
ECONOMIA E TECNOLOGIA

Produtividade Total dos Fatores: Aspectos Teóricos e Evidências Brasileiras

Armando Vaz Sampaio

Gabriel Porcile

*Marcelo Curado**

Introdução

Este trabalho tem como objetivo central apresentar uma breve revisão sobre o tema da Produtividade Total dos Fatores (PTF) no Brasil. Para tanto, apresenta duas seções. A primeira é destinada a apresentar os principais aspectos teóricos pertinentes ao tema, com ênfase na discussão sobre o significado teórico da PTF. A segunda seção apresenta uma seleção de trabalhos que apresentam resultados empíricos sobre a evolução da PTF no Brasil, tratando-se, portanto, de uma revisão da literatura sobre o tema.

Aspectos teóricos

A produtividade total dos fatores (PTF) destaca-se entre os indicadores de produtividade por ser um indicador multifator. Sob determinados supostos, a PTF permite identificar a parte da mudança do produto que pode ser atribuída a ganhos de eficiência e a parte que pode ser atribuída à acumulação de fatores de produção (capital, trabalho, e capital humano). Medidas de produtividade construídas a partir de um único fator são incapazes de diferenciar ganhos de eficiência da simples substituição entre fatores (*i.e.* não distinguem deslocamentos da isoquanta de mudanças na relação entre fatores ao longo da isoquanta).

* Professores do Departamento de Economia da UFPR.

A PTF, por ser uma medida multifator, não padece desse problema, mas está sujeita a outros problemas, não menos sérios:

1. A PTF é uma medida válida de progresso técnico apenas quando ele é exógeno, neutro no sentido de Hicks e desincorporado (ou seja, *não* está embutido nas *vintage* de bens de capital), o que nunca, ou muito raramente, ocorre na realidade⁴³;
2. Ela não permite incluir a remuneração do esforço de pesquisa; e
3. Ela exige o uso de medidas agregadas do estoque capital, o que gera problemas de agregação e definição de unidades, como documentado no quase esquecido, mas ainda insepulto, debate de Cambridge sobre o capital.

A preocupação da literatura econômica com a mensuração da Produtividade Total dos Fatores (PTF) tem seu ponto de partida no trabalho de Solow (1957), cujo modelo teórico apresenta como elementos explicativos do crescimento econômico no longo prazo – além do comportamento dos estoques de capital (K) e trabalho (L) – a evolução da produtividade dos fatores de produção.

A medida da evolução da PTF a partir do trabalho de Solow (1957) é obtida a partir de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas com retornos constantes de escala e progresso técnico neutro.

$$1. Y = AL^\alpha K^\beta$$

Onde: Y : o volume de produção; L : o estoque de trabalho ; K : o estoque de capital ;

A partir de (1) podemos escrever (2)

$$2. A = \frac{Y}{L^\alpha K^\beta}$$

α e β são parâmetros com $\beta = (1 - \alpha)$ e A é o parâmetro tecnológico exógeno.

Fazendo as derivadas no tempo da equação (2) obtemos (3):

$$3. \frac{dA}{A} = \frac{dY}{Y} - \left(\alpha \frac{dL}{L} + \beta \frac{dK}{K} \right)$$

A equação (3) fornece uma medida da evolução da PTF, como sendo a diferença entre a variação do produto e a variação dos estoques de capital e trabalho. Trata-se, portanto,

⁴³ Quando esses supostos não se verificam, a PTF, numa visão menos simpática, representa o “tamanho da nossa ignorância” sobre as fontes do crescimento. Ela poderia ser interpretada também como uma medida bastante crua da “tecnologia da sociedade”, no sentido de ser uma variável síntese de um conjunto amplo de fatores que afetam a eficiência econômica (Teixeira das Silva, 2001, p.31).

da medida da evolução da produção que não é explicada pelo crescimento dos estoques de fatores, mais sim pela evolução de sua produtividade.

A metodologia de mensuração da PTF avançou significativamente nos últimos anos, sendo possível, de acordo com Raa (2000), destacar pelo menos três métodos alternativos de sua mensuração:

1. A metodologia econométrica: o cálculo da PTF é realizado a partir de séries históricas que informam a evolução das variáveis apresentadas na equação (3);
2. A metodologia de “fronteiras de possibilidades de produção”: o cálculo da PTF é realizado a partir da definição e construção da fronteira de possibilidade de produção da economia; e
3. A metodologia das matrizes de insumo-produto: o cálculo da PTF é realizado a partir dos dados das matrizes de insumo-produto da economia. Veja, como exemplo, o trabalho de Cas & Rymes (1991).

Evidências para Economia Brasileira

Vários são os trabalhos sobre a evolução da PTF no Brasil que oferecem estimativas sobre o comportamento dessa variável no período recente: Abreu e Verner (1997), Bonelli e Fonseca (1998), Salvato (1997), Rossi Júnior e Ferreira (1999), Hidalgo (1999) e Teixeira da Silva Filho (2001), entre outros⁴⁴. Existem importantes diferenças nos valores de PTF encontrados por esses autores, que em parte refletem distintas metodologias de estimação, como se verá a seguir. Os principais resultados aparecem resumidos na Tabela 1, abaixo:

⁴⁴ A revisão aqui apresentada, apesar de não ser exaustiva, é bastante representativa da literatura sobre os anos noventa. Para uma revisão mais ampla ver Risetti (2001).

Tabela 1 – Estimações da PTF Agregada Brasileira

Período	BR	Salvato	BF(econ)	BF (ind)	RF	Hidalgo (ind)
1970-75		5,68				
1971-73			3,7	3,5		
1975-80		-2,24		-0,76		
1970-80		2,07				
1970-83	-0,59					
1974-80			1,5			
1980-85		-4,72				
1981-83			1,2	-1,5		
1985-90		-2,37	1,1	-1,97	-2,49	
1980-90		-3,2				
1976-92						0,5
1991-97			2	3,9	2,15	
1994-97			1,9	5		
1993-98						3,3

Fonte: elaboração dos autores

Abreu e Verner (1997) e Hoffman e Mulder (1997) encontraram que a contribuição do aumento da PTF para o crescimento do PIB real brasileiro foi muito pequena até meados dos anos noventa. Enquanto os primeiros autores reportam taxas anuais de crescimento de aproximadamente 3 % entre 1930-94, Hoffman e Mulder observam que a PTF diminui nos períodos 1980-89 e 1989-94. Os resultados acima mencionados coincidem com estudos sobre períodos anteriores. Braga e Rossi (1989) encontraram uma taxa negativa de variação da PTF na indústria de transformação entre 1970-83, apesar de existirem importantes diferenças setoriais (ver mais à frente).

A contribuição de Salvato (1997), que estuda o período 1970-1990, tem particular interesse, por utilizar a mesma metodologia de cálculo que este trabalho. As conclusões de Salvato confirmam as principais tendências observadas na literatura acima citada (ver também Tabela 1): aumento da PTF na primeira metade dos setenta e posterior declínio, com queda particularmente acentuada nos anos oitenta.

Bonelli e Fonseca, e Rossi e Ferreira, incluem na análise os efeitos da abertura comercial sobre a evolução da PTF. Comentaremos brevemente os seus resultados, que apontam na direção de uma quebra de tendência nos anos noventa⁴⁵.

⁴⁵ A percepção positiva da tendência da PTF não está livre de preocupações para o futuro: a principal é a baixa taxa de investimento da economia brasileira. CF. Teixeira da Silva Filho (2001).

Rossi e Ferreira utilizam para estimar a PTF industrial o método da contabilidade do crescimento, assumindo que mudanças na PTF são captadas através de “efeitos fixos” (representados por variáveis *dummy* para cada indústria). Para controlar possíveis efeitos cíclicos sobre a PTF, utilizam médias das variáveis para períodos de três anos, assim como taxas efetivas de utilização do capital (obtidas através da multiplicação do estoque de capital pela taxa efetiva de utilização da capacidade setorial). Eles observam que a PTF cresceu a taxas negativas no período 1985-90 e a taxas altas e positivas em 1990-96. Essa mudança é atribuída aos efeitos benéficos da abertura comercial sobre a indústria, e à privatização no caso do setor químico.

O trabalho de Bonelli e Fonseca, embora também utilize o método da contabilidade do crescimento, tem algumas diferenças importantes com os previamente mencionados, tanto no que tange ao cálculo da PTF quanto aos resultados obtidos:

- (i) Os autores utilizam o produto potencial da economia e não o produto real no cálculo da PTF. Se bem que essa metodologia exige estimar o produto potencial e evita ter de usar dados de variação do estoque de capital e de mão-de-obra efetivamente utilizados, que têm baixa confiabilidade para períodos longos. Para a indústria de transformação, no entanto, utilizam o produto real e o uso efetivo de fatores de produção;
- (ii) Os autores observam uma tendência à queda da PTF em períodos recessivos e a um aumento nos de expansão (embora essa relação não se verifique para alguns anos). Assim, os anos 1970-73 e 1994-97 são anos de rápido crescimento da PTF, coincidindo com o aumento do produto, como sugerido pela Lei de Verdorr; e
- (iii) Os autores atribuem à abertura comercial um papel importante para o aumento da eficiência, tanto do conjunto da economia quanto dos setores industrial e agrícola. Embora a taxa de aumento do PIB no auge dos anos noventa foi inferior ao aumento observado a começos dos setenta, a variação da PTF explica uma proporção maior desse aumento nos anos de maior abertura comercial (1993-97). Em outras palavras, na segunda metade dos anos noventa o crescimento foi liderado por ganhos de eficiência no uso de fatores, e não pela sua acumulação, fenômeno este atribuído à mudança da política comercial.

O tema dos efeitos cíclicos aparece de forma diversa na literatura. Alguns trabalhos fazem referência à Lei de Verdorff para justificar taxas mais altas de crescimento da PTF em períodos de rápida expansão do produto e taxas negativas na recessão. Outros autores (Considera, Silva *et alii*, citados por Rossi e Ferreira) sugerem que a PTF tende a aumentar na recessão pela eliminação de empresas menos eficientes. Se bem os resultados não são comparáveis em função de diferenças de agregação e metodologia, os trabalhos de Bonelli & Fonseca e Salvato sugerem que a hipótese de uma relação positiva entre as duas variáveis (taxa de crescimento do produto e taxa de crescimento da PTF) é a mais plausível. Ela é também mais consistente com as evidências internacionais⁴⁶.

O trabalho de Hidalgo (1998) é especialmente interessante. Seguindo Hall (1988), o autor estima econometricamente a evolução da PTF sem assumir concorrência perfeita nem retornos constantes na função de produção. Antes, os dois supostos anteriores são considerados casos particulares de uma função de produção mais geral definida como:

$$dq_{ijt} = m_j a_l dl_{ijt} + (b - 1) dk_{ijt} + \frac{dA}{A}$$

onde dq_{ijt} representa a taxa de crescimento da relação Q / K (produto / capital) da firma i, do setor j no momento t; m_j é o *mark-up* no setor j (em concorrência perfeita, $m_j = 1$); a_l é a participação do trabalho no valor do produto total; dl_{ijt} é a taxa de crescimento da relação trabalho / capital; b é um parâmetro de retornos de escala (se há retornos constantes, $b = 1$); (dA/A) é a variação da PTF (uma variação do índice de progresso técnico, supondo que ele seja exógeno e neutro no sentido de Hicks). Observar que se $m = b = 1$, retorna-se ao modelo convencional de Solow (função de produção neoclássica), onde $PTF = dA/A = dq - a_l \cdot dl$. Se m e b diferem da unidade, o resíduo de Solow será uma medida viesada da verdadeira variação da PTF. O modelo econométrico testado é o seguinte:

$$dq_{ijt} + dk_{ijt} = a1_j + a2 a_l dl_{ijt} + a3D + a4dk_{ijt} + e_{it}$$

onde $a1_j$ é a taxa média de crescimento da produtividade da indústria j, $a4$ é um parâmetro que reflete as economias de escala e e_{it} é ruído branco. Assume-se, com base na literatura, que a_l é aproximadamente 0.4. Os resultados obtidos por Hidalgo foram os seguintes: (a) a presença de *mark-up* elevado parece ser importante para o conjunto da indústria de transformação, mas especialmente para alguns setores como alimentos, e papel e papelão; (b) existem retornos

⁴⁶ Ver McCombie e Thirlwall (1994) para um *survey* da literatura. Ver Katz e Kosacoff (1989) para o caso argentino.

crescentes na indústria de transformação, mas a evidência é frágil para a maior parte dos setores analisados individualmente⁴⁷; (c) confirmam-se aumentos maiores da PTF em períodos de expansão do ciclo; (d) confirma-se o efeito positivo da abertura comercial (1993-98) sobre a PTF.

Em resumo, a bibliografia sobre PTF agregada na indústria de transformação e na economia sugere que:

- (i) mostrou um comportamento predominantemente pró-cíclico;
- (ii) aumentou significativamente na segunda metade dos sessenta e até a primeira crise do petróleo (1973);
- (iii) cresceu a taxas muito baixas ou negativas na segunda metade dos anos setenta e nos anos oitenta; e
- (iv) respondeu positivamente à abertura comercial na segunda metade dos anos noventa. Essa reação positiva foi forte o bastante para sugerir quebra de tendência, mas projeções otimistas devem ser qualificadas pela persistência de baixas taxas de investimento da economia brasileira.

Referências Bibliográficas

- ABREU, MP e VERNER, D. **Long-Term Brazilian Economic Growth: 1930-94**. Paris: OECD, 1997. Development Centre Studies.
- Bonelli, R.(2001) “Produtividade Total dos Fatores (PTF) e Produto Potencial da Economia Brasileira: Uma Nota”. **Boletim Conjuntural IPEA**, Rio de Janeiro, n. 43, p. 49-50, abril.
- BONELLI, R e FONSECA, R. “Ganhos de Produtividade e de Eficiência: Novos Resultados Para a Economia Brasileira”, **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 273-314, agosto 1998.
- CARVALHO, PG. **As causas do aumento da produtividade da indústria brasileira nos anos 90**. Rio de Janeiro, 2000. 388 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁴⁷ Como hipótese preliminar, poder-se-ia argumentar que os retornos crescentes adotam a forma de economias externas à indústria. Mas a evidência em favor de concorrência imperfeita sugere a possibilidade de retornos crescentes em nível da firma. Nesse sentido, também é interessante observar que quando Bonelli e Fonseca (1998) utilizam um indicador do grau de utilização da capacidade na indústria na estimação da função de produção, eles obtêm um coeficiente superior a 1, que poderia ser interpretado como mais um indício de rendimentos crescentes.

- CAS, A e RYMES, TK. **On Concepts and Measures of Multifactor Productivity in Canadá, 1961-1980**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- FAJNZYLBER, P e LEDERMAN, D. “Economic Reforms and Total Factor Productivity Growth in Latin America and the Caribbean, 1950-95: An Empirical Note”, **World Bank Working Papers Series**, n. 2114, may 1999.
- FELIPE, J. “Total Factor Productivity Growth in East Asia: a Critical Survey”, **The Journal of Development Studies**, v. 35, n. 4, p. 1-41, april 1999.
- FRANCO, G. “A inserção externa e o Desenvolvimento”, **mimeo**, Brasília: Banco Central do Brasil, junho 1996 (mimeo).
- HIDALGO, AB. “Abertura comercial e crescimento da produtividade”. In: ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, XXVII, 1999, Belém/PA.
- HULTEN, CR. “Total Factor Productivity: a Short Biography”. **NBER Working Paper**, n. 7471, janeiro 2000.
- Katz, J. e Kosacoff, B.(1989) **El Proceso de Industrialización en la Argentina: Evolución, Retroceso e Perspectivas**. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- McCOMBIE, JSL e THIRLWALL, AP. **Economic Growth and the Balance of Payments Constraint**. Londres: StMartin Press, 1994.
- NELSON, R e PACK, H. “The Asian Miracle and Modern Growth Theory”. **World Bank Working Papers Series**, n. 1881, october 1997.
- PINHEIRO, AC. “O crescimento da Produtividade Total dos fatores e a Estratégia de Promoção de Exportações: Uma Revisão da Evidência Internacional”, **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.22, n.1, abril de 1992, pp.1-34.
- RAA, T e MOHNEN, P. “Neoclassical Growth Accounting and Frontier Analysis: A Synthesis”, **mimeo**, Université du Quebec à Montréal, agosto de 2000.
- ROSSI JR., JL e FERREIRA, PC. “Evolução da produtividade industrial brasileira e abertura comercial”, **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 1-36, abril 1999.
- SALVATO, MA. **Mensuração da produtividade total dos fatores: um exercício em insumo-produto 1970-1990**. Belo Horizonte, 1997. 113 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais.
- SOLOW, R. Technical Change and the Aggregate Production Function. **Review of Economics and Statistics**, v.39, n.3, p.312-320, agosto 1957

TEIXEIRA SILVA FILHO, TN. “Estimando o produto potencial brasileiro: uma abordagem de função de produção”, **Trabalhos para Discussão BACEN**, Brasília, n. 17, p. 1-36, abril 2001.

WILLIAMSON, J. “Globalization and the Labour Market: Using History to Inform Policy”, *in* Aghion, P e Williamson, JG, **Growth, Inequality and Globalization**. Cambridge University Press, 1998.

WOLFF, EN. “Industrial Composition, Interindustry Effects, and the US Productivity Slowdown”, **Review of Economics and Statistics**, v. 67, n. 2, p. 268-277, may 1985.

WOLFF, EN. “Productivity Measurement within an Input-Output Framework”, **Regional Science and Urban Economics**, n. 24, p. 75-92, 1994.

