

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA ECONOMIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA *

Victor Gomes

Da Universidade Católica de Brasília

Samuel de Abreu Pessôa

Da EPGE-FGV

Fernando A. Veloso

Do Ibmec

O objetivo deste artigo é analisar a evolução da produtividade total dos fatores (PTF) para a economia brasileira de 1950 a 2000. Os resultados mostram que a economia brasileira encontrava-se, aproximadamente, em uma trajetória de crescimento balanceado entre 1950 e 1967, com pequena elevação da PTF relativamente à fronteira tecnológica e estabilidade da relação capital-produto. Entre 1967 e 1976, houve aumento expressivo da PTF em comparação com a fronteira tecnológica e pequena queda da relação capital-produto. Entre 1976 e 1992, houve queda significativa da PTF comparativamente à fronteira tecnológica e forte aprofundamento de capital. Para o período de 1992-2000 há evidência de trajetória de crescimento balanceado, com aumento da PTF à taxa determinada pela fronteira tecnológica e estabilidade da relação capital-produto. A evidência mostra que o crescimento da PTF em excesso à evolução da fronteira tecnológica, observado no Brasil entre 1967 e 1976, não se verificou em outros países. Embora a queda da PTF (descontada da evolução da fronteira tecnológica) observada no Brasil entre 1976 e 1992 também tenha se verificado em outros países, a intensidade e duração dessa queda só encontram paralelo em outros países da América Latina.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é analisar a evolução da produtividade total dos fatores (PTF) para a economia brasileira de 1950 a 2000. O trabalho tem três contribuições principais. Primeiro, fazemos uma análise comparativa com uma amostra de países desenvolvidos e em desenvolvimento, utilizando dados da Penn-World Table (PWT), versão 6.1, e da base de dados Barro-Lee, descrita em Barro e Lee (2000). Apesar de o foco da análise ser a economia brasileira, o confronto do observado para o Brasil com o ocorrido em outros países permite que se identifique até que ponto a evolução da PTF no Brasil reflete características específicas da economia brasileira, como políticas econômicas e as instituições que moldam a estrutura de incentivos da economia, ou fatores comuns a outras economias.

Em segundo lugar, seguindo metodologia semelhante à utilizada em Wolff (1991), usamos um cálculo do nível da PTF. Para facilitar a análise de nossos resultados a partir do modelo neoclássico de crescimento, separamos a PTF em duas parcelas. A primeira corresponde a uma taxa calibrada de crescimento da

*Os autores agradecem a Emar Bacha e a dois pareceristas anônimos pelos comentários sobre o texto. Erros remanescentes são de total responsabilidade dos autores.

produtividade do trabalho, suposta constante e comum a todas as economias. Chamamos essa parcela de evolução da fronteira tecnológica e ela será calculada com base no comportamento de longo prazo do produto por trabalhador da economia americana.¹ A parcela que corresponde à diferença entre a evolução da PTF e a da fronteira tecnológica será chamada de evolução da produtividade total dos fatores *descontada* (PTFD). Entendemos por PTFD a componente de produtividade específica ao país, enquanto a fronteira tecnológica corresponde ao crescimento da produtividade resultante da ligação da economia com as demais economias de mercado.

Em terceiro lugar, além da metodologia usual de decomposição do crescimento, utilizamos um método de decomposição, que chamaremos de decomposição alternativa do crescimento, que desconta da contribuição da acumulação de capital para o crescimento econômico a parcela que é induzida pelo crescimento da PTF e/ou pela elevação da escolaridade da população.

O cálculo do nível da PTF recupera uma constante que se perde nas análises de decomposição de crescimento tradicionais, acrescentando uma importante informação à comparação entre as economias. Em particular, de posse dessa informação é possível calcular a produtividade marginal do capital gerada pela função de produção agregada. Adicionalmente, nossa metodologia permite que se interpretem as variações da produtividade dos fatores em termos do arcabouço teórico do modelo de crescimento neoclássico. Em especial, os métodos de cálculo da PTF utilizados neste artigo permitem que se avalie até que ponto a trajetória de uma determinada economia reflete dinâmica de transição ou crescimento balanceado.²

As principais conclusões deste estudo podem ser resumidas da seguinte forma. Entre 1950 e 1967, a trajetória da economia brasileira apresenta, aproximadamente, as características de uma trajetória de crescimento balanceado: produtividade crescendo aproximadamente à taxa da evolução da fronteira tecnológica e relação capital-produto estável. Entre 1967 e 1976, há evidência de crescimento da PTF além da evolução da fronteira tecnológica.

Entre 1976 e 1992, a PTF cresceu a uma taxa inferior à taxa de crescimento da fronteira tecnológica, apresentando taxas negativas durante a década de 1980. Durante o período, verifica-se forte aprofundamento de capital, com elevação da

1. Esse ponto também é feito recentemente por Prescott (2002), onde ele separa a evolução da produtividade específica ao país da fronteira tecnológica que é dada pela trajetória da economia líder, os Estados Unidos.

2. Como subproduto desta pesquisa, disponibilizamos no site <http://epge.fgv.br/portal/pessoas/docente/producoes/2007.html> um arquivo Excel com as diversas planilhas que deram origem aos cálculos aqui apresentados. O arquivo foi preparado de modo a ser flexível, permitindo que o leitor interessado refaça com facilidade nossos cálculos, bem como proceda a exercícios de análise de sensibilidade, ou seja, investigue como os resultados reportados neste trabalho se alteram em função da mudança do valor de algum parâmetro.

relação capital-produto de 2 para 2,9. Entre 1992 e 2000, a trajetória da economia brasileira, mais uma vez, apresenta características de uma trajetória de crescimento balanceado. Em particular, a PTF volta a crescer à taxa de evolução da fronteira tecnológica, e a relação capital-produto estabiliza-se em torno de 2,7.

Um resultado importante obtido a partir da decomposição alternativa é que a PTF foi o principal determinante de crescimento do produto por trabalhador da economia brasileira no período 1950-2000. Além disso, a decomposição alternativa mostra que uma parcela expressiva da acumulação de capital ao longo do período pode ter sido induzida pelo crescimento do capital humano e da PTF. No entanto, os resultados sugerem que esse crescimento da PTF deveu-se exclusivamente à evolução da fronteira tecnológica, à qual a economia brasileira teve acesso em função de sua ligação com as demais economias de mercado. A componente específica da PTF, a PTFD, teve uma contribuição negativa de 24% para o crescimento do produto por trabalhador ao longo do período.

Vale ressaltar que tanto a decomposição alternativa como a contabilidade do crescimento tradicional mostram que, para a década de 1990, grande parte do crescimento da PTF encontrado em outros estudos foi fruto da elevação da escolaridade da população economicamente ativa (PEA). A PTFD em nosso estudo eleva-se ligeiramente no período, sendo compensada pela elevação da escolaridade.

Um último resultado para o Brasil é que desde 1980 o produto marginal do capital (PMgK) encontra-se no mesmo nível do PMgK para a economia americana, em torno de 15% a.a. A estabilidade do retorno do capital constitui evidência adicional de dinâmica de crescimento balanceado. O fato de o retorno do capital na economia brasileira ser aproximadamente igual ao da economia americana, apesar de a relação capital-trabalho ser muito mais elevada nessa última, é uma indicação de que não parece ser possível um aumento acentuado da taxa de investimento no Brasil se não houver elevação significativa da escolaridade e/ou da produtividade.

Em relação ao padrão de comportamento de outras economias, há evidência de desaceleração da produtividade a partir de meados dos anos 1970. Para muitos países da OCDE e do Leste Asiático, essa desaceleração se estabiliza na década de 1980 e início da de 1990. Para os países da América Latina, a queda da taxa de crescimento da PTF é mais elevada e persistente.

Com relação à Coreia do Sul, não há evidência de elevação da PTF a taxas superiores à taxa de evolução da fronteira tecnológica. O resultado é relevante, pois esse país praticou fortemente a política industrial orientada pelo setor público.

A evidência empírica mostra que o crescimento da PTF em excesso à evolução da fronteira tecnológica, observado no Brasil entre 1967 e 1976, não se verificou em outros países. Embora a queda da PTF (descontada da evolução da

fronteira tecnológica) no Brasil entre 1976 e 1992 também tenha se verificado em outros países, a intensidade e a duração dessa queda só encontram paralelo em países da América Latina. Essa evidência sugere que as variações da PTF nesses períodos possivelmente refletem características próprias da economia brasileira e de outras economias da América Latina, como a qualidade e a evolução da política econômica e das instituições locais.

O artigo está organizado em seis seções, além desta introdução. Na Seção 2, é apresentada a metodologia do trabalho. Em particular, são descritos os métodos de cálculo da PTF. Na Seção 3, são descritas as bases de dados PWT, versão 6.1, e Barro-Lee, que serão utilizadas no estudo. Também são discutidas bases de dados suplementares que serão empregadas especificamente para o cálculo da PTF no Brasil e nos Estados Unidos. Na Seção 4, apresenta-se a calibração adotada para os parâmetros. Na Seção 5, são apresentados os resultados para a economia brasileira. Também é feita uma comparação detalhada com outros estudos na literatura sobre PTF no Brasil. Na Seção 6, é feita uma análise comparativa com uma amostra de países desenvolvidos e em desenvolvimento. As principais conclusões do artigo são apresentadas na Seção 7.

2 METODOLOGIA

O modelo neoclássico de crescimento supõe que existe uma fronteira tecnológica que evolui a uma taxa constante. O progresso tecnológico eleva a produtividade do trabalhador e faz com que a rentabilidade do capital cresça, ensejando um processo de acumulação de capital. No equilíbrio de longo prazo de crescimento balanceado, a produtividade do trabalhador e o capital por trabalhador crescem à taxa de progresso tecnológico. Nesse equilíbrio, em que capital e produto por trabalhador crescem à mesma taxa, a relação capital-produto e a produtividade marginal do capital mantêm-se constantes. Essas características parecem, *grosso modo*, descrever a trajetória da economia americana no século XX [ver Barro e Sala-i-Martin (1995)]. Dessa forma, nosso exercício terá os seguintes pontos de partida:

- a) a evolução da fronteira tecnológica é dada pela taxa de crescimento de longo prazo do produto por trabalhador da economia americana;
- b) essa taxa de crescimento representa, *caeteris paribus*, a evolução da produtividade que os trabalhadores das diversas economias experimentam;
- c) as possibilidades de produção das economias podem ser representadas por meio de uma função de produção agregada, homogênea do primeiro grau nos fatores capital e trabalho;
- d) os parâmetros da função de produção e a taxa de depreciação física do capital são iguais para todas as economias, com exceção de um termo multiplicativo

na função de produção que é específico ao país em questão, que corresponde à PTFD; e

e) o impacto da educação sobre a produtividade do trabalhador é bem descrito pelo impacto da educação sobre a remuneração do trabalhador no mercado de trabalho. Analogamente, o impacto do capital sobre o produto é bem descrito pela remuneração de mercado do capital.

As hipóteses (*b*) e (*c*) são pressupostos básicos do modelo neoclássico de crescimento [ver Solow (1956) e Barro e Sala-i-Martin (1995)]. A hipótese (*a*) segue da observação da trajetória de crescimento da economia americana. Note-se que (*d*) não implica a igualdade das diversas economias. A suposição é de que toda a distinção que há entre as economias — seja institucional, seja de recursos naturais etc. — manifesta-se em diferenças nos incentivos à acumulação dos fatores (seja capital ou educação) e em um termo multiplicativo associado à eficiência com que a economia em questão transforma capital e trabalho em produto. A hipótese (*d*) postula que a forma como as economias respondem às variações dos fatores, *caeteris paribus*, é a mesma.

Finalmente, (*e*) implica que o impacto da acumulação de fatores de produção — seja capital físico ou capital humano (educação) — sobre o produto é dado pelo impacto privado. Se houver alguma externalidade que faça com que o benefício social da acumulação desses fatores seja maior do que o benefício privado, essa discrepância se manifestará como elevação da PTFD. Além dessas externalidades, a variação da PTFD captura o impacto de atividades improdutivas (corrupção, crime etc.) e mudanças organizacionais no âmbito da firma e específicas à economia, que afetam a eficiência produtiva. Adicionalmente, a PTFD depende da dotação de recursos naturais da economia.

2.1 Função de produção

Supomos que a produção agregada possa ser representada pela seguinte função de produção:

$$y_{it} = A_{it} f(k_{it}, H_{it} \lambda_t) \quad (1)$$

onde y_{it} é o produto por trabalhador da i -ésima economia no instante t , A_{it} é a PTFD, k_{it} é o capital por trabalhador, H_{it} é o capital humano (educação) por trabalhador e $\lambda_t \equiv (1 + g)^t$ representa a evolução da fronteira tecnológica.

Supomos que $f(\cdot)$ tem as propriedades de uma função de produção neoclássica, ou seja, apresenta homogeneidade de primeiro grau, produtividade marginal positiva e decrescente nos insumos.

Neste artigo, adotaremos uma forma funcional específica para a função de produção, dada pela especificação Cobb-Douglas:

$$y_{it} = A_{it} k_{it}^{\alpha} (H_{it} \lambda_t)^{1-\alpha} \quad (2)$$

onde α é a elasticidade do produto em relação ao capital, a qual é igual à participação do capital na renda em equilíbrio competitivo. Uma justificativa importante para a escolha dessa forma funcional foi fornecida recentemente por Gollin (2002), que mostrou que a participação do capital na renda não varia muito entre países, independentemente do seu grau de desenvolvimento.

Com base em (2), a PTF divide-se em duas parcelas: PTFD, dada por A_{it} , que é específica para cada país, e a contribuição da evolução da fronteira tecnológica para a PTF, $\lambda_t^{1-\alpha}$, sendo essa última comum a todas as economias.³

Segue-se imediatamente de (1) que o PMgK é dado por:

$$\text{PMgK}_{it} = \alpha A_{it} k_{it}^{\alpha-1} (H_{it} \lambda_t)^{1-\alpha} \quad (3)$$

Note-se que o inverso do PMgK é a relação incremental capital-produto.

2.2 Educação

Supomos que a educação afeta a produtividade do trabalho de acordo com a abordagem minceriana, conforme incorporada à literatura de crescimento econômico por Bils e Klenow (2000):

$$H_{it} = e^{\phi(h_{it})} \quad (4)$$

onde h_{it} denota os anos médios de escolaridade da PEA. Tomando por base uma relação decrescente entre escolaridade média e taxa de retorno da escolaridade observada em uma *cross-section* de países em diversos estágios de desenvolvimento, a evidência empírica mostra que a função $\phi(\cdot)$ é côncava [ver Psacharopoulos (1994)]. Em particular, adotaremos a formulação sugerida por Bils e Klenow (2000):

$$\phi(h) = \frac{\theta}{1-\psi} h^{1-\psi} \quad (5)$$

onde $\theta > 0$ e $0 < \psi < 1$.

3. Embora $\lambda_t^{1-\alpha}$ denote a contribuição da evolução da fronteira tecnológica para a PTF, ao longo do texto iremos nos referir a esse termo simplesmente como "fronteira tecnológica".

2.3 Construção do estoque de capital

O outro ingrediente da função de produção (1) é o estoque de capital por trabalhador, que será calculado utilizando-se o método do inventário perpétuo, descrito pela seguinte equação:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (6)$$

onde δ é a taxa de depreciação física do capital, I_t é o investimento bruto em t e K_t é o estoque de capital agregado em t .

No entanto, esse método requer um valor inicial para o estoque de capital, K_0 . Para alguns casos, como Brasil e Estados Unidos, é possível obter essa informação com dados das Contas Nacionais quando existem séries mais longas do estoque de capital. Quando essa informação não está disponível, é necessário um procedimento alternativo. Em geral, supõe-se que a economia encontrava-se em crescimento balanceado no início do período, de modo que o investimento crescia à soma da taxa dada pelo progresso técnico, g , com a taxa de crescimento populacional, n . Neste caso, pode ser mostrado que (ver Seção A.1 do Apêndice)

$$K_0 = \frac{I_0}{(1 + g)(1 + n) - (1 - \delta)} \quad (7)$$

onde I_0 é o investimento bruto inicial. Usualmente, considera-se I_0 como a média do investimento nos primeiros anos. Em particular, calculamos I_0 de acordo com a seguinte equação:

$$\frac{I_0}{L_0} = \left[\frac{I_{1950}}{L_{1950}} + \frac{I_{1951}}{(1 + g)L_{1951}} + \frac{I_{1952}}{(1 + g)^2 L_{1952}} + \frac{I_{1953}}{(1 + g)^3 L_{1953}} + \frac{I_{1954}}{(1 + g)^4 L_{1954}} \right] \frac{1}{5} \quad (8)$$

onde L_t é a PEA.⁴

4. Para algumas economias, esse procedimento superestima o estoque inicial de capital. Isso ocorre porque, para alguns países, como as economias da Europa Continental e do Japão, os primeiros anos da década de 1950 foram caracterizados por um nível de investimento anormalmente elevado em função da reconstrução associada ao pós-guerra. Essa superestimação do estoque inicial de capital faz com que a PTF no início da década de 1950 seja subestimada, e seu aumento nos anos seguintes seja magnificado. No entanto, para o valor da taxa de depreciação usado neste artigo, após 20 anos os cálculos da PTF não são sensíveis ao valor do estoque inicial de capital.

2.4 Cálculo da PTF

Como discutido na introdução, uma das contribuições deste artigo é descrever a dinâmica da PTFD. A motivação para direcionarmos o foco da análise na PTFD e não na PTF (que incorpora a contribuição do progresso tecnológico), como é tradicional, é que o modelo neoclássico de crescimento supõe que todos os países têm acesso à fronteira tecnológica e, desse modo, diferenças na PTFD refletem diferenças no nível da PTF que independem do progresso tecnológico.⁵

2.4.1 Cálculo do nível da PTFD

Nesta abordagem,⁶ a PTFD para cada economia e cada ano, dada por A_{it} , é calculada a partir de (2):

$$A_{it} = \frac{y_{it}}{k_{it}^{\alpha} (H_{it} \lambda_t)^{1-\alpha}} \quad (9)$$

2.4.2 Decomposições de crescimento

De posse da PTFD, é possível proceder ao cálculo da decomposição de crescimento. Isto é, podemos determinar, para cada intervalo de tempo (quer seja anual, bienal, quinquenal, ou de qualquer outra periodicidade), qual é a contribuição quantitativa de cada um dos quatro componentes, a serem apresentados em seguida, para a evolução do produto por trabalhador.

Neste artigo, vamos considerar duas decomposições de crescimento. A primeira, que chamaremos de decomposição logarítmica do crescimento, é comumente encontrada na literatura. Essa decomposição será empregada somente para o Brasil, para efeito de comparação com outros estudos da PTF para a economia brasileira. A segunda, que chamaremos de decomposição logarítmica alternativa do crescimento, difere da primeira por descontar da contribuição do capital aquela parcela que é induzida pelo progresso tecnológico e elevação da escolaridade. Klenow e Rodriguez-Clare (1997) e Hall e Jones (1999) empregaram essa decomposição em seus estudos de decomposição de desenvolvimento, isto é, efetuaram uma decomposição de “crescimento” para diversos países em um único ponto do tempo.

5. Para uma explicação detalhada dessa interpretação, ver Parente e Prescott (1994 e 2000).

6. Para uma descrição dessa abordagem, ver Hall e Jones (1999).

Decomposição logarítmica do crescimento

De (2), podemos calcular a variação logarítmica da PTFD entre dois instantes t e $t+N$ a partir da seguinte equação:

$$\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}} = \ln \frac{A_{i,t+N}}{A_{it}} + (1-\alpha) \ln \frac{\lambda_{t+N}}{\lambda_t} + \alpha \ln \frac{k_{i,t+N}}{k_{it}} + (1-\alpha) \ln \frac{e^{\phi(h_{i,t+N})}}{e^{\phi(h_{it})}} \quad (10)$$

A importância relativa para o crescimento do produto por trabalhador de variações na PTFD, fronteira tecnológica, acumulação de capital físico por trabalhador e variação da escolaridade média da força de trabalho é dada, respectivamente, por:

$$\frac{\ln \frac{A_{i,t+N}}{A_{it}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}}, \frac{(1-\alpha) \ln \frac{\lambda_{t+N}}{\lambda_t}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}}, \frac{\alpha \ln \frac{k_{i,t+N}}{k_{it}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}}, \frac{(1-\alpha) \ln \frac{e^{\phi(h_{i,t+N})}}{e^{\phi(h_{it})}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}} \quad (11)$$

A decomposição descrita por (11) corresponde à contabilidade tradicional do crescimento.⁷ A única diferença é que (11) separa a taxa de crescimento da PTF em dois componentes: fatores específicos ao país e progresso tecnológico — procedimento similar ao adotado por Parente e Prescott (2000). Para obtermos a taxa de crescimento da PTF, portanto, basta somarmos o crescimento da PTFD e o termo que captura o progresso tecnológico. Em vez de (10), uma outra possibilidade é dada pela decomposição log-linear de crescimento. A Seção A.2 do Apêndice expõe essa metodologia.

Decomposição logarítmica alternativa do crescimento

Para entendermos o cálculo da decomposição alternativa do crescimento, podemos reescrever (2) como:

$$y_{it}^{1-\alpha} = A_{it} \left(\frac{k_{it}}{y_{it}} \right)^{\alpha} (H_{it} \lambda_t)^{1-\alpha} \quad (12)$$

7. Para uma descrição da contabilidade tradicional do crescimento, ver Barro (1998).

ou, simplificando:

$$y_{it} = A_{it}^{\frac{1}{1-\alpha}} \kappa_{it}^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} H_{it} \lambda_t \quad (13)$$

onde κ_{it} é a relação capital-produto da economia i no instante t . De (13), podemos fazer a seguinte decomposição logarítmica do crescimento:

$$\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}} = \frac{1}{1-\alpha} \ln \frac{A_{i,t+N}}{A_{it}} + \ln \frac{\lambda_{t+N}}{\lambda_t} + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln \frac{\kappa_{i,t+N}}{\kappa_{it}} + \ln \frac{e^{\phi(h_{i,t+N})}}{e^{\phi(h_{it})}} \quad (14)$$

Neste artigo, chamaremos (14) de decomposição alternativa. A idéia por trás desse procedimento é que, como em crescimento balanceado a razão capital-produto é constante, a acumulação de capital induzida pelo progresso tecnológico será atribuída corretamente ao aumento da PTF e da escolaridade, o que não ocorre na contabilidade tradicional do crescimento.⁸

A importância relativa para o crescimento do produto por trabalhador de variações na PTFD, fronteira tecnológica, aprofundamento de capital (ou elevação do grau de capitalização da economia) e variação da escolaridade média da força de trabalho é dada, respectivamente, por:

$$\frac{\frac{1}{1-\alpha} \ln \frac{A_{i,t+N}}{A_{it}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}}, \frac{\ln \frac{\lambda_{t+N}}{\lambda_t}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}}, \frac{\frac{\alpha}{1-\alpha} \ln \frac{\kappa_{i,t+N}}{\kappa_{it}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}}, \frac{\ln \frac{e^{\phi(h_{i,t+N})}}{e^{\phi(h_{it})}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}} \quad (15)$$

A vantagem da decomposição alternativa descrita por (15) em relação à contabilidade tradicional do crescimento expressa em (11) é que a primeira, além de calcular corretamente a importância relativa da PTF, também permite que se avalie até que ponto a trajetória de determinada economia reflete uma dinâmica de transição ou trajetória de crescimento balanceado. Em particular, o modelo

8. Para uma discussão da decomposição alternativa do crescimento, ver Romer (2001, Cap. 3). Prescott (2002) também usa uma decomposição parecida, mas sem incluir capital humano. Nesse caso, ele separa a contribuição da relação capital-produto da correspondente à fronteira tecnológica.

neoclássico prevê que, em crescimento balanceado, a importância relativa do capital é nula, ou seja:

$$\frac{\frac{\alpha}{1-\alpha} \ln \frac{\kappa_{i,t+N}}{\kappa_{it}}}{\ln \frac{y_{i,t+N}}{y_{it}}} = 0 \quad (16)$$

Portanto, dependendo do valor da importância relativa da relação capital-produto, podemos avaliar até que ponto a trajetória de uma economia captura uma dinâmica de transição ou de crescimento balanceado.⁹

3 BASE DE DADOS

3.1 Dados internacionais

Investigaremos a evolução da PTFD para um conjunto selecionado de países. O objetivo é que o confronto da experiência dessas outras economias com a economia brasileira contribua para a compreensão do comportamento da PTFD no Brasil. Os 30 países selecionados foram divididos nos seguintes grupos: América Latina, Europa Continental, Países de Língua Inglesa, Países Ibéricos e Leste Asiático.¹⁰ A amostra de países é descrita na Seção A.5 do Apêndice.

Duas bases de dados foram utilizadas. Para os dados de produto por trabalhador, PEA e investimento, empregamos a atualização 6.1 da PWT, que é uma base de dados que contém informações sobre 23 variáveis para 168 países. Para um subconjunto desses países é possível encontrar informações para o período 1950-2000. A maior vantagem da PWT é que os dados de produto, investimento e demais estatísticas das Contas Nacionais são calculados segundo o conceito de paridade de poder de compra (preços internacionais), que corrige os efeitos de diferenças sistemáticas de custo de vida entre as economias.¹¹

Existem duas variáveis disponíveis na PWT que medem o investimento bruto: investimento a preços internacionais constantes e investimento a preços internacionais correntes. A primeira variável corrige oscilações do preço relativo do investimento ao longo do tempo.

9. Note-se que uma economia em crescimento balanceado pode evoluir a uma taxa superior à taxa de evolução da fronteira tecnológica se a PTFD e/ou a escolaridade apresentarem crescimento no período.

10. A motivação dessa divisão é que as economias dentro de cada grupo tendem a apresentar uma homogeneidade maior de processos históricos e matriz cultural, o que sugere uma similaridade maior no comportamento da PTFD. Ver, por exemplo, Engerman e Sokoloff (1997), La Porta *et alii* (1997) e Djankov *et alii* (2003).

11. Para maiores detalhes, ver Summers e Heston (1991) e Heston, Summers e Aten (2002).

Os dados de anos médios de escolaridade da PEA foram obtidos em Barro e Lee (2000). Nessa base de dados podem ser obtidos os anos médios de escolaridade da PEA a cada cinco anos para uma grande amostra de países entre 1960 e 2000. Para o período 1950-1959, extrapolamos para trás a taxa de crescimento de 1960 a 1965. Para os anos do período 1960-2000 em que não havia observações disponíveis fez-se uma interpolação dos dados existentes. Para os Estados Unidos, utilizamos a série de educação média da PEA (anos de escolaridade) do Bureau of Census, para o período 1950-2000.¹²

A variável de produto por trabalhador da PWT utiliza dados da PEA de cada país como medida do número de trabalhadores. Uma medida mais adequada do número de trabalhadores seria a força de trabalho ocupada, mas esses dados não estão disponíveis para a amostra de países da PWT durante o período considerado. Como tais dados estão disponíveis para o Brasil, optamos por usar a força de trabalho ocupada como medida do número de trabalhadores no caso brasileiro. A seguir, descrevemos o procedimento utilizado para elaborar a série de emprego para o Brasil.

3.2 Dados de emprego para o Brasil

Para elaborar a série de emprego, primeiro construímos a série da PEA¹³ para o período 1950-1970, utilizando informações contidas nos Censos Demográficos do Brasil de 1950, 1960 e 1970. Para o período intermediário entre os anos cobertos pelo censo, fizemos uma interpolação polinomial linear. Para o período 1970-1998, utilizamos os Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991 e 2000, bem como a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do IBGE, para os seguintes intervalos de anos: 1971-1973, 1976-1990, 1992-1993 e 1995-1999. Combinando-se as informações das duas fontes, não foi possível obter dados para os seguintes anos: 1974, 1975 e 1994. Para completar a série, fizemos uma interpolação linear.

Após a elaboração da série da PEA, construímos uma série de emprego como proporção da primeira. Para a série de emprego, utilizamos os Censos Demográficos de 1950, 1960, 1970 e 1980 e as informações produzidas pelo Sistema de Contas Nacionais (SCN) do IBGE. A série de emprego foi elaborada para os anos de 1950, 1960, 1970, 1980 e 1990 como proporção da PEA, e interpolada linearmente para os anos intermediários. Para o período 1990-1998, utilizamos as informações de emprego do SCN do IBGE. Para o período 1999-2000 assumimos

12. Os dados brutos encontram-se no Bureau of Census (<http://www.census.gov/population>). Eles foram trabalhados de acordo com a metodologia apresentada em Jones (2002).

13. Para detalhes sobre o conceito da PEA, ver IBGE (1988).

uma relação população ocupada-PEA igual à de 1998 para chegar à série utilizada em nosso estudo.¹⁴

4 CALIBRAÇÃO

4.1 Depreciação

Para calcular a taxa de depreciação, é necessário dispor de dados detalhados sobre o estoque de capital. Neste artigo, utilizaremos a taxa de depreciação obtida a partir de dados da economia americana, em função da qualidade dos dados disponíveis sobre o estoque de capital. As Contas Nacionais dos Estados Unidos (NIPA) calculam o estoque de capital avaliado a preços de mercado a partir do apuração dos investimentos passados para cada um dos tipos de unidade de capital com grande desagregação. De posse de uma curva de preços para o mercado secundário de cada tipo de bem de capital, é possível avaliar para o ano corrente o estoque de capital em unidades monetárias do investimento em um tipo de capital efetuado em um ano anterior.¹⁵ O estoque total de capital a preços de mercado é a agregação entre os anos e os tipos.

Utilizando-se o valor do estoque de capital a preços de mercado, do investimento a preços de mercado e do deflator implícito do produto para a economia americana,¹⁶ pode-se calcular a taxa de depreciação implícita nessa série a partir da equação (6):

$$\delta = 1 - \frac{K_{t+1} - I_t}{K_t} \quad (17)$$

Com base nesse cálculo, obtemos o valor de 3,5% a.a. (média para o período 1950-2001).¹⁷

14. Não há informações disponíveis sobre emprego no SCN para o período 1999-2000, pois não foram disponibilizadas pelo IBGE. Além disso, cabe ressaltar que não calculamos diretamente a série de emprego dos censos (usando interpolação), pois não teríamos informações para os anos intermediários entre 1970, 1980 e 1990. Usando a série da PEA, temos informações para esses períodos. Portanto, o nosso procedimento nos fornece uma série mais completa.

15. O procedimento da NIPA é estimar para cada tipo de capital a melhor taxa de depreciação exponencial que ajusta a curva empírica do mercado secundário para o bem em questão. Para alguns casos, computadores por exemplo, o decaimento exponencial não oferece o melhor ajuste, empregando-se outra forma funcional. Sobre a metodologia do cálculo do estoque de capital da NIPA, ver Fraumeni (1997). Os dados do estoque de capital a preços de mercado estão disponíveis em <http://www.bea.doc.gov/bea/dn/faweb/>.

16. Essas informações podem ser obtidas em <http://www.bea.doc.gov/bea/dn1.htm>.

17. A Seção A.3 do Apêndice apresenta uma discussão sobre os valores da taxa de depreciação utilizados na literatura.

4.2 Progresso técnico e crescimento populacional

Para obter o valor da taxa de progresso tecnológico, ajustamos uma tendência exponencial à série do produto por trabalhador dos Estados Unidos entre 1950 e 1972,¹⁸ corrigindo pelo aumento da escolaridade média da força de trabalho. Usando esse procedimento, obtemos $g = 1,53\%$ a.a.¹⁹ Escolhemos o subperíodo 1950-1972 pois há consenso de que após o choque do petróleo a economia americana passou por uma desaceleração da taxa de crescimento da PTF, o que implica uma redução da PTFD.²⁰ Como veremos adiante, essa redução não ocorreu para todas as economias. Assim, esse subperíodo satisfaz melhor a hipótese de crescimento balanceado.

Além disso, também há o fato de que durante o período de queda da produtividade a economia americana experimentou um forte crescimento das inovações e do aumento da qualidade dos bens. Uma hipótese para a queda da PTF seria a de que o preço relativo da produção caiu mais rápido do que os preços dos fatores produtivos. Como a PTF é residual, isso implica uma queda da produtividade. Portanto, a sugestão é de que a queda da produtividade pode se dever apenas à forma como ela é medida, o que implicaria que a taxa de crescimento da produtividade continuasse implicitamente a mesma.²¹ No sentido dessa evidência, Bils e Klenow (2001) estimaram que a qualidade de um conjunto de 66 tipos de bens duráveis cresceu 3,7% a.a. entre 1980 e 1996.

Para o cálculo do estoque inicial de capital de cada economia, segundo a equação (7), precisamos do valor da taxa de crescimento populacional. Como *proxy* de n , utilizamos a taxa anual média de crescimento populacional observada para cada economia da amostra entre 1950 e 2000.

4.3 Educação

Como discutimos na Seção 2, a especificação funcional do impacto da educação na produtividade do trabalhador em (4) e (5) supõe que o impacto da educação sobre a eficiência do trabalho reproduz os ganhos associados à educação no

18. A taxa de crescimento do produto por trabalhador nos Estados Unidos no período 1950-1972 foi de 2,2% a.a.. Este valor está de acordo com os encontrados em estudos que utilizaram períodos mais longos. Por exemplo, Wolff (1991) obtém um valor de 2,26% para a taxa de crescimento anual média da produtividade do trabalho nos Estados Unidos entre 1880 e 1979.

19. Uma parcela do crescimento do produto por trabalhador nos Estados Unidos no período 1950-1972 resultou da elevação da escolaridade média da força de trabalho ao longo do período. Como o modelo neoclássico tradicional não incorpora capital humano, precisamos descontar o aumento da escolaridade da taxa de crescimento do produto por trabalhador para tornar o modelo compatível com os dados. Fazendo esse cálculo, obtemos $g = 1,53\%$.

20. Essa mudança é conhecida na literatura como *productivity slowdown*. Ver, por exemplo, Greenwood, Hercowitz e Krusell (1997).

21. Sobre o assunto, ver a discussão em Greenwood e Jovanovic (2001).

mercado de trabalho. Para calibrar a função $\phi(h)$, utilizaremos os parâmetros sugeridos em Bils e Klenow (2000): $\theta = 0,32$ e $\psi = 0,58$.

4.4 Função de produção

Como a função de produção é Cobb-Douglas, a participação do capital na renda é constante e dada por α . Como este artigo tem como foco a economia brasileira, optou-se por ajustar o parâmetro α de modo que a participação do capital na renda reproduzisse a observada para o Brasil na década de 1990.²²

As Contas Nacionais do Brasil tendem a superestimar a participação do capital na renda. O motivo é que a metodologia delas computa a renda dos trabalhadores por conta própria, sem carteira e empresários como sendo renda do capital. Como parte dessa renda, na verdade, é decorrente do trabalho, é preciso fazer uma correção dessa estatística. Neste artigo, usaremos o valor corrigido segundo a metodologia apresentada em Gomes, Lisboa e Pessoa (2002), que obtém um valor da participação do capital na renda para a segunda metade da década de 1990 de 0,40. Dessa forma, supomos $\alpha = 0,40$.²³ Nota-se que esse valor é bastante próximo do obtido por Langoni (1974) para o período 1947-1969, aplicando metodologia similar.²⁴

4.5 Estoque de capital inicial para o Brasil

Conforme descrito na Subseção 2.3, para calcularmos a série do estoque de capital para cada país precisamos atribuir um valor ao estoque de capital inicial. Para todos os países, com exceção do Brasil, utilizaremos a equação (7) para calcular o estoque de capital inicial.

O estoque de capital para o Brasil em 1950 é observado. O Ipeadata disponibiliza a série de formação bruta de capital fixo para o Brasil de 1908 a 1970 a preços de 1980.²⁵ Essa série agrega máquinas e equipamentos, estruturas e capital residencial. Morandi e Reis (2003) atualizaram e estenderam até 2000 essa série de capital. Em particular, esses autores calcularam para cada tipo de bem de

22. Essa escolha não tem impacto significativo nos resultados, já que a participação do capital na renda não varia muito entre países. Ver Gollin (2002).

23. Ver, também, Gomes, Bugarin e Ellery Jr. (2002).

24. Uma alternativa é estimar, empregando técnicas de série de tempo, a participação do capital na renda. No entanto, muito provavelmente, essa metodologia superestima a participação do capital na renda. Um dos fatos estilizados documentados neste trabalho é que a produtividade para um mesmo país varia ao longo do tempo. Por outro lado, elevações (reduções) de produtividade estimulam (desestimulam) a acumulação de capital. Como as técnicas de série de tempo não identificam a evolução (ao longo do tempo) da produtividade, muito provavelmente o ganho (perda) de produto advindo dessa elevação (redução) será substituído na elasticidade-capital (estimada) da renda. Islam (1995) e Ferreira, Issler e Pessoa (2004) mostram que a estimativa da participação do capital na renda cai significativamente (e fica próxima de 40%) quando se controla pela variabilidade de produtividade entre países. Blomstrom, Lipsey e Zejan (1996) demonstram que o crescimento da renda *per capita* causa (no sentido de Granger) investimento e não o oposto.

25. Ver <http://www.ipeadata.gov.br/>.

capital, a partir do método do estoque perpétuo, a série de capital (para cada tipo de capital foi utilizada uma taxa de depreciação diferente). O valor encontrado para a relação capital-produto em 1950 é de 1,94.²⁶ Com base nesse valor para a relação capital-produto, obtemos o valor do estoque de capital da economia brasileira em 1950.

5 RESULTADOS PARA O BRASIL

Nesta seção apresentamos os resultados obtidos para a economia brasileira, usando as diferentes especificações de decomposição do crescimento. Além disso, na Subseção 5.2 apresentamos uma análise de sensibilidade a alguns parâmetros utilizados para medir a produtividade.

5.1 Especificação Básica

A seguir, apresentamos o cálculo da PTFD para o Brasil e os cálculos das duas decomposições de crescimento: logarítmica e alternativa. Na próxima seção, apresentaremos os resultados para os demais países da amostra.

Conforme exposto nas seções anteriores, calculamos a PTFD para o caso de função de produção Cobb-Douglas e para duas séries do estoque de capital, elaboradas com base em dados de investimento a preços internacionais constantes e correntes. Os valores da PTFD encontrados não são muito sensíveis a variações na escolha da série de investimento,²⁷ de modo que reportamos somente os resultados referentes às séries do estoque de capital construídas a preços constantes.

A função de produção Cobb-Douglas implica que a elasticidade de substituição entre capital e trabalho é unitária. Uma consequência desse fato é que, no longo prazo, a demanda de capital apresenta elasticidade unitária. No entanto, Pessoa, Pessoa e Rob (2003) fornecem evidência de que a elasticidade-preço da demanda de capital é menor do que 1. Em particular, os autores estimam um valor de 0,7 para a elasticidade de substituição entre capital e trabalho. Diante dessa evidência, utilizamos também em nossos cálculos da PTFD a função de produção com elasticidade de substituição constante (CES) e um valor de 0,7 para a elasticidade de substituição capital-trabalho. Os resultados não mudam de forma significativa, de modo que reportamos somente os resultados para a função de produção Cobb-Douglas.²⁸

26. Agradecemos a Lucilene Morandi por nos ceder sua base de dados com as séries do estoque de capital para a economia brasileira.

27. Os resultados para as séries de capital construídas com base em dados de investimento a preços correntes encontram-se disponíveis no arquivo Excel que acompanha o trabalho. Ver nota 2.

28. Os resultados para a função de produção CES encontram-se disponíveis no arquivo Excel que acompanha o trabalho. Ver nota 2.

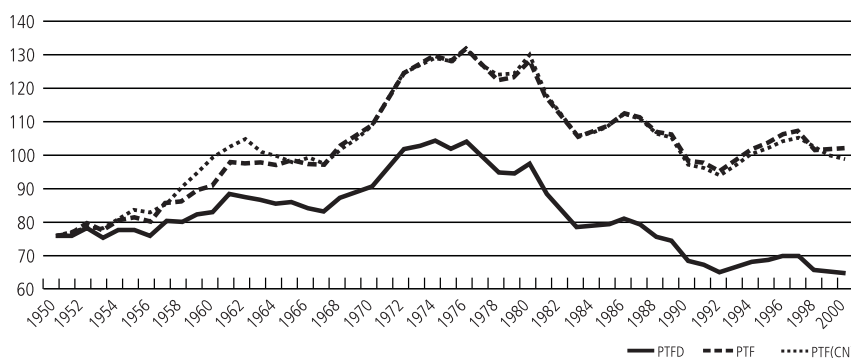
Os valores da PTFD foram normalizados de maneira que a PTF dos Estados Unidos em 1950 fosse 100. Dada a escolha da forma de cálculo da PTFD descrita anteriormente e com base na discussão da Subseção 4.5, utilizamos o valor de 1,94 para a relação capital-produto no Brasil em 1950.

No Gráfico 1 mostramos a evolução da PTF e PTFD no Brasil para o período 1950-2000. A título de comparação, o gráfico também apresenta a PTF em nível calculada a partir de dados das Contas Nacionais [destacada como PTF(CN)]. A evidência mostra que, após um longo período de elevação continuada, com início em 1950, a PTF apresenta queda acentuada a partir de 1976, que é estancada em 1992, retomando-se o crescimento até 1997. A queda em 1998 mostra que os dados da PWT, apesar de controlarem por diferenças de custo de vida, não são totalmente imunes às variações de curto prazo do câmbio nominal.²⁹

O Gráfico 2 apresenta a evolução da PTFD para a economia brasileira entre 1950 e 2000. Também apresentamos a evolução da relação capital-produto para o mesmo período. Esse dado auxilia na separação de variações da PTFD que se devem a oscilações de curto prazo do grau de utilização da capacidade instalada das variações da PTFD que não estão associadas a movimentos cíclicos da economia.

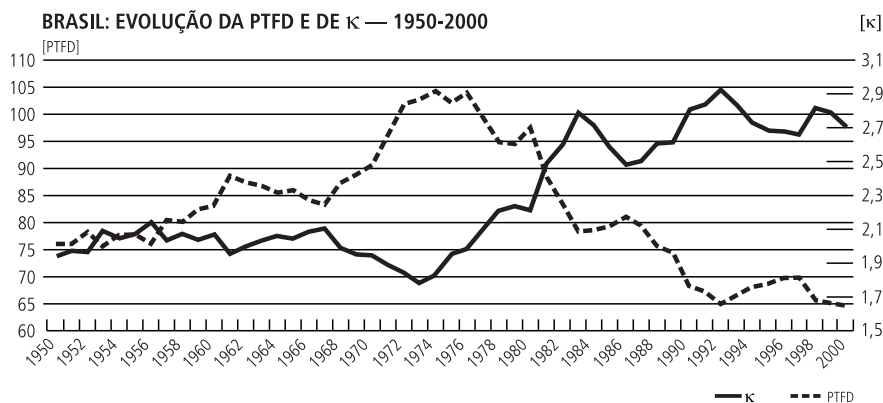
No período 1950-1956 as duas séries, PTFD e κ , mantiveram-se estáveis em torno de, respectivamente, 76 e 2. De 1956 a 1961 a PTFD eleva-se e κ reduz-se, indicando um movimento cíclico de aceleração da economia. Em 1967

GRÁFICO 1
BRASIL: EVOLUÇÃO DA PTF E PTFD — 1950-2000



29. Isso pode ser devido à forma como os preços internacionais são construídos. Falando de forma genérica, nem todos os preços das mercadorias foram computados para todos os países e também somente são calculados para alguns anos-base, os *benchmark years* (como 1991 e 1996), e interpolados para os anos em que os preços não são calculados e também para os bens que não podem ser medidos nos países pobres. Para mais detalhes, ver Summers e Heston (1991). Portanto, uma queda drástica do produto medido a preços domésticos de um ano para o outro, em geral, não é captada pelo procedimento da PWT.

GRÁFICO 2

BRASIL: EVOLUÇÃO DA PTFD E DE κ — 1950-2000

a PTFD atinge o valor de 83. Como o nível de κ em 1967 (2,1) é próximo do valor observado entre 1950 e 1956, isso sugere que o aumento da PTFD ao longo do período não se deveu a razões cíclicas. Entre 1950 e 1967, a PTFD cresceu aproximadamente 10%, o que equivale a uma taxa anual de crescimento da PTF de 0,5% acima da fronteira tecnológica. Em resumo, no período 1950-1967 a economia brasileira apresenta, *grosso modo*, as características de uma trajetória de crescimento balanceado: produtividade crescendo aproximadamente à taxa de progresso tecnológico e relação capital-produto estável.

De 1967 a 1976 observa-se forte crescimento da PTFD, com redução da relação capital-produto. No entanto, em 1976 a PTFD permanece elevada (104), apesar de a relação capital-produto estar somente um pouco acima da de 1950 (2), o que mostra que a elevação da PTFD não se deveu exclusivamente a fatores cíclicos. Durante esse período (1967-1976), o crescimento da PTFD foi de 25% (o que equivale a uma taxa anual de crescimento de 2,5%).

Entre 1976 e 1992, a PTFD apresenta acentuada redução, caindo de um patamar de 104 para 65. Nesse mesmo período, a economia brasileira apresenta forte aprofundamento de capital. A relação capital-produto, cujo valor durante o período 1950-1976 manteve-se relativamente estável em torno de 2,1, eleva-se ao longo do período até atingir o valor de 2,9 em 1992. Durante o período 1976-1992, a PTFD sofreu uma redução de 38% (2,9% a.a.).

De 1992 a 2000, a PTFD e a relação capital-produto se mantiveram relativamente estáveis em torno de 65 e 2,7, respectivamente. Um ponto importante está no fato de a economia brasileira não recuperar os níveis de produtividade observados em meados dos anos 1970, inclusive permanecendo com a PTFD em nível mais baixo que o observado em 1950.

Em resumo, existe evidência de que a economia brasileira encontrava-se em uma trajetória de crescimento balanceado entre 1950 e 1967, com pequena elevação da PTF relativamente à fronteira tecnológica e estabilidade da relação capital-produto. No período 1967-1976 houve aumento expressivo da PTFD e pequena redução da relação capital-produto. De 1976 a 1992 houve queda significativa da PTFD e forte aprofundamento de capital. Para o período 1992-2000 há evidência de trajetória de crescimento balanceado, com estabilidade da PTFD e da relação capital-produto.³⁰

Diversos estudos analisaram o comportamento da PTF no Brasil em distintos períodos, incluindo Bonelli e Fonseca (1998), Silva Filho (2001) e Pinheiro *et alii* (2001). Em geral, esses artigos encontram uma taxa de crescimento negativa para a PTF na década de 1980 e uma significativa elevação da taxa de crescimento da PTF na década de 1990.³¹

A Tabela 1 apresenta a evolução da PTFD e da PTF para o Brasil no período 1950-2000. A taxa de crescimento anual média da PTF é a soma da taxa de crescimento da PTFD com a contribuição da taxa de crescimento da fronteira tecnológica.

TABELA 1
TAXA DE CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE E OUTRAS ESTATÍSTICAS
[em %]

Período	Taxa anual de crescimento				
	y	PTF	PTFD	κ	H
1950-1967	3,2 (72)	1,4 (28)	0,5 (10)	0,5 (8)	0,5 (8)
1967-1976	5,1 (58)	3,4 (36)	2,5 (25)	-0,6 (-6)	-0,2 (-1)
1976-1992	-0,7 (-10)	-2,0 (-28)	-2,9 (-38)	2,4 (47)	1,1 (20)
1992-2000	2,1 (18)	1,0 (8)	0,1 (0)	-1,0 (-8)	1,2 (10)
1950-2000	2,1 (189)	0,6 (35)	-0,3 (-14)	0,7 (39)	0,7 (40)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à taxa de crescimento acumulada no período do fator em questão.

30. Como fica claro no Gráfico 1, esse resultado não se altera se empregarmos no cálculo da PTFD os dados das Contas Nacionais Brasileiras para investimento e produto em vez dos dados da PWT.

31. Bonelli e Fonseca (1998) encontram uma taxa de crescimento positiva da PTF na década de 1980, e um aumento significativo do crescimento da PTF na década de 1990. O resultado de crescimento positivo, embora baixo, da PTF na década de 1980 provavelmente se deve ao fato de Bonelli e Fonseca (1998) terem feito uma decomposição do crescimento do PIB potencial e não do PIB efetivo, que é mais sensível a flutuações de curto prazo. Pinheiro *et alii* (2001) encontram uma taxa de crescimento negativa para a PTF na década de 1980, quando excluem capital humano, e uma taxa de crescimento pequena, mas positiva, quando incluem capital humano. Nos dois casos, a taxa de crescimento da PTF se eleva significativamente na década de 1990.

Como mostra a Tabela 1, nossos resultados são consistentes com a evidência empírica para o Brasil. Em particular, a taxa de crescimento da PTF é negativa no período 1976-1992 (–2% a.a.), e torna-se positiva entre 1992 e 2000 (1% a.a.). Ressalta também o desempenho medíocre da acumulação de capital humano no período 1967-1976 e a acentuada elevação da relação capital-produto no período 1976-1992.

Uma outra dimensão interessante de comparação dos nossos resultados com a literatura no Brasil é dada pela contabilidade do crescimento. Dentre os trabalhos sobre evolução da PTF no Brasil mencionados anteriormente, somente Pinheiro *et alii* (2001) abrangem o período que consideramos neste estudo. Esses autores fazem uma decomposição do crescimento do PIB, com e sem capital humano. Embora seja possível obter uma decomposição do crescimento do produto por trabalhador a partir de seus resultados, a comparação com nosso procedimento não é imediata. A Tabela 2 apresenta nossos resultados da contabilidade do crescimento do produto por trabalhador para a economia brasileira.³²

Como podemos observar na Tabela 2, a contribuição do estoque de capital por trabalhador para o crescimento do produto por trabalhador foi de 53% entre 1950 e 2000. A Tabela 2 também mostra que uma parcela expressiva do cresci-

TABELA 2
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO LOGARÍTMICA DO CRESCIMENTO
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	K/L	H	PTF
1950-1967	72	3,2	0,5 (17)	0,9 (29)	1,5 (46)	0,3 (9)	1,4 (45)
1967-1976	58	5,1	2,5 (49)	0,9 (18)	1,8 (35)	–0,1 (–2)	3,4 (67)
1976-1992	–10	–0,7	–2,9 (451)	0,9 (–139)	0,7 (–108)	0,7 (–103)	–2,0 (311)
1992-2000	18	2,1	0,1 (3)	0,9 (43)	0,5 (21)	0,7 (33)	1,0 (46)
1950-2000	189	2,1	–0,3 (–14)	0,9 (43)	1,1 (53)	0,4 (19)	0,6 (29)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

32. Para efeito de comparação e análise de sensibilidade, refizemos os cálculos com dados de produto e investimento a preços constantes das Contas Nacionais obtidos no Ipeadata. Os resultados não mostram diferenças significativas em relação aos apresentados no texto (ver Seção A.4 do Apêndice). Uma outra metodologia de cálculo de variações na PTF é dada pela decomposição log-linear do crescimento, descrita na Seção A.2 do Apêndice. Os resultados para essa decomposição são semelhantes aos apresentados no texto.

mento da produtividade do trabalho na década de 1990 deveu-se ao aumento da escolaridade da força de trabalho ocupada.

Como discutimos na Subseção 2.4.2, uma forma mais apropriada de fazer a decomposição do crescimento é dada pela decomposição alternativa do crescimento. A idéia desse procedimento é que, como em crescimento balanceado a razão capital-produto é constante, a acumulação de capital induzida pelo progresso tecnológico será atribuída corretamente ao aumento da PTF e elevação da escolaridade, o que não ocorre na contabilidade tradicional do crescimento. A Tabela 3 apresenta os resultados da decomposição alternativa do crescimento para a economia brasileira entre 1950 e 2000.

Como mostra a Tabela 3, a contribuição do capital para o crescimento do produto por trabalhador no período 1950-2000 se reduz de 53% na contabilidade do crescimento para 21% na decomposição alternativa. Isso sugere que uma parcela expressiva da acumulação de capital no período foi induzida pelo crescimento da PTF e do capital humano. De fato, levando-se em conta este efeito sobre a acumulação de capital, a PTF foi o principal fator responsável pelo crescimento do produto por trabalhador na economia brasileira durante o período 1950-2000, com uma contribuição de 48%. A Tabela 3 mostra que a evolução da fronteira tecnológica foi responsável por 72% do crescimento do produto por trabalhador entre 1950 e 2000. Ela também confirma que se verificou uma queda da PTFD ao longo do período, sem a qual a taxa de crescimento da produtividade do trabalhador se elevaria em 24%.

TABELA 3
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	72	3,2	0,9 (28)	1,5 (48)	0,3 (10)	0,5 (14)	2,4 (76)
1967-1976	58	5,1	4,1 (82)	1,5 (30)	-0,4 (-8)	-0,2 (-3)	5,7 (112)
1976-1992	-10	-0,7	-4,9 (751)	1,5 (-232)	1,6 (-246)	1,1 (-172)	-3,4 (519)
1992-2000	18	2,1	0,1 (4)	1,5 (72)	-0,7 (-31)	1,2 (55)	1,6 (76)
1950-2000	189	2,1	-0,5 (-24)	1,5 (72)	0,4 (21)	0,7 (32)	1,0 (48)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

Como discutimos anteriormente, em crescimento balanceado, a relação capital-produto deve permanecer constante. Confirmando nossos resultados utilizando o cálculo da PTFD em nível, a Tabela 3 mostra que a economia brasileira se encontrava aproximadamente em uma trajetória de crescimento balanceado no período 1950-1967. O período 1976-1992 caracterizou-se por um forte aprofundamento de capital, e no período 1992-2000 a trajetória da economia brasileira voltou a apresentar características de crescimento balanceado.

Em resumo, nossos resultados mostram que a PTF foi o principal determinante do crescimento do produto por trabalhador da economia brasileira no período 1950-2000. Em particular, uma parcela expressiva da acumulação do capital ao longo do período pode ter sido induzida pelo crescimento da PTF e do capital humano.

5.2 Análise de sensibilidade

Nesta subseção, fazemos uma análise de sensibilidade do modelo diante de mudanças em alguns parâmetros. Na Subseção 5.2.1 apresentamos a sensibilidade dos resultados diante de alterações na taxa de crescimento da fronteira tecnológica. Na Subseção 5.2.2 apresentamos o efeito de um aumento da participação do capital na renda nacional, e na Subseção 5.2.3 apresentamos os resultados supondo que o retorno à educação seja log-linear.

5.2.1 Queda de g ao longo do tempo

Como mencionado, a calibração da taxa de progresso tecnológico, g , foi feita para o período 1950-1972. No entanto, em princípio é possível que a desaceleração da produtividade verificada nos Estados Unidos a partir de 1972 tenha resultado, ao menos parcialmente, de uma queda na taxa de evolução da fronteira tecnológica. Estimando exponencialmente a série de produto por trabalhador da economia americana para o período 1972-2000 e descontando a parcela do crescimento de y decorrente da elevação da escolaridade da mão-de-obra, obtemos um valor de 1,11% a.a. A Tabela 4 apresenta resultados da decomposição alternativa para o Brasil no caso em que a taxa de crescimento da fronteira tecnológica cai de 1,53% no período 1950-1972 para 1,11% a.a. entre 1972 e 2000.

Como mostra a Tabela 4, a queda da PTFD no Brasil entre 1976 e 1992 (e no período como um todo) continua a se verificar, embora de forma menos pronunciada, mesmo que a fronteira tecnológica tenha passado a crescer a uma taxa menor a partir de 1972. Especificamente, em comparação com a Tabela 3, a contribuição da PTFD para o crescimento do produto por trabalhador no período 1950-2000 passa de -24% a -13%. Esse resultado pode ser confirmado por meio do Gráfico 3. Todavia, os nossos resultados básicos permanecem os mesmos.

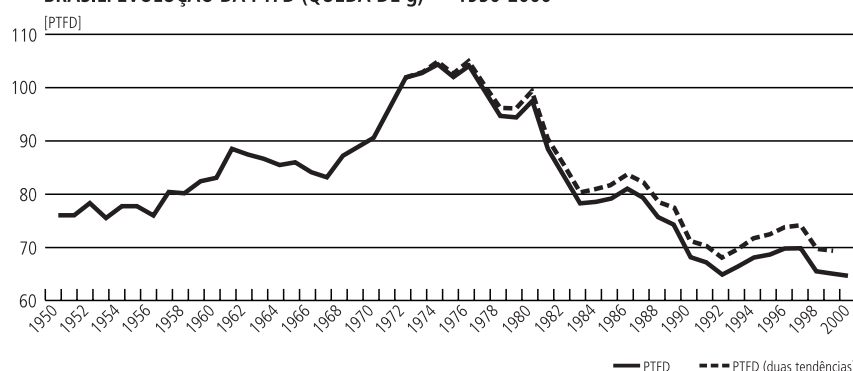
TABELA 4

BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO (QUEDA DE g)
[em %]

Período	Taxa de Crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	72	3,2	0,9 (28)	1,5 (48)	0,3 (10)	0,5 (14)	2,4 (76)
1967-1976	58	5,1	4,3 (85)	1,3 (26)	-0,4 (-8)	-0,2 (-3)	5,7 (112)
1976-1992	-10	-0,7	-4,5 (687)	1,1 (-168)	1,6 (-246)	1,1 (-172)	-3,4 (519)
1992-2000	18	2,1	0,5 (24)	1,1 (52)	-0,7 (-31)	1,2 (55)	1,6 (76)
1950-2000	189	2,1	-0,3 (-13)	1,3 (61)	0,4 (21)	0,7 (32)	1,0 (48)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

GRÁFICO 3

BRASIL: EVOLUÇÃO DA PTFD (QUEDA DE g) — 1950-2000**5.2.2 Aumento da participação do capital na renda nacional**

Neste artigo, estamos usando o valor de $\alpha = 0,4$. A Tabela 5 apresenta resultados da decomposição alternativa para o Brasil para o caso em que a participação do capital na renda nacional é medida usando os dados brutos do novo SCN para os anos 1990, isto é, $\alpha = 0,5$.³³ O problema básico de se adotar 50% de participação

33. O problema recorrente que aparece no SCN é que a potencial participação do capital na renda é medida de forma residual (o chamado excedente operacional bruto). Não há qualquer tentativa de controle de rendimento do capital a partir de outras fontes, como era feito nas Contas Nacionais dos anos 1950 e começo dos 1960, onde se usavam informações do imposto de renda para imputar a participação dos rendimentos do capital na renda nacional. A forma ideal de se medir a participação do capital na renda seria o cômputo do total de juros líquidos pagos + lucros de incorporações (ou empresarial) + renda de aluguéis + consumo do capital fixo + rendimento advindo da acumulação de capital humano + fluxo de serviços do capital do governo.

TABELA 5
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO ($\alpha = 0,5$)
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	72	3,2	0,7 (23)	1,5 (48)	0,5 (15)	0,5 (14)	2,3 (71)
1967-1976	58	5,1	4,4 (86)	1,5 (30)	-0,6 (-13)	-0,2 (-3)	5,9 (116)
1976-1992	-10	-0,7	-5,7 (874)	1,5 (-232)	2,4 (-369)	1,1 (-172)	-4,2 (642)
1992-2000	18	2,1	0,2 (11)	1,5 (72)	-1,0 (-46)	1,3 (63)	1,8 (84)
1950-2000	189	2,1	-0,8 (-36)	1,5 (72)	0,7 (31)	0,7 (33)	0,8 (36)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

para o capital na renda nacional é que teríamos de supor que a tecnologia utilizada na economia brasileira seria diferente da adotada em outros países.³⁴ Portanto, a utilidade em se mostrar os cálculos usando essa nova participação do capital é como base de comparação com possíveis resultados em estudos anteriores. Dentre os trabalhos que usam a participação do capital em 50% estão Bonelli e Fonseca (1998), Silva Filho (2001) e Ellery Jr., Gomes e Sachsida (2002). Pinheiro *et alii* (2001) apresentam os seus resultados para participações de 70% e 30%, sendo esse último o número empregado por Mankiw (1995) para um conjunto de países em desenvolvimento.

A Tabela 5 apresenta o resultado da decomposição alternativa quando a participação do capital na renda é 50%. Nota-se que a elevação de α aumentou, para o período como um todo, a participação do aprofundamento de capital de 21% para 31%. Nesse caso, ocorre uma divisão aproximadamente equânime das contribuições: PTF, aprofundamento de capital e elevação da escolaridade respondem cada um por cerca de 1/3 do crescimento do produto por trabalhador entre 1950 e 2000.

Dado que a relação capital-produto diminui no período do milagre, o papel da PTF para esse período aumentou (uma vez que o peso negativo daquela aumentou). Agora a PTF descreve 116% do crescimento do produto no período. Quando consideramos a decomposição mais tradicional para o período do milagre a participação da elevação da relação capital-trabalho eleva-se para 44%, sobrando 58% para a produtividade.

34. Para maiores detalhes, ver argumentação em Gollin (2002).

5.2.3 Linearidade no retorno da escolaridade

Neste artigo, estamos usando uma especificação côncava para a função $\phi(h)$. A Tabela 6 apresenta resultados da decomposição alternativa para o Brasil para o caso de $\phi(h)$ linear, com $\theta = 0,14$ e $\psi = 0$.³⁵

Dada a log-linearidade da função de produção, há somente uma troca entre as participações da educação e da PTFD. Para o período total, a contribuição do capital humano reduz-se de 32% para 29%, enquanto a da PTFD eleva-se de -24% para -22%. Os resultados praticamente não se alteram.

TABELA 6
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO ($\theta = 0,14$ E $\psi = 0$)
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	72	3,2	1,0 (31)	1,5 (48)	0,3 (10)	0,4 (12)	2,5 (78)
1967-1976	58	5,1	4,1 (81)	1,5 (30)	-0,4 (-8)	-0,1 (-3)	5,6 (111)
1976-1992	-10	-0,7	-4,8 (736)	1,5 (-232)	1,6 (-246)	1,0 (-158)	-3,3 (504)
1992-2000	18	2,1	0,0 (1)	1,5 (72)	-0,7 (-31)	1,2 (57)	1,5 (73)
1950-2000	189	2,1	-0,5 (-22)	1,5 (72)	0,4 (21)	0,6 (29)	1,1 (50)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

6 UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM OUTROS PAÍSES

Nesta seção apresentaremos comparações da *performance* da produtividade do Brasil com a de outros países. Dentre esses países selecionamos os Estados Unidos, pois é a economia industrial líder do século XX, outros países latino-americanos, países com industrialização recente, como a Coreia do Sul, e países importantes da Europa e da Ásia, como Grã-Bretanha, França e Japão.

6.1 Estados Unidos

Uma das hipóteses básicas que norteiam este trabalho é de que há uma fronteira tecnológica que evolui a uma taxa constante. Dada a hipótese de que a trajetória da economia dos Estados Unidos pode ser bem representada por uma trajetória

35. Menezes-Filho (2001) reporta uma taxa de retorno à educação média de cerca de 14% para o Brasil, em estudo comparativo de países da América Latina e Caribe, usando microdados de pesquisas domiciliares realizadas em torno de 1997. Menezes-Filho (2001) também mostra que o retorno médio à educação no Brasil reduziu-se de 15,2% em 1976 para 12,9% em 1999.

de crescimento balanceado, segue que a taxa de evolução da fronteira tecnológica é igual à taxa de crescimento do produto por trabalhador da economia americana, descontada pela variação do nível médio de escolaridade da força de trabalho americana ao longo do período 1950-1972, conforme discutido na Subseção 4.2.

O Gráfico 4 apresenta a evolução da PTFD e da relação capital-produto para os Estados Unidos entre 1950 e 2000. No período 1950-1972, período que empregamos para calibrar o valor da taxa de evolução do progresso tecnológico (g), a relação capital-produto reduz-se de 2,5 para 2,2, configurando queda de 12%, enquanto a PTFD eleva-se de 100 para 105, compensando em parte a redução de κ . De 1973 a 1982, verifica-se o conhecido fenômeno de redução da taxa de crescimento da produtividade, representada pela queda da PTFD para 87. Entre 1983 e 2000, a PTFD permanece relativamente estável em um patamar em torno de 88.

A Tabela 7 apresenta os resultados da decomposição alternativa para os Estados Unidos. A tabela mostra que a evolução da fronteira tecnológica foi responsável por 80% do crescimento do produto por trabalhador nos Estados Unidos entre 1950 e 2000. A contribuição do capital ao longo do período foi de apenas 9%, o que é consistente com a hipótese de que a economia americana se encontra aproximadamente em crescimento balanceado. A contribuição da PTFD foi negativa em 22%, devido à queda significativa observada entre 1973 e 1982.

Uma das vantagens do cálculo da PTFD em nível é que ele permite que se obtenha o valor da produtividade marginal do capital. O Gráfico 5 apresenta a evolução da PMgK para o Brasil e Estados Unidos.

O Gráfico 5 mostra que o PMgK para a economia americana oscila em torno de 15%. Para a década de 1990 esteve por volta de 14%. Se supusermos uma alíquota média de imposto sobre o capital de 40% [ver Greenwood, Hercowitz

GRÁFICO 4

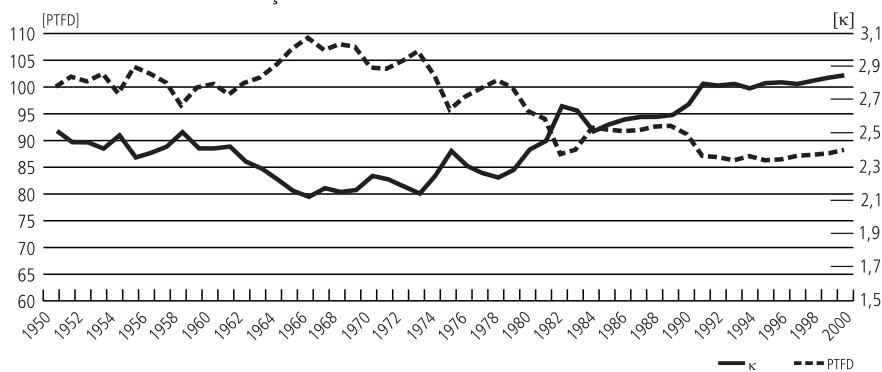
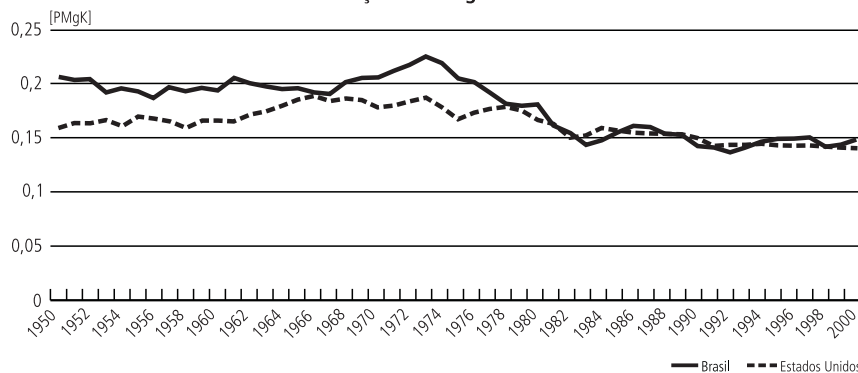
ESTADOS UNIDOS: EVOLUÇÃO DA PTFD E DE κ — 1950-2000

TABELA 7
ESTADOS UNIDOS: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO
 [em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	48	2,3	0,7 (28)	1,5 (66)	-0,6 (-25)	0,7 (31)	2,2 (94)
1967-1976	12	1,3	-1,6 (-125)	1,5 (121)	0,5 (36)	0,9 (68)	-0,1 (-4)
1976-1992	28	1,6	-1,3 (-82)	1,5 (97)	0,8 (50)	0,5 (34)	0,2 (16)
1992-2000	21	2,4	0,3 (14)	1,5 (63)	0,2 (8)	0,4 (15)	1,9 (77)
1950-2000	158	1,9	-0,4 (-22)	1,5 (80)	0,2 (9)	0,6 (33)	1,1 (58)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

GRÁFICO 5
ESTADOS UNIDOS E BRASIL: EVOLUÇÃO DO PMgK — 1950-2000



e Krusell (1997)], obtemos uma taxa marginal de retorno líquida da depreciação e de impostos da ordem de 6% a.a. A igualdade de rentabilidade do capital no Brasil e na economia americana, apesar de a relação capital-trabalho no Brasil ser igual a apenas 1/3 da observada nos Estados Unidos, é indicação de que uma elevação acentuada do investimento em nossa economia requer prévia elevação dos fatores que aumentam o PMgK: educação e PTFD.

Outra importante estatística econômica é dada pelo inverso do PMgK, a razão incremental capital-produto. Devido à elevação do grau de capitalização e à

redução da PTFD que ocorreu no Brasil, a razão incremental capital-produto eleva-se de 5 na década de 1950 para 7 nos anos 1990.

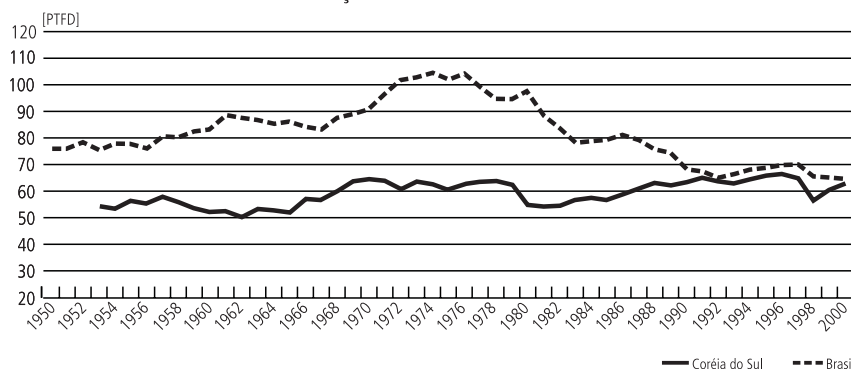
6.2 Comparação Brasil-Coréia do Sul

O Gráfico 6 apresenta a evolução da PTFD para o Brasil e a Coréia do Sul. O país asiático representa um caso interessante, principalmente por ser considerado na literatura um exemplo de intervenção governamental bem-sucedida para estimular o desenvolvimento econômico. Segundo Rodrik (1994), por exemplo, o crescimento da Coréia do Sul seria produto de uma intervenção governamental que fez com que o benefício privado do investimento em certos insumos básicos não-comercializados internacionalmente ficasse igual aos benefícios sociais. Estes eram superiores aos benefícios privados devido a transbordamentos de demanda.³⁵

O Gráfico 6 mostra que, do ponto de vista agregado, esses transbordamentos não se verificam. Em particular, a PTFD da Coréia do Sul permaneceu relativamente estável entre 1950 e 2000, em um patamar em torno de 60. Ao longo do período, a economia brasileira caracterizou-se por um nível de PTFD mais elevado que o da Coréia do Sul. Em outras palavras, todo o excesso de crescimento da economia sul-coreana sobre a economia brasileira durante o período 1950-2000 foi fruto da acumulação de capital físico e humano.

Embora se tenha mantido acima da PTFD sul-coreana, a PTFD do Brasil apresenta importantes diferenças em seus movimentos ao longo do tempo. Conforme discutido na Seção 5, de 1967 a 1976 houve uma expressiva elevação da

GRÁFICO 6
BRASIL E CORÉIA DO SUL: EVOLUÇÃO DA PTFD — 1950-2000



35. Para um argumento formal, ver Rodrik (1996) e Burguet e Fernandez-Ruiz (1998).

PTFD no Brasil, o que não se verificou na mesma magnitude na Coreia do Sul. Da mesma forma, a significativa queda da PTFD entre 1976 e 1992 não encontra paralelo na experiência sul-coreana. Isso sugere que esses movimentos da PTFD no Brasil possam decorrer de diferenças em políticas econômicas ou reformas institucionais específicas ocorridas no Brasil em cada período.

A Tabela 8 apresenta os resultados da decomposição alternativa para a Coreia do Sul. Nota-se que, mesmo descontando a contribuição da acumulação de capital decorrente do progresso tecnológico e aumento da escolaridade, 57% do crescimento da produtividade do trabalhador na Coreia do Sul entre 1950 e 2000 deveu-se à acumulação de capital físico e humano.³⁷

TABELA 8
CORÉIA DO SUL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	59	3,3	0,5 (16)	1,5 (46)	-0,9 (-28)	2,2 (66)	2,0 (62)
1967-1976	81	6,6	1,8 (27)	1,5 (23)	1,2 (18)	2,1 (32)	3,3 (50)
1976-1992	152	5,8	0,2 (3)	1,5 (26)	2,1 (37)	1,9 (34)	1,7 (30)
1992-2000	37	3,9	-0,2 (-5)	1,5 (39)	1,9 (49)	0,7 (17)	1,3 (34)
1950-2000	889	4,9	0,5 (11)	1,5 (31)	1,0 (20)	1,8 (37)	2,1 (42)

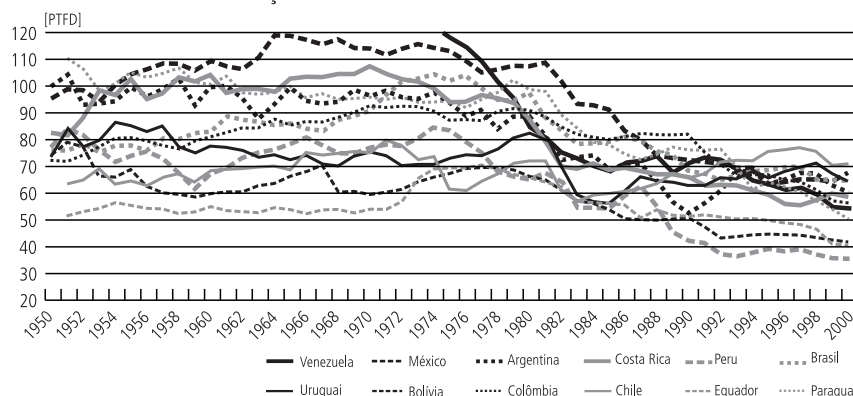
Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

6.3 América Latina

O Gráfico 7 apresenta a evolução da PTFD para países selecionados da América Latina. O fato mais marcante é que, com exceção do Chile, cuja PTFD é relativamente estável no longo prazo (apesar de oscilações no médio prazo), todos os demais países da amostra experimentaram significativa redução da PTFD entre 1978 e 1994, mantendo-se relativamente estável desde então. Além disso, a variância da PTFD em 2000 é menor do que em 1950. Brasil, Colômbia e Equador apresentam crescimento da PTFD entre o fim dos anos 1960 e início dos anos 1970, mas esse fenômeno não foi generalizado na região.

37. Para uma análise detalhada dos determinantes do crescimento do produto por trabalhador na Coreia do Sul, ver Young (1995) e Klenow e Rodríguez-Clare (1997).

GRÁFICO 7
AMÉRICA LATINA: EVOLUÇÃO DA PTFD — 1950-2000



Embora não seja o objetivo deste trabalho, podemos mencionar duas possíveis explicações para a queda generalizada da PTFD na América Latina entre 1978 e 1994. Uma possibilidade é que isso reflita a queda observada da PTFD nos Estados Unidos entre 1974 e 1982. Essa explicação é consistente com a defasagem notada na queda da PTFD da América Latina. Mesmo nesse caso, no entanto, deve ser observado que a queda verificada na PTFD dos países latino-americanos foi mais acentuada e prolongada que a ocorrida nos Estados Unidos.

Outra possível explicação para a queda da PTFD na América Latina pode estar associada aos efeitos de choques externos durante o período, como os dois choques do petróleo na década de 1970. Rodrik (1999), por exemplo, argumenta que sociedades potencialmente conflituosas, como as latino-americanas, são particularmente vulneráveis a choques externos, tendendo a transformar choques externos transitórios em quedas permanentes da produtividade.

A Tabela 9 apresenta os resultados da decomposição alternativa para a América Latina. Com exceção do Chile, todos os países da América Latina experimentaram quedas expressivas da PTFD. A contribuição da PTFD na Bolívia aparece com sinal positivo porque o produto por trabalhador na Bolívia também caiu durante o período. Essa tabela também evidencia que a relação capital-produto variou significativamente ao longo do período na maioria dos países. Isso sugere que a trajetória do produto por trabalhador para a maioria dos países da América Latina não é bem descrita por uma dinâmica de crescimento balanceado.

TABELA 9
AMÉRICA LATINA: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO — 1950-2000
 [em %]

Países	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
Argentina	65	1,0	-1,6 (-164)	1,5 (151)	0,3 (29)	0,8 (83)	-0,1 (-13)
Bolívia	-9	-0,2	-1,9 (996)	1,5 (-799)	0,3 (-183)	-0,2 (86)	-0,4 (197)
Brasil	189	2,1	-0,5 (-24)	1,5 (72)	0,4 (21)	0,7 (32)	1,0 (48)
Chile	162	2,0	0,4 (20)	1,5 (77)	-0,4 (-20)	0,4 (23)	1,9 (97)
Colômbia	78	1,2	-0,8 (-70)	1,5 (132)	0,0 (0)	0,4 (38)	0,7 (62)
Costa Rica	105	1,4	-1,1 (-80)	1,5 (106)	0,5 (32)	0,6 (42)	0,4 (26)
Equador	130	1,7	-0,8 (-46)	1,5 (89)	0,1 (4)	0,9 (53)	0,7 (43)
México	165	1,9	-1,1 (-58)	1,5 (78)	0,3 (15)	1,3 (65)	0,4 (20)
Peru	37	0,6	-2,6 (-406)	1,5 (240)	0,6 (95)	1,1 (170)	-1,0 (-166)
Paraguai	53	0,9	-2,7 (-308)	1,5 (176)	1,4 (157)	0,7 (75)	-1,1 (-132)
Uruguai	67	1,0	-0,4 (-42)	1,5 (149)	-0,4 (-43)	0,4 (36)	1,1 (107)
Venezuela	0,4	0,0	-2,5 (-33.018)	1,5 (20.284)	-0,1 (-1.770)	1,1 (14.604)	-1,0 (-12.734)

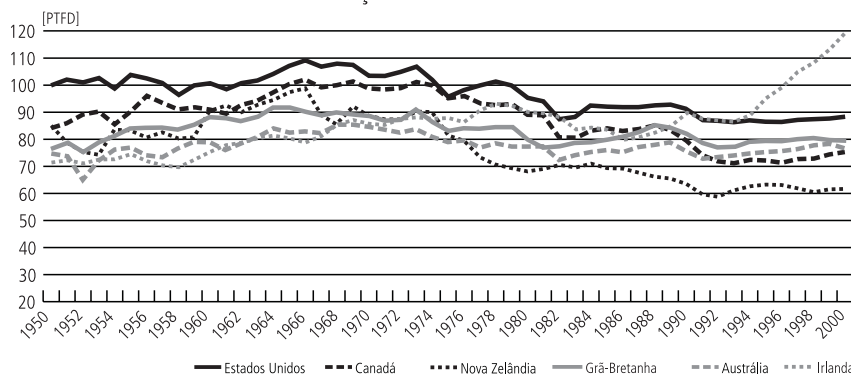
Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

6.4 Países de Língua Inglesa

O Gráfico 8 mostra a evolução da PTFD para os Países de Língua Inglesa. Os Países de Língua Inglesa apresentam, com exceção de Austrália e Irlanda, comportamento próximo ao da economia americana.

A Nova Zelândia apresenta uma queda mais forte da PTFD, semelhante à verificada na América Latina [ver Kehoe e Ruhl (2003)]. A Austrália exibe um comportamento estável da PTFD ao longo do período. A Irlanda distingue-se

GRÁFICO 8
PAÍSES DE LÍNGUA INGLESA: EVOLUÇÃO DA PTFD — 1950-2000



dos demais Países de Língua Inglesa por demonstrar uma significativa elevação da PTFD a partir de 1993, caracterizada por uma elevação de 35% entre 1993 e 2000 (taxa de 4,5% a.a. além da evolução da fronteira tecnológica).

A Tabela 10 apresenta os resultados da decomposição alternativa para os Países de Língua Inglesa. A tabela mostra que, com exceção de Nova Zelândia e Irlanda, os Países de Língua Inglesa apresentam grande estabilidade da PTFD. Dentre as economias de nossa amostra, a Austrália é a que mais se aproxima de

TABELA 10
PAÍSES DE LÍNGUA INGLESA: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO — 1950-2000
[em %]

Países	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
Austrália	134	1,7	0,1 (6)	1,5 (90)	-0,1 (-4)	0,1 (8)	1,6 (95)
Canadá	128	1,6	-0,4 (-23)	1,5 (92)	0,2 (12)	0,3 (19)	1,1 (70)
Grã-Bretanha	174	2,0	0,1 (7)	1,5 (75)	0,3 (13)	0,1 (4)	1,7 (83)
Irlanda	560	3,8	1,7 (46)	1,5 (40)	-0,1 (-3)	0,6 (17)	3,2 (86)
Nova Zelândia	56	0,9	-1,1 (-121)	1,5 (171)	0,1 (12)	0,3 (38)	0,4 (50)
Estados Unidos	158	1,9	-0,4 (-22)	1,5 (80)	0,2 (9)	0,6 (33)	1,1 (58)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

uma trajetória de crescimento balanceado para todo o período, na medida em que a relação capital-produto tem se mantido relativamente estável entre 1950 e 2000 e a evolução da fronteira tecnológica explica 90% do crescimento do produto por trabalhador.

6.5 Europa Continental

Para as economias da Europa Continental nossa metodologia possivelmente superestima o estoque de capital inicial. A razão é que, devido ao esforço de reconstrução associado ao pós-guerra, o investimento foi muito elevado nos anos 1950, gerando uma superestimação do capital inicial e, conseqüentemente, um valor subestimado da PTFD inicial.

Um outro indício de superestimativa do estoque de capital inicial é dado pelo comportamento da relação capital-produto. Para essas economias, a relação capital-produto reduz-se ao longo dos anos 1950, o que é inconsistente com o fato de essas economias se encontrarem em uma trajetória de acumulação de capital no período do pós-guerra.

Por essa razão, refizemos os cálculos da PTFD para esses países, escolhendo o valor do estoque de capital por trabalhador em 1950 de forma a fazer com que a produtividade marginal do capital desses países fosse de 20% em 1950, o que corresponde aproximadamente a um valor 30% acima da produtividade marginal do capital média dos Estados Unidos entre 1950 e 2000. Além de constituir possível extremo superior para o PMgK, o novo valor do estoque inicial de capital foi suficiente para reverter a queda observada na relação capital-produto nos anos 1950.³⁸

O Gráfico 9 apresenta a evolução da PTFD para os países da Europa Continental para o novo cálculo do estoque de capital em 1950. O gráfico mostra que o ajuste no estoque inicial de capital foi suficiente para estabilizar a PTFD nos anos 1950. As exceções foram a Áustria, que continua a apresentar elevação de produtividade nos anos 1950, e a Noruega, que apresentou forte queda da PTFD nesse período.

A Tabela 11 apresenta os resultados da decomposição alternativa para os países da Europa Continental, usando o novo cálculo de K_0 . A tabela mostra que a relação capital-produto variou de forma significativa ao longo do período para os países da Europa Continental, o que sugere que esses países encontravam-se em uma dinâmica de transição entre 1950 e 2000.

38. De fato, após essa correção, a relação capital-produto eleva-se nos anos 1950, sendo, portanto, compatível com uma dinâmica de transição.

GRÁFICO 9
EUROPA CONTINENTAL: EVOLUÇÃO DA PTFD (OUTRO K_0) — 1950-2000

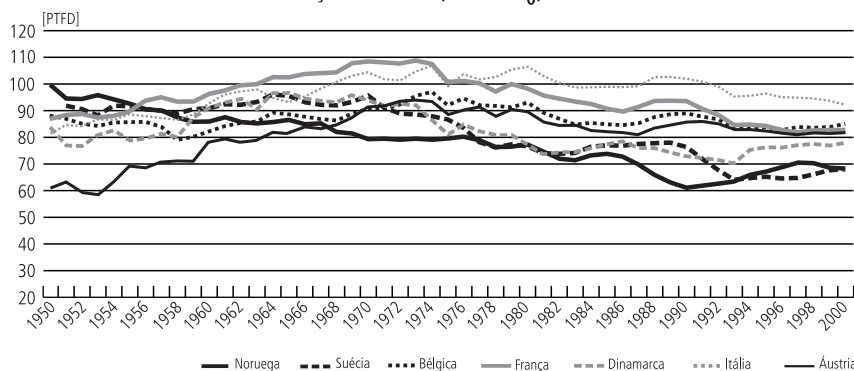


TABELA 11
EUROPA CONTINENTAL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO — 1950-2000
[em %]

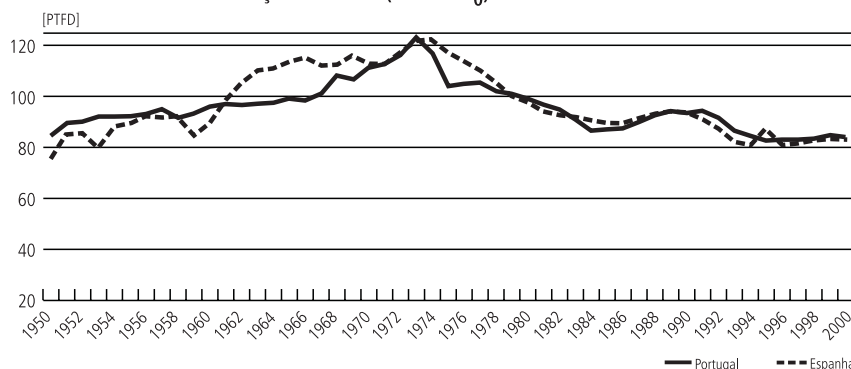
Países	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
Áustria	500	3,6	1,0 (27)	1,5 (42)	0,9 (25)	0,2 (6)	2,5 (70)
Bélgica	277	2,7	-0,1 (-4)	1,5 (57)	0,8 (31)	0,4 (15)	1,4 (53)
Dinamarca	193	2,2	-0,2 (-11)	1,5 (71)	0,9 (40)	0,0 (0)	1,3 (60)
França	317	2,9	-0,1 (-5)	1,5 (53)	0,9 (30)	0,6 (22)	1,4 (48)
Itália	482	3,5	0,4 (12)	1,5 (43)	0,9 (25)	0,7 (20)	1,9 (55)
Noruega	248	2,5	-1,3 (-50)	1,5 (61)	1,1 (42)	1,2 (47)	0,3 (11)
Suécia	156	1,9	-1,0 (-53)	1,5 (79)	0,8 (43)	0,6 (30)	0,5 (27)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

6.6 Países Ibéricos

O Gráfico 10 apresenta a evolução da PTFD para os Países Ibéricos (Portugal e Espanha). É importante observar que, contrariamente ao que ocorreu com os países da Europa Continental, Espanha e Portugal não estavam sendo reconstruídos nesse período. No entanto, em razão do elevado aumento da PTFD entre 1950 e

GRÁFICO 10
PAÍSES IBÉRICOS: EVOLUÇÃO DA PTFD (OUTRO K_0) — 1950-2000



1974, refizemos os cálculos da PTFD para esses países de forma a fazer com que a produtividade marginal do capital desses países fosse de 20% em 1950.

O Gráfico 10 mostra que, apesar de a PTFD ter se estabilizado nos anos 1950, os ganhos de produtividade persistem entre os anos 1960 e meados dos anos 1970. Observa-se que o comportamento da PTFD para o Brasil se aproxima bastante do comportamento dos Países Ibéricos.

A Tabela 12 apresenta os resultados da decomposição alternativa para os Países Ibéricos, usando o novo cálculo de K_0 . A tabela mostra que a relação capital-produto variou significativamente ao longo do período para os Países Ibéricos, o que sugere que esses países provavelmente encontram-se em uma dinâmica de transição.

TABELA 12
PAÍSES IBÉRICOS: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO — 1950-2000
[em %]

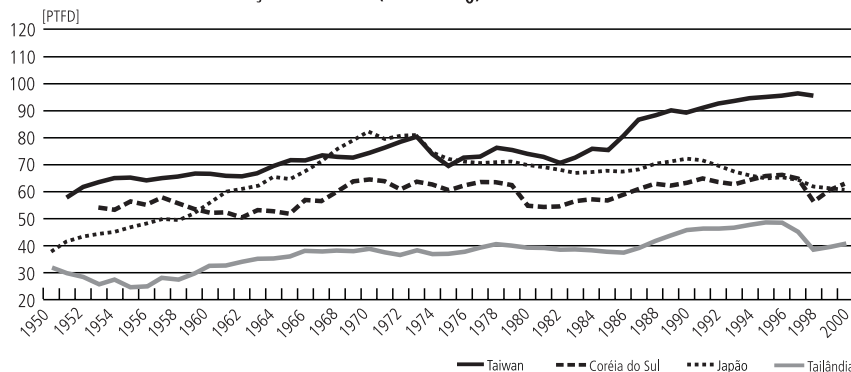
Países	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
Espanha	498	3,6	0,3 (9)	1,5 (43)	0,8 (22)	0,9 (26)	1,9 (52)
Portugal	550	3,7	0,0 (0)	1,5 (41)	0,6 (16)	1,6 (44)	1,5 (41)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

6.7 Leste Asiático

O Gráfico 11 apresenta a evolução da PTFD para os países do Leste Asiático. Devido à reconstrução associada ao pós-guerra, é provável que o estoque de capital inicial do Japão esteja superestimado, pelas razões já apontadas. Por isso, refizemos os cálculos da PTFD para o Japão e demais países do Leste Asiático de forma

GRÁFICO 11
LESTE ASIÁTICO: EVOLUÇÃO DA PTFD (OUTRO K_0) — 1950-2000



a fazer com que a produtividade marginal do capital desses países fosse de 20% em 1950.³⁹

Mesmo após a alteração do estoque inicial de capital, o Japão apresenta forte elevação da PTFD nos anos 1950 e 1960, caracterizando, em conjunto com a Áustria, a Irlanda nos anos 1990 e, em menor medida, o Brasil no período 1967-1976, os milagres econômicos identificados por este estudo.

A Tabela 13 apresenta os resultados da decomposição alternativa para os países do Leste Asiático, usando o novo cálculo de K_0 . Nota-se que a relação capital-produto variou significativamente ao longo do período para os países do

TABELA 13
LESTE ASIÁTICO: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO — 1950-2000
[em %]

Países	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
Japão	859	4,5	1,6 (35)	1,5 (34)	1,2 (26)	0,2 (5)	3,1 (68)
Coréia	889	4,9	0,5 (11)	1,5 (31)	1,0 (20)	1,8 (37)	2,1 (42)
Tailândia	557	3,8	0,8 (22)	1,5 (40)	1,2 (31)	0,2 (6)	2,4 (63)
Taiwan	1548	6,0	1,8 (30)	1,5 (25)	1,2 (19)	1,5 (25)	3,3 (56)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

39. Para a Coreia do Sul e Tailândia não foi feito o novo cálculo do estoque inicial de capital. Essas economias não apresentaram indícios de erro no cálculo inicial do capital, isto é, valor muito baixo para o PMgK em 1950 e redução da relação capital-trabalho ao longo dos anos 1950.

Leste Asiático, o que sugere que esses países provavelmente encontram-se em uma dinâmica de transição.

7 CONCLUSÕES

Este artigo analisou a evolução da PTF para a economia brasileira de 1950 a 2000. As principais conclusões são as seguintes.

Os resultados mostram que a economia brasileira encontrava-se aproximadamente em uma trajetória de crescimento balanceado entre 1950 e 1967, com pequena elevação da PTF relativamente à fronteira tecnológica e estabilidade da relação capital-produto. De 1967 a 1976 houve aumento expressivo da PTFD e pequena queda da relação capital-produto. De 1976 a 1992 houve queda significativa da PTFD e forte aprofundamento de capital. Para o período 1992-2000 há evidência de trajetória de crescimento balanceado, com estabilidade da PTFD e da relação capital-produto.

Os resultados mostram que a PTF foi o principal determinante do crescimento do produto por trabalhador da economia brasileira no período 1950-2000. Em particular, uma parcela expressiva da acumulação do capital ao longo do período pode ter sido induzida pelo crescimento da PTF e do capital humano. Adicionalmente, o baixo valor para o PMgK observado em nossa economia mostra que há carência de oportunidades de investimento, sinalizando que o potencial de crescimento do produto por trabalhador em unidades eficientes de educação é da ordem de 1,5% a.a.

Para diversas economias há evidência de desaceleração da produtividade a partir de meados dos anos 1970. Para muitos países da OCDE e do Leste Asiático, essa desaceleração se estabiliza na década de 1980 e início da de 1990. Para os países da América Latina, a queda da taxa de crescimento da PTF é mais elevada e persistente.

A evidência também mostra que o crescimento da PTF em excesso à evolução da fronteira tecnológica, observado no Brasil entre 1967 e 1976, não se verificou em outros países. Embora a queda da PTF (descontada da evolução da fronteira tecnológica) entre 1976 e 1992 tenha se verificado também em outros países, a intensidade e duração dessa queda só encontram paralelo em países da América Latina. Essa evidência sugere que as variações da PTF nesses períodos possivelmente refletem características próprias da economia brasileira, como a qualidade da política econômica e das instituições no Brasil.

Apesar de não constituir o escopo deste trabalho, uma interpretação possível para a expressiva elevação da PTFD no período 1967-1976 é que ganhos de produtividade advindos de reformas institucionais do PAEG tenham elevado a eficiência

agregada da economia brasileira. Em relação à queda significativa da PTFD no período 1976-1992, uma possível explicação é que, seguindo Rodrik (1999), sociedades potencialmente conflituosas, como as latino-americanas em geral e o Brasil em particular, são especialmente vulneráveis a choques externos e tendem a transformá-los em quedas permanentes da produtividade, como os do petróleo na década de 1970.

APÊNDICE

A.1 Cálculo de K_0

Da equação (6), temos:

$$K_0 = I_{-1} + (1 - \delta)K_{-1}$$

e:

$$K_{-1} = I_{-2} + (1 - \delta)K_{-2}$$

Segue-se que:

$$K_0 = I_{-1} + (1 - \delta)[I_{-2} + (1 - \delta)K_{-2}]$$

Fazendo-se substituições sucessivas, obtemos:

$$K_0 = (1 - \delta)K_{-T} + \sum_{j=1}^T (1 - \delta)I_{-j}$$

Supondo que a economia encontrava-se em crescimento balanceado até o instante $t = 0$, temos:

$$I_{-j} = I_0 (1 + g)^{-j} (1 + n)^{-j}$$

Isso implica que

$$K_0 = (1 - \delta)^T K_{-T} + \frac{I_0}{(1 + g)(1 + n)} \sum_{j=0}^{T-1} \left[\frac{1 - \delta}{(1 + g)(1 + n)} \right]^j$$

Usando o fato de que $1 - \delta < (1 + g)(1 + n)$, podemos tomar o limite nesta última equação e obter:

$$K_0 = \frac{I_0}{(1 + g)(1 + n) - (1 - \delta)}$$

A.2 Decomposição log-linear do crescimento

Como visto, o cálculo em nível da PTFD permite que se façam, em seguida, exercícios de contabilidade de crescimento por meio da decomposição logarítmica do crescimento. Uma forma alternativa é calcular a taxa de variação da PTFD como resíduo, subtraindo da taxa de variação do produto a taxa de variação dos fatores, ponderada pela participação dos fatores no produto. Desse modo, obtemos a decomposição log-linear do crescimento, que consiste em uma aproximação log-linear de (2). Nesse caso, obtemos:

$$\begin{aligned} \frac{B_{i,t+N} - B_{it}}{B_{it}} &= \frac{y_{i,t+N} - y_{it}}{y_{it}} - \alpha \frac{k_{i,t+N} - k_{it}}{k_{it}} - (1 - \alpha) \\ &\quad \left[(1 - \psi) \phi \left(h_{i,t+\frac{N}{2}} \right) \frac{h_{i,t+N} - h_{it}}{h_{it}} + ((1 + g)^N - 1) \right] \end{aligned}$$

onde ψ foi definido em (5) e $B_{i,t}$ é a PTFD obtida por esse procedimento. Note-se que esse método não recupera o nível da PTFD. Em nosso estudo refizemos todos os cálculos, sob a hipótese de que $A_{i,t} = B_{i,t}$. Nessas condições as duas séries de PTFD são muito próximas.

A importância relativa para o crescimento do produto por trabalhador de variações na PTFD, fronteira tecnológica, acumulação de capital físico por trabalhador e variação da escolaridade média da força de trabalho é dada, respectivamente, por:

$$\begin{aligned} &\frac{\frac{B_{i,t+N} - B_{it}}{B_{it}}}{\frac{y_{i,t+N} - y_{it}}{y_{it}}}, \frac{(1 - \alpha)((1 + g)^N - 1)}{\frac{y_{i,t+N} - y_{it}}{y_{it}}}, \frac{\alpha \frac{k_{i,t+N} - k_{it}}{k_{it}}}{\frac{y_{i,t+N} - y_{it}}{y_{it}}}, \\ &\frac{(1 - \alpha)(1 - \psi) \phi \left(h_{i,t+\frac{N}{2}} \right) \frac{h_{i,t+N} - h_{it}}{h_{it}}}{\frac{y_{i,t+N} - y_{it}}{y_{it}}} \end{aligned}$$

A.3 Uma nota sobre a taxa de depreciação

Neste artigo, empregou-se o valor de 3,5% para a depreciação física do capital.⁴⁰ É importante observar que esse valor foi calibrado com dados de Contas Nacionais para a economia americana, em função da qualidade dos dados disponíveis sobre o estoque de capital dos Estados Unidos. Nosso exercício supõe que esse parâmetro é o mesmo entre as economias. No entanto, é possível argumentar que a depreciação é, em certa medida, fruto de uma decisão econômica. Se este for o caso, a depreciação nos Estados Unidos deve ser maior do que a depreciação no Brasil, visto que a taxa de renovação tecnológica do estoque de capital é maior em economias desenvolvidas.⁴¹ Assim, 3,5% a.a. parece ser um limite superior.⁴²

Essa baixa taxa de depreciação física poderia estar em contradição com a observação de que a economia brasileira nos anos 1980 teve de obter taxas de investimento da ordem de 20% do PIB unicamente para manter o produto *per capita* constante. Entretanto, se lembrarmos que nos anos 1980 a PTFD estava caindo, é possível reconciliar as duas metodologias. Com depreciação física de 3,5% a.a. e relação capital-produto de 2,7, o investimento para compensar a depreciação é da ordem de 10% do PIB. Os outros 10% foram para compensar a queda da PTFD. As Tabelas A.1 e A.2 apresentam os resultados da decomposição alternativa para taxas de depreciação de 1,85%⁴³ e 9%, respectivamente.

Como pode ser observado a partir desses resultados, o fato de estarmos usando uma taxa de depreciação mais baixa que a usualmente empregada na literatura reforça nossa conclusão de que a PTF foi o principal determinante do crescimento do produto por trabalhador no Brasil no período 1950-2000. De fato, como mostra a Tabela A2, uma taxa de depreciação de 9% faz com

40. Outros valores da taxa de depreciação têm sido empregados na literatura sobre PTF no Brasil. Por exemplo, Ferreira e Rossi (2003) e Silva Filho (2001) utilizam um valor de 5% – embora Ferreira e Rossi calculem apenas o estoque de capital para a indústria. Bonelli e Fonseca (1998) usam uma série do estoque de capital elaborada por Lucilene Morandi. Como discutimos adiante, a versão atualizada dessa série, apresentada em Morandi e Reis (2003), emprega uma taxa de depreciação implícita inferior a 3,5%. A literatura de ciclos reais de negócios no Brasil em geral usa valores mais elevados da taxa de depreciação. Por exemplo, Ellery Jr., Gomes e Sachsida (2002) utilizam um valor de 16%, enquanto Bugarin *et alii* (2003) empregam um valor de 9%. Por outro lado, Ferreira e Val (2001) adotaram 6,5%. Vale notar que para muitos modelos de ciclos reais a taxa de depreciação é calibrada a partir das condições de primeira ordem do modelo, portanto os valores podem não refletir o valor real, mas sim o valor consistente com a calibração do modelo. Por exemplo, se o modelo não considerar crescimento populacional e/ou progresso técnico a depreciação física incorporará esses dois termos para que o investimento, como fração da renda, seja consistente com o observado.

41. Pessoa e Rob (2002) apresentam um modelo que gera esse resultado.

42. De fato, em estudo recente, Morandi e Reis (2003) calculam, com dados de Contas Nacionais, a série de estoque de capital para o Brasil. Em seu estudo, os autores calculam a série de máquinas e equipamentos e a série de estruturas. Para cada tipo de bem de capital, consideram uma taxa constante de depreciação linear. O estoque total é a agregação dos dois tipos de capital. Os autores obtêm um valor de 3,22 para a relação capital-produto em 2000, o qual é superior ao valor de 2,7 que obtivemos em nosso estudo, mostrando que a taxa de depreciação exponencial implícita em seus cálculos é inferior a 3,5% a.a.

43. O valor de 1,85% é a taxa de depreciação requerida para que a relação capital-produto no Brasil em 2000, utilizando nossa metodologia e empregando dados de Contas Nacionais, seja igual à obtida em Morandi e Reis (2003). Em outras palavras, essa é a taxa de depreciação implícita na série de capital de Morandi e Reis (2003).

TABELA A1
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO ($\delta = 1,85\%$)
 [em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	72	3,2	0,4 (11)	1,5 (48)	0,9 (27)	0,5 (14)	1,9 (59)
1967-1976	58	5,1	4,2 (82)	1,5 (30)	-0,5 (-9)	-0,2 (-3)	5,7 (112)
1976-1992	-10	-0,7	-5,2 (793)	1,5 (-232)	1,9 (-289)	1,1 (-172)	-3,7 (561)
1992-2000	18	2,1	-0,2 (-10)	1,5 (72)	-0,3 (-17)	1,2 (55)	1,3 (62)
1950-2000	189	2,1	-0,8 (-39)	1,5 (72)	0,8 (36)	0,7 (32)	0,7 (33)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

TABELA A2
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DO CRESCIMENTO ($\delta = 9\%$)
 [em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	72	3,2	2,5 (77)	1,5 (48)	-1,2 (-39)	0,5 (14)	4,0 (125)
1967-1976	58	5,1	3,8 (74)	1,5 (30)	-0,1 (-1)	-0,2 (-3)	5,3 (104)
1976-1992	-10	-0,7	-4,1 (633)	1,5 (-232)	0,8 (-129)	1,1 (-172)	-2,6 (401)
1992-2000	18	2,1	0,6 (30)	1,5 (72)	-1,2 (-57)	1,2 (55)	2,2 (103)
1950-2000	189	2,1	0,3 (14)	1,5 (72)	-0,4 (-17)	0,7 (32)	1,8 (85)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

que a contribuição do capital para o crescimento do produto por trabalhador seja negativa ao longo de todo o período.

A.4 Resultados usando dados das Contas Nacionais do Brasil

Para efeito de comparação e análise de sensibilidade, refizemos os cálculos da PTFD e das decomposições de crescimento com dados de produto e investimento a preços constantes das Contas Nacionais obtidos no Ipeadata. Os dados de

investimento correspondem à formação bruta de capital fixo (FBCF) a preços de 1980 e a série de produto é calculada a preços de 2000. Para transformar preços de 1980 em preços de 2000, utilizamos a série de deflator implícito do produto disponibilizada no Ipeadata. A seguir, apresentamos resultados da decomposição logarítmica e da decomposição alternativa para o Brasil utilizando dados das Contas Nacionais.⁴⁴

Comparando as Tabelas A3 e A4 com as Tabelas 2 e 3 no texto, podemos observar que os resultados são bastante parecidos. Em particular, a decomposição

TABELA A3
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO LOGARÍTMICA DE CRESCIMENTO — CONTAS NACIONAIS
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	K/L	H	PTF
1950-1967	63	2,9	0,6 (20)	0,9 (32)	1,1 (39)	0,3 (9)	1,5 (51)
1967-1976	54	4,8	2,4 (51)	0,9 (19)	1,5 (32)	-0,1 (-2)	3,3 (70)
1976-1992	-10	-0,6	-3,0 (476)	0,9 (-143)	0,8 (-126)	0,7 (-106)	-2,1 (333)
1992-2000	16	1,8	-0,2 (-10)	0,9 (50)	0,4 (22)	0,7 (38)	0,7 (40)
1950-2000	162	1,9	-0,4 (-19)	0,9 (47)	1,0 (51)	0,4 (21)	0,5 (28)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

TABELA A4
BRASIL: DECOMPOSIÇÃO ALTERNATIVA DE CRESCIMENTO — CONTAS NACIONAIS
[em %]

Período	Taxa de crescimento		Contribuição do fator				
	y_{total}	y_{anual}	PTFD	Fronteira	κ	H	PTF
1950-1967	63	2,9	1,0 (33)	1,5 (53)	0,0 (-1)	0,5 (16)	2,5 (85)
1967-1976	54	4,8	4,0 (84)	1,5 (32)	-0,6 (-13)	-0,2 (-3)	5,5 (116)
1976-1992	-10	-0,6	-5,1 (793)	1,5 (-239)	1,8 (-277)	1,1 (-177)	-3,5 (555)
1992-2000	16	1,8	-0,3 (-17)	1,5 (84)	-0,5 (-30)	1,2 (64)	1,2 (67)
1950-2000	162	1,9	-0,6 (-32)	1,5 (79)	0,4 (18)	0,7 (35)	0,9 (47)

Obs.: Os resultados entre parênteses são percentuais e correspondem à fração aproximada do crescimento do produto por trabalhador atribuída ao fator em questão.

44. A correlação das duas séries de PTFD, obtidas respectivamente com dados da PWT e dados das Contas Nacionais, é de 0,989.

alternativa com dados das Contas Nacionais confirma o resultado de que a PTF foi o principal determinante do crescimento do produto por trabalhador no Brasil entre 1950 e 2000.

A.5 Países da amostra

a) América Latina: Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Uruguai, Paraguai, Peru, México e Costa Rica.

b) Países de Língua Inglesa: Estados Unidos, Canadá, Grã-Bretanha, Austrália, Nova Zelândia e Irlanda.

c) Europa Continental: Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Itália, Noruega e Suécia.

d) Países Ibéricos: Portugal e Espanha.

e) Leste Asiático: Japão, Coreia do Sul, Tailândia e Taiwan.

ABSTRACT

This paper analyzes the evolution of total factor productivity (TFP) for the Brazilian economy from 1950 until 2000. The results indicate that the Brazilian economy was approximately in a balanced growth path between 1950 and 1967, with a small increase in TFP above the evolution of the technological frontier and stability of the capital-output ratio. Between 1967 and 1976 there was a sizable increase in TFP above the frontier and a small decrease in the capital-output ratio. From 1976 until 1992 TFP decreases markedly relative to the technological frontier and the economy experiences a strong process of capital deepening. For the final period, from 1992 until 2000, there is evidence of a balanced growth path, with TFP increasing at the same pace of the technological frontier and a stable capital-output ratio. The evidence shows that the increase in TFP above the technological frontier observed in Brazil between 1967 and 1976 did not occur in other countries. Although the reduction of TFP (detrended by the evolution of the technological frontier) observed in Brazil between 1976 and 1992 has also been observed in other countries, its intensity and duration parallels only the dynamics of other Latin American economies.

BIBLIOGRAFIA

BARRO, R. J. Notes on growth accounting. *NBER Working Paper*, n. 6.654, 1998.

BARRO, R. J., LEE, J. International data on educational attainment: updates and implications. *NBER Working Paper*, n. 7.911, 2000.

BARRO, R. J., SALA-I-MARTIN, X. *Economic growth*. McGraw-Hill, Inc., 1995.

BILS, M., KLENOW, P. J. Does schooling cause growth? *American Economic Review*, v. 90, n. 5, p. 1.160-1.183, 2000.

———. Quantifying quality growth. *American Economic Review*, v. 91, n. 4, p. 1.006-1.030, 2001.

- BLOMSTROM, M., LIPSEY, R. E., ZEJAN, M. Is fixed investment the key to economic growth? *Quarterly Journal of Economics*, v. 111, n. 1, p. 269-276, 1996.
- BONELLI, R., 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, ago. 1998.
- BUGARIN, M. S. *et alii*. *The Brazilian depression in the 1980s and 1990s*. 2003, mimeo.
- BURGUET, R., FERNÁNDEZ-RUIZ, J. Growth through taxes or borrowing? A model of development traps with public capital. *European Journal of Political Economy*, v. 14, p. 327-344, 1998.
- DJANKOV, S. *et alii*. The new comparative economics. *Journal of Comparative Economics*, v. 31, n. 4, p. 595-620, 2003 (a sair).
- ELLERY Jr., R., GOMES, V., SACHSIDA, A. Business cycle fluctuations in Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 56, n. 2, p. 269-308, 2002.
- ENGERMAN, S. L., SOKOLOFF, K. L. Factor endowment, institutions, and differential path of growth among new world economies: a view from economic historians of the United States. In: HABER, S. (ed.). *How Latin America fell behind*. Stanford University Press, Cap.10, p. 260-304, 1997.
- FERREIRA, P. C., ISSLER, J. V., PESSÔA, S. de A. Testing production functions used in empirical growth studies. *Economic Letters*, 2004 (a sair).
- FERREIRA, P. C., ROSSI, J. L. New evidence on trade liberalization and productivity growth. *International Economic Review*, v. 44, p. 1.383-1.407, 2003.
- FERREIRA, P. C., VAL, P. R. C. Modelos de ciclos reais de negócios aplicados à economia brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p. 213-248, 2001.
- FRAUMENI, B. The measure of depreciation in the US national accounts. *Survey of Current Business*, July 1997.
- GOLLIN, D. Getting income shares right. *Journal of Political Economy*, v. 110, n. 2, p. 458-474, 2002.
- GOMES, V., BUGARIN, M. N. S., ELLERY Jr., R. Long run implications of the Brazilian capital stock and income estimates. *Proceedings of 2002 Latin American Meeting of The Econometric Society*, São Paulo, 2002a.
- GOMES, V., LISBOA, M. de B., PESSÔA, S. de A. *Estudo da evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: 1950-2000*. 2002b, mimeo.
- GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z., KRUSELL, P. Long-run implications of investment-specific technological change. *American Economic Review*, v. 87, n. 3, p. 342-362, 1997.
- GREENWOOD, J., JOVANOVIĆ, B. Accounting for growth. In: DEAN, E., HARPER, M., HULTEN, C. (eds.). *New directions in productivity analysis*. Chicago: Chicago University Press (NBER), 2001.
- HALL, R. E., JONES, C. I. Why do some countries produce so much more output than others? *Quarterly Journal of Economics*, v. 114, p. 83-116, Feb.1999.
- HESTON, A., SUMMERS, R., ATTEN, B. *Penn-World Table*, version 6.1. Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania, Oct. 2002.

- IBGE. *Estatísticas Históricas do Brasil*. 1988.
- ISLAM, N. Growth empirics: a panel data approach. *Quarterly Journal of Economics*, v. 110, n. 4, p. 1.127-1.170, 1995.
- JONES, C. I. Sources of U.S. economic growth. *American Economic Review*, v. 92, n. 1, p. 220-239, 2002.
- KEHOE, T. J., RUHL, K. J. *Recent great depressions: aggregate growth in New Zealand and Switzerland*. 2003, mimeo.
- KLENOW, P. J., RODRÍGUEZ-CLARE, A. *The neoclassical revival in growth economics: has it gone too far?* NBER Macroeconomics Annual, 1997.
- LA PORTA, R. *et alii*. Legal determinants of external finance. *Journal of Finance*, v. 52, n. 3, p. 1.131-1.150, 1997.
- LANGONI, C. G. *As causas do crescimento econômico do Brasil*. Rio de Janeiro, Apec, 1974.
- MANKIW, N. G. The growth of nations. *Brooking Papers on Economic Activity*, v. 1, p. 275-326, 1995.
- MENEZES-FILHO, N. Educação e desigualdade. In: LISBOA, M., MENEZES-FILHO, N. (orgs.). *Microeconomia e sociedade no Brasil*. Rio de Janeiro, Contracapa Livraria, 2001.
- MORANDI, L., REIS, E. J. *Estimativa do estoque de capital fixo-Brasil, 1950-2000*. Rio de Janeiro: IPEA, nov. 2003, mimeo.
- PARENTE, S. L., PRESCOTT, E. C. Barriers to technology adoption and development. *Journal of Political Economy*, v. 102, n.2, p. 298-321, 1994.
- _____. *Barriers to riches*. London, England, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2000.
- PESSÔA, S. de A., PESSÔA, S. M., ROB, R. *Elasticity of substitution between capital and labor: a panel data approach*. 2003 (Ensaio Econômico EPGE, 494).
- PESSÔA, S. de A., ROB, R. *Vintage capital, distortion and development*. University of Pennsylvania, 2002 (Caress Working Paper, 5).
- PINHEIRO, A. C. *et alii*. *Brazilian economic growth, 1900-2000: lessons and policy implications*. 2001, mimeo.
- PRESCOTT, E. C. Prosperity and depression. *American Economic Review*, v. 92, n. 2, p. 1-15, 2002.
- PSACHAROPOULOS, G. Returns to investment in education: a global update. *World Development*, v. 22, n. 9, p. 1.325-1.343, 1994.
- RODRIK, D. Getting interventions right: how South Korea and Taiwan grew rich. *NBER Working Paper*, n. 4.964, 1994.
- _____. Coordination failures and government policy: a model with applications to East Asia and Eastern Europe. *Journal of International Economics*, v. 40, p. 1-22, 1996.
- _____. Where did all the growth go? External shocks, social conflict, and growth collapses. *Journal of Economic Growth*, v. 4, n. 4, p. 385-412, 1999.

- ROMER, D. *Advanced macroeconomics*. 2nd ed. McGraw-Hill, 2001.
- SILVA FILHO, T. N. T. *Estimando o produto potencial brasileiro: uma abordagem de função de produção*. Banco Central do Brasil, abr. 2001 (Trabalhos para Discussão,17).
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, p. 65-94, Feb. 1956.
- SUMMERS, R., HESTON, A. The Penn-World Table (Mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950-1988. *Quarterly Journal of Economics*, v. 106, p. 327-368, May 1991.
- WOLFE, E. N. Capital formation and productivity convergence over the long term. *American Economic Review*, v. 81, n. 3, p. 565-579, 1991.
- YOUNG, A. The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience. *Quarterly Journal of Economics*, v. 110, n. 3, p. 641-680, 1995.

(Originais recebidos em junho de 2003. Revistos em novembro de 2003.)