

A produtividade total dos fatores de produção na indústria brasileira: 1970/83 *

HELSON C. BRAGA **

JOSÉ W. ROSSI ***

Este estudo avalia a evolução da produtividade da indústria brasileira no período 1970/83. Após o cálculo da produtividade total dos fatores (PTF), a sua taxa de variação foi decomposta nos seguintes elementos: progresso técnico, economias de escala e utilização de capacidade. Os parâmetros da tecnologia de produção, necessários para essa decomposição, foram estimados econometricamente usando-se uma função de produção, flexível, do tipo translog, e as estimativas foram obtidas para o total da indústria de transformação e para cada um dos 21 gêneros de indústria.

1 — Introdução

O crescimento da produção de uma economia, de uma indústria ou de uma empresa é determinado pelo aumento no uso dos fatores de produção e/ou pelas variações na eficiência com que esses recursos são utilizados. Desde os trabalhos pioneiros de Solow (1957), Kendrick (1961) e Denison (1962), já surgiu uma grande quantidade de estudos empíricos, preocupados com a mensuração da produtividade dos fatores, com a identificação de seus determinantes e com a sua contribuição para o crescimento do produto [ver Nadiri (1970 e 1972), Bonelli (1976, Cap. I), Nelson (1981) e Wolff (1985)]. As estimativas disponíveis sobre esta contribuição oscilam de um quinto à metade da taxa de crescimento do produto¹ e tendem a ser mais elevadas nos países desenvolvidos do que naqueles em desenvolvimento.²

* Os autores agradecem a Armando C. Pinheiro e a três leitores anônimos desta revista, pelos valiosos comentários a uma primeira versão deste trabalho, e a Carnem Falcão Argôlo, pelo competente apoio na parte computacional.

** Do Instituto de Pesquisas do IPEA e da Faculdade de Economia e Administração da UFRJ.

*** Do Instituto de Pesquisas do IPEA e da UFRJ.

1 Ver. para os países desenvolvidos, Kendrick (1984) e Kurosawa (1984) e, para os países em desenvolvimento asiáticos e latino-americanos, Ikemoto (1986) e Elias (1978).

2 Estes resultados estão em conformidade com a chamada "Lei de Verdoorn", segundo a qual há uma relação positiva entre produtividade e crescimento econômico [ver Nishimizu e Robinson (1984) e Ikemoto (1986)].

O interesse sobre estas questões aumentou nos últimos 10 anos, estimulado pela busca das causas da queda da taxa de crescimento da produtividade (*productivity slowdown*) verificada nos Estados Unidos ao longo da década de 70, que deixou os americanos preocupados com a possível desindustrialização (*deindustrialization*) de sua economia [ver Magaziner (1982) e Reich (1983)]³ e com a ameaça de perda da hegemonia industrial e tecnológica mundial para o Japão, que vem registrando uma taxa de crescimento da produtividade quase quatro vezes superior à dos Estados Unidos desde a década de 60 [ver Norsworthy e Malmqvist (1983) e, também Baumol e McLennan (1985), Wolff (1985) e Thor, Sadler e Grossman (1984)]. As mudanças nas taxas de produtividade observadas nos três blocos do mundo industrializado — Estados Unidos, Japão e Europa Ocidental — parecem ter deixado em posição particularmente desvantajosa este último conjunto de países, cuja situação já foi descrita como *euro sclerosis* [ver Koopmann e Langer (1988)].

A questão da produtividade coloca-se de forma ainda mais dramática para um país no estágio de desenvolvimento em que se encontra o Brasil, não somente pela necessidade de garantir seu espaço num cenário internacional extremamente competitivo, como também para assegurar a continuidade do seu desenvolvimento industrial, que teve esgotadas as possibilidades de crescimento meramente quantitativo [ver Braga e Rossi (1986) e Suzigan (1988)]. Apesar disso, não existem, no caso brasileiro, estudos que tratem da produtividade industrial diretamente.⁴

O objetivo deste trabalho é oferecer uma primeira contribuição para preencher esta lacuna, estimando a variação da produtividade total dos fatores (PTF), também chamada produtividade multifatores, para a indústria brasileira, no período 1970/83. Este conceito de (variação de) produtividade, que mede a diferença entre a taxa de crescimento do produto e a taxa de crescimento (convenientemente ponderada) dos fatores de produção, é normalmente considerado o mais adequado quando se tem em mente, como é o presente caso, a mensuração da eficiência econômica.⁵

Até o começo dos anos 80, a maioria das estimativas disponíveis do crescimento da PTF era obtida não-parametricamente, diferenciando-se uma função de produção (genérica) com relação ao tempo e exprimindo-se o crescimento da PTF residualmente, na forma indicada acima, tendo-se como peso as participações dos fatores no total da produção. Infelizmente, este modelo,

³ Lawrence (1984) e McUsic (1987) estão entre os autores que procuraram minimizar a importância do fenômeno.

⁴ Embora a "taxa de crescimento residual" calculada por Bonelli seja formalmente equivalente à produtividade total dos fatores, ele preferiu adotar uma interpretação diferente, para "ganhar em precisão e evitar hipóteses irrealis" [Bonelli (1976, p. 66)]. Sob determinadas condições, a medida de eficiência técnica estimada por Braga e Rossi (1986) também pode ser considerada um índice de produtividade.

⁵ A produtividade do trabalho, que é um conceito mais popular e guarda estreita correspondência com o crescimento da renda *per capita*, é a medida mais apropriada quando o interesse está centrado no bem-estar econômico [ver, por exemplo, Fabricant (1984), Bronfenbrenner (1985) e Wolff (1985)].

popularizado por Denison, Kendrick e Jorgenson, baseava-se em hipóteses bastante restritivas, tais como [ver Slade (1986)]: *a*) tecnologia (função de produção) linearmente homogênea; *b*) mercados de produto e de fatores competitivos; *c*) minimização de custos; e *d*) mercados de produtos e de fatores em equilíbrio de longo prazo. Nos trabalhos mais recentes, estas restrições puderam ser relaxadas, não somente em virtudes dos desenvolvimentos verificados na própria pesquisa sobre produtividade, como também devido ao aproveitamento de avanços ocorridos em áreas afins, entre os quais as teorias da dualidade e dos números índices e o desenvolvimento de formas funcionais flexíveis.

A metodologia empregada neste estudo (ver Seção 2) decompõe a taxa de crescimento da *PTF* em progresso técnico, economia de escala e utilização de capacidade, mantendo, por conseguinte, apenas as restrições *b* e *c*. Esta decomposição é fundamental para isolar o efeito do progresso técnico (ou mudança técnica) que, freqüentemente, é confundido com a própria *PTF* [ver Morrison (1986)].

A incorporação das economias de escala, representadas pela elasticidade do custo com respeito ao nível de produto, resultou dos estudos de produtividade em indústrias reguladas, onde as indivisibilidades técnicas tornam irrealista a hipótese de rendimentos de escala constante [ver Caves e Christensen (1980), Caves, Christensen e Swanson (1981) e Denny, Fuss e Waverman (1981)]. O problema *d* por sua vez, já vem sendo corrigido nos trabalhos empíricos, seja através do ajustamento do estoque de capital para refletir o grau de utilização de capacidade [ver Solow (1957), Jorgenson e Griliches (1967) e Denison (1979)], seja pela representação dos preços dos fatores por valores sociais (*shadow values*) [ver Morrison (1985) e, também, Berndt e Fuss (1986), Hulten (1986) e Slade (1986)]. Na metodologia empregada neste estudo, a utilização de capacidade aparece explicitamente como um argumento da função custo (ver Seção 2).

Vários autores já assinalaram a importância de se levar em conta não só as economias de escala [ver Kaldor (1967) e Salter (1960)], mas também [ver Bruton (1967) e Chenerg e Westphal (1979)], no contexto dos países em desenvolvimento.

O cálculo da taxa de crescimento da *PTF* e sua decomposição nos elementos mencionados são feitos, neste trabalho, para o total da indústria de transformação e para cada gênero de indústria (nível de dois dígitos da classificação do IBGE). A importância do conhecimento das diferentes taxas setoriais de crescimento da *PTF* está no fato de elas indicarem as mudanças estruturais de médio e longo prazos em curso na economia. A taxa de crescimento da *PTF* de um determinado gênero em relação à do total da indústria mostra o que está ocorrendo com a sua posição competitiva, interna e externamente, dados os preços internacionais — vale dizer, com sua vantagem comparativa [ver Braga e Hickmann (1988)].

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: A Seção 2 descreve a metodologia empregada; a Seção 3 apresenta os dados utilizados; a Seção 4 discute os resultados empíricos; e a Seção 5 resume as principais conclusões do estudo.

2 — Metodologia

Esta seção compreende duas partes: a primeira apresenta a decomposição da taxa de crescimento da *PTF* em seus elementos progresso técnico, economias de escala e utilização de capacidade, a partir de uma função de custo;⁶ a segunda mostra como as elasticidades relevantes para a decomposição podem ser obtidas a partir da estimação de uma função de custos do tipo logarítmica transcendental (translog).

2.1 — Decomposição da taxa de crescimento da *PTF*⁷

Considere-se a seguinte função (genérica) de custo:⁸

$$C = g(P_i, Q, t, \lambda) \quad (1)$$

onde P_i é o vetor de preços dos insumos, Q o nível de produção, t um indicador tecnológico (que pode ser uma simples função do tempo) e λ a taxa de utilização de capacidade. A diferencial total desta função com respeito a t é:

$$\frac{dC}{dt} = \sum_i \frac{\partial g}{\partial P_i} \frac{dP_i}{dt} + \frac{\partial g}{\partial Q} \frac{dQ}{dt} + \frac{\partial g}{\partial \lambda} \frac{d\lambda}{dt} + \frac{\partial g}{\partial t} \quad (2)$$

Dividindo-se essa expressão por C e fazendo $\partial g / \partial P_i = X_i$ (pelo lema de Shephard), onde X_i é a quantidade do insumo i , vem:

$$C = \sum_i \frac{P_i X_i}{C} \dot{P}_i + \frac{\partial g}{\partial Q} \frac{Q}{C} \dot{Q} + \frac{1}{C} \frac{\partial g}{\partial t} + \frac{\partial g}{\partial \lambda} \frac{\lambda}{C} \dot{\lambda} \quad (3)$$

onde o ponto sobre a variável significa a sua taxa de variação proporcional por unidade de tempo.

⁶ Pela teoria da dualidade, pode-se demonstrar que, sob certas condições (fracas) de regularidade, existe uma única correspondência entre funções de produção e de custo. A especificação de uma função de produção implica uma particular função de custo, e vice-versa. Em consequência, a estrutura de produção pode ser estudada empiricamente com uma ou outra função [ver Shephard (1953)].

⁷ Esta seção está baseada nos trabalhos de Denny, Fuss e Waverman (1981), Daly e Rao (1985) e Kwon (1986).

⁸ Conforme notaram Caves, Christensen e Swanson (1981) e, mais recentemente, Callan (1988), esta especificação supõe que as empresas utilizam todos os insumos nos níveis que minimizam seus custos de longo prazo. Alternativamente, poderia ser especificada uma função de custo (de curto prazo), em que as empresas minimizam o custo de um subconjunto de fatores (variáveis), condicionado a um dado nível dos demais insumos (quase-fixos). Isto implicaria retirar da expressão (1) os argumentos preço dos serviços do capital e utilização de capacidade e incluir o estoque de capital.

Defina-se, agora, $\dot{\beta} = \frac{\partial g}{\partial t} \frac{1}{C}$ como sendo o deslocamento da função de custo devido ao progresso técnico. Sejam, ainda, as elasticidades do custo com relação ao produto e à utilização de capacidade dadas, respectivamente, por:

$$\varepsilon_{cQ} = \frac{\partial g}{\partial Q} \frac{Q}{C} \quad \varepsilon_{c\lambda} = \frac{\partial g}{\partial \lambda} \frac{\lambda}{C}$$

Levando-se estas definições à expressão (3), tem-se:

$$\dot{\beta} = \dot{C} - \sum_i \frac{P_i X_i}{C} \dot{P}_i - \varepsilon_{cQ} \dot{Q} - \varepsilon_{c\lambda} \dot{\lambda} \quad (4)$$

Tomando-se a diferencial total de $C = \sum P_i X_i$ em relação ao tempo (e rearranjando os termos):

$$\sum_i \frac{P_i X_i}{C} \dot{P}_i = \dot{C} - \sum_i \frac{P_i X_i}{C} \dot{X}_i \quad (5)$$

e considerando-se que a taxa de crescimento do agregado dos insumos é:

$$\dot{F} = \sum_i \frac{P_i X_i}{C} \dot{X}_i$$

tem-se, substituindo estas expressões em (4):

$$-\dot{\beta} = \varepsilon_{cQ} \dot{Q} + \varepsilon_{c\lambda} \dot{\lambda} - \dot{F} \quad (6)$$

Uma vez que $P\dot{T}F = \dot{Q} - \dot{F}$, obtém-se, finalmente:

$$P\dot{T}F = -\dot{\beta} + (1 - \varepsilon_{cQ}) \dot{Q} - \varepsilon_{c\lambda} \dot{\lambda} \quad (7)$$

Esta expressão mostra que, se os rendimentos de escala (dados por $1 - \varepsilon_{cQ}$) forem constantes e a elasticidade do custo com respeito à utilização de capacidade for zero, então $P\dot{T}F = -\dot{\beta}$. Apenas neste caso as mudanças na PTF refletirão mudanças nas respectivas funções de produção e de custo. Para separar estes efeitos basta, portanto, estimar as elasticidades relevantes.

2.2 — Obtenção das elasticidades relevantes e procedimentos de estimação

Para a estimação das elasticidades ε_{cQ} e $\varepsilon_{c\lambda}$, bem como do fator de deslocamento da função de custo, $\dot{\beta}$, foi adotada a seguinte especificação translog para a função de custo:⁹

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j +$$

⁹ Esta é a mesma especificação utilizada por Kwon (1986). Em razão de sua grande flexibilidade, a função translog vem sendo usada na maioria dos trabalhos empíricos sobre produtividade. Sobre suas propriedades, ver Christensen, Jorgenson e Lau (1973).

$$\begin{aligned}
& + \alpha_Q \ln Q + \frac{1}{2} \alpha_{QQ} (\ln Q)^2 + \sum_i \sigma_{Qi} \ln Q \ln P_i + \\
& + \sum_i \theta_i \ln P_i t + \sum_i \delta_i \ln P_i \ln \lambda + \beta_t t + \\
& + \frac{1}{2} \beta_{tt} (\ln \lambda)^2 + \theta_Q \ln Q t + \delta_Q \ln Q \ln \lambda + \\
& + \delta_t \ln \lambda t + \rho_\lambda \ln \lambda + \frac{1}{2} \rho_{\lambda\lambda} (\ln \lambda)^2 + \mu
\end{aligned} \tag{8}$$

onde μ é um erro aleatório tendo as propriedades clássicas usuais.

Utilizando-se o lema de Shephard, as equações das participações dos insumos no custo (S_i) podem ser expressas por:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} &= \frac{P_i X_i}{C} = S_i = \alpha_i + \frac{1}{2} \sum_j \gamma_{ij} \ln P_j + \\
& + \sigma_{Qi} \ln Q + \theta_i t + \delta_i \ln \lambda + \mu_i
\end{aligned} \tag{9}$$

Para que a função de custo translog satisfaça as propriedades neoclássicas da teoria da produção, as seguintes restrições devem ser impostas aos seus parâmetros:

$$\sum_i \alpha_i = 1 \text{ e } \sum_i \gamma_{ij} = \sum_i \theta_i = \sum_i \delta_i = \sum_i \sigma_{Qi} = 0 \tag{10}$$

Isto significa que a função de custo é linearmente homogênea nos preços dos insumos. Impondo-se, ainda, a usual restrição de simetria, $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$, vem:

$$\sum_j \gamma_{ij} = \sum_j \gamma_{ji} \tag{11}$$

Com essas restrições tem-se, é claro, uma apreciável redução do número de parâmetros a serem estimados.

As elasticidades ε_{CQ} e $\varepsilon_{C\lambda}$ podem, então, ser calculadas a partir dos seguintes estimadores da função de custo translog:

$$\varepsilon_{CQ} = \alpha_Q + \alpha_{QQ} \ln Q + \sum_i \gamma_{Qi} \ln P_i + \theta_Q t + \delta_Q \ln \lambda \tag{12}$$

e:

$$\varepsilon_{C\lambda} = \rho_\lambda + \rho_{\lambda\lambda} \ln \lambda + \sum_i \delta_i \ln P_i + \delta_Q \ln Q + \delta_t t \tag{13}$$

O fator de deslocamento da função de custo, $\dot{\beta}$, pode também ser obtido de modo análogo, isto é, $\dot{\beta} = \partial \ln C / \partial t$.

3 — Base de dados

Os dados necessários à estimação do modelo descrito na seção anterior compreendem: o índice de quantidade do produto, os índices de preços dos insumos — trabalho, capital, energia e matérias-primas —, as participações de cada insumo no custo total e a taxa de utilização de capacidade. Foram construídas séries dessas variáveis para cada gênero de indústria e para o total da indústria de transformação, relativamente no período 1970/83. As séries relativas à indústria de transformação são apresentadas na Tabela 1.¹⁰

O índice de preço do trabalho é, na realidade, o salário nominal médio do total de empregados, inclusive os não ligados à produção, obtido a partir das informações contidas na *Pesquisa Industrial Anual (PIA)*, publicada pelo IBGE.¹¹

Para representar o índice de preços (dos serviços) do capital foi utilizada a versão abreviada de Christensen e Jorgenson (1970), dada pela soma de uma taxa esperada de juros real mais a taxa de depreciação, multiplicada pelo índice de preços do estoque de capital. A taxa de juros foi fixada em 6%, que é a remuneração real das cadernetas de poupança.¹² As taxas de depreciação (médias) de cada gênero foram calculadas diretamente dos dados de balanço das empresas, contidos no Cadastro Especial de Contribuintes (CadeC), da Secretaria da Receita Federal (SRF).¹³ O índice de preços do estoque de capital foi aproximado pelo deflator do capital fixo, calculado por Ronci (1987), que ponderou os índices de preços de material de construção e de máquinas e equipamentos — ambos publicados pela Fundação Getúlio Vargas — pelas respectivas participações no total do investimento da indústria.¹⁴

O índice de preços de energia corresponde a uma média dos preços médios (Cz\$/Kcal) de eletricidade industrial e de óleo combustível, ponderados pelos respectivos dispêndios com essas fontes de energia.¹⁵

¹⁰ As séries desagregadas por gênero da indústria e os elementos necessários à sua construção podem ser obtidos dos autores, mediante solicitação.

¹¹ Os dados referem-se à situação existente em 31 de dezembro de cada ano. Foram excluídos presidentes, diretores, sócios e membros da família sem remuneração.

¹² Para uma aplicação similar, ver Santos (1987).

¹³ O CadeC reúne os maiores contribuintes do imposto de renda e se destina, primordialmente, às finalidades da administração fiscal. Há, nesse Cadastro, aproximadamente 5 mil empresas, que são responsáveis por mais de 90% da receita operacional da indústria de transformação. Evidentemente, os dados foram cedidos pela SRF sem que houvesse a possibilidade de identificação dos contribuintes.

¹⁴ Estas participações foram retiradas dos censos industriais de 1975 e 1980. O preço obtido não varia por gênero de indústria.

¹⁵ Os preços médios são publicados pelo *Balanço Energético Nacional*, do Ministério de Minas e Energia. As duas fontes energéticas responderam por cerca de 60% do consumo industrial de energia no período analisado.

TABELA 1

Indústria de transformação: índices de preços, participações dos insumos no custo total, índices de produção e taxa de utilização de capacidade — 1970/83

Anos	Índices de preços				Participações no custo total				Índices de produção	Taxa de utilização de capacidade
	Trabalho	Capital	Matéria-prima	Energia	Trabalho	Capital	Matéria-prima	Energia		
1970	0,1409	0,2260	0,2029	0,1497	0,1103	0,3507	0,5146	0,0244	0,3327	1,0300
1971	0,1810	0,2590	0,2371	0,1696	0,1025	0,3879	0,4667	0,2029	0,3684	1,0420
1972	0,2248	0,2970	0,2739	0,2173	0,0931	0,4446	0,4388	0,0224	0,3902	1,0540
1973	0,2595	0,3350	0,3130	0,2498	0,0867	0,3967	0,4965	0,0201	0,5773	1,0804
1974	0,3281	0,4190	0,4235	0,3452	0,0799	0,3727	0,5314	0,0161	0,7369	1,0564
1975	0,4048	0,5430	0,5349	0,4819	0,0629	0,3930	0,5266	0,0175	0,8602	1,0444
1976	0,6774	0,7170	0,7224	0,8904	0,0736	0,4022	0,5078	0,0165	0,9392	1,0624
1977	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0764	0,3971	0,5086	0,0179	1,0000	1,0000
1978	1,4579	1,3930	1,3404	1,3433	0,0836	0,3685	0,5285	0,0194	1,0860	1,0060
1979	2,3221	2,1110	2,0339	2,1233	0,0860	0,3649	0,5309	0,0183	1,1614	1,0060
1980	4,0565	4,1750	4,0379	5,0800	0,0710	0,3578	0,5474	0,0238	1,2982	1,0060
1981	8,9770	9,3480	8,4602	11,0039	0,0765	0,3793	0,5159	0,0284	1,1281	0,9064
1982	18,2860	18,9840	16,1052	20,8490	0,1143	0,4731	0,3788	0,0337	1,1355	0,9064
1983	47,0953	36,3249	39,2212	51,5959	0,1403	0,5442	0,2736	0,0420	1,0362	0,8739

FONTE: Ver texto.

O índice de preços de matérias-primas de cada gênero de indústria consiste numa média dos índices de preços por atacado (IPA) dos diferentes gêneros de indústria, publicados pela Fundação Getúlio Vargas, ponderados pela participação relativa dos demais gêneros nas suas compras.¹⁶

Para o cálculo das participações relativas de cada insumo no custo total,¹⁷ a exceção da parcela correspondente ao capital, foram utilizados diretamente os valores nominais dos gastos com esses insumos, publicados na *PIA*.¹⁸ A estimativa do valor dos serviços do capital foi obtida aplicando-se, sobre o estoque de capital, o fator de anuidade $A_i(r, T_i) = [r(1+r)^T]/[(1+r)^T - 1]$, que permite a recuperação do investimento no prazo T_i (30 anos para

¹⁶ Estes pesos foram obtidos a partir da matriz de relações interindustriais do IBGE, para 1975. Uma vez que não há uma estrita correspondência entre a desagregação do IPA e os gêneros de indústria, houve necessidade de se proceder a alguns ajustes. Assim, o índice usado para o gênero têxtil foi a média aritmética dos IPA relativos a tecidos e fios naturais, tecidos e fios artificiais e sintéticos e malharia; o índice de vestuário e calçados foi obtido da mesma maneira, com os IPA de vestuário (exclusive malharia) e calçados; e, por último, como não há um índice específico para produtos farmacêuticos, editorial e gráfica, foi-lhes atribuído o IPA do total da indústria de transformação.

¹⁷ O custo total foi definido como a soma das despesas com os quatro insumos considerados.

¹⁸ O custo de energia compreende as despesas com energia elétrica e com combustíveis e lubrificantes. O custo de matérias-primas inclui materiais auxiliares e componentes.

terrenos, edifícios e construções e 10 anos para máquinas, equipamentos e veículos), dada a taxa de juros real r .¹⁹ Como anteriormente, esta taxa foi fixada em 6%.

O estoque de capital, por sua vez, foi estimado da forma descrita a seguir: inicialmente, calculou-se a razão (média) do estoque de capital de tipo i /receita operacional, para cada gênero industrial, a partir da amostra do Cadec,²⁰ relativamente aos anos de 1978, 1980 e 1982; em seguida, esta razão foi multiplicada pela receita operacional do universo de firmas contribuintes do imposto de renda, no período em análise;²¹ e, por último, as séries de utilização de capacidade são as estimadas pela Fundação Getúlio Vargas.

4 — Resultados empíricos

Como os parâmetros das equações das parcelas de custo são um subconjunto dos parâmetros da equação da função de custo, a estimação conjunta de todas as equações permite obter mais graus de liberdade estatísticos. Desta forma, o sistema composto pelas equações (8) e (9) foi estimado, após levar em conta as restrições em (10) e (11), pelo método de Zellner (1962) para “regressões aparentemente não-relacionadas” (*seemingly unrelated regressions*), uma vez que os resíduos dessas equações são correlacionados.²² O método foi aplicado iterativamente para garantir que os estimadores sejam de máxima verossimilhança.²³

Para a obtenção dos vetores de resíduos, por sua vez, foi empregado um procedimento sugerido por Buse e Taher (1985) — especialmente útil nos casos (como ocorre aqui) de insuficiência de observações —, que permite o cálculo de estimadores assintoticamente eficientes dos parâmetros do sistema

¹⁹ O valor atribuído a cada gênero corresponde à média dos serviços dos dois tipos de capital, ponderados pela importância relativa de cada um.

²⁰ Apenas para as empresas incluídas no Cadec, a SRF costuma manter sistematicamente arquivados os dados de balanço — que contém os elementos necessários para a estimativa acima.

²¹ Este método tem o problema de tornar a estimativa do estoque de capital sensível às flutuações no nível da receita. Por essa razão o modelo foi também estimado corrigindo-se o estoque de capital pela utilização da capacidade. Os resultados, porém, mudaram apenas marginalmente.

²² Como se sabe, este método consiste na aplicação de mínimos quadrados generalizados (MQG), ponderados pela matriz de correlação dos resíduos, obtidos da estimação de cada equação por mínimos quadrados simples (MQS).

²³ Kmenta e Gilbert (1968) demonstraram que, havendo convergência na estimação iterativa do método de Zellner, obtêm-se estimadores de máxima verossimilhança.

de equações.²⁴ Por este método, os parâmetros das equações das parcelas de custo são, inicialmente, estimados pelo método de MQG. Em seguida, estas estimativas são levadas, como “informação externa” (*extraneous information*), à equação de custo, que é, então, estimada por MQS. O vetor dos resíduos desta equação junta-se, então, aos das equações de parcela de custo para compor a estimativa inicial da matriz de variância-covariância de todo o sistema.

Com a única exceção do gênero produtos alimentares, em todos os outros gêneros, e também para a indústria como um todo, os parâmetros da função translog convergiram e foram, em geral, estatisticamente significativos.²⁵

A Tabela 2 apresenta as elasticidades do custo com respeito à produção (ε_{CQ}) e à utilização de capacidade ($\varepsilon_{C\lambda}$) — bem como a estimativa do parâmetro de rendimento de escala ($1 - \varepsilon_{CQ}$) —, conforme as equações (12) e (13), respectivamente.²⁶ Conforme sugerem as estimativas da elasticidade ε_{CQ} e do parâmetro ($1 - \varepsilon_{CQ}$), a maioria dos gêneros e a indústria como um todo apresentam substanciais rendimentos (crescentes) de escala, indicando que o custo aumenta proporcionalmente menos do que a produção.²⁷ Os rendimentos de escala encontrados para a indústria de transformação ($1 - \varepsilon_{CQ} = 0,483$) são comparáveis aos obtidos por Kwon (1986) para a Coreia: 0,529 no período 1961/80.²⁸

Quanto à elasticidade $\varepsilon_{C\lambda}$, seis entre os 21 gêneros de indústrias revelam o sinal negativo. É bem possível que este resultado tenha a ver com a pequena flutuação apresentada pelas séries de utilização de capacidade, uma vez que, em geral, a indústria operou com altos níveis de ocupação durante o período em exame.

A Tabela 3 apresenta, a seguir, a estimativa da taxa de crescimento da *PTF* e sua decomposição, em conformidade com a expressão (7). Como se pode observar, dos 21 gêneros de indústria, pouco menos da metade (10) apresentou taxa de crescimento da *PTF* negativa, fazendo com que o total da indústria também exibisse um ligeiro declínio da produtividade ($\dot{PTF} = -0,59\%$) no período em exame. Embora fosse previsível (ver rodapé n.º 2) encontrar uma \dot{PTF} pouco significativa no caso brasileiro, a estimativa acima coloca o Brasil na companhia de países como

²⁴ Segundo Buse e Taher, este método gera estimadores de melhores características em amostras finitas, além de convergir mais rapidamente do que o método convencional de impor todas as restrições no sistema e estimar simultaneamente usando a matriz de identidade em vez da matriz de variância-covariância. Permanece, de qualquer modo, o problema da *overfitting* (isto é, ajustamento apenas aparentemente preciso), em razão da insuficiência de graus de liberdade.

²⁵ No caso não convergente, optou-se pela aplicação de MQS ao conjunto de equações.

²⁶ Em virtude do grande número de parâmetros envolvidos no estudo (28, para cada um dos 21 gêneros de indústria, mais os relativos ao total da indústria), não reportamos aqui estes valores, que podem, entretanto, ser obtidos dos autores, mediante solicitação.

²⁷ Surpreendentemente, a elasticidade ε_{CQ} aparece com o sinal negativo nos casos de produtos farmacêuticos e veterinários e fumo. É possível que tais resultados decorram de violações nas propriedades de monotonicidade e concavidade da função de custo.

²⁸ São, porém, bem superiores aos encontrados por Kwon e Williams (1982) também para a Coreia (0,35) e por Berndt e Khaled (1979) para os Estados Unidos (0,20).

TABELA 2

Elasticidade do custo com respeito à produção e à utilização de capacidade e rendimentos de escala — 1970/83

Indústrias	Elasticidade do custo com respeito à produção (ϵ_{CQ})	Rendimentos de escala ($1 - \epsilon_{CQ}$)	Elasticidade do custo com respeito à utilização de capacidade ($\epsilon_{C\lambda}$)
Indústria de transformação	0,517	0,482	1,503
Minerais não-metálicos	0,097	0,903	0,473
Metalurgia	0,675	0,324	0,387
Mecânica	0,420	0,580	-0,542
Material elétrico e de comunicações	0,523	0,477	0,648
Material de transporte	0,617	0,383	0,398
Madeira	0,591	0,408	1,090
Mobiliário	0,124	0,876	1,006
Papel e papelão	0,082	0,917	0,555
Borracha	0,182	0,817	-0,729
Couro e peles	0,609	0,391	-1,386
Química	0,994	0,015	-0,259
Produtos farmacêuticos e veterinários	-0,646	1,646	3,285
Perfumaria	0,439	0,561	-0,641
Produtos de matérias plásticas	0,864	0,116	-0,086
Têxtil	0,259	0,741	0,530
Vestuário e calçados	0,418	0,581	1,693
Produtos alimentares	0,187	0,813	2,020
Bebidas	0,585	0,414	1,170
Fumo	-0,051	1,051	0,832
Editorial e gráfica	0,144	0,855	1,552
Diversos	0,070	0,929	0,700

Índia, Turquia, Cingapura, Egito e México, que apresentaram, em diferentes períodos nas duas últimas décadas, taxas de crescimento da *PTF* próximas de zero.²⁹ Outros países em desenvolvimento, tais como Coréia, Hong-Kong e Taiwan, vêm exibindo taxas de crescimento da *PTF* positivas, na faixa de 2 a 4% ao ano [ver Ikemoto (1986)].

A decomposição da *PTF* apresentada na Tabela 3 ajuda a compreender o que está ocorrendo com a (variação da) produtividade exibida pela indústria brasileira. Dos três elementos considerados, o deslocamento da função de custo tem uma contribuição consistentemente negativa (com a única exceção do gênero metalurgia) para o crescimento da *PTF*; os rendimentos

²⁹ Ver Ahluwalia (1985) e Goldar (1986) para a Índia; Krueger e Tuncer (1980) para a Turquia; Tsao (1985) para Cingapura; Handoussa, Nishimizu e Page Jr. (1986) para o Egito; e World Bank (1986) para o México.

TABELA 3

Taxa de crescimento da PTF e sua decomposição — 1970/83

Indústrias	Taxa de crescimento da PTF (1)=(2)+(3)+(4)	Deslocamento da função de custo (-β) (2)	Contribuição para o crescimento da PTF	
			Rendimentos de escala (1 - ε _{CC}) Q̇ (3)	Utilização de capacidade (- ε _{Cλ}) λ̇ (4)
Indústria de transformação	-0,59	-6,46	3,96	1,91
Minerais não-metálicos	0,57	-7,53	6,67	1,43
Metalurgia	6,25	1,99	3,87	0,40
Mecânica	3,52	-2,32	7,19	-1,35
Material elétrico e de comunicações	0,35	-5,35	4,60	1,10
Material de transporte	-3,45	-4,94	2,99	-1,50
Madeira	-0,44	-3,02	1,67	0,91
Mobiliário	-1,70	-8,63	5,87	1,06
Papel e papelão	1,05	-7,86	8,81	0,10
Borracha	-3,62	-8,47	5,90	-1,05
Couro e peles	-0,04	-0,68	2,22	-1,58
Química	-2,51	-2,49	0,13	-0,15
Produtos farmacêuticos e veterinários	1,43	-10,85	9,29	2,98
Perfumaria	1,22	-2,73	4,19	-0,24
Produtos de matérias plásticas	0,66	-0,28	1,07	-0,13
Têxtil	5,36	-4,46	9,39	0,43
Vestuário e calçados	5,01	-4,62	9,23	0,40
Produtos alimentares	-4,30	-8,06	4,26	-0,50
Bebidas	-2,77	-5,49	1,77	0,95
Fumo	-0,65	-7,28	6,12	0,51
Editorial e gráfica	0,27	-6,76	6,11	0,92
Diversos	-1,81	-10,41	7,72	0,88

de escala contribuem positivamente em todos os gêneros de indústria; e a utilização de capacidade, apesar de revelar um efeito negativo em oito gêneros de indústria, contribui positivamente nos demais e, inclusive, para o conjunto da indústria de transformação.

O aspecto preocupante revelado por este exercício está na contribuição negativa do deslocamento da função de custo. Este resultado sugere que, de uma forma generalizada, a indústria não registrou progresso técnico (desenvolvimento de novos produtos e novos processos de produção), não houve difusão de tecnologia entre as empresas e pioraram a estrutura organizacional, os métodos gerenciais e as relações com empregados. Assim, contrariamente ao desejado, a função de custo teria se deslocado para cima durante o período analisado.

O efeito conjunto desses fatores sobre a produtividade foi parcialmente compensado pelos elevados rendimentos de escala e, em menor proporção,

pela contribuição da utilização de capacidade.³⁰ De fato, no caso de oito gêneros de indústria o efeito rendimentos de escala compensou integralmente o efeito deslocamento da função de custo. A decomposição da $P\dot{T}F$ feita por Kwon (1986) para a Coréia, relativamente ao período 1961/80, revelou resultados algo diferentes dos obtidos neste trabalho. Os fatores rendimento de escala e utilização de capacidade têm o mesmo sinal e são menores que os correspondentes no caso brasileiro. A grande diferença, entretanto, fica por conta do deslocamento da função de custo, que tem um impacto positivo sobre o crescimento da $P\dot{T}F$, significando um ganho de eficiência durante o período estudado.

Uma vez que $P\dot{T}F = \dot{Q} - \dot{F}$ (ver p. 47), uma forma adicional de se averiguar o que está por trás desse desempenho é observar o comportamento das taxas de crescimento da produção e dos insumos, bem como os valores das parcelas desses insumos no custo total. Estes elementos estão reunidos na Tabela 4. Como se pode notar, durante o período examinado a taxa de crescimento da produção da indústria de transformação (8,21%) foi ligeiramente inferior à do total de insumos (8,8%). Dentre estes, a maior taxa de crescimento foi apresentada pelas matérias-primas (10,49%) e a menor por energia (3,66%); o capital cresceu 7,52% e o trabalho 5,37%. De modo geral, estas taxas situam-se bem abaixo das registradas pela Coréia no período 1961/80: a produção da indústria coreana cresceu 19,45%, o conjunto dos insumos 16,51%, o trabalho 9,51%, o capital 20,03%, energia 13,45% e matérias-primas 16,35%.

Quanto às parcelas dos insumos no custo total, observa-se que, para a indústria de transformação, as matérias-primas foram responsáveis pela maior parcela do custo ($S_{MP} = 51,81\%$), seguindo-se o capital ($S_K = 37,72\%$), o trabalho ($S_L = 8,35\%$) e energia ($S_E = 2,12\%$). Esta estrutura de custo é muito parecida com a exibida pela Coréia no período 1960/81 ($S_{MP} = 57,8\%$, $S_K = 28,6\%$, $S_L = 9,6\%$ e $S_E = 4,0\%$) e pelo Japão no período 1965/78 ($S_{MP} = 61,2\%$, $S_K = 23,8\%$, $S_L = 11,5\%$ e $S_E = 3,5\%$) [ver Norsworthy e Malmqvist (1983)].

Finalmente, para avaliar a contribuição da $P\dot{T}F$ para o crescimento da produção industrial, a Tabela 5 apresenta os elementos da abordagem convencional de fontes do crescimento. Conforme ressaltado, em apenas 11 gêneros de indústria a PTF teve uma contribuição positiva, sendo negativa também a contribuição para o total da indústria. De longe, a contribuição mais importante foi prestada pelo crescimento das matérias-primas (66,20%, para a indústria de transformação), seguida do capital ($K = 34,51\%$), do trabalho ($\dot{L} = 5,45\%$) e da energia ($\dot{E} = 0,95\%$). O mesmo tipo de exercício feito por Kwon (1986) para a Coréia revelou as seguintes contribuições no período 1961/80: $P\dot{T}F = 15,16\%$, $\dot{L} = 4,63\%$, $\dot{K} = 29,31\%$, $\dot{E} = 2,57\%$ e $MP = 48,33\%$.

³⁰ O fato de a elasticidade $\varepsilon_{C\lambda}$ ser, em geral, positiva sugeriria, em princípio, um efeito negativo sobre a $P\dot{T}F$. Como, entretanto, as taxas de variação de capacidade são negativas (ver Tabela 4), o efeito combinado desses fatores sobre a $P\dot{T}F$ pode resultar positivo.

TABELA 4

Taxas médias de crescimento real dos insumos, da produção e da utilização de capacidade e parcelas médias dos insumos no custo total — 1970/83

Indústrias	Total dos insumos (F)	Insumos				Produção (Q)	Utilização de capacidade (A)	Parcelas dos insumos no custo total			
		Trabalho (L)	Capital (K)	Energia (E)	Matéria-prima (MP)			S _L	S _K	S _E	S _{MP}
Indústria de transformação	8,80	5,37	7,52	3,66	10,49	8,21	-1,27	8,35	37,72	2,12	51,81
Minerais não-metálicos	7,77	5,61	6,70	4,84	11,45	7,39	-1,01	11,08	52,53	8,11	28,28
Metalurgia	5,65	5,56	1,53	2,40	12,38	11,91	-1,03	5,42	56,58	2,21	35,78
Mecânica	8,88	9,00	7,88	3,59	9,57	12,40	-2,49	21,55	28,48	1,40	18,57
Material elétrico e de comunicações	9,28	5,76	7,53	-0,27	11,15	9,63	-1,70	13,20	29,21	0,99	56,70
Material de transporte	8,98	4,23	7,04	-2,76	11,19	7,79	-2,47	7,80	37,82	0,73	53,64
Madeira	4,53	5,02	2,26	-2,62	7,27	4,09	-0,83	10,06	46,23	2,02	41,69
Mobiliário	8,40	5,76	3,81	1,40	10,96	6,70	-1,05	16,44	22,50	1,00	60,06
Papel e papelão	8,55	3,71	7,47	1,99	11,08	9,60	-0,18	6,72	50,23	2,49	40,56
Borracha	10,84	4,09	9,57	-2,88	12,83	7,22	-1,44	8,09	31,79	1,52	58,60
Couro e peles	5,84	4,76	3,81	-0,84	6,94	5,88	-1,08	9,75	31,08	1,48	57,68
Química	11,16	3,77	11,00	6,65	11,82	8,65	-0,59	3,43	34,97	1,93	59,67
Produtos farmacêuticos e veterinários	4,28	0,46	3,50	-2,03	6,46	5,65	-0,89	13,64	43,93	0,78	41,64
Perfumaria	6,24	3,49	5,11	-0,24	7,00	7,46	-0,37	8,29	21,12	0,90	69,68
Produtos de matérias plásticas	8,56	8,53	8,03	5,09	9,02	9,23	-1,31	10,82	34,04	1,61	52,92
Têxtil	7,31	0,82	3,51	-1,64	11,56	12,67	-0,81	7,97	39,71	1,52	50,80
Vestidário e calçados	10,70	8,95	5,39	1,63	13,01	15,87	-0,33	14,93	21,38	0,66	63,03
Produtos alimentares	6,51	4,98	6,36	-1,97	6,84	5,24	-1,25	4,10	27,43	1,29	67,18
Bebidas	7,04	1,19	8,31	-2,90	7,10	4,27	-0,81	8,42	51,24	1,76	38,58
Fumo	6,47	3,78	4,09	0,19	8,92	5,83	-0,61	7,07	42,06	0,63	50,29
Editorial e gráfica	5,21	4,18	3,06	-2,74	8,24	7,14	-1,56	24,36	37,06	1,07	37,51
Diversos	10,12	4,86	10,03	-5,95	12,40	8,30	-1,25	14,81	38,59	1,37	45,23

(Em %)

Os parâmetros da função translog puderam ser utilizados, ainda, para estimar a elasticidade parcial de substituição de Allen entre trabalho e capital, que foi de $-2,0$ para o total da indústria.³¹ Isto significa que, no caso da indústria brasileira, o emprego desses fatores tem sido predominantemente complementar, ao contrário, por exemplo, dos resultados encontrados por Kang e Kwon (1984) para a Coreia e o Japão (0,6 e 1,7, respectivamente), indicando substituíbilidade entre estes fatores.³² Isto pode ser interpretado com o sentido de que, contrariamente ao observado naqueles países, a natureza da tecnologia empregada no Brasil tem revelado pequena capacidade em se adaptar à dotação relativa de fatores existentes no país, supostamente abundante em trabalho. Este resultado pode ter alguma coisa a ver com o insatisfatório potencial de criação de empregos revelado pela indústria brasileira.

5 — Conclusões

O objetivo central deste trabalho foi avaliar a evolução da produtividade da indústria brasileira no período 1970/83. Para isto, utilizou-se o conceito de produtividade total dos fatores (*PTF*), que reflete mais adequadamente a eficiência com que a indústria transforma insumos em produtos finais. A metodologia empregada permite, adicionalmente, decompor a taxa de crescimento da *PTF* nos seguintes elementos: progresso técnico, economias de escala e utilização de capacidade. Foram obtidas estimativas para o total da indústria de transformação e para cada um dos 21 gêneros de indústria (classificação a dois dígitos do IBGE).

Não obstante a cautela com que estes resultados devem ser avaliados — em razão das mencionadas dificuldades de mensuração das variáveis e dos poucos graus de liberdade na estimação —, constatou-se que a produtividade da indústria de transformação caiu, durante o período examinado, para uma taxa média de $0,59\%$ ao ano. Entre os gêneros de indústria, 11 apresentaram taxas de crescimento positivas (variando de $0,4\%$, em couros e peles, a $6,26\%$, em metalurgia) e 10 tiveram taxas negativas (oscilantes de $-6,9\%$, em mobiliário, a $-0,38\%$, em minerais não-metálicos).

Estes resultados revelam um desempenho da indústria brasileira semelhante aos encontrados para países como Índia, México e Turquia, e claramente inferior aos apresentados por países desenvolvidos, como os Estados Unidos e o Japão e, mesmo, pelos países em desenvolvimento do Sudeste asiático, como a Coreia do Sul, Hong-Kong e Taiwan.

A decomposição da taxa de crescimento da *PTF*, por sua vez, indica que os rendimentos (crescentes) de escala e, em menor proporção, a utilização de capacidade influenciaram positivamente a evolução dessa taxa. Já o des-

³¹ Para uma definição formal dessa elasticidade, ver Allen (1938).

³² Citado em Kwon (1986).

TABELA 5

Fontes do crescimento da produção industrial — 1970/83

Indústrias	Produtividade total dos fatores		Importância relativa dos vários fatores no crescimento da produção					MP
	(PTF)	(O)	PTF	L	K	E		
Indústria de transformação	-0,59	8,21	-7,14	5,45	34,54	0,95	66,20	
Minerais não-metálicos	-0,39	7,39	-5,25	8,41	47,66	5,32	43,86	
Metalurgia	6,25	11,91	52,53	2,53	7,27	0,44	37,22	
Mecânica	3,52	12,40	28,39	15,63	18,09	0,41	37,47	
Material elétrico e de comunicações	6,35	9,63	3,66	7,89	22,83	-0,03	65,64	
Material de transporte	-1,19	7,79	-15,23	4,24	34,17	-0,26	77,08	
Madeira	-0,43	4,09	-10,61	12,33	25,48	-1,29	74,10	
Mobiliário	-1,70	6,70	-25,42	14,14	12,80	0,21	98,27	
Papel e papelão	1,05	9,60	10,97	2,60	39,09	0,52	46,82	
Borracha	-3,63	7,22	-50,27	4,58	42,14	-0,61	101,15	
Couro e peles	0,04	5,68	0,66	8,18	20,85	-0,22	70,52	
Química	-2,51	8,65	-29,06	1,49	44,49	1,49	81,59	
Produtos farmacêuticos e veterinários	1,37	5,65	24,26	1,12	27,26	-0,28	47,64	
Perfumaria	1,21	7,45	16,28	3,88	14,48	-0,03	65,39	
Produtos de matérias plásticas	0,67	9,23	7,27	10,00	30,13	0,89	51,71	
Têxtil	5,36	12,67	42,32	0,52	10,99	-0,20	46,36	
Vestuário e calçados	5,17	15,87	32,60	8,41	7,25	0,07	51,67	
Produtos alimentares	-1,27	5,24	-24,28	3,90	33,24	-0,48	87,62	
Bebidas	-2,78	4,27	-65,08	2,34	99,73	-1,20	64,20	
Fumo	-0,65	5,83	-11,08	4,59	29,56	0,02	76,91	
Editorial e gráfica	1,93	7,14	26,97	14,26	15,87	-0,41	43,31	
Diversos	-1,82	8,30	-21,92	8,70	46,63	-0,97	67,56	

locamento da função de custo, ao longo do tempo, que estaria captando o efeito do progresso técnico e da melhoria das práticas gerenciais, aparece, surpreendentemente, com o sinal negativo em quase todos os gêneros de indústria. Isto pode ser interpretado não apenas como ausência de progresso técnico, mas também como uma deterioração da eficiência produtiva da indústria no período analisado. É possível, entretanto, como sugeriram Denny, Fuss e Waverman (1981), que boa parte da contribuição das economias de escala se deva, na verdade, à necessidade de ampliação da escala para permitir as reduções de custo resultantes de inovação tecnológica.

De qualquer forma, ressalvada a cautela com que deve ser interpretado este tipo de estimativa, os resultados deste estudo indicam um desempenho da indústria brasileira bastante insatisfatório, tanto em termos absolutos como em relação a outros países. O aumento do produto industrial vem ocorrendo fundamentalmente como consequência do maior uso de fatores, tendo até piorado a eficiência com que estes são utilizados.

A transformação do Brasil em uma economia industrial internacionalmente competitiva depende, assim, de nossa capacidade de reverter este quadro. E isto passa, entre outras medidas, pela adoção de políticas voltadas para a maior incorporação e difusão do progresso tecnológico.

Abstract

In this study we investigate the pattern of total factor productivity (TFP) in Brazilian manufacturing during the period 1970:83. The rate of change for the TFP was decomposed in the components technical change, economies of scale and capital utilization. The parameters of the production technology required for such a decomposition were obtained by estimating a translog production function. The estimates were obtained for both the whole manufacturing industry and its 21 sectors.

Bibliografia

- AHLUWALIA, I. J. *Industrial growth in India, stagnation since mid-sixties*. Delhi, Oxford University Press, 1985.
- ALLEN, R. G. D. *Mathematical analysis for economists*. London, Macmillan, 1938.
- BAUMOL, William J., e McLENNAN, Kenneth. U.S. productivity performance and its implications. In: BAUMOL, William J., e McLENNAN, Kenneth, eds. *Productivity growth and U. S. competitiveness*. New York, Oxford University Press, 1985.

- BERNDT, Ernst R., e FUSS, Melvyn A. Productivity measurement with adjustments for variations in capacity utilization and other forms of temporary equilibrium. *Journal of Econometrics*, 33 (1/2), out./nov. 1986.
- BERNDT, Ernst R., e KHALED, Mohammed S. Parametric productivity measurement and choice among flexible functional forms. *Journal of Political Economy*, 87 (6), dez. 1979.
- BONELLI, Regis. *Tecnologia e crescimento industrial: a experiência brasileira nos anos 60*. Rio de Janeiro, INPES/IPEA, 1976 (Série Monográfica, 25).
- BRAGA, Helson C., e HICKMANN, Ernani. *Produtividade e vantagens comparativas dinâmicas na indústria brasileira: 1970-83*. Rio de Janeiro, INPES/IPEA, jun. 1988 (Texto para Discussão Interna, 140).
- BRAGA, Helson C., e ROSSI, José W. Mensuração da eficiência técnica na indústria brasileira: 1980. *Revista Brasileira de Economia*, 40 (1), jan./mar. 1986.
- BRONFENBRENNER, Martin. Japanese productivity experience. In: BAUMOL, William J., e McLENNAN, Kenneth, eds. *Productivity growth and U. S. competitiveness*. New York, Oxford University Press, 1985.
- BRUTON, Henry J. Productivity growth in Latin America. *American Economic Review*, 57 (5), dez. 1967.
- BUSE, A., e TAHER, M. A. Estimating the translog cost function with insufficient observations. *Economic Letters*, 17 (4), 1985.
- CALLAN, Scott J. Productivity, scale economies and technical change reconsidered. *Southern Economic Journal*, 54 (3), jan. 1988.
- CAVES, Douglas W., e CHRISTENSEN, Laurits R. The relative efficiency of public and private firms in a competitive environment: the case of Canadian railroads. *Journal of Political Economy*, 88 (5), out. 1980.
- CAVES, Douglas W., CHRISTENSEN, Laurits R., e SWANSON, Joseph A. Productivity, scale economies, and capacity utilization in U. S. railroads, 1955-74. *The American Economic Review*, 71 (5), dez. 1981.
- CHENERY, Holis B., e WESTPHAL, Larry E. Economies of scale and investment over time. In: CHENERY, H. B., ed. *Structural change and development policy*. Oxford, Oxford University Press, 1979.
- CHRISTENSEN, Laurits R., e JORGENSEN, Dale W. U.S. real product and factor input, 1929-1967. *Review of Income and Wealth*, 16 (1), mar. 1970.
- CHRISTENSEN, Laurits R., JORGENSEN, Dale W., e LAU, Lawrence J. Transcendental logarithmic production frontiers. *Review of Economics and Statistics*, 55 (1), fev. 1973.

- DALY, Michael J., e RAO, P. Someshwar. Productivity, scale economies, and technical change in Ontario hydro. *Southern Economic Journal*, 52 (1), jul. 1985.
- DENISON, Edward F. *The source of economic growth and the alternatives before us*. New York, Committee for Economic Development, 1962.
- . *Accounting for slower economic growth: the United States in the 1970's*. Washington, The Brookings Institution, 1979.
- DENNY, Michael, FUSS, Melvyn, e WAVERMAN, Leonard. The measurement and interpretation of total factor productivity in regulated industries with an application to Canadian telecommunications. In: COWING, T., e STEVENSON, R., eds. *Productivity measurement in regulated industries*. New York, Academic Press, 1981.
- ELIAS, Vitor J. Sources of economic growth in Latin American countries. *The Review of Economics and Statistics*, 60 (3), ago. 1978.
- FABRICANT, Solomon. Productivity measurement and analysis: an overview. In: FABRICANT, Solomon, ed. *Measuring productivity: trends and comparisons from the First International Productivity Symposium*. New York, Unipub, 1984.
- GOLDAR, Bishwanath. Import substitution, industrial concentration and productivity growth in Indian manufacturing. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48 (2), maio 1986.
- HANDOUSSA, Heba, NISHIMIZU, Mieko, e PAGE JR., John M. Productivity change in Egyptian public sector industries after "the opening", 1973-79. *Journal of Development Economics*, 20 (1), jan./fev. 1986.
- HULTEN, Charles R. Productivity change, capacity utilization, and the sources of efficiency growth. *Journal of Econometrics*, 33 (1/2), out./nov. 1986.
- IKEMOTO, Yukio. Technical progress and level of technology in Asian countries, 1970-80: a translog index approach. *The Developing Economies*, XX (4), dez. 1986.
- JORGENSEN, Dale W., e GRILLICHES, Zvi. The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies*, 34, jul. 1967.
- KALDOR, Nicholas. *Capital accumulation and economic growth*. New York, W. F. Humphrey, 1967.
- JANG, J. M., e KWON, Jene K. *An estimation of import demand, export supply and technical change in Korea and Japan*. Department of Economics, Northern Illinois University, 1984, mimeo.
- KENDRICK, John W. International comparisons of recent productivity trends. In: FABRICANT, Solomon, ed. *Measuring productivity: trends and comparisons from the First International Productivity Symposium*. New York, Unipub, 1984.

- . Productivity trends in the U.S. Princeton, Princeton University Press, NBER, 1961.
- KMENTA, Jan, e GILBERT, R. F. Small sample properties of alternative estimators of seemingly unrelated regressions. *Journal of the American Statistical Association*, 60, dez. 1968.
- KOOPMANN, Georg, e LANGER, Christian. Trends in the international competitiveness of industrial countries. *Intereconomics*, 23 (1), jan./fev. 1988.
- KRUEGER, Anne, e TUNCER, Baran. *Estimating total factor productivity growth in a developing country*. Washington, The World Bank, 1980.
- KUROSAWA, Kazukiyo. International comparison of productivity. In: FABRICANT, Solomon, ed. *Measuring productivity: trends and comparisons from the First International Productivity Symposium*. New York, Unipub, 1984.
- KWON, Jene K. Capital utilization, economies of scale and technical change in the growth of total factor productivity. *Journal of Development Economics* 24 (1), nov. 1986.
- KWON, Jene K., e WILLIAMS, Martin. The structure of production in South Korea's manufacturing sector. *Journal of Development Economics*, 11 (2), out. 1982.
- LAWRENCE, Robert Z. *Can American compete?* Washington, The Brookings Institution, 1984.
- MAGAZINER, Ifa C. The rationale for a U. S. industrial policy. *Journal of Contemporary Business*, 11 (1), 1982.
- McUSIC, Molly. U. S. manufacturing: any cause for alarm? *New England Economic Review*, jan./fev. 1987.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. *Balanco Energético Nacional*. Brasília, 1987.
- MORRISON, Catherine J. On the economic interpretation and measurement of optimal capacity utilization with anticipatory expectations. *Review of Economics Studies*, LH (169), abr. 1985.
- . Productivity measurement with non-static expectations and varying capacity utilization. *Journal of Econometrics*, 33 (1/2), out./nov. 1986.
- NADIRI, M. Ishaq. Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey. *Journal of Economic Literature*, 8 (4), dez. 1970.
- . International studies of factor inputs and total factor productivity: a brief survey. *Review of Income and Wealth*, 18 (2), jun. 1972.

- NISHIMIZU, Mieko, e ROBINSON, Sherman. Trade policies and productivity change in semi-industrialized countries. *Journal of Development Economics*, 16 (1/2), set./out. 1984.
- NELSON, Richard R. Research on productivity growth and productivity differences: dead end and new departures. *Journal of Economic Literature*, 19 (3), set. 1981.
- NORSWORTHY, John R. Capital input measurement: options and inaccuracies. In: FABRICANT, Solomon, ed. *Measuring productivity: trends and comparisons from the First International Productivity Symposium*. New York, Unipub, 1984.
- NORSWORTHY, John R., e MALMQVIST, David H. Input measurement and productivity growth in Japanese and manufacturing. *American Economic Review*, 73 (5), dez. 1983.
- REICH, Robert B. *The next American frontier*. New York, Times Books, 1983.
- RONCI, Márcio V. *Política econômica e investimento privado no Brasil (1955/82)*. Rio de Janeiro, EPGE/FGV, 1987 (Tese de Doutorado).
- SALTER, W. E. G. *Productivity and technical change*. Cambridge, Cambridge University Press, 1960.
- SANTOS, Robério F. dos. Processo de modernização da agricultura brasileira: um teste da hipótese da inovação induzida. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 17 (3):679-710, dez. 1987.
- SHEPHARD, R. W. *Cost and production functions*. Princeton, Princeton University Press, 1953.
- SLADE, Margaret E. Total-factor — productivity measurement when equilibrium is temporary: a Monte Carlo assessment. *Journal of Econometrics*, 33 (1/2), out./nov. 1986.
- SOLOW, Robert M. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39 (3), ago. 1957.
- SUZIGAN, Wilson. *Reestruturação industrial e competitividade nos países avançados e nos NICs asiáticos: lições para o Brasil*. Fecamp, Universidade Estadual de Campinas, jan. 1988, mimeo.
- THOR, Carl G., SADLER, George E., e GROSSMAN, Elliot S. Comparison of total factor productivity in Japan and the United States. In: FABRICANT, Solomon, ed. *Measuring productivity: trends and comparisons from the First International Productivity Symposium*. New York, Unipub, 1984.
- TSAO, Yuan. Growth without productivity: Singapore manufacturing in the 1970s. *Journal of Development Economics*, 19 (1/2), set./out. 1985.

- WOLFE, Edward N. The magnitude and causes of the recent productivity slowdown in the United States: a survey of recent studies. In: BAUMGOL, William J., e McLENNAN, Kenneth, eds. *Productivity growth and U. S. competitiveness*. New York, Oxford University Press, 1985.
- WORLD BANK. *México: trade policy, industrial performance and adjustment*. Washington, The World Bank, 1986.
- ZELLNER, Arnold. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57, jun. 1962.

(Originais recebidos em novembro de 1988. Revisitos em agosto de 1989.)