As duas variáveis "proxies" para informação selecionadas,  $I_1$  e  $I_2$ , merecem alguns comentários. Começando-se pela variável "capacidade de leitura" ( $I_1$ ) vê-se que foi realmente estranha a não inclusão no modelo final também das variáveis "exposição a meios de comunicação" (de massa ou técnica).

Assim, o fator saber ou não ler foi importante na definição do nível de eficiência, porém este não foi afetado pelos meios de comunicação. Em outras palavras, pode-se dizer que está sendo desperdiçado o enorme potencial de desenvolvimento disponível através destes veículos.

A função de produção tipo Cobb-Douglas modificada mostrou que os fatores "informação" não afetam o termo intercepto, não deslocando a função de um modo neutro. A importância disto pode ser vista, por exemplo, ao traçar-se políticas gerais de desenvolvimento, onde deve estar claro se o objetivo é elevar ou não a renda média da população como um todo.

As duas variáveis "proxies" para informação selecionadas também dizem algo sobre a que políticas de desenvolvimento devam ser dadas prioridade. Inegavelmente que, a se confirmarem os resultados deste trabalho, caberia importante papel às políticas educacionais e de posse da terra.

## 6. SUMMARY

This research was a part of the project "Development Alternatives for Low Income Groups in Brazilian Agriculture", and covered a sub-sample of 91 farms located in the Ribeira River Valley, State of São Paulo in the 1972/73 agricultural year. The categories analyzed were small farmers (those who own and cultivate up to 40 ha) and "sharecroppers" (including renters).

The first step was to make an appraisal of technical and economic efficiencies. From this information, an attempt was made to determine what factors ("non-physical" inputs) were exerting an influence on the efficiency rate. This rate was determined through the relationship between the product that the  $j^{\text{th}}$  firm obtains at present and that which it would obtain if it were located at the "efficiency frontier" curve.

The "efficiency frontier" (external curve joining the points of maximum efficiency) was determined after solving the linear programming problem that aims to minimize

$$\hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_1 + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_n \text{ where } \bar{x}_1 = \text{average of } x_{ij}$$

subject to

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

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

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

It these expressions,  $x_{ij}$  and  $y_m$  are the logarithms of the X's inputs and of the Y product (Gross Income in the present research) relative to the  $j^{\text{th}}$  firm.

The estimated parameters permitted establishing the following frontier function:

$$\hat{y}_j = 2,713 + 0,304x_1 + 0,322x_2 + 0,17x_5 + 0,037x_7$$

where  $\hat{y}_j = \log \hat{Y}_j$  and  $\hat{Y}_j$  = estimated value, if the  $j^{\text{th}}$  firm were occupying a place at the frontier.

The efficiency ratio  $Y/\hat{Y}$  (present Gross Income/Gross Income at the frontier or potential) was made equal to the linear ratio between the proxy variables for information that supposedly was able to exert an influence on the efficiency ratio. Two out of the eight variables included in the ratio presented coefficients statistically different from zero at the previously established significance level of 10%: occupational category ( $I_1$ ) and reading ability ( $I_2$ ).

These two variables were introduced in the Cobb-Douglas modified function, and the final equation (in which  $\log X_0 = 1$ , by definition) obtained was:

$$Y = X_0^{1,7513} \cdot X_1^{0,1526 + 0,2168I_2} \cdot X_2^{0,4025 + 0,5144I_2} \cdot X_3^{-0,1098 + 0,01725I_1} \cdot X_4^{0,06693I_2} \cdot X_5^{0,5673 - 0,4306I_2} \cdot X_6^{0,1397 - 0,4546I_2} \cdot X_7^{0,01648 - 0,01395I_1 + 0,1116I_2}$$

This equation presented a determination coefficient ( $R^2$ ) equal to 0,66, with some multicollinearity problems.

The main conclusions drawn from this research are:

- a) Means of communication have not affected the efficiency level, however the factor "reading ability" proved to be important in its definition. It may be inferred that the high development potential available through these vehicles is being wasted.
- b) The Cobb-Douglas type production function showed that the "information" factors do not affect the intercept term and do not shift the function in a neutral manner. The importance of this may be seen, for example, when delineating general development policies, when it must be made clear if the objective is to raise or not to raise the average income of the population as a whole.

## 7. LITERATURA CITADA

- AIGNER, J.D. e CHU, S.F. 1968. On estimating the industry production function. American Economic Review, 58:826-839.
- BECKER, G.S. 1964. Human Capital. National Bureau Economic Research. New York.
- BILAS, R.A. 1973. Teoria microeconômica. Rio de Janeiro, Editora Forense Universitária.
- BOSE, S.P. 1969. A influência de fatores sócio-culturais na direção de pequenas empresas agrárias. In MENDRAS, H. et alii. Sociologia Rural. Rio de Janeiro, Zahar Editores.
- FARREL, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. J. Royal Stat. Soc. Series A. (General). 120:253-281, part 3.
- FERREIRA, A.B. de H. 1975. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.
- HEADY, E.O. e DILLON, J.L. 1961. Agricultural production function. The Iowa State University Press.

- HOFFMANN, R. 1973. Análise de regressão (uma introdução à econometria). Piracicaba, ESALQ/USP, Série Didática nº 30.
- LANDIM, J.R.M. 1972. Fatores sócio-econômicos e eficiência econômica da empresa rural de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP (tese de mestrado).
- LAU, L.J. e YOTOPOULOS, P.A. 1971. A test for relative efficiency and application to Indian agriculture. Amer. Econ. Rev., 61:94-110.
- LEIBENSTEIN, H. 1966. Allocative efficiency vx. X-efficiency. Amer. Econ. Review, 56:392-415.
- MELLOR, J.W. 1967. O planejamento do desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro, Edições O Cruzeiro.
- MOLINA Fº, J. 1968. Adoção de inovações tecnológicas na agricultura. (aspectos teóricos e práticos). Piracicaba, ESALQ/USP (tese de doutoramento).
- MOLINA Fº, J. e MOLINA, M.I. 1971. Nível de vida das famílias dos parcelheiros do projeto de assentamento de Iguatemi-MT. Piracicaba, ESALQ/USP, DCSA, série pesquisas nº 19.
- MÜLLER, J. 1972. The impact of information on technical efficiency. Stanford University (tese de Ph.D.).
- NERLOVE, M. 1965. Estimation and identification of Cobb-Douglas production functions. Chicago, Rand McNally & Co.

- PATRICK, G.F. e CARVALHO Fº, J.J. 1975. Grupos de pobreza na agricultura brasileira: relatório preliminar. EMBRAPA-FIPE.
- PEREZ, L.H. 1975. Caracterização de áreas agrícolas brasileiras segundo suas formas de produção. Piracicaba, ESALQ/USP (dissertação de mestrado).
- SÃO PAULO. Secretaria da Economia e Planejamento. Departamento de Estatística. 1974. Conheça seu município, vol. I. Região do Vale do Ribeira.
- SCHNEIDER, J.E. 1970. A influência de fatores sócio-culturais na inovabilidade e eficiência dos agricultores (Estrela e Frederico Westphalen, RS.). Porto Alegre, Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade do Rio Grande do Sul (tese de mestrado).
- SCHULTZ, T.W. 1965. A transformação da agricultura tradicional. Rio de Janeiro, Zahar Editores.
- THOMPSON, R.L. 1974. The metaproduction function for brazilian agriculture: an analysis of productivity and others aspects. Purdue University (tese de Ph.D.).
- TIMMER, P.C., 1970. On measuring technical efficiency. Food research Institute Studies, IX (2).
- WRIGHT, C. 1973. Análise Econômica de adubação em culturas anuais na região de Ribeirão Preto, ano agrícola 1971/72. Piracicaba, ESALQ/USP (dissertação de mestrado).

8. APÊNDICES

APÊNDICE 1

COMPONENTES DA VARIÁVEL "RECEITA  
BRUTA NA AGRICULTURA"

## I. RECEITA COMERCIAL

1. Receita do Trabalho Assalariado na Agricultura (isto quando pertencente a alguma das categorias "mistas": arrendatário e assalariado, proprietário e assalariado, etc.
  - 1.A. Renda em dinheiro
  - 1.B. Renda em espécie
2. Receita da esposa (somente nos casos em que o entrevistado vive com a esposa e esta trabalha na agricultura).
3. Ganhos recebidos de outros em arrendamentos e/ou parceria.
4. Receita da venda de animais e aves.
5. Receita dos filhos (somente nos casos em que os filhos vivem com o entrevistado e trabalham na agricultura).
6. Receita da venda de produtos agrícolas.
7. Receita da venda de outros produtos.
8. Ganhos com aluguel de animais, máquinas, etc.

## II. RECEITA IMPLÍCITA NO AUTOCONSUMO

1. Consumo de animais
  - 1.1. Família
  - 1.2. Trabalhadores
2. Consumo de produtos agrícolas
  - 2.1. Família
  - 2.2. Sementes
  - 2.3. Animais

3. Consumo de produtos pecuários e extrativos

## III. RECEITA IMPLÍCITA NA VARIAÇÃO DO ESTOQUE

(foram considerados apenas os casos em que já havia alguma quantidade no ano anterior, excluindo os casos de compra inicial).

1. Pecuária2. Agricultura

## IV. RECEITAS IMPLÍCITAS EM PARCERIA

(Total dado em parceria x valor explícito e/ou imputado)

APÊNDICE 2

COMPONENTES DA VARIÁVEL "TRABALHO"

Esta variável foi determinada pela soma dos dias-homem disponíveis em termos de mão-de-obra familiar com a mão-de-obra assalariada contratada no período em estudo.

A mão-de-obra familiar foi calculada a partir da determinação do número de pessoas na casa com parte de tempo em atividades produtivas diárias na agricultura. Foram consideradas atividades produtivas na agricultura:

1. Trabalho no campo: limpeza de terreno, plantio, combate a pragas, transplante, adubação, etc.
2. Trabalho com animais: reunir animais, alimentação dos animais, etc.
3. Pescaria, caça, atividades extrativas.
4. Beneficiamento do produto.
5. Atividade de produção na casa (pequenas máquinas de produzir farinha, artesanato, etc.).

Se a pessoa dedicava menos de 50% de seu tempo diário às atividades produtivas na agricultura, foi considerada como meia unidade. Assim é que, se existissem duas pessoas na casa, uma delas dedicando 50% ou mais de seu tempo diário a estas atividades e outra dedicando somente 40%, foi computada como sendo 1,5 pessoa/dia. O número total de dias-homem efetivamente empregado em atividades agrícolas na jésima unidade produtiva foi a partir daí assim obtido:

(1) - mão-de-obra masculina familiar menor de 16 anos X 300

- (2) - mão-de-obra masculina assalariada menor de 16 anos declaradamente empregada durante o ano agrícola em estudo.
- (3) - mão-de-obra feminina familiar menor de 16 anos X 300.
- (4) - mão-de-obra feminina familiar maior de 16 anos X 300.
- (5) - mão-de-obra feminina assalariada declaradamente empregada durante o ano agrícola 72/73.
- (6) - mão-de-obra masculina familiar maior de 16 anos X 300.
- (7) - mão-de-obra masculina assalariada maior de 16 anos declaradamente empregada durante o ano agrícola 72/73.

Total de dias-homem para a jésima firma:

$$x_{2j} = \left\{ [(1) + (2) + (3) + (4) + (5)] \times 0,75 \right\} + [(6) + (7)]$$

APÊNDICE 3

DESPESAS DE CUSTEIO

Esta variável inclui as despesas com a atividade agrícola em 72/73, ou seja:

1. Despesas com irrigação
2. Despesas com arrendamento e/ou parceria de outros
3. Consumo de animais pelos trabalhadores
4. Consumo de produtos agrícolas
5. Despesas com mão-de-obra, aluguel de animais e máquinas
6. Despesas com insumos.

APÊNDICE 4

ESCALA DE NÍVEL DE VIDA DE 12 ITENS

HABITACAOEscore 1 ou 0

1. Material de construção da casa (tijolos ou madeira)
2. Estado geral bom ou ótimo de conservação e limpeza da casa.
3. Banheiro (não importa se com chuveiro, bacia, tanque, etc.).
4. Privada com casinha e fossa (fossa seca ou séptica)

VEÍCULO E/OU MEIOS DE LOCOMOÇÃO

1. Transporte próprio (à tração mecânica ou animal), bicicleta, algum tipo de animal de tração.
2. Guarda-roupa (um ou mais)
3. Armário de cozinha (um ou mais)

ARTIGOS DOMÉSTICOS

1. Rádio (um ou mais de qualquer tipo)
2. Máquina de costura (qualquer tipo)
3. Relógio de parede, de mesa ou de pulso
4. Fogão à gás.

---

 ESCORE TOTAL .....  


---

Adaptado de MOLINA FO e MOLINA (1971), Tabela 4.

APÉNDICE 5

COSMOPOLITISMO

Classificação dada pela soma ponderada resultante da multiplicação dos pesos pelo número de vezes que o informante esteve nos locais abaixo relacionados.

<u>Local</u>	<u>Peso</u>
Sede do município	1
Registro	2
Outra cidade do Vale	2
Santos-São Vicente	3
São Paulo	4
Outras cidades do Estado	3
Outros Estados	5

APÊNDICE 6

EXPOSIÇÃO AOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO  
DE MASSAS

Classificação dada pela soma dos pontos obtidos pelo indivíduo no "Índice de audiência"(1) e no "Índice de leitura"(2).

(1) Índice de audiência: soma dos pontos obtidos pelo indivíduo.

<u>Quanto tempo ouve rádio</u>	<u>Peso</u>
não ouve	0
menos de 2 vezes/semana	1
2-3 vezes/semana	2
quase todos dias	3
todos os dias	4
 <u>O que costuma ouvir no rádio</u>	
Não se aplica	0
programas sertanejos	1
futebol, música, religião	2
noticiário, Hora do Brasil	3
programas educativos (Mobral, etc.)	4
informações agrícolas	5
 <u>Quanto tempo ouve</u>	
Não se aplica	0
menos de 15 minutos	1
15-30 minutos	2
30-60 minutos	3
1-2 horas	4
mais de 2 horas	5

(2) Índice de leitura: soma dos pontos obtidos pelo indivíduo.

<u>Frequência com que lê jornais</u>	<u>Peso</u>
não lê	0
menos de 2 vezes/semana	1
2-3 vezes/semana	2
quase todos os dias	3
todos os dias	4
 <u>Assunto que lê</u>	
Não se aplica	0
futebol, crime, artistas	1
política	2
informações agrícolas	3
outro	4

APÊNDICE 7

EXPOSIÇÃO A MEIOS DE  
COMUNICAÇÃO TÉCNICA

Classificação dada pela soma dos pontos obtidos pelo indivíduo nos itens "Número de contatos com o extensionista em 1973" (1), "Número de contatos com vendedores de insumos em 1973" (2) e "Faz parte de grupos de agricultores (Sindicatos, Cooperativas, etc.)" (3).

(1) <u>Número de contatos com o extensionista em 1973</u>	<u>Peso</u>
Nenhum	0
1-2 vezes	1
3-5 vezes	2
mais de 5 vezes	3
(2) <u>Número de contatos com vendedores de insumos em 1973</u>	
Nenhum ou NSA	0
1-2 vezes	1
3-5 vezes	2
mais de 5 vezes	3
(3) <u>Faz parte de grupos de agricultores</u>	
Não	0
Sim	1

APÊNDICE 8

COMPONENTES DA VARIÁVEL AUXILIAR  $w_j^*$

Variáveis binárias ("dummy variables") são aquelas que só assumem dois valores distintos. Do modo como foram empregadas aqui as variáveis  $I_3$  e  $I_5$  são variáveis binárias distinguindo mais de dois períodos; as variáveis  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_6$ ,  $I_7$  e  $I_8$  distinguem apenas dois períodos.

O modelo (9) onde supôs-se existir uma relação linear entre  $I_j$  e  $W_j$  sempre com a mesma declividade, porém o valor do termo constante variando de acordo com algum fenômeno, pode ser assim representado:

$$(12) \quad W_j = a + c_1 I_1 + c_2 I_2 + c_3^I I_3^I + c_3^{II} I_3^{II} + c_3^{III} I_3^{III} + c_4 I_4 + c_5^I I_5^I + c_5^{II} I_5^{II} + \\ + c_6 I_6 + c_7 I_7 + c_8 I_8$$

onde

$I_1$  = variável binária, assumindo os valores

proprietário = 10

parceiro = 1

$I_2$  = variável binária, assumindo os valores

lê = 1

não lê = 0

$I_3$  = variável binária, assumindo os valores

$I_3^I$  = idade [ 30, 37 ] = 1, 0 para outros estratos de idade

$I_3^{II}$  = idade [ 38, 45 ] = 1, 0 para outros estratos de idade

$I_3^{III}$  = idade  $\geq$  46 = 1, 0 para outros estratos de idade.

$I_4$  = distância à sede do município, medida em quilômetros

$I_5$  = variável binária, assumindo os valores:

$I_5^I$  = estrato [ 5, 8 ] = 1, 0 para todos outros.

$I_5^{II}$  = estrato [ 9, 12 ] = 1, 0 para todos outros.

$I_6$  = variável binária, assumindo os valores:

índice < 105 = 0

índice  $\geq$  105 = 1

$I_7$  = variável binária, assumindo os valores:

nível baixo  $\leq$  7 = 0

nível alto > 7 = 1

$I_8$  = variável binária, onde:

nada = 0

algum outro valor = 1

Deste modo, por exemplo, o indivíduo que tiver idade menor que 30 anos, obtiver valor menor que 5 para índice de nível de vida, terá

$$W_j^* = a + c_1 I_1 + c_2 I_2 + c_4 I_4 + c_6 I_6 + c_7 I_7 + c_8 I_8$$

e assim por diante.

APÊNDICE 9

INFORMAÇÃO BÁSICA UTILIZADA NA DE-  
TERMINAÇÃO DE FATORES CONDICIONAN-  
TES DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA TÉCNICA  
ENTRE AGRICULTORES DE BAIXA RENDA

n <sup>o</sup> ident.	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6ou</sub> I <sub>1</sub>	X <sub>7</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>			I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>		I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	ȳ	W <sub>j</sub>
										I <sub>3</sub>	I <sub>3</sub> <sup>u</sup>	I <sub>3</sub> <sup>u</sup>		I <sub>5</sub>	I <sub>5</sub> <sup>u</sup>					
006	8519	3,6	762,5	1	36	04162	1	38	0	0	0	1	40	1	0	0	0	1	30477	0,28
007	3456	2,4	1200,0	25	14	1915	1	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	23881	0,15
008	902	2,4	300,0	100	184	95	10	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	9170	0,10
009	3582	2,1	330,0	1	8	2177	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	15463	0,23
010	2921	1,2	637,5	1	8	409	1	1	0	0	0	0	12	0	0	0	1	0	12137	0,24
011	5066	2,1	712,5	1	15	1898	1	1	0	0	0	1	12	0	0	0	1	0	19356	0,26
012	10730	2,4	390,0	1	22	10730	1	70	1	1	0	0	10	1	0	0	1	1	23082	0,47
013	2090	1,2	300,0	1	1	5235	1	1	1	0	0	0	10	0	0	1	1	1	14683	0,14
014	14056	2,4	825,0	150	512	1442	1	125	1	0	0	1	4	0	1	1	1	1	24112	0,58
015	7086	2,4	900,0	1	21	1526	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	20942	0,34
026	4811	4,8	900,0	50	34	806	10	32	1	0	0	1	10	0	1	0	0	1	26368	0,18
028	5332	3,6	600,0	1700	153	3960	10	175	0	0	0	1	4	0	1	0	1	0	29602	0,18
029	9910	2,4	775,0	250	8	4840	10	1	0	0	0	1	9	0	1	1	1	1	24283	0,41
030	7224	7,2	700,0	1	961	4086	10	1	1	0	0	1	5	0	1	1	1	1	31897	0,23
031	10910	4,8	300,0	1	340	42	10	62	1	1	0	0	9	0	1	1	1	1	11482	0,95*
032	2011	3,9	340,0	25	1	567	10	15	0	0	0	1	8	1	0	0	1	0	16573	0,12
033	12685	4,8	600,0	75	22	4755	10	1	1	0	0	1	14	1	0	0	1	0	27523	0,46
034	14515	2,4	550,0	1	9	9017	1	1	1	0	0	1	4	1	0	0	1	1	24187	0,60
035	10352	12,1	690,0	1	2108	9300	1	1	1	1	0	0	10	1	0	0	1	1	42748	0,24
036	11880	4,8	545,0	300	4	5338	1	30	1	0	0	1	4	1	0	1	1	0	30781	0,39
037	4460	1,2	600,0	1	18	1176	1	1	0	0	1	0	8	1	0	0	1	0	14243	0,31
038	3170	9,6	300,0	350	6	150	10	1	1	0	0	1	3	0	1	0	1	0	15107	0,21
044	16595	4,2	550,0	1	712	12984	10	1	1	0	0	1	4	0	1	0	1	1	30496	0,54
045	320	2,4	300,0	1	2	1	10	1	1	0	0	1	13	1	0	1	0	0	4229	0,08
047	6700	3,6	780,0	187	115	2660	10	1	0	0	0	1	16	0	1	0	1	0	24863	0,27
059	1853	7,2	300,0	160	9	68	10	1	1	0	0	1	17	1	0	0	1	0	12104	0,15
061	9914	9,6	325,0	200	9	6500	10	1	1	0	0	1	17	1	0	0	1	0	29412	0,34
062	4365	2,4	315,0	50	9	450	1	45	1	0	0	1	16	1	0	1	1	0	13970	0,31
084	1890	1,2	225,0	150	1	1	10	1	1	0	0	1	10	1	0	0	0	0	3122	0,61
088	578	4,8	300,0	1	8	3	10	1	0	0	0	1	20	1	1	0	1	1	6292	0,09

n° ident.	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub> ou I <sub>1</sub>	X <sub>7</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>			I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>		I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	Ȳ	W <sub>j</sub>
										I <sub>3</sub>	I <sub>3</sub> "	I <sub>3</sub> "		I <sub>5</sub>	I <sub>5</sub> "					
089	29212	7,2	1070,0	1	6	18693	1	1	1	0	1	0	10	1	0	0	1	1	47346	0,62
090	8400	9,6	240,0	1	1	4950	1	1	1	0	0	0	12	0	0	0	1	1	25472	0,33
091	49838	14,5	420,0	1	4	42350	1	1	0	0	0	0	14	1	0	0	1	1	49806	1,00
092	25332	7,2	360,0	1	3	20850	1	1	1	0	0	0	15	1	0	0	1	0	33964	0,75
093	38196	9,6	550,0	1	2	31305	1	1	1	0	0	0	14	0	0	0	0	0	45530	0,84
094	56452	44,7	550,0	35	2	41995	1	1	1	1	0	0	15	1	0	0	1	0	76381	0,74
096	11138	1,2	600,0	1	446	4120	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	17622	0,63
097	5600	1,2	870,0	15	36	2800	1	1	1	0	0	0	10	0	0	1	1	1	18602	0,30
098	5625	7,2	1125,0	100	8	11	10	1	0	0	1	0	19	0	0	0	1	0	13586	0,41
099	12930	14,5	1325,0	125	3	3500	1	1	1	0	0	1	20	0	0	1	0	1	47195	0,27
100	4412	1,8	310,0	50	20	3127	1	1	1	0	0	0	16	0	0	0	1	0	15193	0,29
102	3588	8,4	630,0	75	2	385	10	1	1	0	0	1	7	1	0	0	1	1	21628	0,17
103	3673	3,6	300,0	20	4	290	10	1	1	1	0	0	15	1	0	0	1	1	12540	0,29
104	2795	5,4	750,0	15	5	136	10	50	1	1	0	0	9	1	0	0	1	1	19564	0,14
106	8849	13,0	712,5	100	8	4440	10	1	1	0	0	1	9	1	0	1	1	1	26322	0,34
113	899	4,8	300,0	138	100	55	10	1	0	0	0	0	13	1	0	0	1	1	6862	0,13
114	2781	1,5	750,0	83	1	125	10	17	0	0	1	1	23	1	0	0	0	0	12424	0,22
115	786	2,4	525,0	40	3	65	10	1	0	1	0	0	15	0	0	0	0	0	10298	0,08
116	2058	2,4	450,0	50	1	28	10	1	1	0	0	0	40	0	0	0	1	0	8489	0,24
134	10916	9,6	300,0	1	1	426	10	95	0	0	0	1	22	0	0	0	1	1	21350	0,51
135	10475	9,6	1500,0	1	51	3272	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	42835	0,25
138	3417	1,2	340,0	1	1	1128	1	42	1	0	0	1	13	0	0	0	0	0	13527	0,25
140	3062	2,4	300,0	1	1	237	10	1	0	0	0	1	30	0	0	0	1	0	10714	0,29
142	1441	4,8	525,0	1	1	1	10	1	0	0	0	1	21	0	0	0	0	0	6251	0,23
144	1246	24,2	600,0	35	1	112	1	1	0	0	0	1	37	0	0	0	0	0	23804	0,05
145	6646	3,6	825,0	20	5	1	10	1	1	0	0	1	11	0	0	0	1	0	6625	1,00
147	7589	9,6	1237,5	120	16	114	10	1	1	0	0	1	36	0	0	0	0	0	22752	0,33
150	5637	7,2	412,5	1	1	65	10	1	1	0	0	1	10	0	0	0	1	0	13303	0,42
151	7486	10,8	300,0	500	12	1	10	20	1	0	0	1	3	1	0	0	0	1	9187	0,82
152	4300	6,0	300,0	100	8	178	10	1	1	0	0	1	7	0	0	1	1	1	13483	0,32

nº ident.	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub> ou I <sub>1</sub>	X <sub>7</sub>	I <sub>2</sub>	$\frac{I_3}{I_3'}$	$\frac{I_3''}{I_3'''}$	I <sub>4</sub>	$\frac{I_5}{I_5'}$	$\frac{I_5''}{I_5'''}$	I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	$\bar{Y}$	W <sub>j</sub>
153	3364	6,0	525,0	50	1	92	10	14	0	1	0	36	1	0	0	1	0	23532	0,14
154	3717	5,1	300,0	114	6	118	10	20	0	0	1	14	1	0	0	1	0	13367	0,28
155	3390	4,8	586,5	120	12	2065	10	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	23711	0,14
156	3027	9,6	180,0	1	168	5350	10	1	1	0	0	35	0	0	1	1	1	23531	0,13
165	4132	9,7	545,0	125	50	400	10	1	1	0	0	37	1	0	0	0	1	21693	0,19
168	22000	7,0	900,0	200	1709	17720	10	1	1	0	1	6	0	1	1	1	1	43995	0,50
169	30240	4,8	1310,0	350	728	20682	10	1	1	0	0	2	0	1	0	1	1	45445	0,67
170	37360	15,7	1020,0	100	420	27263	10	50	1	0	0	1	0	1	1	1	0	72811	0,51
171	3878	3,6	600,0	1	4	504	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	17222	0,23
172	11028	6,1	937,5	1	1	950	10	1	0	1	0	17	1	0	0	0	1	25991	0,42
173	7125	7,2	600,0	275	1	1249	10	1	1	0	1	18	1	0	1	0	0	24803	0,29
174	4260	3,6	825,0	850	7	1445	10	13	1	0	0	4	1	0	1	1	1	25096	0,17
175	5833	4,8	975,0	100	1	34	10	1	0	0	0	14	1	0	0	1	1	13897	0,42
176	8845	23,9	540,0	1	24	690	10	1	1	0	0	14	0	0	1	1	1	31225	0,28
177	9333	2,4	300,0	405	1	646	10	1	1	0	1	9	1	0	0	1	0	12703	0,74
179	2908	7,8	300,0	1	1	936	10	24	1	0	0	8	1	0	0	1	0	21773	0,13
180	3420	1,8	300,0	50	1	270	10	1	1	1	0	18	1	0	0	1	1	10037	0,34
182	11121	1,2	1371,0	1500	1	3770	10	1	1	0	0	14	1	0	1	0	0	22653	0,49
183	14395	15,7	1275,0	300	20	1803	10	1	1	0	0	18	1	0	0	1	0	42658	0,34
184	2504	3,2	412,5	183	150	1	10	90	1	0	0	7	1	0	0	1	1	6039	0,42
185	956	2,4	450,0	65	1	125	10	1	1	0	0	3	1	0	0	1	1	10949	0,09
186	7083	0,4	525,0	1	1	1849	1	1	1	1	0	19	1	0	0	0	1	10552	0,67
187	6260	0,3	300,0	1	1	410	10	1	0	0	0	17	1	0	1	1	1	6248	1,00
188	36000	12,1	2400,0	1	1	27280	1	1	1	0	0	15	1	0	1	1	0	76681	0,47
189	5600	1,8	527,0	1	2	1304	1	1	1	0	0	12	0	0	0	1	0	15723	0,36
190	2640	1,2	300,0	1	1	662	1	1	0	0	0	14	1	0	0	0	0	10335	0,26
191	3660	1,2	412,5	1	1	1197	1	1	1	1	0	14	0	0	0	0	0	12663	0,29
193	8640	4,8	1725,0	1	1	1970	1	1	0	0	0	15	1	0	1	0	0	33297	0,26
194	7056	1,2	300,0	1	1	2073	1	1	1	0	1	17	1	0	0	0	1	12546	0,56
195	42425	2,4	1825,0	1	1	25196	1	1	1	0	0	13	0	1	1	1	1	42356	1,00
196	7357	2,4	912,0	20	1	1373	1	1	1	0	0	3	1	0	0	1	0	20654	0,36

\* Para todos efeitos de cálculo este valor foi considerado como 1,00.

APÊNDICE 10  
ASPECTOS DA DETERMINAÇÃO DA  
FUNÇÃO FRONTEIRA

O problema de determinação da função fronteira, cujo objetivo é

$$(6) \min \quad \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \bar{x}_1 + \dots + \hat{a}_n \bar{x}_n \quad \text{onde}$$

$$\bar{x}_1 = \text{média de } \bar{x}_{ij} \text{ e}$$

$$x_{i=0} = 1, \text{ por definição}$$

$$\begin{aligned} \text{sujeito a} \quad & \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{11} + \dots + \hat{a}_n x_{n1} \geq y_1 \\ & \vdots \\ & \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{1m} + \dots + \hat{a}_n x_{nm} \geq y_m \quad \text{onde} \end{aligned}$$

$x_i$  e  $y_j$  são os logaritmos dos insumos  $X_i$ 's e do produto  $Y_j$  referentes à jésima firma.

foi resolvido após uso de alguns artifícios. Assim é que nos problemas de programação linear (LP) obtêm-se valores ótimos para os  $x_i$ 's, partindo-se do conhecimento antecipado dos coeficientes  $a_i$ 's (parâmetros ou coeficientes técnicos). Não era o caso presente, uma vez que se dispunha dos valores para  $\log X_{ij} = x_{ij}$  e  $\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^{j=N} x_{ij}}{N} = \frac{\sum_{j=1}^{j=N} \log X_{ij}}{N}$ .

Teve-se que recorrer ao artifício de fazer os

$x_i$ 's =  $c_i$  e  $a_i = z_i$ . Assim, ficou-se com

$$\min \quad \bar{c}_0 z_0 + \bar{c}_1 z_1 + \dots + \bar{c}_7 z_7$$

$$\text{suj. } c_0 z_{01} + c_1 z_{11} + \dots + c_7 z_{71} \geq y_1$$

$$\vdots$$

$$c_0 z_{0g1} + c_1 z_{1g1} + \dots + c_7 z_{7g1} \geq y_{g1}$$

onde

$$c_0 = \log X_{0j} = 1 \text{ por definição.}$$

Substituindo pelos valores calculados, tem-se

$$\begin{aligned} \min \quad & z_0 + 0,594 z_1 + 2,738 z_2 + 1,112 z_3 + 0,884 z_4 + 2,839 z_5 + \\ & + 0,593 z_6 + 0,349 z_7 \end{aligned}$$

$$\text{suj. } z_0 + 0,556 z_1 + 2,882 z_2 + \dots + 1,580 z_7 \geq 3,930$$

$$\vdots$$

$$z_0 + 0,380 z_1 + 2,960 z_2 + \dots + 0 z_7 \geq 3,867$$

O programa ótimo apresentou como solução:

$$z_0 = 2,713 \quad z_2 = 0,322 \quad z_7 = 0,0367$$

$$z_1 = 0,304 \quad z_5 = 0,170 \quad z_3 = z_4 = z_6 = 0$$

O valor da função objetivo no programa ótimo ficou:

$$Z = 4,272.$$

Deve-se salientar que foi utilizado o método simplex **dual**, porque a forma do problema ( $\min Z = c^T x, Ax \leq b, x \geq 0, c \geq 0$ ), recomendava especialmente o uso desse algoritmo. O computador utilizado foi do tipo IBM 370/158 com memória virtual de 1024K do Departamento de Diretrizes e Métodos de Planejamento da EMBRAPA; o tempo de processamento foi de 33,59 segundos (CPU) com tempo real para resolução de 2,00 segundos (CPU).

APÉNDICE 11

MODELOS ALTERNATIVOS TESTADOS

Modelo	Método	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>7</sub>	R <sup>2</sup>	Σb <sub>i</sub>	F
I	OLS <sup>b/</sup> Y <sub>1</sub> =0,3 <sup>a/</sup>	1,73	0,232** (2,826)	0,459** (3,314)	-0,0197 (-0,586)	0,0107 (0,307)	0,222** (6,765)	-0,00925 (-0,111)	0,0630* (1,377)	0,607	0,994	18,337**
II	OLS	1,72	0,222** (2,878)	0,448** (3,397)	-	-	0,229** (8,396)	-	0,0607 (0,139)	0,605	0,960	32,880**
III	LP <sup>d/</sup> Y <sub>3</sub> =0,3 <sup>c/</sup>	2,713	0,304	0,322	-	-	0,170	-	0,037			

\*\* indica significância ao nível de 1%

\* indica significância ao nível de 25%

a/  $\bar{Y}_i / \bar{X}_i / \bar{Y}$  onde

$\bar{Y}$  = estimativa dada pela função Cobb-Douglas

$\bar{Y}$  = estimativa dada pela função fronteira

b/ OLS = Quadrados Mínimos Ordinários

c/  $\bar{Y}_i / \bar{Y}$  onde

$\bar{Y}$  = valor observado

$\bar{Y}$  = estimativa dada pela função fronteira

d/ LP = Programação Linear

