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.*

ABERTURA COMERCIAL E PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA AGRICULTURA PAULISTA

ADELSON MARTINS FIGUEIREDO; RODRIGO MENDES COURA; MAURINHO LUIZ DOS SANTOS;

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

VIÇOSA - MG - BRASIL

martinsfigueiredo@yahoo.com.br

PÔSTER

COMÉRCIO INTERNACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL
36571-000 – Viçosa – MG

ABERTURA COMERCIAL E PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA AGRICULTURA PAULISTA

GRUPO DE PESQUISA.....: 3 – Comércio Internacional

FORMAS DE APRESENTAÇÃO: Pôster

ABERTURA COMERCIAL E PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA

AGRICULTURA PAULISTA

RESUMO: Na agricultura paulista foram registrados, em alguns anos da década de 1990, ganhos significativos de produtividade. Com destaque para os ganhos médios de produtividade que foram cerca de duas vezes superior aos da média nacional. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi mensurar a produtividade total dos fatores (PTF) no cultivo de algodão, arroz, feijão, milho e soja, para o estado de São Paulo, no período de 1985 a 2001. Especificamente, pretendeu-se verificar se os ganhos de produtividade das culturas selecionadas são advindos de ganhos de eficiência e, ou, de mudança tecnológica e se esses ganhos são maiores para o período posterior à abertura da economia brasileira. Para isso, utilizaram-se os modelos de Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados apontaram para ganhos tanto de eficiência técnica quanto de mudança tecnológica. Ademais, para períodos posteriores à abertura da economia brasileira foram constatados maiores indicadores de mudanças tecnológicas, principalmente para culturas de exportação. Assim, foi possível concluir que a abertura comercial influenciou positivamente a PTF na agricultura do estado de São Paulo.

Palavras-chave: agricultura, abertura comercial, eficiência técnica e mudança tecnológica.

1. INTRODUÇÃO

Até meados da década de 1980, a expansão da agricultura brasileira, bem como da agricultura paulista, era conduzida por contínua intervenção governamental. Entretanto, com a redução da liquidez do governo brasileiro, principalmente a partir da segunda metade dos anos 80, houve forte redução dos recursos estatais na agricultura. Os recursos do crédito rural que sustentavam a modernização e a expansão da atividade agrícola perderam sua densidade. Segundo Cunha (2002), os gastos do governo com o crédito rural no Brasil caíram de R$ 29,8 bilhões em 1986 para R$ 8,65 bilhões em 1990.

Além disso, nos anos 90, com a abertura da economia brasileira, acompanhada por redução gradual e contínua das barreiras tarifárias e não-tarifárias, esperavam-se duas mudanças favoráveis à atividade agrícola: a) redução das tarifas de importação e, conseqüentemente, desvalorização da taxa de câmbio, levando ao aumento do preço relativo dos produtos, principalmente dos produtos de exportação; e b) redução das tarifas de importação de insumos utilizados no setor agropecuário - fertilizantes, defensivos, medicamentos, máquinas etc. –, provocando diminuições de seus preços internos.

Com essas mudanças, esperava-se que a lucratividade do setor agrícola brasileiro aumentasse e que esse aumento fosse ainda mais significativo em regiões nas quais a produtividade agrícola fosse maior que a da média nacional, como no estado de São Paulo, que, segundo Vicente et al. (2001), apresentou produtividade agrícola 2,3 vezes maior que a da média nacional no ano de 1995. Entretanto, o que ocorreu foi o oposto: na realidade, houve redução dos preços reais, devido à valorização da taxa de câmbio (HOMEM DE MELLO, 2002). Com a implantação do Plano Real em 1994, a valorização da taxa de câmbio tornou-se clara, afetando ainda mais a lucratividade da atividade agrícola, principalmente, para produtos de exportação.

Apesar do cenário macroeconômico desfavorável, a agricultura paulista apresentou aumento da produção e produtividade. Homem de Mello (2002) salienta que foi o aumento da produtividade o principal responsável para que tanto a economia agrícola brasileira como a agricultura paulista experimentassem crescimento da produção no cenário macroeconômico posterior à abertura da economia brasileira.

Na Tabela 1, está descrita a evolução de indicadores de produção por hectare para

algumas culturas do estado de São Paulo. Percebe-se que, tomando como base o ano de 1985, a partir de então a produtividade cresceu para todas as culturas selecionadas, fato este que se repete também para outras culturas do estado (COURA, 2004).

Tabela 1 – Produtividade (t/ha) nas lavouras do estado de São Paulo – 1985 a 2001

Produto	Produtividade (t/ha)			
	1985	1990	1995	2001
Algodão	1,33	1,60	1,73	2,46
Arroz	1,30	1,41	1,95	2,58
Feijão	0,62	0,74	1,00	1,46
Milho	2,26	2,40	3,36	3,74
Soja	1,58	1,67	2,24	2,56

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do IEA.

Existem duas correntes que tentam explicar esse crescimento. A primeira defende a idéia de reestruturação produtiva (mudanças estruturais) como principal fator do crescimento da produtividade. Entre os defensores estão Bonelli e Fonseca (1998) e Feijó e Carvalho (1994). De acordo com estes autores, pode-se identificar a abertura comercial como a principal mola propulsora do recente crescimento da produtividade da agricultura paulista. A maior abertura da economia pode produzir aumentos de produtividade, tanto por ganhos advindos de economias de escala quanto por ganhos de eficiência devido à maior especialização na produção e comercialização.

Em contrapartida a essa corrente estão os que acreditam que o aumento da produtividade seja fruto das flutuações cíclicas da economia e não de uma reestruturação produtiva. Entre eles encontram-se Considera (1995) e Silva et al. (1993), os quais afirmam que o aumento da produtividade decorreu da recessão do início da década, não havendo mudanças estruturais tecnológicas generalizadas na economia. Esses autores argumentam que mudanças tecnológicas só são possíveis com investimentos, o que não foi observado no período em que as taxas de investimento foram declinantes.

Independentemente de reestruturação produtiva ou flutuações cíclicas da economia, o caso é que as duas correntes concordaram e observaram aumento substancial dos índices de produtividade não só do setor agrícola paulista como de diversos setores da economia brasileira.

Nessa perspectiva, o objetivo geral deste trabalho é mensurar a produtividade total dos fatores (PTF) no cultivo de algodão, arroz, feijão, milho e soja, para o estado de São Paulo, no período de 1985 a 2001. Especificamente, pretende-se verificar se os ganhos de produtividade das culturas selecionadas são advindos de ganhos de eficiência e, ou, de mudança tecnológica e se esses ganhos são maiores para o período posterior à abertura da economia brasileira.

2. METODOLOGIA

2.1. Referencial Teórico

Em ambientes competitivos, ganhos de eficiência e de produtividade[1] são muito úteis às empresas. De acordo com Fried et al. (1993), o desempenho de uma unidade produtiva[2] é função do nível tecnológico e do grau de eficiência do seu uso. Com o primeiro define-se uma relação de fronteira entre insumos e produtos (produtividade) e, com o segundo, incorporam-se desperdícios e má alocação de recursos relacionados a essa fronteira (eficiência).

[1] Sempre que se referir à produtividade, estar-se-á tratando do conceito de produtividade total dos fatores.

[2] Entende-se como unidade produtiva uma empresa agrícola, agroindustrial etc.

A produtividade de uma unidade de produção é entendida como o quociente de um índice de produção por um outro índice de utilização de insumos. Em ambos os casos, a produtividade é medida pela relação de dois escalares (Produto e Insumo). Assim, a produtividade varia devido às diferenças na tecnologia de produção, na eficiência dos processos de produção e no ambiente em que ocorre a produção.

Na abordagem tradicional, a medida de produtividade pressupõe que a produção obtida resulta da produção de fronteira, isto é, da produção máxima possível de ser obtida, dada as quantidades de insumos utilizadas. Nesse contexto, a pressuposição implícita é que a produção observada em todo período é tecnicamente eficiente (GROSSKOPF, 1993).

Ao contrário da abordagem tradicional, um novo conceito de medida da produtividade é definido como uma mudança líquida no produto devido à mudança na eficiência (mudança na distância do produto observado em relação à sua fronteira) e mudança técnica (deslocamento da fronteira de produção). Essa nova abordagem para mensuração da produtividade incorpora explicitamente a ineficiência e computa mudanças na eficiência.

Quanto à eficiência de uma unidade produtiva (Eficiência Produtiva), esta é entendida como uma comparação entre valores observados e valores ótimos de insumos e produtos. A eficiência possui dois componentes: eficiência técnica (produto físico) e eficiência alocativa (preço). O primeiro refere-se à habilidade de evitar perdas produzindo tanto produto quanto os insumos utilizados permitem ou utilizando o mínimo de insumo possível no processo de produção. O segundo componente refere-se à habilidade de combinar insumos e produtos em proporções ótimas, dados os seus preços. A combinação dessas duas medidas de eficiência resulta na eficiência econômica. Segundo Lovell (1993), os valores ótimos são definidos em termos de possibilidades de produção e dizem respeito à eficiência técnica.

O uso excessivo dos insumos na obtenção de determinado nível de produto é caracterizado como ineficiência técnica, enquanto o emprego desses mesmos insumos em proporções inadequadas, dados seus respectivos preços, é caracterizado por ineficiência alocativa. Em ambos os casos, o custo não será minimizado (FORSUND et al., 1980).

A avaliação da eficiência técnica, segundo as idéias de FARREL (1957), pode ser procedida por duas orientações: uma fundamentada na redução de insumos, denominada orientação insumo (*input orientated*), e outra que enfatiza o aumento do produto, denominado orientação produto (*output orientated*). Neste trabalho, usou-se apenas a orientação produto, devido à sua maior adequação ao objetivo da pesquisa.

2.1.1. Medidas com orientação produto

As medidas de eficiência técnica orientação produto procuram responder à seguinte pergunta: “Qual a quantidade de produto que poderia ser proporcionalmente expandida, sem alterar as quantidades de insumos utilizados?” Para obter essas medidas, considere um caso que envolva dois produtos (y_1 e y_2) e um único insumo (x_1). Se os retornos à escala são considerados constantes, então pode-se representar a tecnologia por uma curva de possibilidades de produção unitária em duas dimensões, descrita pela linha SS’, na Figura 1.

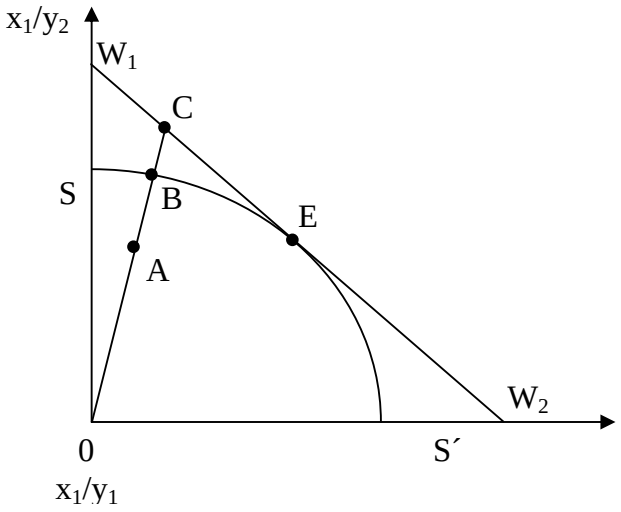

Figura 1 - Medidas de eficiência com orientação produto.

Na Figura 1, o ponto A representa uma firma ineficiente, situando-se abaixo da curva de possibilidades de produção. A distância AB representa sua ineficiência técnica, isto é, as quantidades de produtos que poderiam ser aumentadas sem necessidade de insumo adicional. A razão entre as distâncias da origem O aos pontos A e B, ou seja, OA/OB, mede a eficiência técnica.

Tem-se a curva de "isorreceita" que é representada pela razão de preço dos produtos (linha W_1W_2), e por meio dela é possível definir a eficiência alocativa. A razão entre as distâncias da origem O aos pontos B e C, ou seja, OB/OC, mede a eficiência alocativa. A ineficiência alocativa da firma A seria dada pela distância BC. Finalmente, a razão entre as distâncias da origem O aos pontos A e C, ou seja, OA/OC, mede a eficiência total ou eficiência econômica.

2.2. Modelo Analítico

2.2.1. Análise envoltória de dados (DEA)

A análise envoltória de dados é uma técnica não-paramétrica que se baseia na programação matemática, especificamente na programação linear, para analisar a eficiência relativa de uma unidade administrativa (firma), tratada como uma DMU[3].

Conforme Baptista (2002), o modelo DEA pode ser formulado tanto com orientação produto quanto com orientação insumo. Entretanto, como já destacado neste trabalho, apresenta-se apenas o modelo com orientação produto. De acordo com Charnes et al. (1994) e Estellita Lins e Meza (2000), o modelo DEA com orientação produto, pode ser representado por:

$$\text{Eficiência da DMU}_i = \frac{\nu x_i}{\mu y_i} \quad , \qquad (1)$$

[3] DMUs (*Decision Making Units*) é um termo utilizado na técnica DEA para referenciar unidades homogêneas que utilizam insumos semelhantes para produzir produtos semelhantes e têm autonomia para tomar decisões.

em que μ é um vetor (mx1) de pesos associados aos produtos e v é um vetor (kx1) de pesos associados aos insumos; y_i refere-se aos produtos; e x_i, aos insumos utilizados pela i-ésima DMU.

De acordo com Charnes et al. (1994) e Estellita Lins e Meza (2000), a formulação do problema que procura maximizar o aumento proporcional nos níveis de produto, mantendo fixa a quantidade de insumos, pode ser representada algebricamente pelo seguinte modelo:

$$\begin{aligned} &\max_{\phi,\lambda} \phi, \\ &\text{s.a. } \phi y_i - Y\lambda \leq 0, \\ &-x_i + X\lambda \leq 0, \\ &-\lambda \leq 0, \end{aligned} \tag{2}$$

em que y_i é um vetor (m x 1) de quantidades de produto da i-ésima DMU; x_i é um vetor (k x 1) de quantidades de insumo da i-ésima DMU; Y é uma matriz (n x m) de produtos das n DMU's; X é uma matriz (n x k) de insumos das n DMU's; λ é um vetor (n x 1) de pesos; e ϕ é uma escalar que tem valores iguais ou maiores do que 1 e indica o escore de eficiência das DMUs, em que um valor igual a 1 indica eficiência técnica relativa da i-ésima DMU, em relação às demais, e um valor maior do que 1 evidencia a presença de ineficiência técnica relativa.

Segundo Baptista (2002), ϕ-1 representa o aumento proporcional nos produtos que a i-ésima DMU pode alcançar, dado que a quantidade de insumo se manteve constante. Nota-se, também, que $1/\phi$ é o escore de eficiência técnica da i-ésima DMU. O problema apresentado em (2) é resolvido n vezes – uma vez para cada DMU – e, como resultado, mostra os valores de ϕ e λ: ϕ é o escore de eficiência da DMU sob análise e λ fornece os *peers* (as DMUs eficientes que servem de referência ou *Benchmark* para a i-ésima DMU ineficiente).

2.2.2. O índice Malmquist de produtividade total de fatores

De acordo com Fare et al. (1994), o índice de *Malmquist* foi inicialmente proposto por Malmquist (1953) na análise do "comportamento" do consumidor. Entretanto, foram Caves et al. (1982) que introduziram o conceito de índice de *Malmquist* na análise da produção, ao utilizarem a função distância. A função distância pode ser definida com orientação insumo ou orientação produto.

A tecnologia de produção, para um dado período t, pode ser definida pelo conjunto de possibilidade de produção P(x), que representa o conjunto de todos os vetores de produto y – que pode ser produzido pelo vetor de insumo x, isto é:

$$P(x) = \{y: x \text{ pode produzir } y\}. \tag{3}$$

que satisfaz as propriedades microeconômicas usuais, além de ser um conjunto fechado, limitado e convexo[4].

De acordo com Shephard (1970), a função de distância com orientação produto, aqui denominada por $d_o(x,y)$, pode ser definida pelo conjunto de produtos P(x), como:

[4] Mais detalhes sobre estas propriedades podem ser encontrados em Shephard (1970).

$$d_o(x,y) = min\{\phi : (y/\phi) \in P(x), \quad (4)$$

em que ϕ, na expressão (4), é um fator mínimo, pelo qual o produto pode ser contraído e, ainda assim, pertencer ao conjunto de possibilidades de produção.

A função distância $d_o(x,y)$ assumirá valores menores ou iguais a 1, se o vetor de produto y for um elemento do conjunto de produção factível, P(x), e valor igual a 1, se (x,y) estiver localizada sobre a fronteira do conjunto de produção factível – neste caso, a produção é dita tecnicamente eficiente. A função distância assumirá valores maiores que 1 no caso de o vetor de produto y não ser um elemento do conjunto de possibilidade de produção P(x).

A estimação do índice de *Malmquist* pelo uso da análise envoltória de dados, segundo Fare et al. (1994), permite decompor a mudança na produtividade total dos fatores em dois componentes: mudanças na eficiência e mudanças na tecnologia.

De acordo com Fare et al. (1994), o índice de *Malmquist* (orientação produto), para analisar mudanças na produtividade total dos fatores entre um período-base "s" e um período "t", é representado por:

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} x \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}, \quad (5)$$

Um valor de m_o maior que 1 (um) indica crescimento na produtividade total dos fatores, do período s para o período t, enquanto um valor menor que 1 (um) indica queda na produtividade total dos fatores. Esse índice pode ser decomposto em:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)}, \quad (6)$$

$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} x \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}, \quad (7)$$

Essa possibilidade de desmembramento do índice de *Malmquist* é muito importante, pois permite entender a origem das alterações na produtividade, ou seja, se um aumento de produtividade é fruto de mudança técnica ou mudança da eficiência, ou das duas simultaneamente.

Segundo Fare et al. (1994b), podem-se calcular as medidas de distância [$d^s_0(y_s,x_s)$, $d^s_0(y_t,x_t)$, $d^t_0(y_s,x_s)$ e $d^t_0(y_t,x_t)$] necessárias para obtenção do índice de *Malmquist*, utilizando-se a técnica DEA. Para a i-ésima unidade de produção, calculam-se quatro funções distância para estimar a mudança na produtividade total dos fatores, entre o período-base s e o período t. Para isso, os modelos de programação matemática para o cálculo do índice se encontram discriminados a seguir:

$[d_o^t(y_t, x_t)]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

S.a $-\phi y_{it} + Y_t\lambda \geq 0,$

$x_{it} - X_t\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0;$ (9)

$[d_o^s(y_s, x_s)]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

S.a $-\phi y_{is} + Y_s\lambda \geq 0,$

$x_{is} - X_s\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0;$ (10)

$[d_o^t(y_s, x_s)]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

S.a $-\phi y_{is} + Y_t\lambda \geq 0,$

$x_{is} - X_t\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0;$ (11)

$[d_o^s(y_t, x_t)]^{-1} = \max_{\phi,\lambda} \phi$

S.a $-\phi y_{it} + Y_s\lambda \geq 0,$

$x_{it} - X_s\lambda \geq 0,$

$\lambda \geq 0.$ (12)

Note-se que, para T períodos de tempo, foram computados 3T-2 Problemas de Programação Linear, para cada unidade de produção em análise.

2.2.3. Fonte e tratamento dos dados

Para o presente trabalho selecionaram-se as seguintes culturas e as respectivas regiões produtoras: algodão (região de Campinas), arroz de sequeiro (região de São José do Rio Preto), arroz irrigado (região de São José dos Campos), feijão (região de Sorocaba), milho (região de Ribeirão Preto) e soja (regiões de Franca e Ribeirão Preto).

Os dados utilizados neste trabalho são anuais e relacionados aos produtos agrícolas, insumos e suas composições, no estado de São Paulo. Foram, em sua grande maioria, obtidos no Instituto de Economia Agrícola (IEA), da coleção denominada "Informações Econômicas", revistas mensais em que o IEA divulga suas estatísticas, e do Anuário do IEA, “Informações Estatísticas da Agricultura Paulista”. Esses dados se referem ao período de 1985 a 2001. As variáveis utilizadas para avaliar a produtividade total dos fatores[5] de cada cultura foram: receita por hectare (R$/ha) e custo operacional efetivo (COE) por hectare (R$/ha), de cada cultura.

Os índices usados para deflacionar as variáveis utilizadas neste trabalho foram: IPR (Índice de Preço Recebido) para cada cultura; e IPP (Índice de Preços Pagos) – bens de produção, fertilizantes e mão-de-obra, cada um deles representando uma das variáveis: capital, insumos e trabalho, respectivamente. Todos os índices de preços foram obtidos na Fundação Getúlio Vargas (FGV) e corrigidos para o ano de 1994.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi dividida em três partes. Em um primeiro momento são apresentados os escores anuais de eficiência técnica das culturas de algodão, arroz, feijão, milho e soja, para o

[5] Descrição detalhada dessas variáveis, bem como das demais variáveis utilizadas neste trabalho, pode ser obtida em Coura (2004).

estado de São Paulo, no período de 1985 a 2001. Posteriormente, analisam-se as mudanças tecnológicas ocorridas para as culturas selecionadas em períodos anteriores e posteriores à abertura comercial brasileira. Por fim, são apresentados os cálculos dos índices de Produtividade Total dos Fatores dessas culturas (índice de *Malmquist*).

3.1 Escores de Eficiência Técnica

Nesta primeira parte, utilizando os modelos de análise envoltória de dados (DEA), calcularam-se os escores individuais de eficiência técnica anual de algumas culturas da agricultura paulista. Destaca-se que os períodos (anos) foram considerados como DMUs de cada cultura, ou seja, cada cultura foi representada por 17 DMUs.

O comportamento desses escores no tempo, para cada cultura individual, encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa anual da eficiência técnica das culturas selecionadas, para o estado de São Paulo, no período de 1985 a 2001

Anos	Escores de Eficiência Anual					
	Algodão	Arroz Irrig.	Arroz Seq.	Feijão	Milho	Soja
1985	0,425	0,553	0,394	0,373	0,569	0,464
1986	0,930	0,899	0,877	0,592	0,877	0,779
1987	0,607	0,435	0,705	0,694	0,462	0,616
1988	0,838	0,641	0,988	0,609	0,753	0,705
1989	0,708	0,754	0,809	0,980	0,704	0,549
1990	0,708	0,596	0,493	0,681	0,596	0,486
1991	0,535	0,982	0,649	**1,000**	0,714	0,700
1992	0,850	0,833	0,709	0,706	0,803	0,786
1993	0,776	0,920	0,723	**1,000**	**1,000**	0,946
1994	**1,000**	**1,000**	0,776	**1,000**	0,967	0,945
1995	0,680	0,784	0,776	0,621	0,690	0,812
1996	0,830	0,777	0,751	0,959	0,967	**1,000**
1997	0,889	0,856	0,649	0,615	0,814	**1,000**
1998	0,915	0,889	**1,000**	0,869	0,841	0,900
1999	0,945	0,917	**1,000**	0,909	0,923	**1,000**
2000	0,971	0,890	0,795	0,957	**1,000**	0,908
2001	**1,000**	**1,000**	0,849	**1,000**	0,693	**1,000**
Média*	0,781	0,789	0,742	0,772	0,770	0,777

Fonte: Resultados da pesquisa.
* Média Geométrica

Esta análise permite observar em quais períodos determinada cultura foi eficiente, dados os seus 17 períodos analisados. Por exemplo, o algodão foi eficiente nos anos de 1994 e 2001, enquanto a soja o foi nos anos 1996, 1997, 1999 e 2001, e assim para as outras culturas analisadas, destacando-se que os períodos em que cada cultura foi eficiente estão em negrito na Tabela 2.

A cultura do algodão apresentou uma média geométrica para o escore de eficiência técnica de 0,781 para o período analisado; isso significa que, para que este se torne eficiente (eficiência no sentido de Farrel), é necessária uma retração radial ou redução no uso dos insumos (trabalho, insumo e capital) de 21,9% de seu valor original. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para as outras culturas selecionadas.

Uma breve comparação entre as culturas revela que a do arroz de sequeiro apresentou o pior escore de eficiência técnica médio: 0,742, sendo necessária uma redução no uso dos insumos de 25,8% de seu valor original para que se torne eficiente. Ao contrário do arroz de sequeiro, o arroz irrigado apresentou em média, no período analisado, o melhor escore de eficiência técnica (0,789), exigindo uma diminuição na utilização dos insumos de apenas 21,1%.

Para verificar o impacto da abertura comercial brasileira nos escores de eficiência calculou-se a média geométrica do escore de eficiência técnica, de cada cultura, para dois períodos distintos: um anterior à abertura comercial (1985-1990) e outro posterior à abertura comercial (1991-2001). Na Tabela 3 são apresentados os resultados. Em média, todas as culturas apresentaram melhora na eficiência técnica do primeiro para o segundo período. A cultura da soja apresentou o maior aumento de eficiência entre os períodos analisados, com um escore médio de 0,903 para o período pós-abertura econômica, contra um escore médio de 0,589 para o primeiro período, isto é, antes da abertura comercial a soja necessitava de uma redução no uso de insumos de 41,1% para se tornar eficiente, ao passo que depois da abertura essa retração passou para apenas 9,7%. Em termos de variação percentual, após a abertura comercial houve aumento de 53,31% no escore médio de eficiência técnica da soja.

Tabela 3 – Média geométrica dos escores de eficiência técnica de culturas selecionadas, no estado de São Paulo, para os períodos antes e depois da abertura comercial

Período	**Algodão**	**Arroz Irrig.**	**Arroz Seq.**	**Feijão**	**Milho**	**Soja**
1985-1990 (i)	0,682	0,630	0,677	0,630	0,646	0,589
1991-2001 (ii)	0,841	0,892	0,781	0,862	0,847	0,903
Variação (%)	23,31	41,59	15,36	36,83	31,11	53,31

Fonte: Resultados da pesquisa.

(i) Período caracterizado como “antes da abertura comercial”.

(ii) Período caracterizado como “depois da abertura comercial”.

3.2. Índices de Malmquist de Produtividade Total dos Fatores (PTF)

Como salientado anteriormente, o índice de *Malmquist* possibilita o desmembramento das mudanças de produtividade em deslocamentos da unidade em relação à fronteira tecnológica (mudança na eficiência técnica) e no deslocamento da própria fronteira tecnológica (mudança tecnológica). Assim, nesta seção, serão apresentados, primeiramente, os resultados relativos ao deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica; posteriormente, as mudanças da fronteira ou evolução tecnológica; e, por último, o índice Malmquist de produtividade total dos fatores, que nada mais é do que a multiplicação dos dois componentes citados. A análise foi dividida em três períodos: os períodos 1985-1990 e 1990-2001 foram escolhidos como forma de captar o efeito desses índices antes e depois da abertura comercial, e o período 1985-2001 representa o período com um todo.

Na Tabela 4 são apresentados os índices relativos ao deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica. Percebe-se que, no período anterior à abertura da economia, somente a cultura do arroz de sequeiro indicou uma tendência de afastamento no sentido da fronteira. Já arroz irrigado, milho e soja permaneceram inalterados. As demais culturas (algodão e feijão) apresentaram deslocamento no sentido da fronteira. Já para o período após a abertura comercial, algodão e milho passam a apresentar uma ineficiência técnica (eficiência

técnica menor que 1), juntamente com arroz de sequeiro, que já mostrava essa ineficiência antes da abertura. As culturas do arroz irrigado e da soja permaneceram inalteradas. O feijão continuou apresentando um deslocamento no sentido da fronteira.

Tabela 4 – Indicadores de deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica (Mudanças na Eficiência Técnica), antes e depois da abertura comercial, no estado de São Paulo

Culturas	1985-1990	1990-2001	Período Total (1985-2001)
Algodão	1,467	0,960	1,409
Arroz Irrigado	1,000	1,000	1,000
Arroz de Sequeiro	0,585	0,809	0,473
Feijão	1,499	1,156	1,733
Milho	1,000	0,982	0,982
Soja	1,000	1,000	1,000
Média	1,043	0,979	1,021

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para o período como um todo (Tabela 4), as culturas do arroz de sequeiro e milho foram as únicas que apresentaram desempenho que pode comprometer os indicadores de produtividade, uma vez que a produtividade é dada pelo produto da eficiência técnica com a mudança tecnológica.

No caso da mudança técnica, pode-se observar, na Tabela 5, que, no período anterior à abertura comercial, só o feijão apresentou evolução tecnológica, enquanto as demais apresentaram regresso tecnológico. Em contrapartida, no período posterior à abertura comercial todas as culturas apresentaram evolução tecnológica, e os destaques ficaram com as culturas de milho e soja. Os resultados indicam que os ganhos tecnológicos obtidos depois da abertura comercial propiciaram a todas as culturas uma evolução tecnológica para o período como um todo.

Tabela 5 – Indicador de evolução tecnológica (Mudança Tecnológica), antes e depois da abertura comercial, no estado de São Paulo

Culturas	1985-1990	1990-2001	Período Total 1985-2001
Algodão	0,519	1,317	1,036
Arroz Irrigado	0,914	1,239	1,060
Arroz de Sequeiro	0,612	1,865	1,626
Feijão	1,018	1,581	1,463
Milho	0,718	2,565	1,578
Soja	0,727	3,570	2,602
Média	0,732	1,879	1,485

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 5 apontam um fato interessante. Na Tabela 4, a variação da mudança na eficiência é maior, na média, para o período anterior à abertura comercial, ou seja, 1,043 contra 0,979. Enquanto isso, na Tabela 5, a variação da mudança tecnológica é maior, na média, para o período posterior à abertura, ou seja, 1,879 contra 0,732. Esses resultados significam que antes da abertura comercial os ganhos de produtividade adivinham da difusão de tecnologias existentes e de fatores conjunturais. Com a abertura comercial, esses ganhos passaram a existir graças às inovações tecnológicas.

A seguir serão apresentados os resultados referentes ao crescimento da produtividade total dos fatores com base no índice de *Malmquist*. A apresentação também foi dividida em

períodos: antes da abertura comercial (1985-1990), depois da abertura comercial (1990-2001) e para o período como um todo (1985-2001),

Na Tabela 6 encontram-se os resultados para o primeiro período (1985-1990). Constata-se que, com exceção do feijão, todas as outras culturas apresentaram indicadores de produtividade decrescente para o período anterior à abertura comercial. O pior desempenho ficou por conta do arroz de sequeiro.

Tabela 6 – Índice de Malmquist de Produtividade Total dos Fatores (PTF) para as culturas selecionadas, no estado de São Paulo, no período de 1985 a 1990

Culturas	1985 - 1990	Evolução no Período	Evolução Anual Média
Algodão	0,761	- 24%	-5,3%
Arroz Irrigado	0,914	- 9,0%	- 1,8%
Arroz de Sequeiro	0,358	- 64%	- 18,6%
Feijão	1,527	53%	8,8%
Milho	0,718	- 28%	- 6,4%
Soja	0,727	- 27%	- 6,2%
Média	0,764		

Fonte: Resultados da pesquisa.

O resultado dos indicadores para o segundo período (1990-2001) pode ser visto na Tabela 7. Nesse período, diferentemente do período anterior, todas as culturas mostraram indicadores crescentes de produtividade. O grande destaque foi a cultura da soja, que apresentou um crescimento anual médio da produtividade de 12,3% ao ano. Outra observação é que, na média, o índice *Malmquist* antes da abertura comercial era de 0,764, enquanto no período seguinte (após abertura) ele subiu para 1,840.

Tabela 7 – Índice de Malmquist de Produtividade Total dos Fatores (PTF) para as culturas selecionadas, no estado de São Paulo, no período de 1990 a 2001

Culturas	1990 - 2001	Evolução no Período	Evolução Anual Média
Algodão	1,264	26%	2,2%
Arroz Irrigado	1,239	24%	2,0%
Arroz de Sequeiro	1,508	51%	3,8%
Feijão	1,827	83%	5,6%
Milho	2,519	152%	8,8%
Soja	3,570	257%	12,3%
Média	1,840		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deve-se Destacar que, quando se analisou o período de 1985 a 2001 conjuntamente, apenas o arroz de sequeiro não apresentou elevação na PTF. O índice de *Malmquist* para essa cultura foi de 0,769. Para todas as demais culturas houve elevações na PTF.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, pode-se inferir que, em média, a eficiência técnica de todas as culturas apresentou variação positiva para o período após a abertura comercial. Essa variação não foi distribuída uniformemente entre as culturas, e a soja mostrou o melhor desempenho.

A cultura do arroz, tanto irrigado como de sequeiro, parece não ter participado ou se adequado tão bem ao processo de abertura comercial, resultando em indicadores de PTF baixos ou até negativos. Esse resultado pode estar refletindo tecnologia pouco desenvolvida

ou pequena participação dessa cultura na agricultura paulista.

A análise da produtividade total dos fatores permite concluir que esta foi influenciada mais fortemente por mudanças técnicas do que por mudanças na eficiência, ou seja, os aumentos da produtividade das culturas selecionadas possivelmente foram proporcionados por inovações tecnológicas.

De maneira geral, pode-se concluir que a abertura comercial propiciou melhoria nos indicadores de produtividade das culturas selecionadas tanto por ganhos de eficiência quanto por mudanças tecnológicas, porém com destaque para esta última.

Obviamente, esses resultados devem ser tomados com certa cautela, devido ao número de observações reduzidas; entretanto, eles apresentaram uma sinalização de como evoluiu a produtividade das culturas selecionadas. No geral, verifica-se que os resultados encontrados contribuem para uma análise individual e um diagnóstico do processo de desenvolvimento agrícola de cada cultura analisada.

5. REFERÊNCIAS

BAPTISTA, A. J. M. S. **Progresso tecnológico, mudanças na eficiência e produtividade na pesca artesanal em Cabo Verde, na década de 90**. Viçosa: DER/UFV, 2002. 89p. Tese de Mestrado.

BONELLI, R.; FONSECA, R**. Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para economia brasileira.** 1998, mimeo.

CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; DIEWERT, W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1393-1414, November 1982.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L.M. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994.

CONSIDERA, C.M. Ideologia, globalização e emprego**. Jornal do Economista**, Corecon, n. 83, Dez. 1995.

COURA, R.M. **Produtividade total do fatores (PTF) na agricultura paulista: 1985-2001.** Viçosa: DER/UFV, 2004. 61p. Tese de Mestrado.

CUNHA, A.R.A.A. Mudanças institucionais e armadilhas metodológicas: uma análise comparativa dos censos agropecuários de 1985 e 1995/96 para os estado de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO SOBRE ECONOMIA MINEIRA, 10. 2002, Diamantina. **Anais...** Belo Horizonte, MG: CEDEPLAR, 2002. 1 CD-ROM.

ESTELLITA LINS, M.P.; MEZA, L.A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à tomada de decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

FARE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. New York: Cambridge University Press, 1994. 295 p.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society.** v. 120, p. 252-290, 1957.

FEIJÓ, C.; CARVALHO, P.G.M. Sete teses equivocadas sobre aumento da produtividade industrial nos anos recentes**. Boletim de Conjuntura**, IEI/UFRJ, jul. 1994.

FRIED, H.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. **Measurement of productive efficiency: techniques and applications.** New York: Oxford University Press, 1993. 426 p.

FORSUND, F. R.; LOVELL, C. A. R.; SCHMIDT, P. A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. **Journal of Econometrics**, North-Holland, v.13, n.1, p. 5-25, May 1980.

GROSSKOPF, S. Efficiency and productivity. In: **The measurement of productive efficiency.** New York: Oxford University Press, 1993. P. 160-194.

HOMEM DE MELO, F. B. **A abertura comercial e o papel dos aumentos de produtividade na agricultura brasileira.** Instituto Futuro Brasil – IFB, 2002.

JOHNSTON, F.; MELLOR, T.W. The role of agriculture in economic development. **American Economic Review**, Menasha, v. 51, n. 4, p. 566-93, Sept. 1961.

LOVELL, C. A. K. Production frontiers and productive efficiency. In: **The measurement of productive efficiency: techniques and applications.** New York: Oxford University Press, 1993. p. 3-67.

MALMQUIST, S. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos de Estadistica**, n.4, p.209-242, 1953.

SHEPHARD, R.W. **Theory of cost and production functions**. Princeton: Princeton University, 1970. 308 p.

SILVA, A .O; DOELLINGER, C.; CONSIDERA, C.; HORTA, M. H.; LEVY, P. M.; VILLELA, R. **Retrospectiva da economia brasileira: perspectiva da economia brasileira-1994**. Rio de janeiro: IPEA, 1993, cap.1, p. 13-41.

VICENTE, J. R.; ANEFALOS, L. C.; CASER, D. V. Viéses no cálculo de números-índices utilizando a fórmula de Törnqvist em séries com ausência de dados. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 45-48, jun. 2001.