

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 502

# Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira

José Garcia Gasques  
Júnia Cristina P.R. da Conceição

JULHO DE 1997



TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 502

# Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira\*

*José Garcia Gasques\*\**  
*Júnia Cristina P.R. da Conceição\*\**

Brasília, julho de 1997

---

**Agradecemos a Manoel Antônio S. da Cunha (IBGE), Katia Dias (IBGE), Vandeli dos Santos Guerra (IBGE), Maria José Cylar Monteiro (FGV), José Sidnei Gonçalves (IEA), à Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), ao Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos Agrícolas (SINDAG) e à Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), pelo valioso apoio no fornecimento de grande parte das informações.**

**\*\* Técnicos da Coordenadoria Geral de Políticas Públicas (CGPOP) do IPEA.**

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO  
Ministro: *Antônio Kandir*  
Secretário Executivo: *Martus Tavares*



**Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

**Presidente**

*Fernando Rezende*

**DIRETORIA**

*Claudio Monteiro Considera*

*Gustavo Maia Gomes*

*Luís Fernando Tironi*

*Luiz Antonio de Souza Cordeiro*

*Mariano de Matos Macedo*

*Murilo Lôbo*

O IPEA é uma fundação pública, vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, cujas finalidades são: auxiliar o ministro na elaboração e no acompanhamento da política econômica e promover atividades de pesquisa econômica aplicada nas áreas fiscal, financeira, externa e de desenvolvimento setorial.

**TEXTO PARA DISCUSSÃO** tem o objetivo de divulgar resultados de estudos desenvolvidos direta ou indiretamente pelo IPEA, bem como trabalhos considerados de relevância para disseminação pelo Instituto, para informar profissionais especializados e colher sugestões.

Tiragem: 170 exemplares

**SERVIÇO EDITORIAL**

**Brasília — DF:**

SBS Q. 1, Bl. J, Ed. BNDES, 10<sup>o</sup> andar

CEP 70076—900

E—mail: editbsb@IPEA.gov.br

**Rio de Janeiro — RJ:**

Av. Presidente Antonio Carlos, 51, 14<sup>o</sup> andar

CEP 20020—010

E—mail: editorial@IPEA.gov.br

---

## SUMÁRIO

---

SINOPSE

**1** INTRODUÇÃO 7

**2** O ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE E OS DADOS 8

**3** RESULTADOS E CONCLUSÃO 12

ANEXO 17

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 19

---



---

## SINOPSE

---

**E** ste estudo teve como objetivo mensurar a produtividade da agricultura brasileira no período 1976/1994. Foram calculados os índices de produtividade total da agricultura, produtividade da terra e do trabalho, utilizando o índice de Tornqvist. Conclui-se que a agricultura brasileira apresentou crescimento na produtividade, embora esse crescimento tenha se dado a taxas decrescentes no último ano.



## 1 INTRODUÇÃO

A partir dos anos 80, o crescimento da agricultura brasileira tem ocorrido em função de ganhos de produtividade [Gasques e Villa Verde (1990)]. Há, também, trabalhos que mostram que o crescimento não é uniforme, tendo sido constatado que, setorialmente, os produtos exportáveis crescem a taxas maiores do que os produtos de mercado interno [Homem de Mello (1988)]. Uma possível explicação para essa diferenciação do crescimento seria que os exportáveis teriam incorporado de forma mais intensa a disponibilidade de tecnologia [Graziano da Silva (1995)].

As relações entre crescimento e produtividade dos fatores têm sido analisadas principalmente com base em medidas de produtividades parciais, nas quais, normalmente, são calculadas as produtividades da terra e do trabalho [Kageyama e Graziano da Silva (1983); Hoffmann e Jamas (1990); Campos (1982)]. Apesar da contribuição que esse tipo de abordagem tem trazido, existem evidências de que as medidas de produtividade parciais são insuficientes [Christensen (1975); Alves (1979)]. Christensen (1975) inicia um artigo clássico sobre conceitos e medidas de produtividade com uma preocupação já antiga nesse sentido, embora se mostrasse perplexo pela falta de aprimoramento metodológico sobre esse assunto, especialmente quanto à mensuração dos índices de produtividade total dos fatores (PTF). Já em 1959, reconheceu-se que “a melhor medida de produtividade é a que compara o produto com o uso combinado de todos os recursos” [Christensen 1975, p. 910]. Christensen observa que, a partir de trabalhos como esse, “reconheceu-se a inadequação dos índices de produtividades parciais, tais como, produto por homem ou produto por área”. Uma prova disso é a preocupação com o desenvolvimento de indicadores de produtivi-

---

dade total dos fatores, como o melhor medida do desempenho do crescimento da agricultura, uma vez que as produtividades parciais não captam o efeito interativo dos diversos fatores envolvidos no processo produtivo.

Um trabalho de Vera Filho e Tollini (1979) mostra que podem ocorrer erros pela utilização de indicadores de produtividades parciais. Um desses erros refere-se à interpretação que usualmente se faz desses índices, quanto à sua contribuição ao crescimento da agricultura, pois outros fatores também responsáveis pelo crescimento não estão sendo considerados. Esse tipo de erro de interpretação ocorre, principalmente, quando a análise do crescimento é baseada em apenas um indicador de produtividade (terra ou trabalho, por exemplo). Os autores sugerem, como tentativa de contornar esse problema, a utilização de mais indicadores de produtividade parciais referentes aos fatores de produção considerados mais importantes. Outra limitação do uso dos indicadores parciais de produtividade, salientada por Alves (1979), é que o comportamento de um indicador parcial pode estar sinalizando uma direção diferente daquela obtida, quando se consideram os indicadores de PTF.

Na literatura internacional, essa preocupação é mais antiga; inclusive, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos calcula índices de produtividade total dos fatores desde 1947 [Christensen (1975); Griliches (1960)]. No Brasil, existem poucos trabalhos sobre esse assunto; alguns restringem-se a uma abordagem regional, como é o caso dos trabalhos de Silva (1984), Silva e Carmo (1986) e Campos (1995). Os trabalhos de Vicente *et alii* (1990) e, mais recentemente, o de Ávila e Evenson (1995), embora este utilize dados de 1985, estimam indicadores de produtividade total dos fatores em nível de Brasil.

A partir dessa discussão, o presente trabalho contempla a direção de estimar indicadores de

---

produtividade total dos fatores para a agricultura brasileira, tomando por referência o período 1976 a 1994. Vale ressaltar que se tem, também, preocupação com a produção sistemática desses indicadores, tendo em vista sua importância na compreensão do desempenho agregado da agricultura.

## 2 O ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE E OS DADOS

A medida convencional do índice de produtividade total dos fatores consiste em obter um índice de produto total e um índice dos insumos totais. A  $PTF$  será o quociente entre esses dois índices e, normalmente, é interpretada como o aumento da quantidade de produto que não é explicada pelo aumento da quantidade dos insumos, mas sim pelos ganhos de produtividade destes.

A definição do índice de produtividade total dos fatores é feita a partir da identidade geral:

$$\sum_{i=1}^n P_i Y_i = \sum_{j=1}^m p_j X_j,$$

em que  $P_i$  é o preço do produto,  $p_j$  é o preço do insumo,  $Y_i$  é a quantidade do produto e  $X_j$  é a quantidade do insumo. A partir dessa identidade é possível obter a definição da produtividade total dos fatores como a diferença entre o crescimento do produto total e o crescimento dos insumos totais. No anexo, encontra-se o detalhamento de como chegar a essa definição a partir da identidade geral da renda.

A diferença no cálculo dos diversos indicadores de produtividade total dos fatores refere-se à escolha do número índice utilizado para mensurar a relação entre quantidade agregada de produtos e de fatores. Como salientou Christensen (1975), o índice de Laspeyres, embora muito utilizado, somente é adequado quando se supõe uma função de produção na qual há perfeita substituição de fato-

res, como é o caso da função de produção linear, fato questionável como boa aproximação do mundo real.

Neste trabalho, a mensuração do índice de PTF se baseará na metodologia sugerida por Christensen e Jorgenson (1970) e recentemente utilizada por Rosegrant e Evenson (1992) e Ávila e Evenson (1995). E especificamente, será utilizada a fórmula de Tornqvist, tendo em vista sua superioridade em relação aos tradicionais índices de Laspeyres e Paasche. O índice de Tornqvist é considerado superior aos demais, por corresponder a uma função de produção mais flexível como a translog, conforme foi demonstrado por Diewert (1976).<sup>1</sup> As propriedades desse índice são detalhadamente discutidas em Nadiri (1970) e Hulten (1973).

A definição do índice de Tornqvist é a seguinte:

$$PTF_t / PTF_{t01} = \frac{\left( \frac{S_{it} S_{it01}}{2} \right)^{\frac{1}{n}} \prod_{i=1}^n \frac{Y_{it}}{Y_{it01}}}{\left( \frac{C_{jt} C_{jt01}}{2} \right)^{\frac{1}{m}} \prod_{j=1}^m \frac{X_{jt}}{X_{jt01}}} \quad (1)$$

Nessa expressão, os termos  $Y_i$  e  $X_j$  são, respectivamente, as quantidades dos produtos e dos insumos.  $S_i$  e  $C_j$  são, respectivamente, as participações do produto  $i$ , no valor agregado dos produtos, e do insumo  $j$ , no custo total dos insumos (ver anexo).

Aplicando-se logaritmos à expressão (1), chega-se à formulação geral de Tornqvist, que é a seguinte:

$$\ln PTF_t / PTF_{t01} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n S_{it} S_{it01} \ln \frac{Y_{it}}{Y_{it01}} - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m C_{jt} C_{jt01} \ln \frac{X_{jt}}{X_{jt01}} \quad (2)$$

<sup>1</sup> A respeito da função de produção translog, ver, por exemplo, Christensen, Jorgenson e Lau (1971 e 1973).

$$- \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m C_{jt} - C_{jt-1} \ln \frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}$$

Essa é a expressão utilizada para estimar a variação da produtividade total e, como se nota, o primeiro termo refere-se ao índice agregado de produto, e o segundo, ao índice agregado de insumos. Quando o índice é especificado com o sendo igual a 100 num determinado ano e acumulam-se os valores obtidos a partir da equação (2), obtém-se o índice de produtividade total dos fatores.

Na literatura são apontadas importantes qualidades do índice de Tornqvist, conforme ressaltam Rosegrant e Evenson (1992). Entre elas, cita-se o fato de o índice permitir a consideração de mudanças na qualidade dos insumos, na medida em que os preços correntes dos fatores e produtos são usados na construção das participações ( $S_i$  e  $C_j$ ).

Normalmente, relaciona-se o índice de produtividade total ao progresso tecnológico. Em que pese a validade dessa associação, vale ressaltar que também economias de escala podem estar explicando o aumento da produtividade total dos fatores, na medida em que implicarão redução de custos de fatores, dada uma quantidade de produto, levando também ao aumento da produtividade total dos fatores. Esse problema é bem lembrado por Silva e Carmo (1986, p. 152), que colocam a necessidade de comentários sobre os fatores que podem interferir na "mensuração do progresso tecnológico por meio de índices de produtividade total (...) Entre eles, ressaltam-se os efeitos de economias e deseconomias de escala, que serão refletidos nos índices de produtividade, podendo levar a uma superestimação ou subestimação do coeficiente de progresso técnico".

Lembrando que a  $P_{TF}$  é uma relação entre um índice de produto total e um índice de insumo total, apresentam-se, inicialmente, as informações utilizadas para a obtenção do índice do produto e, em seguida, as referentes ao índice dos insumos usa-

dos na produção. Para o cálculo do índice de produtividade total dos fatores, são utilizados os seguintes dados agregados para o Brasil no período 1976 a 1994.

O índice de produto total é obtido pela agregação das lavouras e da pecuária, cujos dados são do IBGE, publicados, respectivamente, em Produção Agrícola Municipal (PAM) e Produção da Pecuária Municipal (PPM). As lavouras dividem-se em temporárias e permanentes, num total de aproximadamente sessenta produtos. Essas informações são, normalmente, publicadas em quantidade produzida e valor da produção por cultura, de tal forma que foi possível obter as participações de cada atividade no produto total. No caso da pecuária, por meio de um procedimento análogo, foi também possível obter as participações de cada produto animal no valor total da produção. Foram considerados os seguintes itens para obtenção do valor da produção animal: abates de bovinos, suínos e aves, em que as quantidades referem-se ao peso das carcaças. Além desses produtos, consideraram-se, também, as quantidades e os valores do leite, lã, ovos de galinha, ovos de codorna, mel de abelha e casulos. Dessa forma, a parte referente ao numerador do índice de produtividade total é bastante abrangente, pois inclui todos os produtos utilizados pelo IBGE na composição do PIB agropecuário. Com exceção das informações dos preços de carcaças de bovinos, suínos e aves, que foram obtidas junto à FGV, as demais foram levantadas no IBGE.

Na construção do índice de insumo total, foram consideradas as variáveis mão-de-obra, máquinas, terras e os insumos intermediários, fertilizantes e defensivos. O índice de insumos totais consiste, desse modo, na agregação dessas variáveis, por meio da participação de cada uma no custo total.

Apesar de haver, para a montagem de uma série relativamente longa, dificuldades em diversas variáveis devido a mudanças de metodologia, au-

---

sência de dados e outros, a maior dificuldade ocorreu com relação ao pessoal ocupado. Como nosso interesse era estimar a produtividade total dos fatores anualmente, a fonte das informações foi a PNAD, que publica dados de pessoal ocupado e rendimentos segundo ramos de atividades. É importante ressaltar que, a partir da PNAD/92, houve mudanças na metodologia utilizada no cálculo do pessoal ocupado, o que impossibilitava uma análise consistente ao longo do período deste trabalho. A partir de 1992, foram computadas as pessoas que estavam na agricultura, mesmo que não estivessem desenvolvendo trabalhos agrícolas, como os ocupados na produção para o próprio consumo, os em atividade de construção para o próprio uso e os não-remunerados que trabalhavam menos de quatorze horas por semana. Isso acarretaria uma superestimação do pessoal ocupado comparativamente ao período anterior a 1992, que não considerava na contagem do pessoal esse tipo de informação. Por essa razão, para os anos 1992, 1993 e 1995 — já que no ano de 1994 não foi feita a PNAD —, utilizamos uma tabulação especial cedida pelo IBGE. Dessa forma, o período 1976 — 1994 pode ser utilizado sem problemas. Para estimar o custo com a mão-de-obra em cada ano, multiplicou-se o ponto médio de cada classe de rendimento pelo número de pessoas ocupadas por classe de rendimento.

Trabalhos como os de Griliches (1960) e de outros autores recomendam que se utilizem, preferencialmente, os serviços de mão-de-obra, como, por exemplo, as horas trabalhadas ou os equivalentes-homem por unidade de área. Essa seria uma forma de corrigir a composição da força de trabalho, a qual, sabidamente, apresenta diferenças que interferem na produtividade. Além disso, há diferenças no grau de escolaridade que também afetam a produtividade. Infelizmente, os dados disponíveis não possibilitaram a correção desses vieses. De certo modo, neste trabalho esse problema é amenizado, pois o índice utilizado para a mensuração da PTF, como o já foi menciona-

do, considera os preços correntes para o cálculo das participações dos fatores e, dessa forma, permite que ocorram mudanças na qualidade dos fatores, que serão refletidas nos preços [Rosengrant e Evenson (1992)]. Além disso, há autores que têm usado a quantidade de mão-de-obra ocupada, em função da não-disponibilidade de dados que expressem os serviços de mão-de-obra [Wen (1993)].

Outro componente considerado no índice de insumo total — o fator terra — foi tomado sob a forma de área colhida das lavouras temporárias e permanentes, cujas informações foram também obtidas na PAM do IBGE. Para o cálculo da participação da terra no custo total dos insumos, foi feita a transformação em valor, e, para tanto, utilizou-se o preço médio dos arrendamentos de terras para lavouras, publicado pela FGV. Seria necessário considerar, também, as áreas de pastagens, pois esse item é muito importante na pecuária. Entretanto, essas informações censitárias não são disponíveis.

A obtenção das informações referentes ao capital sob a forma de máquinas e equipamentos também apresentou dificuldades em função da ausência de informações sobre seus serviços. Isso impossibilitava o cálculo do custo de utilização de máquinas e equipamentos para a obtenção das participações desse item no custo total. A alternativa encontrada foi utilizar as informações sobre o faturamento líquido, definido pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), como sendo a soma das vendas de máquinas e peças de reposição. A quantidade de máquinas, por sua vez, refere-se ao número de unidades vendidas, obtidas também na mesma fonte. Para levar em conta a depreciação das máquinas, foi adotado o seguinte procedimento: o número de unidades vendidas a cada ano foi acumulado anualmente ao longo do período de 1975 a 1995, e a cada dez anos, subtraiu-se o número de unidades existentes, admitindo-se, por-

---

tanto, que a depreciação venha ocorrendo a cada dez anos.

### 3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Foram calculados os índices de produtividade total dos fatores, para o período de 1976 a 1994, e as produtividades parciais da terra e do trabalho, utilizando-se o índice de Tornqvist. Uma síntese desses resultados é apresentada na tabela 1.

**TABELA 1**  
**Índices de Tornqvist para a Produtividade da**  
**Agricultura Brasileira\***

<b>Ano</b>	<b>Prod. Total</b>	<b>Terra</b>	<b>Mão-de-Obra</b>
1977/76	100,0	100,0	100,0
1978/77	96,41	94,79	96,00
1979/78	104,33	102,50	105,58
1980/79	119,33	113,35	122,58
1981/80	131,81	127,06	133,76
1982/81	124,75	121,73	130,15
1983/82	134,90	128,59	131,57
1984/83	133,58	132,40	137,23
1985/84	153,38	149,78	159,85
1986/85	131,60	126,48	140,63
1987/86	153,49	148,00	162,45
1988/87	157,82	152,49	169,53
1989/88	166,85	161,27	178,25
1990/89	164,41	159,03	168,57
1991/90	171,22	163,99	175,60
1992/91	179,93	175,32	184,43
1993/92	183,59	178,62	181,25
1994/93	191,56	185,98	197,21

Fonte: Dados do Trabalho.

Nota: \* Ver anexo sobre o procedimento utilizado para o cálculo.



**TABELA 2**  
**Taxas Anuais de Crescimento das Produtividades Total e Parcial na Agricultura Brasileira \***

		(Em porcentagem)		
		1976 a 1994	1976 a 1985	1986 a 1994
Produtividade total (PTF)		3,88	4,50	3,11
Produtividade da terra		3,79	4,31	3,23
Produtividade do trabalho		4,02	5,05	2,21

Fonte: Dados do Trabalho.

Nota: \*Para a obtenção da taxa de crescimento, foi feita uma regressão do logaritmo do índice de PTF, contra a variável tendência. A taxa anual de crescimento foi obtida subtraindo 1 do expoente do coeficiente da variável tendência.

Essa redução da taxa de crescimento da produtividade total da agricultura é uma questão preocupante, pois ocorre num momento em que os ganhos de produtividade são considerados condição essencial para a garantia da competitividade do setor.

A tendência de crescimento a taxas decrescentes não seria uma situação de certo modo preocupante se a agricultura brasileira já tivesse atingido um patamar bastante elevado de produtividade. Entretanto, esse fato ainda não ocorreu, como mostram os trabalhos da EMBRAPA [Brasil (1992)], que apontam para a existência de expressivos ganhos potenciais de produtividade. Se, de fato, a agricultura brasileira apresenta retornos constantes à escala, como sugere Silva (1996), seria possível inferir-se que tem ocorrido uma tendência de redução do crescimento do progresso tecnológico na agricultura.

Sem pretender aprofundar as razões que estariam influenciando esse comportamento, o ponto mais diretamente relacionado à redução do crescimento da produtividade da agricultura é a acentuada mudança que tem ocorrido na composição do produto da agricultura. De um modo geral, como se vê na tabela 3, o setor de frutas tem aumentado sua participação, especialmente quando se inclui a laranja. Do mesmo modo, tem aumentado a participação da produção animal no total do

valor da produção agropecuária. O setor de grãos, ao contrário, tem apresentado diminuição expressiva (de 39%, na média do triênio 1975/77, para 29%, na média do triênio 1992/94), o que explica, em parte, a menor taxa de crescimento da produtividade da agricultura, pois, como se sabe, esses produtos têm um grande significado na composição do valor da produção que não foi compensado pelos outros setores, embora estes tenham aumentado significativamente sua expressão. Em outras palavras, o aumento da participação dos setores como frutas e produção animal não foi suficiente para evitar a queda do valor da produção agregada da agricultura, o que pode ser comprovado pela curva do índice de produto total apresentada no gráfico 1. Nota-se, ainda, que essa curva tem um comportamento muito semelhante ao da curva de produtividade total.

**TABELA 3**  
**Evolução das Participações por Grupos de Atividades na**  
**Agricultura Brasileira — 1975 a 1994**

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Cereais	0,39	0,40	0,37	0,32	0,31	0,37	0,36	0,35	0,35	0,37
Leguminosas	1	2	4	6	8	6	5	2	3	2
Oleaginosas										
Cacau/café										
Cana-de-açúcar/borracha	0,167	0,12	0,18	0,20	0,19	0,16	0,197	0,18	0,211	0,19
Frutas com laranja	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08
Frutas sem laranja	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Produção animal	0,24	0,26	0,23	0,28	0,30	0,27	0,24	0,25	0,25	0,23
Outros	0,114	0,12	0,121	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
	4	4	1	5	5	2	6	9	5	0
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Cereais	0,35	0,35	0,31	0,30	0,24	0,27	0,27	0,28	0,26	0,31
Leguminosas	0	0	3	8	4	8	9	4	9	9
Oleaginosas										
Cacau/café										
Cana-de-açúcar/borracha	0,26	0,20	0,22	0,18	0,18	0,179	0,177	0,18	0,16	0,16
Frutas com laranja	0,08	0,09	0,10	0,13	0,171	0,114	0,117	0,117	0,13	0,141
Frutas sem laranja	0,04	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07
Produção animal	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,28	0,31	0,23
Outros	0,07	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,07	0,09
	7	3	5	5	1	3	2	4	9	5

Fonte: Dados do trabalho.

Em geral, não há, na literatura, informações atualizadas sobre taxas de crescimento da produ-

tividade total da agricultura em outros países. Rosegrant e Evenson (1992) apresentaram o índice de produtividade total para a Índia e outros países em desenvolvimento, e encontram taxas bem inferiores às obtidas neste trabalho. Veeman (1995) apresenta algumas estimativas de produtividade total, calculadas por meio do Índice de Tornqvist, e mostra que Fantino e Veeman (1994) encontraram as seguintes estimativas para o Canadá: em 1948—1991, 1,88%; em 1962—1991, 1,275. Jorgenson e Gollop (1992) obtiveram, para os Estados Unidos, as seguintes estimativas para a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores: 1,83%, em 1984—1989, e 1,58%, em 1947—1985. A informação mais recente é encontrada no artigo de Mullen e Cox (1996), que obteve, para o período 1953 a 1994, uma taxa anual de 2,5% para o crescimento da produtividade total na Austrália.

Por outro lado, no que se refere às comparações intersetoriais, o cálculo da taxa de crescimento da produtividade do trabalho, obtida a partir do estudo de Bonelli (1996), permite que se conclua que a produtividade da agricultura brasileira é bem inferior à da indústria de transformação. Os ramos industriais em que a produtividade da mão-de-obra mais se aproxima da obtida para a agricultura são material de transporte e têxtil, conforme pode ser visto na tabela 4. Esse é outro aspecto que merece ser melhor investigado, tendo em vista a importância já mencionada dos ganhos de produtividade que podem ser obtidos pela melhoria da qualidade da mão-de-obra.

**TABELA 4**  
**Produtividade Intersectorial na Economia Brasileira, 1985—1995**  
**Taxa de Crescimento — Produtividade do Trabalho\***

Setores	Taxas Anuais de Crescimento da Produtividade
	(Em porcentagem)

Agricultura (1986 a 1994)	2,21
Indústria de transformação (1985 a 95)	4,03
Metalurgia	3,70
Mecânica	3,10
Mat. elétrico	6,46
Mat. transporte	2,45
Química	4,64
Têxtil	2,84
Prod. alimentares	4,37

---

Fonte: Agricultura: tabela 2; Indústria: Bonelli (1996).

Nota: \*No trabalho de Bonelli, o índice refere-se ao quociente entre valor da produção e horas trabalhadas, enquanto, no nosso, foi aplicado o índice de Tornqvist, no qual as quantidades de produtos e fatores são ponderados pelas respectivas participações.

O trabalho aponta, portanto, para uma redução da taxa de crescimento da produtividade da agricultura e abre caminho para futuros estudos que procurem entender melhor a dinâmica do processo de transformações que vem ocorrendo nesse setor.

---

ANEXO

$$\sum_{i=1}^h P_i Y_i \sum_{j=1}^m p_j X_j \tag{1}$$

Fazendo a diferencial total da expressão (1) com relação ao tempo, tem os

$$\sum_{i=1}^n P_i \frac{Y_i}{t} . dt + \sum_{i=1}^n Y_i \frac{P_i}{t} . dt + \sum_{j=1}^m p_j \frac{X_j}{t} . dt + \sum_{j=1}^m X_j \frac{p_j}{t} . dt \tag{2}$$

Dividindo-se a expressão (2) por  $\sum_{i=1}^n P_i Y_i$  e multiplicando os quatro termos por  $Y_i/Y_i$ ,  $P_i/P_i$ ,  $X_j/X_j$  e  $p_j/p_j$ , terem os

$$\sum_{i=1}^n P_i \frac{Y_i}{t} . dt \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{Y_i}{Y_i} + \sum_{i=1}^n Y_i \frac{P_i}{t} . dt \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{P_i}{P_i} =$$

$$\sum_{j=1}^m p_j \frac{X_j}{t} . dt \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{X_j}{X_j} + \sum_{j=1}^m X_j \frac{p_j}{t} . dt \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{p_j}{p_j}$$

A partir dessa transformação obtem os:

$$\sum_{i=1}^n \frac{P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{1}{Y_i} \cdot \frac{Y_i}{t} . dt + \sum_{i=1}^n \frac{Y_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{1}{P_i} \cdot \frac{P_i}{t} . dt =$$

$$\sum_{j=1}^m \frac{p_j X_j}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{1}{X_j} \cdot \frac{X_j}{t} . dt + \sum_{j=1}^m \frac{X_j p_j}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \cdot \frac{1}{p_j} \cdot \frac{p_j}{t} . dt \tag{4}$$

Definindo no lado esquerdo da equação (4), que:

$$\frac{P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} = S_i, \frac{1}{Y_i} \cdot \frac{\Delta Y_i}{\Delta t} \cdot dt = Y_i; \text{ e } \frac{1}{P_i} \cdot \frac{\Delta P_i}{\Delta t} \cdot dt = P_i,$$

e, no lado direito, que

$$\frac{p_j \cdot X_j}{\sum_{j=1}^m P_j Y_j} = C_j, \frac{1}{X_j} \cdot \frac{\Delta X_j}{\Delta t} \cdot dt = X_j \text{ e que } \frac{1}{p_j} \cdot \frac{\Delta p_j}{\Delta t} \cdot dt = p_j.$$

Os termos  $S_i$  e  $C_j$  indicam, respectivamente, a participação (*Share*) do produto  $i$  no valor total do produto, e a participação do insumo  $j$  no custo total. Os demais termos,  $Y_i$ ,  $P_i$ ,  $X_j$ ,  $p_j$ , indicam variações nas quantidades e preços dos produtos e insumos.

Usando essas definições, a equação (4) pode ser expressa da seguinte forma,

$$\sum_{i=1}^n S_i \cdot Y_i = \sum_{i=1}^n S_i \cdot P_i = \sum_{j=1}^m C_j \cdot X_j = \sum_{j=1}^m C_j \cdot p_j \quad (5)$$

ou  $Y + P = X + p$

Essa expressão pode ser escrita na forma de produtividade total dos fatores:

$$Y - X = p - P = PTF \quad (6)$$

Nessa igualdade,  $Y - X$  é a variação do produto que não decorre de variação na quantidade utilizada de insumos;  $p - P$  é a variação do preço do produto que não decorre de mudanças dos preços de fatores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. R. de A. *A produtividade da agricultura brasileira*. 1979, 34 p.
- ANFAVEA — Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Anuário estatístico da indústria automobilística brasileira*. 1996.
- ÁVILA, A. F. D. e EVENSON, R. E. Total factor productivity growth in the brazilian agriculture and the role of agricultural research. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XXXIII, 31/07 a 03/08/1995, Curitiba. Anais ... 1995.
- BONELLI, R. Produtividade industrial nos anos 90: controvérsias e quase fatos. In: *A economia brasileira em perspectiva*. — Rio de Janeiro: IPEA, 1996. 838 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura/EMBRAPA. *Mapeamento da produção de grãos no Brasil*. EMBRAPA/SEA, 1992. Projeto BRA-91/014. mimeo
- CAMPOS, A. C. Caracterização do crescimento na agricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XX, 26 a 29/07/1982, Curitiba. Anais ... 1982.
- CAMPOS, R. T. Mensuração do progresso tecnológico da agropecuária cearense: 1970/90. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XXXIII, 31/07 a 03/08/1995, Curitiba. Anais ... 1995.
- . Transcendental logarithmic production frontiers. *Rev. Econ. & Statist*, n.55, p.28-45, 1973.
- CHRISTENSEN, L. R. Concepts and measurement of agricultural productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, Lexington, v.57, n.5, p.910-15, Dec. 1975.
- CHRISTENSEN, L. e JORGENSEN, D. U.S. real product and real factor input. 1929-1967. *Rev. Income and Walter*, n.16, p.19-50, 1970.
- CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSEN, D. W. e LAU., L. J. Conjugate duality and the transcendental lo-

- garithmic production function.** *Econometrica*, n.39, p.255-56, 1971.
- DIEWERT, W. E.** **Exact and superlative index numbers.** *Journal of Econometrics*, n.4, p.115-45, 1976.
- FANTINO, A. A e VEE MAN, T. S.** *The choice of index numbers in measuring agricultural productivity: a canadian empirical case study.* Contributed paper presented at XXII International Conference of Agricultural Economists, Harare, Zimbabwe, 12 ms, 1994.
- GASQUES, J. G. e VILLA VERDE, C. M.** **Crescimento da agricultura brasileira e política agrícola nos anos oitenta.** *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.37, n.1, p.183-204, 1990.
- \_\_\_\_\_.— **Brasília: IPEA, 1990 (Texto para Discussão, n.204)**
- GRAZIANO DA SILVA, J.** **Evolução do emprego rural e agrícola.** *In: Anais da SOBER, 1995.* p.143-1459.
- GRILICHES, Z.** **Measuring. Inputs in agriculture: a critical survey.** *Journal Farm Economics*, n.42, p.1411-27, Dec. 1960.
- HOFFMANN, R. e JAMAS, A. L.** **A produtividade da terra e do trabalho na agricultura de 332 microrregiões do Brasil.** **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XXVIII, 22 a 27/07/1990, Florianópolis. Anais .... 1990.**
- HOMEM DE MELLO, F.** **Um diagnóstico sobre produção e abastecimento alimentar no Brasil.** *In: AGUIAR, Maria de Nazareth (org.) Questão da produção e do abastecimento alimentar no Brasil: um diagnóstico macro com cortes regionais.— Brasília: IPEA/PNUD/ABC, 1988.*
- HULTEN, C. R.** **Divisia index numbers.** *Econometrica*, v.41, n.6, Nov. 1973.
- IBGE.** *PAM—Produção Agrícola Municipal, vários anos.*
- IBGE.** *PPM—Produção da Pecuária Municipal, vários anos.*
- IBGE.** *PNAD—Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, vários anos.*
-

- JORGENSON, D. W. e GOLLOP, F. M.** Productivity growth in U.S. agriculture: a postwar perspective. *American Journal of Agricultural Economics*. Aug. 1992.
- KAGEYAMA, Ângela A e GRAZIANO DA SILVA, José.** Produtividade e emprego na agricultura brasileira. *Desenvolvimento capitalista no Brasil*, n.2 — Ensaio sobre a Crise, *Brasiliense*, p.192-222, 1983.
- MULLEN, J. D. e COX, T. L.** Measuring productivity growth in Australian broadacre agriculture. *Australian Journal of Agricultural Economics*, v.40, n.3, p.189-210, Dec. 1996.
- NADIRI, M. I.** Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey. *Economic Literature*, v. VIII, n. 4, Dec. 1970.
- ROSEGRANT, M. W. e EVENSON, R. E.** Agricultural productivity and sources of growth in South Asia. *American Journal of Agricultural Economics*, v.74, n.3, Aug. 1992.
- SILVA, G. L. S. P.** Contribuição da pesquisa e extensão rural para a produtividade agrícola: o caso de São Paulo. *Estudos Econômicos*, v.14, n.2, p.315-53. maio/ago. 1984.
- SILVA, G. L. S. P. e CARMO, H. C. E.** Como medir a produtividade agrícola: conceitos, métodos e aplicação no caso de São Paulo. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.33, ns.1 e 2, p.139-170, 1986.
- SILVA, L. A. C. da.** A função de produção da agropecuária brasileira: diferenças regionais e evolução no período 1975-1985.— Piracicaba, São Paulo: nov. 96. Tese Doutorado.
- VERA FILHO, F. e TOLLINI, H.** Progresso tecnológico e desenvolvimento agrícola. In: VEIGA, Alberto (coord.) *Ensaio sobre política agrícola brasileira*.— São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1979. p.87-136.
- VEEMAN, T. S.** Agricultural and resource economics: challenges for the 21st century. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, v.43, n.4, Dec. 1995.
- VINCENTE, J. R.; NEVES, E. M. e VICENTE, M. C. M.** Contribuição da educação, pesquisa e assistência técnica para a elevação da produtividade agrí-
-

cola na década de 70. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XXVIII, 22 a 27/07/1990, Florianópolis. Anais ...1990.

WEN, G. J. Total factor productivity change in China's farming sector: 1952/1989. *Economic Development and Cultural Change*, v.42, n.1, oct. 1993.