AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

MATO GROSSO: A EFICIÊNCIA TÉCNICA DA ATIVIDADE SUINÍCOLA E OS EFEITOS DOS GASTOS COM MEIO AMBIENTE E DA PARTICIPAÇÃO NO PROGRAMA GRANJA DE QUALIDADE

BENEDITO DIAS PEREIRA; ROSALINA CAMILOT; JOÃO CARLOS SOUZA MAIA;

UFMT

CUIABÁ - MT - BRASIL

BDP@TERRA.COM.BR

PÔSTER

AGRICULTURA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Mato Grosso: a eficiência técnica da atividade suinícola e os efeitos dos gastos com meio ambiente e da participação no Programa Granja de Qualidade

Grupo de Pesquisa: 6

RESUMO - A criação de suínos em escala industrial resulta em intensa produção de dejetos nas propriedades rurais. Essas conseqüências se manifestam no solo, no ar, na fauna, na flora e no ambiente socioeconômico. Nesse contexto, essas externalidades negativas interagem com externalidades positivas. Duas dessas últimas externalidades, são: gastos com preservação do meio ambiente e, em particular em Mato Grosso, a participação no Programa Granja de Qualidade, um instrumento estadual de renúncia fiscal. Neste trabalho, depois de se estimar índices de eficiência técnica com dados de dez suinoculturas situadas em Mato Grosso a partir de função de produção cujas variáveis independentes são consumo de água, de eletricidade e da quantidade de trabalhadores diretamente vinculados no processo produtivo, verifica-se que os gastos com a preservação do meio ambiente exercem efeitos positivos sobre os índices de eficiência técnica, enquanto a participação no Programa Grande de Qualidade, diferentemente da variável anterior, revela-se estatisticamente não significativa.

Palavras-Chave: Fronteira de Produção, Impacto ambiental, Suinocultura.

1 Introdução

A economia do Mato Grosso (MT) vem experimentando expressivo crescimento do seu Produto Interno Bruto (PIB) nos últimos anos. Ele tem sido maior que o do país como um todo. Entre 1985 e 2003, de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), dentre as unidades federativas do país, o PIB mato-grossense foi o que teve a maior expansão nominal: 275%. Esse incremento vem sendo liderado pela produção agropecuária. A suinocultura, por sua vez, é uma das atividades que tem se destacado nesse setor.

A suinocultura está em franca expansão em MT, uma vez que o estado apresenta condições competitivas como grande produtor de grãos, clima favorável, ser área livre de aftosa e estar inclusa como área livre de peste suína clássica e, ainda, a existência do Programa Granja de Qualidade a partir de 1995, que oportuniza a concessão de incentivo fiscal (renúncia de 66,66%) do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidente sobre a comercialização de animais para abate.

Outrossim, o crescimento da suinocultura causa diversos efeitos na socioeconomia e no meio ambiente físico. Esses resultados podem ser positivos ou adversos, ou seja, geram custos ou benefícios. Se os custos superarem os benefícios, essa atividade pode estar comprometendo importantes indicadores de sustentabilidade da economia do estado. Esses custos são aqui considerados externalidades negativas, enquanto os benefícios, obviamente, externalidades positivas.

O primeiro objetivo deste trabalho é estimar função de produção com estatísticas de dez empresas suinícolas situadas em MT. A partir dessa estimativa, derivam-se índices de eficiência técnica desses empreendimentos. Após isso, verifica-se se variáveis como gastos com conservação do meio ambiente e participação no Programa Granja de Qualidade, consideradas externalidades positivas, exercem ou não efeitos diretos sobre os índices de eficiência técnica estimados.

Este trabalho se divide em quatro partes. Após essa Introdução, na segunda parte, aborda-se o material e o método da pesquisa, na terceira, constam os resultados e as discussões mais relevantes e, na quarta parte, os comentários finais.

2 Material e métodos

A eficiência produtiva ou econômica, de acordo com a Escola Neoclássica[1], pode ser dividida em eficiência técnica e eficiência alocativa. A primeira, ao se restringir à transformação dos insumos em produtos, é interpretada como a maior produção possível por unidade de insumo, enquanto a segunda, ao pressupor a alocação ótima dos fatores de produção, aponta a combinação dos insumos que minimiza os custos de produção. Tanto a eficiência técnica quanto a econômica, portanto, contemplam dimensão parcial da eficiência econômica. Se se faz a junção da eficiência técnica e da eficiência alocativa, *ou seja,* se se considera a eficiência econômica, segundo a compreensão da Escola Neoclássica, o empresário racional atua no sentido de maximizar o lucro da unidade produtiva.

Através da utilização de fatores de produção ou insumos, converte-se mercadoria(s) em mercadorias(s), incluindo bens e serviços. De forma geral, pode-se afirmar que os fatores de produção −elementos indispensáveis à transformação dos bens e reprodução da humanidade− são todos insumos que entram no processo de produção. Um insumo é qualquer bem ou serviço que contribui para a produção de dada mercadoria.

De acordo com a Economia Neoclássica, de modo simplificado, pode-se raciocinar com dois fatores de produção: capital e trabalho. Como capital podem ser considerados: máquinas, equipamentos, instalações e matérias-primas. Por seu turno, de forma resumida, trabalho é o esforço humano dispendido nesse mesmo processo.

O processo de produção é entendido como qualquer atividade ou conjunto de atividades que conduz à produção de um ou mais produtos, isto é, uma técnica por intermédio da qual um ou mais produtos são obtidos a partir de determinadas quantidades de fatores. O conjunto de produção se constitui na forma como os fatores de produção são combinados de modos tecnologicamente viáveis, ou seja, ele é o conjunto de todas as combinações de insumos e produtos que representam formas tecnologicamente viáveis de produzir.

Como a tecnologia da empresa, de acordo com a Escola Neoclássica, é a relação que mostra como os fatores de produção são transformados em produtos e, como as combinações dos fatores de produção necessariamente envolvem custos, é natural que, ao operar no limite do conjunto de produção, isto é, na função de produção (montante máximo de produção obtido a partir de qualquer conjunto especificado de insumos, dada a tecnologia existente), o empresário racional, segundo a lógica dessa corrente de pensamento, atinge a maior quantidade produzida possível.

---

[1] Para Sandroni (1985, p. 151): "Escola de pensamento econômico predominante entre 1870 e a Primeira Guerra Mundial. A análise Neoclássica caracteriza-se fundamentalmente por ser microeconômica, baseada no comportamento dos indivíduos e nas condições de equilíbrio estático".

Se, ainda em plano teórico, os pontos sobre a fronteira *(*função de produção) são considerados limítrofes −por conseguinte, definidores de eficiência máxima−, as medidas dos pontos situados abaixo da fronteira de produção são consideradas pelos economistas neoclássicos como indicadores de ineficiência técnica, mais especificamente, os desvios do produto máximo são concebidos como indicadores de ineficiência técnica.

Destarte, para se estimar a eficiência técnica, previamente necessita-se estimar uma função de produção. A função de produção, por sua vez, pode ser determinística ou estocástica. Se determinística, a função de produção define relação exata entre as quantidades de insumos que o empresário emprega e a quantidade de produtos que produz. Se estocástica, a função de produção incorpora componente de aleatoriedade, dado que, sob essa perspectiva, ela também depende do distúrbio estocástico da função econométrica que lhe está associada.

O trabalho de Farrell (1957): "The Measurement of Productive Efficiency" foi o pioneiro na mensuração da eficiência produtiva. Logo após esse trabalho surgiram diversos outros. Apud Silva (1991, p. 42), eles podem ser classificados em quatro categorias de modelos: determinísticos não paramétricos, como Farrel (1957), determinísticos de fronteira full, como Aigner e Chu (1968), estocásticos de fronteira com erro composto ou unilateral, como Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Timmer (1971) e, estocásticos de fronteira full, como Greene (1980).

Os modelos determinísticos*,* estimados usualmente com recorrência à programação linear, definem relações exatas entre as variáveis envolvidas. Por outro lado, os modelos estocásticos ou probabilísticos ou ainda, não-paramétricos, geralmente estimados por intermédio de técnicas econométricas (máxima verossimilhança ou mínimos quadrados ordinários), além da relação entre as variáveis, logicamente, também contém conjunto de variáveis não consideradas explicitamente no modelo. A presença desse conjunto deve-se à omissão de variáveis independentes que também exercem influência na variável dependente, não especificação adequada da relação funcional usada, não disponibilidade dos valores, impossibilidade de mensuração, busca de simplicidade, além de outras causas. As variáveis que são omitidas, juntamente com os demais fatores, são denominadas de erro ou distúrbio aleatório ou estocástico (ε).

Conforme acima afirmado, se se incorpora o distúrbio ou erro estocástico ε ao modelo, tem-se função fronteira estocástica*.* Essa função, reafirmando, pode ser considerada como estocástica de fronteira com erro composto ou unilateral, ou ainda, estocásticas de fronteira full. Na função estocástica de fronteira com erro composto, o erro ou distúrbio

aleatório (ε) pode ser dividido em duas partes. Uma delas, atribuída a erros estatísticos, capta os efeitos dos erros de mensuração, das falhas estatísticas e dos fatores externos ao controle da unidade produtiva, como mudança de clima e outros fatores imprevisíveis. A outra parte de ε, tomando como referência os desvios do produto observado em relação ao potencial, estima a ineficiência técnica. A primeira parte de ε é composta de uma variável aleatória simétrica enquanto a outra, que mede a eficiência técnica, é variável unilateral.

A estimativa dos índices de eficiência técnica da fronteira estocástica com erro composto é efetuada, sob determinadas condições, como função do valor esperado de ε. Essa solução, em especial, viabiliza a obtenção de estimativas de eficiência técnica para cada observação.

Por outro lado, com recorrência ao método dos mínimos quadrados, Greene (1980), propôs método de estimação da fronteira de produção estocástica com erro unilateral. Pode-se ilustrar essa abordagem através de uma função Cobb-Douglas: $Y_i=\alpha X_i^{\beta}e^{u}$, com $u\leq 0$, ou seja, supondo-se que os distúrbios tenham distribuição normal truncada, sejam independentes e identicamente distribuídos e que, ademais, haja independência entre os X_i e os distúrbios. Através desse método, inicialmente, com a aplicação dos mínimos quadrados simples, estimam-se os parâmetros da função fronteira, obtendo-se estimativas sem viés dos coeficientes β**.** Após isso, para se mudar a função estimada de maneira que nenhum resíduo seja positivo, o intercepto α é corrigido por intermédio do maior resíduo estimado.

Por oportuno, sugerido por Timmer (1971), o método de estimação dos índices de eficiência técnica da fronteira de produção estocástica com erro unilateral é simples e direto: calcula-se a razão entre o produto observado e o potencial, ou seja, ET = exp (u) = Y observado/Y potencial. Neste trabalho, para se obter a eficiência técnica das unidades investigadas, estima-se a fronteira de produção estocástica com erro unilateral, recorrendo-se ao método sugerido por esse autor.

3 Resultados e discussão

A primeira regressão linear múltipla[2] efetuada tem a seguinte especificação: $L = ß_0 + ß_1T + ß_2EE + ß_3A + e$ (1), onde $ß_0$, $ß_1$, $ß_2$ e $ß_3$ denotam os parâmetros a serem estimados, enquanto e indica o componente residual que estima a ineficiência técnica. Nesse modelo, a variável dependente (L) é dada pela produção anual de leitões industrializados pelas empresas

[2] Foram testadas outras formas funcionais. A linear revelou-se mais indicada.

investigadas. As variáveis independentes são: número de trabalhadores do processo produtivo (T), gastos com energia elétrica (EE) (quantidade de KWh utilizada pela empresa no ano de referência) e consumo de água (A) (consumo anual em m^3 no processo produtivo). Essa primeira equação tem como objetivo estimar os índices de eficiência técnica da forma mencionada anteriormente.

Por outro lado, para se mensurar o efeito das externalidades positivas sobre os índices de eficiência técnica, foi realizada segunda regressão: $ET = ß_0 + ß_1GMA + ß_2GQ + e$, onde $ß_0$, $ß_1$ e $ß_2$ são os coeficientes a serem estimados e, e indica o resíduo aleatório. Nessa regressão, a variável dependente é o vetor constituído pelos índices de eficiência técnica (ET) da função de produção, enquanto as variáveis independentes são os gastos com meio ambiente (GMA), além de uma variável *dummy* (GQ), que assume o valor um quando a empresa participa do Programa Granja de Qualidade e o valor zero, em caso contrário.

Em outras palavras, depois de estimado o vetor dos índices de eficiência técnica por intermédio da primeira regressão, se verifica através de outra regressão linear múltipla[3], se os gastos com conservação do meio ambiente (GMA) e participação ou não da empresa no Programa Granja de Qualidade (GQ) exercem efeitos positivos sobre os índices de eficiência técnica. Os dados ou estatísticas da pesquisa, colhidos em 2005 e anotados na tabela 1, foram coletados em dez granjas suinícolas situadas nos seguintes municípios mato-grossenses: Rondonópolis, Pedra Preta, Campo Verde, Nova Mutum e Campo Verde.

Tabela 1- Quantidade de leitões produzidos por ano (L), número de trabalhadores do processo produtivo (T), gastos anual com energia elétrica (EE) e consumo anual de água (A)

L	T	EE (R$ 1,00)	A (m^3)
600	2	1.920	2.520
2.400	4	6.000	6.800
4.320	5	5.760	9.400
30.000	27	38.039	61.000
25.794	25	34.000	45.000
19.200	15	25.100	20.800
16.800	10	22.100	21.000
36.000	33	40.000	48.000

[3] Também foram testadas outras formas funcionais, destacando-se a linear.

640	2	1.800	2.400
15.600	12	22.200	24.000

Fonte: Pesquisa de Campo

Os resultados da primeira regressão, onde o (*) indica que o parâmetro é significativo ao nível de significância de 5%, são:

$$L = -1{,}49 + 460{,}59\,T + 0{,}65\,EE - 0{,}10\,A \qquad (1) \qquad R^2 = 99{,}38 \quad F = 324{,}44$$
$$(-2{,}2) \quad (2{,}90)^* \quad (5{,}65)^* \quad (-1{,}42) \qquad d = 1{,}91 \quad n = 10$$

Observa-se que o valor de R^2 explana quase a totalidade das variações da variável dependente e o valor da estatística F revela que o conjunto das variáveis independentes explicam as variações da variável dependente, com nível de significância de 5%. Em seguida, verificou-se que as presenças da multicolinearidade e da heterocedasticidade não são estatisticamente significativas. Ademais, em particular, como o teste de Durbin-Watson revelou ser inconcluso para a detecção de autocorrelação dos resíduos, recorreu-se ao teste de Godfrey, que apontou a não existência dessa violação dos pressupostos econométricos básicos. Outrossim, por intermédio do teste de Jarque-Bera, verificou-se que os resíduos exibem distribuição normal, não obstante o relativamente reduzido número de observações da pesquisa. Por sua vez, também com nível de significância de 5%, os valores da estatística t mostram que o coeficiente da variável T e da EE são estatisticamente significativos, enquanto que o coeficiente da variável A, ao contrário dessas duas variáveis, não é estatisticamente significativa. Destarte, de acordo com o sinal obtido em cada caso, o número de trabalhadores e os gastos com energia elétrica, diferentemente do consumo de água, exercem efeitos positivos sobre a quantidade produzida de leitões.

Em seguida, como foi explanado anteriormente, após se substituir os valores observados de T, EE e A da tabela 1 na equação estimada (1), foram obtidos os valores estimados da produção de leitões. Esses valores estão na tabela 2. Através desse método, estimam-se os parâmetros da função fronteira, obtendo-se estimativas não enviesadas dos coeficientes β. Após isso, de acordo com o método abordado, para que nenhum resíduo seja positivo, o intercepto α foi corrigido por intermédio do maior resíduo estimado.

:

Tabela 2- Estimativas da produção de leitões (L_{Ee}) (produto potencial estimado)

Valores Estimados

de L (L_{Ee})	1.915	5.060	5.105	31.059	29.113	21.142	16.869	36.397	1.849	17.555

Fonte: Dados da Pesquisa

Os índices de eficiência técnica de cada propriedade, conforme comentado, foram obtidos pela razão entre o produto observado (tabela 1) e o produto potencial estimado (tabela 2). Esses índices estão na tabela 3. Eles necessariamente situam-se entre zero e um. Utilizando-se como exemplo o valor da Granja 1, o índice 0,31 significa que ela consegue produzir, em média, 31% da produção alcançada pela firma mais eficiente tecnicamente. Já para a Granja 7, o valor 0,99 aponta que ela consegue produzir, em média, 99% da produção alcançada pela firma mais eficiente.

Tabela 3- Índices de Eficiência Técnica (ET), gastos com meio ambiente (GMA) e participação ou não no Programa Granja de Qualidade (GQ)

Observação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ET	0,31	0,47	0,84	0,96	0,88	0,90	0,99	0,98	0,34	0,88
GMA	1.000	2.880	4.800	34.000	30.000	30.000	25.000	32.000	1.200	18.200
GQ	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Fonte: Dados da Pesquisa

Diante disso, realizou-se outra regressão linear múltipla, cuja variável dependente é o vetor com os índices de eficiência técnica e as seguintes variáveis independentes: gastos com conservação do meio ambiente (GMA) e participação ou não no Programa Granja de Qualidade (GQ), cujos valores constam na tabela 4. Em resumo, a regressão estimada foi: $ET = ß_0 + ß_1 GMA + ß_2 GQ + e$. Os resultados obtidos, onde o (*) indica o coeficiente estatisticamente significativo ao nível de significância de 5%, foram:

$$ET = \underset{(5,47)}{0,454362} + \underset{(4,28)^*}{0,000018\ GMA} - \underset{(-0,83)}{0,119700\ GQ} \quad (2) \qquad R^2 = 75,22 \quad F = 10,63 \quad n = 10$$

Em particular, nessa equação inexistem autocorrelação dos resíduos e heterocedasticidade, além de multicolinearidade estatisticamente significativas. Em adição, através do teste de Jarque-Bera, notou-se que os resíduos, também nesse caso, estão normalmente distribuídos. Ademais, o valor de F, com nível de significância de 5%, é estatisticamente significativo. Por sua vez, o valor de R^2 explica em torno de três quartos das variações da variável dependente e, em especial, a primeira variável independente da equação

(2) é a única com coeficiente estatisticamente significativo. Infere-se, portanto, que os gastos com meio ambiente, como era presumível, contribuem para o incremento da eficiência técnica das unidades investigadas. A participação da empresa no Programa Granja de Qualidade, entrementes, não gera resultados estatisticamente significativos. Assim, enquanto os benefícios fiscais concedidos pelo fisco estadual às empresas que participam desse Programa não estão influenciando a eficiência técnica das unidades suinícolas, os gastos com a conservação do meio ambiente, representados pela realização e manutenção de lagoa de decantação dos dejetos do processo produtivo da suinocultura, dentre outros, voltados, essencialmente, para a conservação da fauna, flora, ar, solo, etc, estão exercendo efeito direto sobre a eficiência técnica das unidades.

Por oportuno, como ilustração, os dados sobre o crescimento da população suína e sobre a população suína inserta no Programa Granja de Qualidade no estado, entre 1995 a 2003, podem ser verificados na tabela 4:

Tabela 4- População Suína e Rebanho Suíno no Programa Granja de Qualidade: 1995 a 2003: Mato Grosso

Ano	Rebanho Total (cabeças) (a)	Rebanho do Programa Granja de Qualidade (cabeças) (b)	(b)/(a) (%)
1995	900.802	41.850	4,65%
1996	689.514	81.000	11,75%
1997	724.651	114.900	15,86%
1998	759.928	203.920	26,83%
1999	771.157	223.000	28,92%
2000	834.084	240.000	28,77%
2001	934.889	260.000	27,81%
2002	1.034.608	541.609	52,35%
2003	1.114.592	487.022	43,69%

Fonte: Anuário Estatístico do Estado de Mato Grosso (2004, p. 440)

De um lado, nota-se que, durante o período 1995-2003, o rebanho de suíno no estado aumentou acentuadamente, verificando-se incremento de quase 24% entre os dois anos extremos. Por outro lado, nesse mesmo período, também se observa que a participação da população suína inscrita no Programa Granja de Qualidade na população suína total elevou-se significativamente nos anos mais recentes. Esse incremento, contudo, como já abordado e as evidências amostrais apontam, não estão exercendo influência sobre os índices de eficiência técnica das empresas, não obstante a concessão de incentivo fiscal que o Programa traz consigo.

4 Comentários finais

Nos últimos anos, com suporte no setor agropecuário, a economia de MT vem vivenciando crescimento extremamente expressivo do seu Produto Interno Bruto. Em especial, a produção da suinocultura do estado vem experimentando acentuado dinamismo em anos mais recentes. Dessa maneira, amostra de empresas dessa atividade foi investigada neste trabalho.

Inicialmente, estimou-se função de produção para granjas suinícolas situadas em municípios mato-grossenses. Essa função de produção foi usada para se estimar índices de eficiência técnica. Após isso, se verificou se gastos com meio ambiente e a participação no

Programa Granja de Qualidade, um Programa estadual usado para a concessão de incentivo fiscal, exercem influências sobre esses índices, calculados com recorrência ao método sugerido por Timmer (1971), fundamentado em estimativa de fronteira de produção estocástica com erro unilateral.

Foi constatado que os gastos com meio ambiente, com significância estatística, exercem efeitos sobre os índices de eficiência técnica estimados. Também conforme foi observado, todavia, a participação das unidades produtivas no Programa Grande Qualidade, a despeito de ser crescente nos últimos anos, não exibe influência estatisticamente significativa sobre os índices de eficiência estimados. Desse modo, de acordo com as evidências amostrais, os benefícios fiscais ofertados por esse Programa, não estão exercendo efeitos sobre esses índices.

Por fim, como é de conhecimento generalizado, a atividade suinícola pode causar diversos impactos sobre o meio ambiente físico, causando, em conseqüência, múltiplas externalidades negativas. Esses resultados se manifestam no solo, na cobertura vegetal, na águas, no ar, na fauna, na flora e ainda no ambiente socioeconômico, em síntese sobre o meio biótico e antrópico. Essas externalidades, entretanto, podem ser atenuadas ou mitigadas por vários gastos com meio ambiente, conforme os resultados deste trabalho sinalizam.

Referências

AIGNER, D. J., and CHU, D. S. *On estimating the industry production function.* American Economic Review, nº 58, p. 826-39, jun.1968.

_____. LOVELL, K, and SCHMIDT, P. *Formulation and estimation of stochastic frontier production models.* Journal of Econometric, nº 52, p. 21-38, set. 1977.

ALVES, Osmar A. *O estado da arte da suinocultura no Estado:* um estudo de caso. 2001. 82 f. Cuiabá. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Departamento de Agronomia. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2001.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE MATO GROSSO de 2003, v. 1. Disponível em http://www.anu.seplan.mt.gov.br/anuarios. Acesso em 2004.

AZEVEDO, R.A.B. *A sustentabilidade da agricultura e os conceitos de sustentabilidade estrutural e conjuntural.* Revista de Agricultura Tropical, Cuiabá: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UFMT, v. 6, nº. 01, p. 25-37, dez. 2002.

GREENE, W.H. *Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions.* Journal of Econometrics, nº 13, p. 27-56, jun. 1980.

MOURA, L. A A. de. *Economia ambiental:* gestão de custos e investimentos. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2000.

PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L. *Microeconomia.* São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SANDRONI, Paulo. *Dicionário de Economia*. São Paulo: Abril Cultural, 1985.

SILVA, Jorge Mariano. *A eficiência técnica na produção do arroz irrigado:* um estudo de caso no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1985.

TIMMER, G.P. *Using a probabilist frontier production to measurement technical efficiency*. Journal of Political Economic, nº 79, p. 776-94, jun. 1971.