

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Um estudo sobre a produtividade total dos fatores (PTF) da
economia brasileira e seus principais determinantes no período
1970-2010**

Heitor de Oliveira Foltran

Monografia apresentada ao Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

**Piracicaba
2016**

Heitor de Oliveira Foltran
Bacharel em Ciências Econômicas

**Um estudo sobre a produtividade total dos fatores (PTF) da economia
brasileira e seus principais determinantes no período 1970-2010**

Orientador:
Prof. Dr. **HUMBERTO FRANCISCO SILVA
SPOLADOR**

Monografia apresentada ao Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Piracicaba
2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Verso da Folha de Rosto

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus familiares, sobretudo, meu pai, Antonio I. Foltran, e minha mãe, Diná O. Foltran, por confiarem em mim, e por sempre me apoiarem em cada escolha que fiz, principalmente na escolha de cursar Ciências Econômicas, cuja presente monografia vem selar.

Agradeço também ao Prof. Dr. Humberto Francisco Silva Spolador que me concedeu a honra e o privilégio de ser seu orientado. Obrigado pela atenção dedicada não somente na ocasião da realização deste trabalho, mas ao longo de todo o processo de meu aprendizado acadêmico, por partilhar seu conhecimento de maneira objetiva, didática e instigante, e pelo exemplo de profissional que, de fato, representa.

Não posso me esquecer também de agradecer ao meu amigo-irmão Matheus Groppo, cujo apartamento, em São Paulo, foi palco do desenvolvimento de grande parte deste trabalho: obrigado pela hospitalidade.

Agradeço finalmente ao meu gestor, Renato Magni, da Cargill Agrícola S/A, pelo apoio e incentivo à realização desta monografia.

"A produtividade não é tudo, mas no longo prazo é quase tudo".

Paul Krugman, 1994.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE QUADROS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Determinantes da Produtividade Total dos Fatores	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA	20
3.1 Estimativa da Força de Trabalho (L).....	20
3.2 Estimativa do Estoque de Capital (K).....	20
3.3 Filtro Hodrick-Prescott (Filtro HP)	22
3.4 Estimativa da Produtividade Total dos Fatores (PTF).....	25
3.5 Determinantes da Produtividade Total dos Fatores	27
3.6 Base de Dados.....	30
3.6.1 Estimativa da PTF	30
3.6.2 Os Modelos Econométricos	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Aplicação do Filtro HP.....	34
4.1.1 PTF em nível	34
4.1.2 A taxa de crescimento da PTF.....	42
4.2 Os Modelos Econométricos	45
4.2.1 PTF em nível	45
4.2.2 A taxa de crescimento da PTF.....	46
4.3 Decomposição do crescimento	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6 REFERÊNCIAS	52
7 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	56
8 APÊNDICE.....	57
9 APÊNDICE A.....	58
9.1 A. 1 Força de trabalho: resultados da regressão	58
9.2 A.2 Técnica para interpolação de dados (caso da taxa de escolaridade): ...	58

RESUMO

Um estudo sobre a produtividade total dos fatores (PTF) da economia brasileira e seus principais determinantes no período 1970-2010

O debate em torno da produtividade tem ganhado espaço em face das dificuldades do país em manter taxas mais elevadas de crescimento econômico ao longo das últimas décadas. Com a aplicação do filtro HP à série da produtividade total dos fatores (PTF) da economia brasileira, pretendeu-se determinar um panorama analítico geral da evolução dos componentes cíclico e a tendência da PTF, e são apresentados dois modelos econométricos, um para a PTF em nível e outro para a taxa de crescimento da PTF. Com a elaboração destes modelos econométricos pretendeu-se testar empiricamente quais os principais fatores determinantes deste comportamento, e em que magnitude o fazem. As variáveis explicativas incluídas no modelo estão baseadas na revisão de literatura e são: uma *proxy* para medir o estoque físico de infraestrutura da economia; os investimentos públicos e privados, a taxa de escolaridade da população, o grau de abertura e uma variável binária referente à abertura comercial verificada a partir dos anos 1990. Entre os principais fatores determinantes do comportamento da PTF estão os investimentos, sobretudo o investimento privado, a taxa de escolaridade e o grau de abertura da economia. Embora estes fatores tenham contribuído, em termos líquidos, positivamente para o crescimento da produtividade total dos fatores, a classificação ordinária da contribuição de cada qual varia de acordo com o período analisado. De modo geral, conclui-se que o crescimento do produto brasileiro vem ocorrendo à base de acumulação dos fatores de produção e não da produtividade. Para o caso brasileiro, parece haver ainda uma relação entre o componente cíclico da PTF, a dispersão destes dados (medida pela amplitude interquartilica definida por meio da técnica de análise *Box Plot*) e a contribuição da taxa de crescimento da PTF à taxa de crescimento do produto, de modo que quanto menor a variabilidade (desvio-padrão) da taxa de crescimento da PTF em um dado espaço de tempo, é quando também se observa uma maior a contribuição desta à taxa de crescimento do PIB, neste mesmo período.

Palavras-chave: Produtividade total dos fatores; Crescimento econômico; filtro Hodrick-Prescott; Regressão linear múltipla; Decomposição do crescimento

ABSTRACT

An analysis about the total factor productivity (TFP) of the Brazilian economy and its main determinants over on the period 1970-2010

The productivity analysis in Brazil is justified in the face the country's difficulties to keep higher rates of economic growth over the last three decades. Using the HP filter to the total factor productivity (TFP) series of the Brazilian economy, it was aimed to determine a general analytical panorama of the evolution related to the cyclical components and the trend of TFP, and two econometric models are presented, one for TFP level and another for the TFP growth rate. With these econometric models it was intended to test empirically the main determinants of this behavior, and in what magnitude they do. The explanatory variables included in the model are based on the economics literature review: a proxy for the physical stock, public and private investments, the labor force's scholar level, the economic openness degree, and a binary variable related to the economic openness verified from the 1990s. Among the main determinants of TFP's behavior are investments, especially private investment, the schooling rate and the economic openness. In general, the conclusion is that the Brazilian output growth has been occurring based on accumulation of production factors. For the Brazilian case, there seems to be still a relation between the cyclic component of TFP, the dispersion of these data and the contribution of the TFP growth rate to the output growth rate, thus, lower variability (standard deviation) of the TFP growth rate in a given period of time, higher the contribution of the latter to the GDP growth rate in the same period.

Keywords: Total factor productivity; Economic growth; Hodrick-Prescott filter; Multiple Linear Regression; Growth accounting

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PTF, em nível (índice 2005 = 100) - 1970-2013.	35
Figura 2 - Resultado do teste não-paramétrico para verificação da variabilidade (PTF).	36
Figura 3 - Função de Autocorrelação (FAC) para a série da PTF em nível.	36
Figura 4 - Aplicação do filtro HP: Componente Tendencial, em nível (1970-2013). .	38
Figura 5 - Aplicação do filtro HP: Componente Cíclico, em nível (1970-2013).	38
Figura 6 - Aplicação do filtro HP: PTF e Componente Tendencial, em nível (1970- 2013).....	39
Figura 7 - Box Plot - Distribuição da PTF em nível, por subperíodos (1970-2013)...	41
Figura 8 - Aplicação do filtro HP: PTF (res. Solow), Componentes Tendência e Ciclo.	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis utilizadas para estimativa da PTF.....	31
Quadro 2 - Variáveis utilizadas nos modelos econométricos.	32
Quadro 3 - Estatística descritiva das variáveis utilizadas nos modelos.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - PTF, em nível (1970 - 2013).....	34
Tabela 2 - Aplicação do filtro HP: PTF em nível, Componentes Tendência e Ciclo. 37	
Tabela 3 - Teste de comparações múltiplas de Tukey ($\alpha = 0,05$).	40
Tabela 4 - PTF, taxa de crescimento; Componentes Tendência e Ciclo.	42
Tabela 5 - Resultados da regressão para Modelo 1.	45
Tabela 6 - Resultados da regressão para Modelo 2.	46
Tabela 7 - Decomposição do crescimento do Brasil (1970-2013) – em %.	47
Tabela 8 - Participação das produtividades do capital, do trabalho e da produtividade total dos fatores na taxa de crescimento médio real do PIB (em %).	47

1 INTRODUÇÃO

A produtividade total dos fatores (PTF) corresponde à parcela do crescimento econômico não explicada pelo acúmulo de capital ou trabalho, e representa, também, uma medida de eficiência de como a sociedade combina os seus fatores de produção para se obter o produto (PIB) (BARROSO, 2007).

Por meio desta definição, depreende-se que existe uma relação entre os fatores de produção, a PTF e o produto, de modo que a produtividade é um elemento-chave, pois, como medida de eficiência da utilização dos insumos, está, por esta mesma razão, intimamente relacionada com o progresso técnico/tecnológico em uma economia.

Para além do significado usual da PTF, fornecido pela teoria (neoclássica) do crescimento econômico, a explicação para o crescimento da produtividade total dos fatores, isto é, a causalidade das variáveis e o impacto potencial de cada uma delas para o crescimento da PTF, por seu lado, tem ampla interpretação, o que abre espaço para intensos debates acadêmicos e vasta e recente literatura, revelando-se a importância que este tema tem adquirido ao longo das últimas décadas.

Sobre este escopo, existem, duas abordagens complementares comuns na literatura econômica quando o assunto é produtividade: uma que enfatiza o estudo dos fatores e variáveis explicativas do crescimento da PTF propriamente, e outra que se dedica, primordialmente, ao estudo da contribuição/participação do crescimento da produtividade para o crescimento do produto (PIB).

De toda forma, os mais recentes e importantes trabalhos acadêmicos sobre a produtividade da economia brasileira concordam que a economia tem apresentado baixo crescimento, com baixa taxa de crescimento da produtividade, que remontam à redemocratização política do país, ainda na década de 1980.

Assim, a despeito do debate sobre a produtividade ter se intensificado em anos recentes no Brasil, não constitui fato novo que a produtividade da economia brasileira seja considerada relativamente baixa de maneira bastante consensual.

Barbosa Filho e Pessôa (2014), por exemplo, avaliaram se tal desaceleração pode ser atribuída à alteração da política econômica em 2009 e, mais intensamente, em 2011.

Nessa análise, os autores concluíram, de maneira geral, que a “(...)forte piora de desempenho da economia brasileira foi fruto da queda da produtividade total dos fatores, [queda] mais acentuada na produtividade do capital (...)” (BARBOSA FILHO;

PESSÔA, 2014, p.20) e que, mesmo à luz da comparação internacional (em relação à América Latina, no caso), o Brasil experimentou uma queda de desempenho em tal período que só não foi pior que a da Argentina, República Dominicana e Trindade e Tobago.

Tratando-se do Brasil, em particular, Veloso (2011) constatou também que, em anos recentes, a produtividade da economia brasileira apresentou evolução muito inferior à do resto do mundo.

Veloso (2011) avaliou a situação de duas maneiras:

1. Ao comparar Brasil e Chile: concluiu que se o Brasil conseguisse atingir o nível de produtividade do Chile (o país de maior produtividade da América Latina), o PIB brasileiro seria 17% mais elevado.

2. Ao comparar Brasil e Estados Unidos: em 2005, a PTF do Brasil equivalia a 63% da PTF norte-americana de modo que, se a PTF brasileira passasse ao nível da americana, *coeteris paribus*, o PIB brasileiro seria 59% maior.

Para a América Latina, a relação entre crescimento da produtividade e crescimento do produto parece seguir lógica similar: como revelou Moreno (2010 apud BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO, 2010) Presidente do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), em obra dedicada ao estudo da produtividade latino-americana, o crescimento mais lento da América Latina, em anos recentes, quando comparado ao crescimento mundial, se deve ao crescimento mais lento de sua produtividade.

No que diz respeito especificamente aos fatores determinantes da PTF da economia brasileira, diversos outros especialistas como Ferreira (2015), Dahlman (2014) e Mendes (2012), avaliaram que a produtividade total dos fatores da economia brasileira é considerada baixa por inúmeros fatores, tais como: baixo nível de capital humano (baixa qualidade educacional e qualificação da mão de obra), baixo nível de estoque de capital físico, ineficiência(s) da economia, características do ambiente de negócios que representam entraves para os ganhos de produtividade, níveis de investimento aquém do necessário para reposição do estoque de capital, entre outros.

Assim, ao diagnosticarem a situação da produtividade da economia do Brasil, sob o ponto de vista doméstico e internacional, estes estudos nortearam a proposta do presente trabalho de monografia que é, basicamente, realizar uma investigação dos principais determinantes responsáveis pelo crescimento da produtividade total dos fatores da economia brasileira, no período entre 1970 e 2010.

Para isso, foram adotados métodos e técnicas específicas, tanto operacionais, quanto analíticas, cujas finalidades são:

- Definir e calcular a produtividade total dos fatores da economia brasileira;
- Avaliar, brevemente, por meio de uma técnica de decomposição de séries temporais no domínio da frequência, o filtro Hodrick-Prescott (filtro HP), a relação existente entre os comportamentos dos componentes tendência e cíclico da série da PTF, entre 1970 e 2013, e o crescimento do PIB neste mesmo período;
- Identificar e definir teoricamente os principais fatores responsáveis pelo crescimento da PTF, com base em literatura específica;
- Elaborar modelos econométricos com vistas a obter evidências empíricas sobre os determinantes do comportamento resultante da PTF, tanto em nível, como em taxa de crescimento.

Como bem destacou Moreno (2010) ao tratar da América Latina, faz-se necessário buscar entender as raízes da debilitada produtividade dos países da região para que, com o diagnóstico correto, possa-se discutir, planejar e pôr em prática um conjunto coerente de políticas para explorar o potencial produtivo de um país.

Em relação ao trabalho de Santos (2012), esta monografia apresenta duas contribuições adicionais: inclui na análise os componentes tendência e ciclo da PTF, e propõe um modelo empírico com variáveis adicionais, especialmente os investimentos público e privado, para testar a causalidade destas em relação ao comportamento da PTF no Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Determinantes da Produtividade Total dos Fatores

Com relação ao objetivo deste trabalho, isto é, a identificação dos principais determinantes da produtividade total dos fatores da economia brasileira entre 1970-2010, a revisão de literatura é fundamental para indicar e esclarecer quais variáveis estão potencialmente ligadas ao crescimento da PTF e que, portanto, devem ser incluídas nos modelos de regressão a serem estimados.

Neste sentido, a extraordinária revisão bibliográfica elaborada por Isaksson (2007), representa uma verdadeira coletânea internacional sobre os principais trabalhos e artigos acerca do tema abordado, desde os anos 1990, com foco específico nos países em desenvolvimento.

Há ainda um importante e recente trabalho¹ sobre o desempenho e os determinantes da produtividade da economia brasileira, fruto de um projeto de pesquisa oriundo da parceria entre a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), que corresponde a uma excepcional coletânea a respeito do tema, cujo volume é composto por capítulos de autores especialistas no assunto, e cuja participação nesta revisão de literatura é imprescindível.

A preocupação central do trabalho de Isaksson (2007) está ligada à investigação sobre políticas de médio e longo prazo que incentivem os investimentos e produzam impactos positivos sobre a produtividade total dos fatores. Para tal, o autor fez um levantamento minucioso a respeito dos fatores determinantes da PTF, no médio e longo prazo.

Assim, o trabalho referido começa por definir que os principais determinantes da PTF de uma economia podem ser agrupados em quatro grandes conjuntos, correlacionados entre si, a saber:

1. Criação, transmissão e absorção de conhecimento;
2. Fator oferta e alocação eficiente;
3. Instituições, integração e invariantes (condições geográficas), e
4. Competição, dimensão social e meio ambiente

De maneira sucinta, o primeiro conjunto - criação, transmissão e absorção de conhecimento - engloba as variáveis como investimentos (públicos e privados) em

¹ **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes** / organizadores: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. – Brasília: ABDI: IPEA, 2014. 445 p.: il., gráfs. color.

P&D, número de patentes de um país, tecnologias de informação e comunicação (*ICT*), canais de importação e transferência de conhecimento (importação de bens que incorporam elevado *know-how* tecnológico e o investimento estrangeiro direto (*FDI*)), capacidade de absorção de conhecimento do país (P&D e capital humano) que está, por sua vez, relacionada com o nível educacional, e de saúde da população (pressupõe-se que uma população mais saudável está numa posição melhor para aprender e absorver conhecimento).

Já o foco do segundo conjunto - fator oferta e alocação eficiente – recai sobre o capital humano (por exemplo, taxa de escolaridade, saúde e *training*) e infraestrutura física (por exemplo, estradas e eletricidade) em vez de capital físico (por exemplo, maquinário e equipamentos).

A alocação eficiente de recursos é abordada tanto como mudança estrutural (por exemplo, alocação de recursos para os setores mais produtivos da economia) quanto como sistema financeiro. A ideia aqui é que um sistema financeiro eficiente é capaz de alocar poupança para os investimentos com retornos mais elevados e, investimentos com qualidade superior implicam em provável melhora para o crescimento da produtividade total dos fatores.

Além disso, segundo a literatura do crescimento econômico, conforme Isaksson (2007), cuja revisão baseia-se em estudos macroeconômicos *cross-country*, os principais determinantes da PTF também podem ser divididos entre determinantes de médio prazo (*proximate determinants*) e determinantes de longo prazo (*deep determinants*).

Entre os *deep determinants* encontram-se: integração (principalmente o comércio), instituições e condições geográficas, ou seja, os fatores sob a denominação “conjunto 3”, neste trabalho.

Entre as instituições distinguem-se aquelas políticas (autocracia *versus* democracia) e as instituições econômicas.

As principais questões no âmbito das instituições, segundo a literatura, são: garantias (*enforcement*) da preservação dos direitos de propriedade (incentivo aos investimentos), restrição às ações de grupos específicos para reduzir os riscos de expropriação de rendas e outros investimentos, além de igualdade de oportunidades para amplos segmentos da sociedade (aumento do investimento em capital humano e da participação em atividades produtivas).

No caso da integração, o foco está no comércio e no investimento estrangeiro direto (*FDI*) – como, e em que medida, a tecnologia está sendo difundida dos países industrializados para os em desenvolvimento; qual o grau de abertura da economia; se certos tipos de comércio (importação x exportação) são mais benéficos para a produtividade do que outros – são questões tratadas neste item.

As condições geográficas afetam a eficiência da alocação dos recursos (relacionado com o conjunto 2), em parte por meio do aumento dos custos de transporte, e estabelece, para países pobres, limites para a habilidade de acessar mercados maiores o que é, por sua vez, um obstáculo no que se refere à exploração de economias de escala, e aumento da eficiência produtiva. Adicionalmente, os custos de transporte são altos, e a difusão tecnológica (efeito ligado ao conjunto 1) em tais regiões é precária.

Finalmente, o último conjunto – competição, dimensão social e meio ambiente – há trabalhos como o de Barone (2004 apud ISAKSSON, 2007), que pesquisam os efeitos econômicos, teóricos e empíricos, da privatização e da regulação de monopólios naturais sobre a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores da economia.

Persson e Tabellini (1994 apud ISAKSSON, 2007) estudaram tanto países industrializados como países em desenvolvimento, e encontraram evidências de que quanto mais elevados os níveis de desigualdade de renda, mais significativos, negativamente, são os efeitos sobre a produtividade, embora Forbes (2000 apud ISAKSSON, 2007) tenha obtido resultados contraditórios.

Watson (2002 apud ISAKSSON, 2007), por sua vez, concluiu que os gastos sociais que promovem o ajuste e a participação no mercado de trabalho aumentam o crescimento da produtividade do trabalho, enquanto outros tipos de gastos sociais podem ter efeitos negativos ou desprezíveis.

Ainda dentro do escopo da dimensão social, inclui-se a questão da influência da longevidade da população (expectativa de vida) sobre a PTF. Argumenta-se que a longevidade tem um efeito positivo sobre o crescimento da produtividade por influenciar a quantidade de tempo dedicado à acumulação de capital humano.

Tradicionalmente, o esgotamento de recursos naturais e a degradação do meio ambiente não fazem parte dos modelos para a estimação da PTF. Há pelo menos duas razões, segundo Isaksson (2007), para integrar a preocupação ambiental no cálculo da produtividade:

1. Pode-se tentar usar as medidas de produtividade para abordar a questão do bem-estar;
2. Ao fazê-lo, o meio ambiente pode ser visto como um fator de produção; ao ignorá-lo, corre-se o risco de obter-se uma superestimação da produtividade.

A literatura mais antiga do crescimento sugere uma correlação negativa entre a regulamentação e o crescimento da produtividade. No entanto, na medida em que efeitos nocivos para o meio ambiente desencadeiam políticas ambientais, como impostos ou regulação, o resultado pode ser na verdade uma subestimação, em vez de uma superestimação da produtividade, no longo prazo.

A razão para isto é que um imposto ambiental poderia melhorar a eficiência do uso de recursos (eficiência técnica), e mudança tecnológica no longo prazo. Além disso, muitos países desenvolvidos têm estimulado o desenvolvimento de tecnologia ambiental.

Em outras palavras, quando isentas do pagamento de impostos, tecnologias “limpas” são estimuladas a serem desenvolvidas, e as que já existem tendem a se tornarem mais eficientes (eficiência técnica).

Isto sugere que é importante contabilizar questões ambientais na produção, tanto devido ao bem-estar, quanto para medir adequadamente o crescimento da produtividade, e para compreender melhor os efeitos da regulamentação.

Ressalta-se ainda que há uma falta de consenso, dentro da literatura empírica, a magnitude dos efeitos desta regulamentação sobre a produtividade. Esta falta de consenso é, em grande medida, fruto de problemas relacionados a erros de mensuração da produtividade.

Os treze capítulos da obra *“Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes”*, por sua vez, discutem a evolução dos indicadores de produtividade da economia brasileira. Alguns destes capítulos, por dialogarem muito com os objetivos desta monografia, merecem destaque.

O capítulo primeiro, por exemplo, *“Os Dilemas e Desafios da Produtividade no Brasil”*, de Luiz Ricardo Cavalcante e Fernanda De Negri, começa por traçar o panorama em que os debates acadêmicos recentes sobre produtividade da economia estão inseridos: desaceleração econômica, a partir do fim dos anos 2000 (período em que a economia brasileira passou por uma fase de expansão econômica com redução da pobreza e da desigualdade), e esgotamento do ciclo de crescimento econômico

com base na expansão da demanda externa (especialmente chinesa), por *commodities*, e interna, sendo esta resultante principalmente do aumento da renda, do aumento do crédito na economia, de medidas de incentivo ao consumo, e do fortalecimento do mercado de trabalho (incorporação de mais pessoas ao mercado de trabalho, política de valorização do salário mínimo, políticas de transferência de renda, etc.).

É neste contexto, argumentaram os autores (CAVALCANTE; DE NEGRI, 2014 a), que o crescimento da produtividade deverá ter um papel fundamental, uma vez que seu crescimento deve garantir sustentabilidade à taxa de crescimento do produto brasileiro.

Em outras palavras, é por meio do crescimento da produtividade que o país pode alcançar um ritmo de crescimento sustentável, com geração de renda e riqueza e redução de pobreza e desigualdade.

Para tal, entre os dilemas e desafios apontados à esta guinada para o crescimento sustentável a longo prazo, encontram-se:

1) a “resiliência do investimento” (CAVALCANTE; DE NEGRI, 2014 a, p.20), isto é, uma expansão das taxas de investimento público e privado (apesar de vultuosos desembolsos do BNDES e de medidas de estímulo à produção, como desonerações fiscais), situação agravada quando se consideram as taxas de investimento em tecnologia e infraestrutura, elementos essenciais para o crescimento econômico no longo prazo;

2) os baixos níveis dos investimentos em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), como proporção do PIB;

3) o ambiente de negócios e a qualidade das instituições;

4) a falta de eficiência na utilização dos fatores de produção, isto é, a busca pela melhoria da produtividade dos fatores de produção. Neste sentido, afirmam os autores que os fatores mais relevantes para os ganhos de produtividade, no longo prazo, são a tecnologia (tanto de processo, quanto de produto) e a educação e a qualificação da mão de obra (CAVALCANTE; DE NEGRI, 2014 a), uma vez que, boa parte do modesto aumento na PTF do país parece ser explicado pelo aumento do estoque de capital humano.

Para além destes desafios, Cavalcante e De Negri (2014 a) também apontam desafios na especificação e no cálculo da PTF. Nesta direção também estão o capítulo de Ellery Jr. (2014), e o trabalho de Messa (2014).

Ellery Jr. (2014) discutiu os problemas de mensuração da produtividade e demonstrou, por exemplo, que o impacto dos preços relativos na medida da PTF ocasionou importantes mudanças na trajetória da PTF nos anos 2000, devido à melhora dos termos de troca neste período.

Barbosa Filho e Pessôa (2013 apud CAVALCANTE; DE NEGRI, 2014 a) mostraram que a utilização de horas trabalhadas, em vez de pessoas, como *proxy* da força laboral, afeta a estimativa do crescimento da PTF, principalmente nos anos 1980, quando houve alterações na jornada de trabalho.

Finalmente, concluíram Cavalcante e De Negri (2014 a) que, apesar de Ellery Jr. (2014) levar em consideração todas estas diferentes medidas ao estimar a PTF, o autor obteve resultados próximos aos encontrados em outros estudos, como em Ellery Jr., Ferreira e Gomes (2008), Gomes, Pessôa e Veloso (2002), Barbosa Filho e Pessôa (2013) e Mation (2013).

Ellery Jr. (2014) observou um “(...) crescimento da PTF na primeira metade da década de 1970, crescimento irregular na segunda metade da década de 1970, queda na década de 1980 e leve recuperação iniciada na década de 1990, que foi insuficiente para recuperar as perdas da década de 1980” (ELLERY JR, 2014, p.83).

Ellery Jr. (2014) demonstrou por fim que, tanto em termos relativos, quanto em termos absolutos, o crescimento da produtividade total dos fatores da economia brasileira tem sido baixo e chega à conclusão de que “(...) variações no cálculo da produtividade não mudam os resultados principais de queda da produtividade na década de 1980, e uma modesta recuperação na década de 1990” (ELLERY JR, 2014, p.54).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA

3.1 Estimativa da Força de Trabalho (L)

Para o caso do Brasil, os dados sobre a força de trabalho estão disponíveis no *World Bank* apenas a partir de 1990 (incluindo este ano), ao passo que os dados sobre população existem desde 1970.

Assim sendo, adotou-se a estratégia de estimação dos dados da força de trabalho para o período 1970-1989 por meio de uma regressão linear simples entre população (variável explicativa) e força de trabalho (variável dependente), representada pelo modelo a seguir:

$$L = \alpha + \beta(Pop) \quad (1)$$

onde L representa o valor de *Labor force*, Pop é o correspondente anual da variável população, cujos dados são conhecidos, e α e β são os parâmetros da regressão a serem estimados. Os resultados desta regressão estão no Apêndice A.

3.2 Estimativa do Estoque de Capital (K)

Tomando-se as séries de *PIB em valores correntes* e *PIB a preços de 2000*, disponíveis no Ipeadata, construiu-se a série do deflator implícito do PIB (índice 2000 = 100). A partir deste deflator, foi possível calcular as séries do deflator implícito do PIB (com índice 2013 = 100) e do PIB a preços de 2013, respectivamente.

Do mesmo modo procedeu-se em relação à série de *formação bruta de capital fixo (FBCF)*: definiu-se um deflator próprio para a FBCF (índice 2000 = 100) e a partir deste deflator, construiu-se um novo (com índice 2013 = 100) para se obter a série da FBCF a preços de 2013.

Tomando-se, por sua vez, a série *Capital - formação bruta - variação de estoque*, também do Ipeadata, deflacionando-a a partir do deflator implícito da FBCF e somando-a à série da *FBCF, a preços de 2013*, obteve-se a série de *Investimento real*, também a preços de 2013.

A série de *Investimento real* é fundamental no processo de estimação do estoque de capital pois representa a reposição do mesmo, uma vez que o estoque de capital se deprecia.

Já a série *Adjusted savings: consumption of fixed capital (% of GNI)* corresponde ao valor de reposição do capital utilizado no processo de produção², e representa, em outras palavras, o capital depreciado (δK) como proporção do *GNI (Gross National Income)*.

Esta série pode ser obtida diretamente no *World Bank* e, juntamente com a série do *GNI* em valores correntes (*current US\$*), pôde-se obter a série *Adjusted savings: consumption of fixed capital (current US\$)* – consumo do capital fixo em dólares americanos a preços correntes.

Com a série de consumo do capital fixo em dólares americanos a preços correntes optou-se por convertê-la e deflacioná-la para Reais a preços de 2013. Esta conversão foi feita em termos de *LCU (Local Currency Units)* através da série *Official exchange rate (LCU per US\$, period average)*³, também disponível no *World Bank*.

Por fim, salienta-se que o método adotado é aquele desenvolvido por Conesa, Kehoe e Ruhl (2007), e já empregado com dados referentes à economia brasileira por Santos (2012) e Santos (2015), que permite estimar o estoque de capital a partir da série de *Investimento real*, com a endogeneização da taxa de depreciação obtida por meio do uso da ferramenta SOLVER, do *Excel*, que, por sua vez, estima os valores de K_0 (estoque de capital inicial) e de δ (taxa de depreciação do capital), dadas as condições de igualdade pré-determinadas⁴.

Estas condições referem-se à relação capital/produto e à relação (depreciação do capital) / produto, ou, respectivamente: $\frac{K}{Y}$ e $\frac{\delta K}{Y}$.

A ferramenta SOLVER calcula a taxa de depreciação a partir da igualdade entre a média aritmética para o período 1970-2013 dos valores da relação $\frac{\delta K}{Y}$ e a média aritmética da razão $\left(\frac{K}{Y}\right)$ (para o mesmo período) multiplicada pelo termo δ a ser estimado, formando assim uma relação comparativa ($T = 44$) tal que:

$$\frac{1}{T} \sum \frac{\delta K}{Y} = \frac{1}{T} \sum \left(\frac{K}{Y} \right) \cdot \delta \quad (2)$$

² World Bank. World DataBank. **World Development Indicators**. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>>. Acesso em: 20/09/2015.

³ *Official exchange rate* refere-se à taxa de câmbio determinada pelas autoridades nacionais ou pela taxa determinada no mercado de câmbio. É calculada como uma média anual baseada nas médias mensais (*local currency units* em relação ao dólar americano). Fonte: International Monetary Fund, International Financial Statistics.

⁴ Metodologia utilizada pelo *Federal Reserve System (FED)*.

Onde, do primeiro membro: o numerador (δK) corresponde à série *Consumption of fixed capital (em reais, a preços de 2013)*, e o denominador é o PIB real a preços de 2013. A fração do segundo membro depende, na verdade, dos valores de K_0 e de δ , ambos desconhecidos.

Como, portanto, trata-se de uma igualdade e conhecendo as médias das frações de ambos os membros da equação, é possível encontrar os valores de K_0 e de δ partindo de mais uma condição de igualdade, pela qual a relação capital/produto inicial é igual à média aritmética da relação capital produto entre 1971-1980 ($T = 10$):

$$\frac{K_0}{Y_0} = \frac{1}{T} \sum \frac{K_t}{Y_t} \quad (3)$$

Assim sendo, com duas expressões (2 e 3) e duas incógnitas (K_0 e δ), é possível encontrar os valores de K_0 e de δ que tornem, simultaneamente, verdadeiras as expressões (2) e (3). É esta a operação realizada pelo SOLVER.

A partir de K_0 ($K_0 = K_{1970}$), os valores seguintes (anuais) do estoque de capital são definidos a partir da expressão (4) - (com a participação da renda do capital na renda nacional (α) = 0,36):

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (4)$$

3.3 Filtro Hodrick-Prescott (Filtro HP)

O filtro Hodrick- Prescott, ou simplesmente filtro HP, é um método relativamente simples de decomposição de séries temporais que parte da premissa intuitiva de que os dados econômicos representam movimentos justapostos de várias periodicidades (TOLEDO NETO, 2004).

Tais movimentos de periodicidade correspondem, na verdade, àquilo que se identificam como *componentes* da série. Estes componentes definem, dessa maneira, os ciclos reais da atividade econômica.

As séries econômicas manifestam, portanto, flutuações periódicas em torno da tendência de longo prazo. Esta tendência de longo prazo ou tendência de crescimento das séries, por sua vez, é identificada como sendo a resultante de componentes que se movem em *baixas frequências*.

Esta associação entre a tendência de crescimento e a resultante de componentes que se movem em baixas frequências baseia-se na teoria do crescimento (TOLEDO NETO, 2004), pela qual, o crescimento depende, no longo prazo, de variáveis que se deslocam de forma lenta e sistemática, tais como fatores demográficos, tecnológicos e o próprio estoque de capital.

Partindo-se desta premissa, a literatura descreve filtros capazes de isolar os componentes cíclicos específicos de uma série, como a sazonalidade, por exemplo.

Uma destas ferramentas de análise de séries temporais no domínio da frequência, o filtro HP, é utilizada, por exemplo, pelo Banco Central do Brasil (BCB) para extrair os ciclos do índice mensal de produção industrial (TOLEDO NETO, 2004).

No caso do filtro HP - que é um filtro *high pass*, isto é, um dispositivo que deixa passar componentes de frequência maior do que um valor especificado - os autores Hodrick e Prescott procuraram estabelecer um método simples para isolar a tendência das variáveis econômicas, definindo tal tendência como sendo simplesmente o componente das séries que cresce lenta e suavemente com o tempo, de acordo com conhecimento prévio inspirado na teoria – como já explicado.

Por esta razão, tal componente de crescimento das variáveis não é resultado de uma análise de séries temporais, o que exigiria, se assim o fosse, a definição de um modelo probabilístico tanto para a tendência quanto para os ciclos das séries (TOLEDO NETO, 2004).

A ideia básica por detrás do filtro HP é a de que, desconsiderada a sazonalidade - teoricamente já isolada por meio dos procedimentos habituais - uma dada série de dados econômicos, y_t , é o resultado da soma de um componente tendencial, que oscila em baixa frequência, τ_t , com um componente cíclico, c_t .

Para decompor y_t controla-se a variabilidade de τ_t a partir da soma dos quadrados de sua segunda diferença. Supõe-se, adicionalmente, que a média de c_t é zero (0) para períodos suficientemente longos.

Determina-se τ_t a partir do seguinte problema de minimização:

$$\text{Min}_{\{\tau_t\}_{t=1}^T} \left[\sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} (\nabla^2 \tau_{t=2})^2 \right] \quad (5)$$

O filtro HP representa, pois, a minimização da variância de y_t em torno de τ_t , sujeita a uma restrição sobre a segunda diferença de τ_t . O multiplicador de Lagrange do problema, λ , é um parâmetro positivo que controla a suavidade da solução.

Como explicou Kim (2004), quando λ se aproxima de 0, a tendência torna-se equivalente à série original; por outro lado, quando λ tende ao ∞ , τ_t aproxima-se de uma tendência linear.

Derivando (5) em relação à τ_t , $t = 1, \dots, T$ e rearranjando os termos, pode-se demonstrar (KIM, 2004) que a solução deste problema de minimização pode ser escrita conforme a seguinte forma matricial:

$$y_t = (\lambda F + I_t)\tau_t \quad (6)$$

Em que y_t é o vetor da série original ($T \times 1$) e

$$F = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & & & & & \dots & 0 \\ -2 & 5 & -4 & 1 & 0 & \dots & & & & \dots & 0 \\ 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 & \dots & & & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 & \dots & & & \vdots \\ \vdots & \ddots & & & & & & \ddots & & & \vdots \\ 0 & & & & & & & & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & 0 \\ \vdots & & & & & & \dots & 0 & 1 & -4 & 6 & -4 & 1 & & \\ 0 & \dots & & & & & & \dots & 0 & 1 & -2 & 1 & & & \end{bmatrix}$$

Fonte: Kim, H. (2004)

Assim, a tendência e o componente cíclico podem ser identificados como se segue:

$$\tau_t = (\lambda F + I_t)^{-1}y_t \quad (7)$$

$$c_t = y_t - \tau_t \quad (8)$$

Os principais pontos positivos do filtro HP são sua simplicidade, transparência, e a facilidade para utilizá-lo em comparações internacionais — quando é necessário empregar a mesma forma de estimação para diferentes países (SOUZA JR., 2005).

Os pontos negativos nessa metodologia são: (1) a possibilidade de ocorrer viés de final de amostra; (2) a imposição de simetria ao hiato “relativo” de produto, que significa que a soma dos hiatos de toda a série é igual a 0; (3) os ciclos obtidos não

serem estacionários (TOLEDO NETO, 2004); (4) a arbitrariedade na definição do parâmetro de suavização (λ).

Em relação a este último aspecto, especificamente, Hodrick e Prescott (1997) sugerem $\lambda = 1600$ para dados trimestrais e Ravn e Uhlig (2002) calculam $\lambda = 6,25$ para dados anuais, $\lambda = 100$ para dados semestrais, $\lambda = 129600$ para dados mensais, $\lambda = 1600 \times 12^4$ para dados semanais e $\lambda = 1600 \times \left(\frac{365}{4}\right)^4$ para dados diários.

Neste trabalho adotar-se-á $\lambda = 6,25$ para dados anuais.

3.4 Estimativa da Produtividade Total dos Fatores (PTF)

Há pelo menos 3 maneiras de se estimar a produtividade total dos fatores de uma economia, a saber:

1. O método da função de produção - em geral, é mais empregada função do tipo Cobb-Douglas, desde o monumental estudo de Solow (1957);
2. O método das razões de produtividade (aditivas ou multiplicativas); e
3. O método da decomposição do crescimento (*growth accounting*).

O método da função de produção trabalha com o postulado de que existe uma relação física entre um determinado nível de produção e a utilização dos insumos necessários (BONELLI; FONSECA, 1998) ao descrever como os insumos se combinam para gerar produto. A função de produção é do tipo Cobb-Douglas com retornos constantes dos fatores variáveis:

$$Y = F(K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (9)$$

Nesta expressão, Y representa o produto real, K e L representam respectivamente o estoque de capital e de mão-de-obra e A é um termo de produtividade Hicks-neutro (JONES, 2000), isto é, não altera a razão $\left(\frac{K}{L}\right)$ entre os insumos.

Vale dizer, admite-se a hipótese de competição perfeita, isto é, de que cada fator é pago de acordo com a sua contribuição na margem para os produtos (BARROSO, 2007).

As empresas nesta economia operam para maximizar lucros: alugam capital, contratam trabalho e fabricam um produto homogêneo objetivando resolver o seguinte problema:

$$\max_{K,L} F(K, L) - rK - wL. \quad (10)$$

De acordo com as condições de primeira ordem deste problema, tem-se que:

$$\begin{aligned} r &= \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha \frac{Y}{K}, \\ w &= \frac{\partial F}{\partial L} = (1 - \alpha) \frac{Y}{L} \end{aligned} \quad (11)$$

Com os retornos constantes à escala, os lucros são iguais a zero em equilíbrio. Além disso, reescrevendo a expressão (9) em função de A , pode-se chegar à PTF em nível:

$$A = \frac{Y}{K^\alpha L^{1-\alpha}}$$

Extraindo os logaritmos e derivando a função (9) pode-se também obter a fórmula-chave da decomposição do crescimento:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha) \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{A}}{A} \quad (12)$$

Segundo Jones (2000), a expressão (12) mostra que o crescimento do produto é igual a uma média ponderada do crescimento do capital e do trabalho mais a *taxa de crescimento da produtividade total dos fatores* (\dot{A}/A).

O método da decomposição do crescimento, portanto, parte da identidade existente em cada ponto do tempo entre o valor do produto gerado e a soma dos valores dos pagamentos a fatores de produção (BONELLI; FONSECA, 1998), de tal modo que é possível obter uma relação matemática para calcular a PTF em *taxas de crescimento* para as variáveis, na qual a *taxa de variação da produtividade total dos fatores* (*ptf*) é adquirida residualmente:

$$ptf = y - \alpha \cdot k - (1 - \alpha) \cdot l \quad (13)$$

Nesta expressão y é a taxa de variação do produto real; k e l são, respectivamente, as taxas de variação dos estoques de capital e de mão-de-obra em uso e α é a participação da renda do capital na renda nacional.

Aqui cabem duas ressalvas:

1. As equações (12) e (13) são correspondentes entre si;
2. A PTF, estimada a partir de uma função de produção “simplificada”, como a utilizada neste trabalho, em virtude de seu caráter residual, tende a captar a melhoria de outros fatores de produção não considerados na formulação original (CAVALCANTE; DE NEGRI, 2004). Um exemplo disso é a questão de investimento em P&D: A PTF não capta, ou o faz de maneira apenas parcial, o progresso técnico resultante do investimento em P&D, uma vez que todo o investimento se transforma no fator de produção capital⁵.

3.5 Determinantes da Produtividade Total dos Fatores

Por meio de uma regressão linear múltipla, empregando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), e com o auxílio do *software Stata/SE* (versão 12.1), foram elaborados dois modelos econométricos para identificação dos principais determinantes da produtividade total dos fatores da economia brasileira: um considerando a PTF em nível, e a taxa de crescimento.

O modelo de regressão linear múltipla é amplamente utilizado para estudar a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis explicativas. A forma genérica do modelo de regressão linear múltipla com k variáveis explanatórias é:

$$Y_j = \alpha + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj} + u_j, \quad j = 1, \dots, n \quad (14)$$

Onde Y_j é a variável dependente ou explicada, $X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{kj}$ são as variáveis independentes ou explanatórias, α e $\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k$ são os parâmetros a serem estimados pela regressão.

Ao se estabelecer o modelo de regressão linear múltipla pressupõe-se que (HOFFMAN, 2006):

⁵ Sobre esta questão ver Barroso (2007)

- I. a variável dependente (Y_j) é função linear das variáveis explanatórias (X_{ij} , $i = 1, \dots, k$);
- II. os valores das variáveis explanatórias são fixos;
- III. $E(u_j) = 0$, ou seja, $E(u) = 0$, onde 0 representa um vetor de zeros;
- IV. os erros são homocedásticos, isto é, $E(u_j^2) = \sigma^2$;
- V. os erros são não-correlacionados entre si, isto é, $E(u_j u_h) = 0$ para $j \neq h$;
- VI. os erros têm distribuição normal.

Seguindo estas orientações, os modelos propostos têm como variável dependente (Y_j) a PTF (em nível e como *taxa de crescimento* obtida residualmente - *resíduo de Solow*), e as variáveis explicativas serão os determinantes da produtividade total dos fatores definidos de acordo com a revisão de literatura.

As variáveis explicativas incorporadas ao modelo são: uma *proxy* para medir o estoque físico de infraestrutura da economia⁶, que é a quantidade total de rodovias pavimentadas; o investimento público total e o investimento privado total; a taxa de escolaridade da população; o grau de abertura da economia, definido como a proporção da corrente de comércio sobre o produto (PIB) e uma variável binária (*dummy*) para a abertura comercial verificada a partir de 1990.

Portanto, os modelos estimados foram:

- Modelo 1:

$$\ln PTF(\text{nível})_t = \alpha + \beta_1 t_t + \beta_2 \ln(\text{infra})_t + \beta_3 \ln(\text{Publico})_t + \beta_4 \ln(\text{Privado})_t + \beta_5 \ln(\text{escol})_t + \beta_6 \ln(\text{grau})_t + \delta_0 \text{dummy}_t + e_t \quad (15)$$

Em que, *PTF (nível)* é o valor da PTF em nível calculada segundo os procedimentos descritos em 3.4; t representa uma variável de tendência linear; *Publico* e *Privado* representam os investimentos públicos e privados, respectivamente; *infra* representa uma *proxy* para o estoque físico de infraestrutura, no caso, a quantidade total de rodovias pavimentadas; *escol* representa a escolaridade média da população, em anos de estudo; *grau* representa o grau de abertura (*openness*) da economia e, por fim, *dummy* indica a variável binária referente à abertura comercial a

⁶ Sobre a utilização da variável “rodovias pavimentadas” como *proxy* para o estoque de infraestrutura da economia ver, por exemplo, ARESTOFF, F. e HURLIN, C. Estimates of Government Net Capital Stocks for 26 Developing Countries, 1970-2002. World Bank Policy Research. **Working Paper 3858**, 2006.

partir da década de 1990, que assume o valor 0 para o período 1970-1989 (período anterior à abertura) e 1 para o período subsequente (1990-2010).

As variáveis encontram-se em logaritmo natural pois, neste formato, os parâmetros estimados ($\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_6$) indicam também a elasticidade de cada variável explanatória com relação à variável dependente, uma vez que o Modelo 1 é um modelo do tipo *log-log*.

- Modelo 2:

$$tx \text{ cresc } PTF_t = \alpha + \beta_1 tx (infra)_t + \beta_2 tx (Publico)_t + \beta_3 tx (Privado)_t + \beta_4 tx (escol)_t + \beta_5 grau_t + \delta_0 dummy_t + e_t \quad (16)$$

As variáveis se encontram no formato de taxa de crescimento. A delimitação do período compreendido (1970-2010) foi definida, sobretudo, em função da disponibilidade dos dados para todas as variáveis utilizadas nos dois modelos, embora o cálculo da PTF a ser apresentado compreenda o período 1970-2013.

A escolha destas variáveis, para ambos os modelos, baseia-se principalmente no trabalho de Isaksson (2007).

Conforme exposto na revisão de literatura desta monografia, os principais determinantes da produtividade total dos fatores podem ser agrupados em 4 conjuntos correlacionados - conjunto 1: criação, transmissão e absorção de conhecimento; conjunto 2: fator oferta e alocação eficiente; conjunto 3: Instituições, integração e invariantes (condições geográficas) e conjunto 4: Competição, dimensão social e meio ambiente - de modo que é esperado que o(s) efeito(s) da atuação de uma mesma variável possa(m) circunscrever mais do que um determinado grupo, dentre os quatro especificados, podendo trazer impactos de natureza diversa para o crescimento da PTF.

Neste sentido, a escolha da variável *proxy* para infraestrutura (*Ininfra* e *txinfra*), que indica o investimento em capital público, justifica-se a partir do pressuposto de que o papel da infraestrutura (obtida por meio do investimento público) é expandir a capacidade produtiva e permitir uma melhora da produtividade do capital privado (ISAKSSON, 2007).

Assim, buscando estudar o papel dos investimentos relativamente à produtividade, foram incluídas também variáveis que representam os investimentos

públicos (*InPublico*) e privados (*InPrivado*) na economia e suas respectivas taxas de crescimento – $txPub$, $txPr$.

A taxa de escolaridade (*Inescol*) e sua variação ao longo dos anos ($txescol$) podem ser dois indicativos do nível do capital humano de um país e podem servir, portanto, como *proxy* deste capital nos modelos estimados.

O efeito da escolaridade da população sobre a produtividade da economia é bastante conhecido e amplo na literatura econômica.

Um outro importante canal de transferência tecnológica é o comércio internacional, o que justifica a inclusão das variáveis representativas do grau de abertura da economia – entendido como a proporção da corrente de comércio sobre o produto - e da variável binária referente à abertura comercial verificada a partir da década de 1990.

Os papéis do comércio externo são, basicamente, de servir como canal de transferência de conhecimento, por meio, por exemplo, da importação de bens que incorporam *know-how* tecnológico e de garantir o aumento de contatos internacionais (*network*), permitindo maior integração comercial global.

É importante ressaltar, entretanto, que embora o comércio internacional seja um importante canal de absorção de conhecimento, a incorporação deste conhecimento não depende apenas do grau de abertura da economia, mas também do nível da capacidade absorptiva de conhecimento que, por sua vez, depende, em parte, da taxa de escolaridade de sua população.

Nota-se, com isto, que os determinantes da produtividade da economia, mantêm uma relevante interligação causal entre si. É o funcionamento desta relação que se pretende entender e analisar, para o caso brasileiro, a partir dos resultados estimados para os modelos 1 e 2 a serem estimados.

3.6 Base de Dados

3.6.1 Estimativa da PTF

Para a estimativa da PTF há pelo menos 3 passos metodológicos fundamentais:

- 1) Construção de uma planilha de *Excel* para estimação do estoque de capital da economia brasileira no período destacado;
- 2) Estimação da produtividade total dos fatores e, por fim,

3) A aplicação do filtro HP.

Para tal, foram utilizados dados do Banco Mundial (World Bank) e do Ipeadata (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), considerando-se 1970-2013 como recorte temporal.

Ressalta-se que, em termos operacionais, neste trabalho pretendeu-se aplicar o filtro Hodrick-Prescott lançando mão apenas das ferramentas disponíveis no *Excel* (versão 2013).

Em relação à coleta de dados propriamente, foram selecionados aqueles adequados para estimar o estoque de capital e calcular a PTF (Quadro 1):

VARIÁVEL	UNIDADE	FONTE	PERÍODO
PIB - preços de mercado	R\$ corrente	Ipeadata	1970-2013
PIB	R\$ constante (2000)	Ipeadata	1970-2013
Capital - formação bruta - variação de estoque	R\$ constante (2000)	Ipeadata	1970-2013
Capital fixo - formação bruta	R\$ corrente	Ipeadata	1970-2013
Capital fixo - formação bruta	R\$ constante (2000)	Ipeadata	1970-2013
<i>Adjusted savings: consumption of fixed capital</i>	%	World Bank	1970-2013
<i>GNI</i>	<i>US\$ current</i>	World Bank	1970-2013
<i>Official exchange rate</i>	<i>LCU per US\$, period average</i>	World Bank	1970-2013
<i>Labor force, total</i>	<i>Unit.</i>	World Bank	1990-2013
<i>Population, total</i>	<i>Unit.</i>	World Bank	1970-2013

Quadro 1 - Variáveis utilizadas para estimativa da PTF.

Fonte: Elaboração do autor.

3.6.2 Os Modelos Econométricos

Para a obtenção das variáveis que farão parte dos modelos econométricos, serão utilizadas séries de dados do Fundo Monetário Internacional (FMI), do Banco Mundial, (World Bank), Ipeadata e Barro-Lee Educational Attainment Data (**Quadro 2**):

VARIÁVEL	UNIDADE	FONTE	PERÍODO
<i>General government investment</i>	% GDP	Fundo Monetário Internacional	1970-2010
<i>Private investment</i>	% GDP	Fundo Monetário Internacional	1970-2010

Proxy para Infraestrutura: rodovias pavimentadas	Quilômetros	Ipeadata	1970-2010
Grau de abertura	Obtido como proporção da corrente de comércio (Exportação + Importação) sobre o PIB, em valores constantes (R\$ 2013)	Ipeadata	1970-2010
<i>Education Attainment for Population Aged 15 and Over</i>	Taxa de escolaridade da população brasileira, em anos.	Barro-Lee Educational Attainment Data	1950-2010*

Quadro 2 - Variáveis utilizadas nos modelos econométricos.

Fonte: Elaboração do autor. *Neste caso, como os dados disponíveis na base de dados são apenas quinquenais, com início em 1950 e término em 2010, para estimar os valores faltantes, adotou-se a técnica de interpolação de dados (ver Apêndice A.2).

Para estimação dos modelos econométricos (15) e (16), foram adotadas as seguintes variáveis explicativas:

Variável	Nº de observações	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
<i>lnptf</i>	40	6,484351	0,1138682	6,320328	6,699035
<i>t</i>	40	20,5	11,69045	1	40
<i>lninfra</i>	40	11,73245	0,4042165	10,92689	12,29518
<i>lnPublico</i>	40	24,80686	0,2931444	24,08897	25,40058
<i>lnPrivado</i>	40	26,78675	0,2520178	0,2520178	27,40982
<i>lnescol</i>	40	1,547759	0,3519082	1,064711	2,065596
<i>lngrau</i>	40	-2,022376	0,3637928	-2,449109	-1,353544
<i>dummy</i>	40	0,525	0,5057363	0	1
<i>PTFSolow</i>	40	-0,001317	0,0369235	-0,1075646	0,0559734
<i>txinfra</i>	40	0,0394433	0,0554588	-0,1516883	0,1714167
<i>txPub</i>	40	0,0627852	0,2284897	-0,472064	0,5294065
<i>txPr</i>	40	0,0415864	0,0980221	-0,1555739	0,2139788
<i>txescol</i>	40	0,022346	0,0221733	-0,0252354	0,0587251
<i>txgrau</i>	40	0,0291375	0,0612722	-0,1007161	0,1434459

Quadro 3 - Estatística descritiva das variáveis utilizadas nos modelos.

Fonte: Elaborado pelo autor através do software Stata/SE (versão 12.1).

A partir da visualização do Quadro 3, faz-se necessária uma breve definição das variáveis nele contidas, a saber:

- *txPr*: taxa de crescimento anual do investimento privado;
- *txPub*: taxa de crescimento anual do investimento público;
- *lnPublico*: investimento público em nível, em reais de 2013, em logaritmo natural;
- *lnPrivado*: investimento privado em nível, em reais de 2013, em logaritmo natural;
- *dummy*: variável binária (forma aditiva) referente à abertura comercial a partir de 1990;
- *PTFSolow*: PTF em taxa de crescimento;

- *txinfra*: taxa de crescimento anual das rodovias pavimentadas;
- *txescol*: variação da taxa de escolaridade anual;
- *txgrau*: variação anual do grau de abertura da economia;
- *t*: variável de tendência;
- *lninfra*: total de rodovias pavimentadas, em logaritmo natural;
- *lnptf*: PTF em nível, em logaritmo natural;
- *lnescol*: taxa de escolaridade, em logaritmo natural;
- *lngrau*: grau de abertura da economia, em logaritmo natural

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aplicação do Filtro HP

4.1.1 PTF em nível

A **Tabela 1** e a **Figura 1** apresentam os valores da PTF calculados tomando-se por base a expressão (9):

Tabela 1 - PTF, em nível (1970 - 2013).

Data	PTF	PTF em nível (2005 = 100)
1970	730,89	120,96
1971	748,12	123,812
1972	771,75	127,723
1973	811,62	134,322
1974	807,06	133,567
1975	780,2	129,121
1976	793,32	131,292
1977	772,91	127,915
1978	757,66	125,391
1979	757,5	125,365
1980	778,18	128,786
1981	699,63	115,788
1982	668,41	110,62
1983	618,42	102,347
1984	626,74	103,724
1985	651,34	107,795
1986	672,1	111,231
1987	667,97	110,548
1988	642,8	106,382
1989	640,79	106,05
1990	605,45	100,2
1991	584,45	96,7253
1992	555,76	91,9762
1993	570,59	94,4309
1994	586,83	97,1194
1995	597,04	98,8082
1996	606,52	100,377
1997	607,71	100,575
1998	592,66	98,0843
1999	576,18	95,3562
2000	590,14	97,6666
2001	586,76	97,1077

2002	585,52	96,9015
2003	581,47	96,2315
2004	600,71	99,416
2005	604,24	100
2006	619,34	102,499
2007	647,76	107,203
2008	666,14	110,244
2009	647,85	107,217
2010	682,37	112,931
2011	684,89	113,348
2012	675,6	111,809
2013	679,01	112,375

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

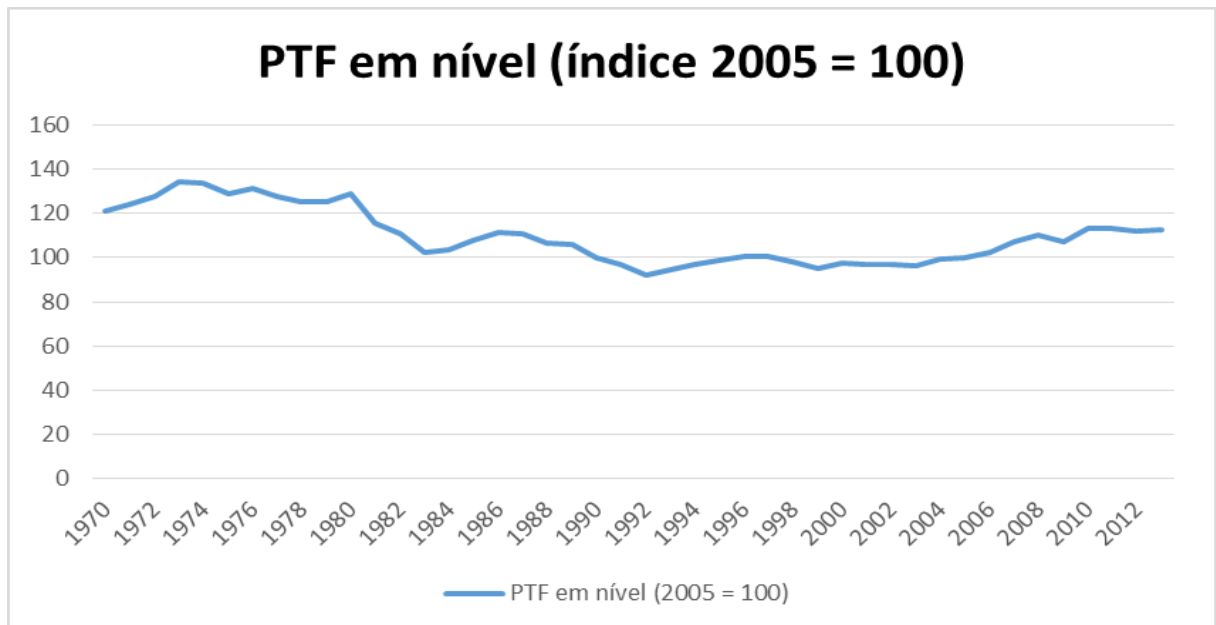


Figura 1 - PTF, em nível (índice 2005 = 100) - 1970-2013.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

Ainda com relação aos dados da **Tabela 1** - e antes de se aplicar o filtro HP - por meio do *software R x64 3.0.2*, realizou-se a verificação da variabilidade para *amostra pequena* (médias móveis) dos valores da PTF, a fim de se determinar se há necessidade ou não de transformação dos dados devido à presença de heterocedasticidade. Este processo também pode ser chamado de *teste não-paramétrico para verificar a heterocedasticidade*.

Para isso, dividiu-se as 44 observações da PTF em grupos, calculou-se as médias e os desvios-padrão para cada um dos grupos. Os resultados estão na **Figura 2**, a seguir:

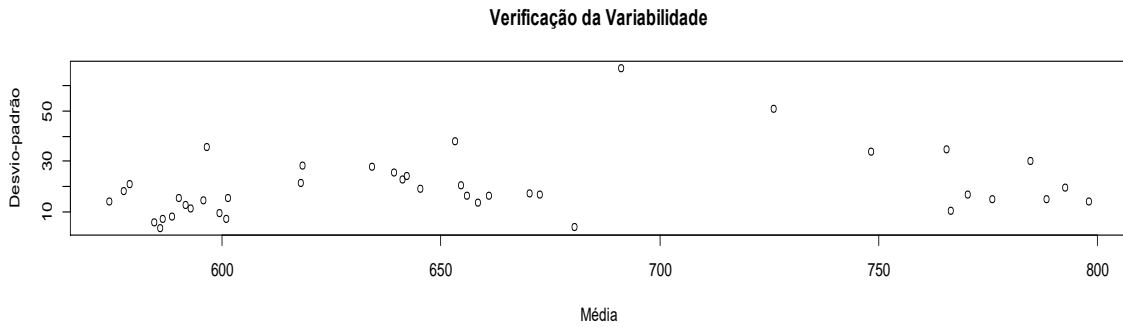


Figura 2 - Resultado do teste não-paramétrico para verificação da variabilidade (PTF).
Fonte: Elaborado pelo autor através do *software R x64 3.0.2*.

Os resultados da **Figura 2** indicam que, quanto à heterocedasticidade, não há necessidade de transformação dos dados⁷.

Já a **Figura 3** ilustra a função de autocorrelação (FAC) para os valores da PTF *em nível*.

Embora a FAC só tenha significado para séries estacionárias, a intenção em aplicá-la neste caso tem o propósito de argumentar que seguramente a série da PTF *em nível* é um processo estocástico não estacionário e possui, de fato, tendência, uma vez que, como explica Ehlers (2005), os valores de r_k demoram a decair para zero (tem um *lag* >10), o que é evidente na **Figura 3**:

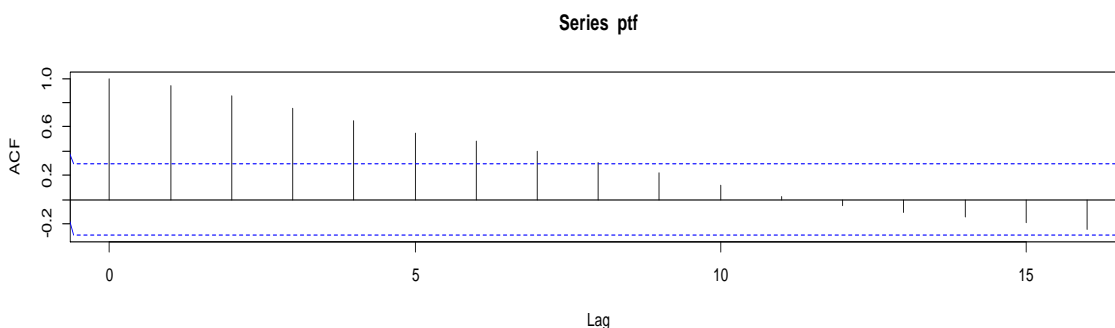


Figura 3 - Função de Autocorrelação (FAC) para a série da PTF em nível.
Fonte: Elaborado pelo autor através do *software R x64 3.0.2*.

Estabelecido, portanto, que não há necessidade de alteração dos dados e que a série da PTF, efetivamente, possui tendência, aplica-se, finalmente, o filtro HP à esta série, de modo a suavizá-la e isolar seus componentes tendência e ciclo, cujos resultados são apresentados a seguir, na **Tabela 2** e **Figuras 4 e 5**.

⁷ A transformação de dados é entendida aqui como colocá-los em escala logarítmica ou extrair-lhes a raiz quadrada, por exemplo.

Tabela 2 - Aplicação do filtro HP: PTF em nível, Componentes Tendência e Ciclo.

Data	PTF	Tendência	Ciclo
1970	730,89	738,7394715	-7,85
1971	748,12	757,4631477	-9,344908627
1972	771,75	774,9301088	-3,181671005
1973	811,62	788,3884544	23,23352427
1974	807,06	794,5772166	12,48364391
1975	780,20	793,9527916	-13,75505216
1976	793,32	788,9689584	4,348901469
1977	772,91	779,8786877	-6,969490066
1978	757,66	767,6307747	-9,971639345
1979	757,50	752,0588958	5,443115489
1980	778,18	731,4012653	46,77504764
1981	699,63	704,766996	-5,134250654
1982	668,41	678,7492083	-10,33901065
1983	618,42	659,1195424	-40,69679967
1984	626,74	649,9953969	-23,25806021
1985	651,34	648,9826824	2,357839569
1986	672,10	649,96602	22,13185721
1987	667,97	647,2072849	20,76649582
1988	642,80	638,5094496	4,288996468
1989	640,79	624,998126	15,79471133
1990	605,45	608,4851652	-3,037589611
1991	584,45	593,3095724	-8,858141262
1992	555,76	583,3243381	-27,56921017
1993	570,59	580,9651507	-10,37749171
1994	586,83	584,2566245	2,576080737
1995	597,04	589,5629753	7,47378894
1996	606,52	593,6605919	12,85764885
1997	607,71	594,5216693	13,19331983
1998	592,66	592,1756262	0,487127708
1999	576,18	588,7628125	-12,58388924
2000	590,14	586,5015187	3,637150807
2001	586,76	585,5966129	1,165246736
2002	585,52	586,8349073	-1,318686559
2003	581,47	591,1896536	-9,72240124
2004	600,71	599,4231136	1,286322235
2005	604,24	610,7419651	-6,503709848
2006	619,34	624,5586972	-5,219944795
2007	647,76	639,2452056	8,516962799
2008	666,14	652,3381949	13,79694922
2009	647,85	662,7370834	-14,89185913
2010	682,37	671,5488016	10,82389179
2011	684,89	677,4975825	7,39338722
2012	675,60	681,0394817	-5,444459004
2013	679,01	683,8134967	-4,799275882

Fonte: Elaborado pelo do autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

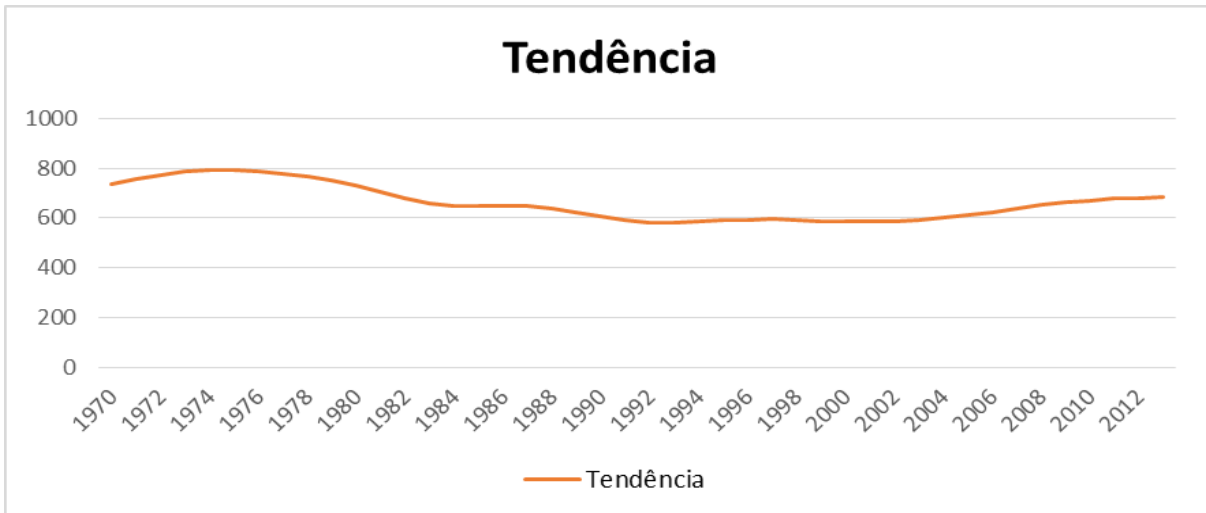


Figura 4 - Aplicação do filtro HP: Componente Tendencial, em nível (1970-2013).
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

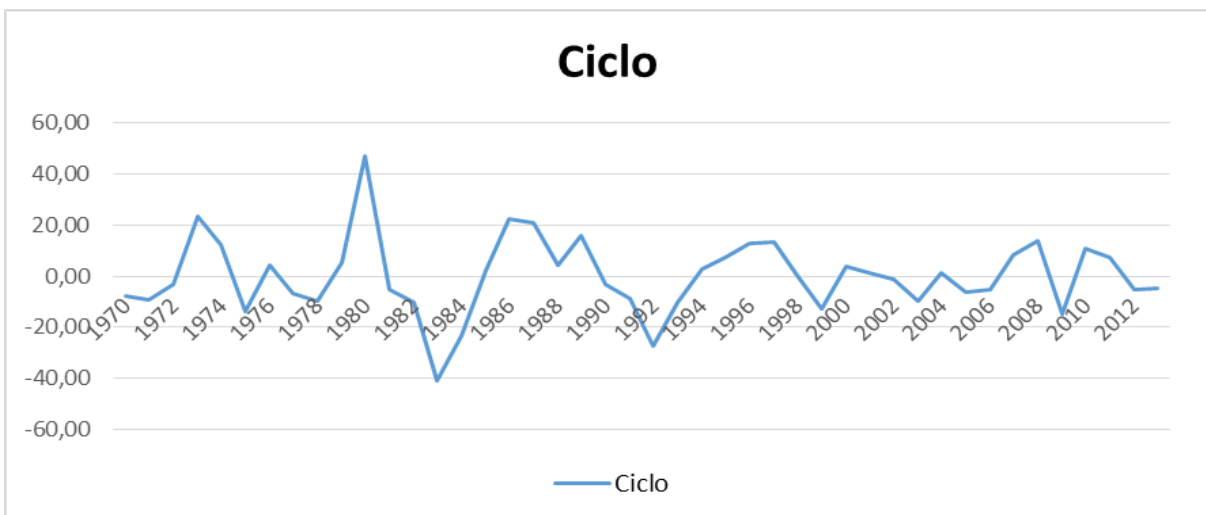


Figura 5 - Aplicação do filtro HP: Componente Cíclico, em nível (1970-2013).
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

Reforçando que a literatura mostra que o cálculo da PTF é extremamente sensível à metodologia empregada (MESSA, 2014), observando-se a **Figura 6**, é possível destacar algumas pequenas fases com base no comportamento da PTF em nível durante o período de análise deste trabalho (1970-2013). Estas curtas etapas podem ser decompostas da seguinte maneira:

- Tendência de crescimento inicial entre 1970-1973, período que corresponde ao auge do chamado “milagre econômico”, e no qual 1973 representa o ponto máximo da série (811,62);
- Certa estabilização, com viés de queda, entre 1974-1976;
- Queda entre 1977-1983, com o ano de 1980 sendo a exceção ao representar o segundo maior pico da série e, com 1983 registrar o segundo pior vale. De

fato, a **Tabela 2** demonstra que 1980 computa a maior amplitude entre os ciclos (46,77504764) e 1983, por seu lado, registra a pior amplitude, quase da mesma dimensão modular que a de 1980 (-40,69679967). Todo este movimento em tão curto prazo de tempo configura, à primeira vista, a existência de um curto ciclo econômico para a PTF no período;

- Leve recuperação entre 1984-1986, com tendência de estabilização no período em questão;
- Nova queda entre 1987-1992, na qual o ano de 1992 representa o valor mínimo da série (555,76);
- Tendência de estabilização por nove anos (1994 e 2003), até que a PTF entra em trajetória ascendente por mais nove anos (2004-2013), deslizando apenas em 2009, ano seguinte à crise financeiro-econômica global.

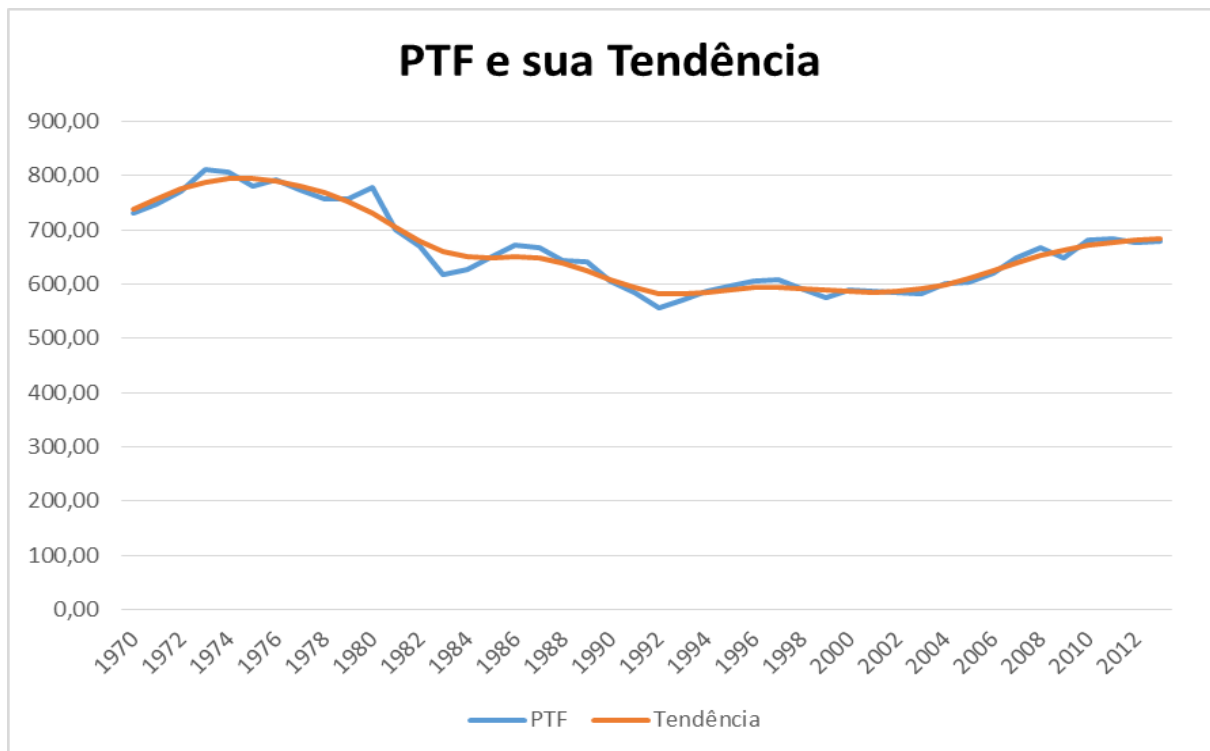


Figura 6 - Aplicação do filtro HP: PTF e Componente Tendencial, em nível (1970-2013).

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

À primeira vista, nesta análise inicial puramente descritiva, observa-se que em termos absolutos, a década de 1980, foi a que apresentou maior queda e a década de 1990 foi o período de maior estabilidade nos termos do exame feito até aqui: relativamente aos valores assumidos pela PTF em nível.

Em termos estatísticos, por meio do *software SAS Studio*, testou-se a hipótese de nulidade (H_0) pela qual os valores da PTF em nível são os mesmos em cada um dos subperíodos estabelecidos (5 subperíodos: as 4 décadas completas mais os 4 últimos anos da série).

Os resultados demonstram que a produtividade total dos fatores apresenta diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$) para cada um dos subperíodos agrupados, rejeitando-se, portanto, H_0 .

Por outro lado, o teste de comparações múltiplas de Tukey (**Tabela 3**), ao nível de confiança de 95%, revelou que a PTF média dos anos de 1970 é estatisticamente diferente das demais. Já a PTF média da década de 1980 e dos anos 2010-2013 não são significativamente diferentes entre si, da mesma forma que a PTF média das décadas de 1990 e 2000 também não o são entre si.

Tabela 3 - Teste de comparações múltiplas de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Tukey Grouping	Média	Nº observações	Década
A	773,1	10	1970
B	680,47	4	2010-2013
B	666,64	10	1980
C	612,99	10	2000
C	588,32	10	1990

Fonte: Elaboração própria através do *software SAS Studio*.

Nota: Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes.

Por meio da Análise Exploratória de Dados (AED), especificamente por meio da técnica gráfica *Box Plot*, verificou-se também a distribuição da PTF em nível nos subperíodos já indicados.

O *Box Plot* é uma ferramenta de análise de dados que permite visualizar a posição, a dispersão, a simetria da distribuição desses dados, as barreiras de *outliers* e os *outliers*, independentemente da forma da distribuição de um conjunto de elementos (**Figura 7**).

Além disso, o *Box Plot* é construído com base na mediana e nos quartis associados à coleta de dados, o que o torna resistente a valores perturbadores dentro das barreiras de *outliers* (HOAGLIN et al., 1992).

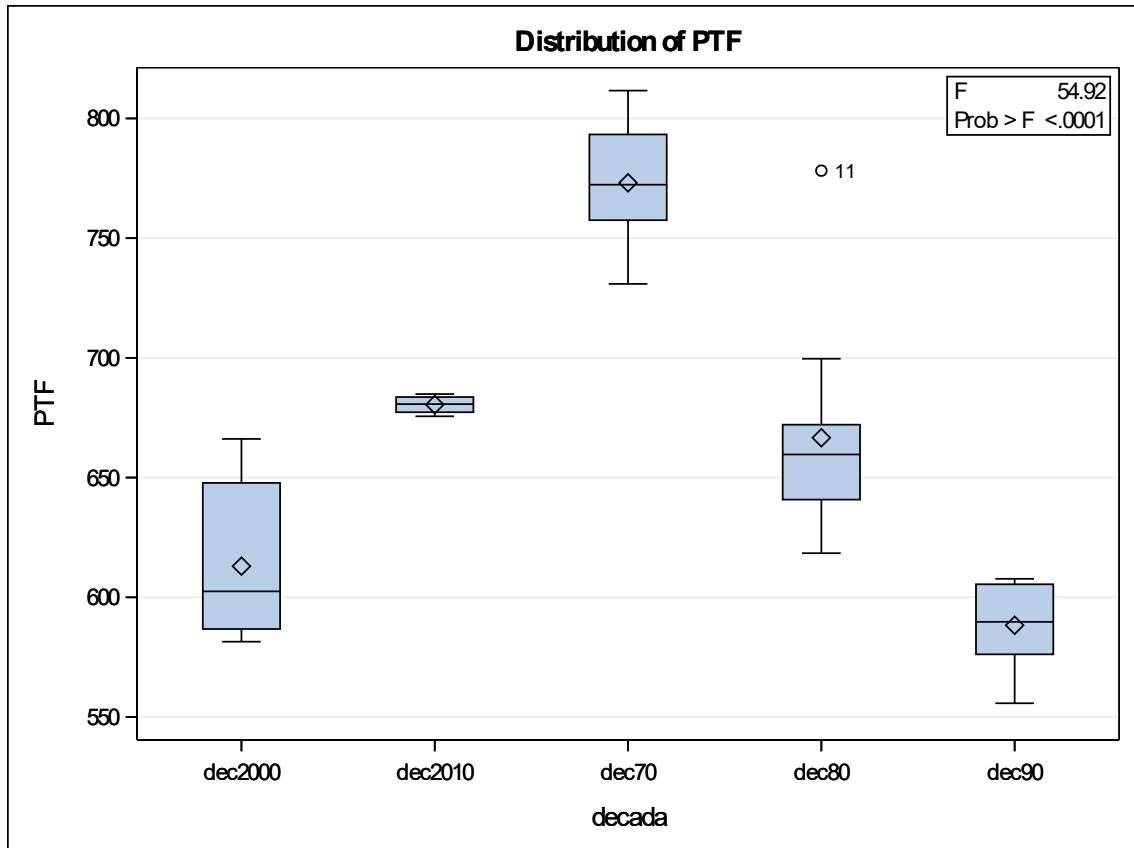


Figura 7 - Box Plot - Distribuição da PTF em nível, por subperíodos (1970-2013).

Fonte: Elaboração do autor a partir do *software SAS Studio*.

Nota: as médias (aritméticas) são representadas pelos losangos e as medianas de cada um dos subperíodos é representada pela linha horizontal interna aos retângulos.

O *Box Plot* da distribuição da PTF mostra que a década de 1970 é a mais diferenciada das demais já que a média e a mediana praticamente coincidem e são as maiores.

O círculo identificado pelo número 11 (11^a observação), que representa o ano de 1980, configura um dado discrepante superior (*outlier*) relativamente a esta década.

Quanto aos valores típicos (medianas), a década de 1970 é de maior destaque, ao passo que a década de 1990 é a de pior resultado. A década de 1980 é superior à de 2000.

Quanto à assimetria, as décadas de 1970 e 1980 poderiam ser consideradas levemente assimétricas, com as maiores caudas de distribuição, a década de 1990 negativamente assimétrica, e a década de 2000 é assimétrica positiva.

Quanto à dispersão, que é medida pela amplitude interquartilica, destaca-se novamente a década de 2000, por apresentar maior dispersão. A dispersão das décadas de 1970, 1980 e 1990 são muito semelhantes, especialmente entre as duas

últimas. Uma possível classificação decrescente da dispersão seria esta: 2000>1970>1980>1990>2010-2013.

Portanto, nos termos da AED, conclui-se que a década de 2000 é a que apresenta os valores da PTF em nível distribuídos mais assimetricamente e com maior dispersão.

4.1.2 A taxa de crescimento da PTF

Para se ter uma visão mais acurada e completa a respeito do comportamento da produtividade total dos fatores e as causas e os reflexos disto na economia como um todo, pode-se averiguar também a PTF – e toda sua trajetória – obtida conforme a expressão (13). Os dados encontram-se na **Tabela 4**.

Tabela 4 - PTF, taxa de crescimento; Componentes Tendência e Ciclo.

Data	PTF (res. Solow)	Tendência	Ciclo
1971	0,025635202	0,036864201	-0,011229
1972	0,034274909	0,029627796	0,004647114
1973	0,055973396	0,02059475	0,035378646
1974	-0,006249677	0,008711963	-0,01496164
1975	-0,03643858	-0,001413084	-0,035025496
1976	0,018017474	-0,007566772	0,025584246
1977	-0,027823514	-0,013139561	-0,014683953
1978	-0,021184203	-0,017428432	-0,003755772
1979	-0,000270029	-0,022079797	0,021809768
1980	0,028989941	-0,029340993	0,058330934
1981	-0,107564594	-0,037969795	-0,069594799
1982	-0,047101987	-0,037391026	-0,009710961
1983	-0,078465659	-0,028164679	-0,050300979
1984	0,013924422	-0,012404501	0,026328923
1985	0,040689989	-0,000272393	0,040962383
1986	0,033197177	0,002282368	0,030914809
1987	-0,006394685	-0,00413551	-0,002259176
1988	-0,039142545	-0,013974952	-0,025167593
1989	-0,003229071	-0,02204635	0,01881728
1990	-0,05603108	-0,027186913	-0,028844167
1991	-0,036464179	-0,025223083	-0,011241096
1992	-0,051532825	-0,016596369	-0,034936456
1993	0,027204228	-0,003546856	0,030751084
1994	0,029156363	0,006095537	0,023060825
1995	0,017846	0,009421068	0,008424932
1996	0,015869583	0,007209724	0,008659859
1997	0,002025274	0,001589481	0,000435793
1998	-0,025409067	-0,003926106	-0,021482961
1999	-0,028686974	-0,005753755	-0,022933219
2000	0,024668836	-0,003747459	0,028416295
2001	-0,005845806	-0,001430526	-0,004415279
2002	-0,002191407	0,002220344	-0,004411751

2003	-0,007045505	0,007522007	-0,014567512
2004	0,033841791	0,014085437	0,019756354
2005	0,006016172	0,019190807	-0,013174635
2006	0,025341495	0,023279307	0,002062188
2007	0,046532758	0,024684185	0,021848573
2008	0,028987795	0,02206864	0,006919156
2009	-0,028202784	0,017591641	-0,045794424
2010	0,05440263	0,014519224	0,039883406
2011	0,003689608	0,008790315	-0,005100707
2012	-0,013975429	0,002725187	-0,016700616
2013	0,005127621	-0,002172001	0,007299622

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

A **Figura 8** ilustra a evolução no período das séries reportadas na **Tabela 4**.

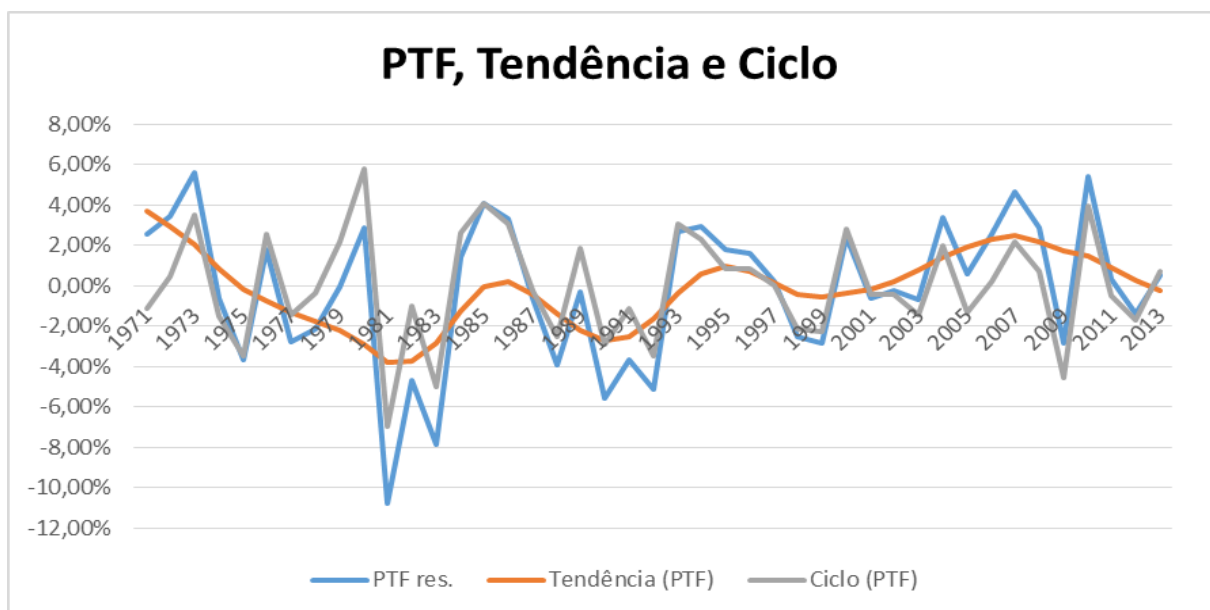


Figura 8 - Aplicação do filtro HP: PTF (res. Solow), Componentes Tendência e Ciclo.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

Olhando para a tendência (**Figura 8**), percebe-se que há, em termos gerais, pelo menos quatro períodos distintos quanto ao ritmo de crescimento da produtividade total dos fatores da economia brasileira.

O primeiro período compreende toda a década de 1970 e início dos anos 1980; o segundo corresponde àquele em que a tendência possui maior frequência e por isso são visivelmente distinguíveis dois vales (1981-1982 e 1990-1991) e dois picos (1985-1986 e 1995-1996); o terceiro a partir do fim dos anos 1990 a 2008-2009 e o quarto período seria a partir dos anos seguintes ao biênio do auge da crise econômica mundial (2008-2009) mais recente.

Observando o componente cíclico (**Figura 8**) nota-se uma indiscutível irregularidade: de modo geral, a única regularidade plausível que se pode constatar é que ciclos de maior duração se alternam com ciclos de mais curta duração. Destes chamam atenção:

- O ciclo entre fins dos anos 1970 e início dos anos 1980, por sua curta duração e elevadas amplitudes sinalizando uma brusca mudança de direção da trajetória da economia;
- A trajetória do ciclo ao longo da década de 1980, sobretudo entre 1983-1988, período no qual a tendência apresentou taxas negativas de variação indicando que a PTF ficou praticamente ao sabor dos movimentos periódicos de mais elevadas frequências, daí o caráter cíclico e volátil da própria taxa de crescimento do PIB que fora de -2,93% (em 1983) para 7,85% (em 1985), e em seguida (1988) para -0,06%, terminando esta década (1989) com a cifra de 3,16%. Esta sequência alternada de acelerado crescimento seguido por brusca queda indica que, de fato, a economia brasileira não esteve sobre uma trajetória de crescimento sustentável.
- E, por fim, a trajetória do componente cíclico que abrange boa parte da década de 1990 e que corresponde ao ciclo de maior duração. Apesar do prolongamento temporal, as amplitudes não são tão elevadas. São dignos de nota os anos de 1990, 1995 e 1996 por serem os anos nos quais registram-se contribuições praticamente idênticas dos componentes tendencial e cíclico ao comportamento da PTF.

4.2 Os Modelos Econométricos

4.2.1 PTF em nível

Os resultados da regressão para o modelo definido em (15) podem ser visualizados na **Tabela 5**.

Tabela 5 - Resultados da regressão para Modelo 1.

Inptf	Nº de observações	Parâmetro estimado	Teste t	P-valor
<i>Constante</i>	40	1,380557	0,55	0,588
<i>t</i>	40	-0,0149539	-2,13	0,041**
<i>ln (infra)</i>	40	-0,1439679	-1,50	0,143
<i>ln (Publico)</i>	40	0,051368	1,56	0,129
<i>ln (Privado)</i>	40	0,2339372	2,70	0,011**
<i>ln (escol)</i>	40	0,1407835	0,76	0,453
<i>ln (grau)</i>	40	0,2942904	3,90	0,000***
<i>dummy</i>	40	-0,121879	-3,44	0,002***

Fonte: elaboração do autor.

Nota: * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Apenas as variáveis *t*, *ln(Privado)*, *ln(grau)* e *dummy* são estatisticamente significativas (em diferentes níveis de significância).

Por estar no formato *log-log*, os parâmetros estimados indicam a elasticidade em relação à variável dependente, isto é, em outras palavras, trata-se da medida da derivada primeira da variável dependente em relação à variável independente.

Neste sentido, o grau de abertura da economia é a variável que possui maior elasticidade em relação à PTF em nível.

O parâmetro estimado para a variável *ln (grau)* indica que, para uma variação de 1% no grau de abertura, a PTF em nível – *mantendo todas as outras variáveis independentes constantes* – aumenta cerca de 0,29%.

Isto é particularmente interessante, uma vez que, para se obter um crescimento prolongado e sustentável, o papel do progresso tecnológico – cuja incorporação pode ocorrer de diferentes maneiras, dentre as quais, a abertura econômica é uma das principais - é de suma importância, já que, entre outras razões, compensa a tendência declinante da acumulação de capital (JONES, 2000), a qual possui, ao longo do tempo, retornos marginais decrescentes.

Neste sentido, os benefícios trazidos pela abertura econômica se traduzem de formas diferentes. Conforme exposto na revisão de literatura, o comércio internacional é uma atividade que possui efeito duplo sobre o crescimento da produtividade: permite tanto a transferência de conhecimento (efeito ligado ao “conjunto 1: criação,

transmissão e absorção de conhecimento”), por meio da importação de bens que incorporam elevado *know-how* tecnológico, quanto proporciona o aumento da integração do país nos mercados mundiais (efeito ligado ao “conjunto 3: Instituições, integração e invariantes (condições geográficas)”), permitindo uma difusão mais ampla de tecnologia e favorecendo, assim, a convergência em direção à fronteira tecnológica mundial.

Outra variável com elevada elasticidade (0,23) em relação à PTF em nível são os investimentos, sobretudo o investimento privado.

4.2.2 A taxa de crescimento da PTF

Os resultados da regressão para o modelo definido em (16) podem ser visualizados na **Tabela 6**.

Tabela 6 - Resultados da regressão para Modelo 2.

	Nº de observações	Parâmetro estimado	Teste t	P-valor
<i>Constante</i>	40	-0,0351666	-5,65	0,000***
<i>tx (infra)</i>	40	0,0894529	1,70	0,099*
<i>tx (Pub)</i>	40	0,0238879	1,93	0,062*
<i>tx (Pr)</i>	40	0,3555598	10,02	0,000***
<i>tx (escol)</i>	40	0,2913983	1,88	0,069*
<i>tx (grau)</i>	40	-0,0582556	-1,20	0,239
<i>dummy</i>	40	0,0175636	2,87	0,007***

Fonte: elaboração do autor.

Nota: * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Nota-se que, a partir da **Tabela 6**, com exceção da variável *tx (grau)* – que representa a variação anual do grau de abertura da economia brasileira – todas as demais variáveis são estatisticamente significativas (em diferentes níveis de significância).

Dentre estas, relativamente ao *P-valor*, destacam-se as variáveis *tx (Pr)*, que representa a taxa de crescimento dos investimentos privados e a *dummy* (variável binária) referente à abertura comercial a partir de 1990.

Reforça-se, novamente, o papel e a contribuição dos investimentos privados para o crescimento da produtividade total dos fatores, seja ela medida em nível, seja ela considerada como taxa de crescimento.

A conclusão que se pode inferir a partir destes resultados empíricos diz respeito à grande relevância que o papel do investimento privado teve para o crescimento da produtividade total dos fatores da economia brasileira ao longo do período 1970-2010.

4.3 Decomposição do crescimento

Depois de analisar os componentes tendência e ciclo da PTF, esta seção tem por objetivo esclarecer algumas das causas do crescimento do produto brasileiro no período 1970-2013, por meio da decomposição do crescimento do produto, com especial atenção à contribuição da PTF. A **Tabela 7** mostra os resultados.

Tabela 7 - Decomposição do crescimento do Brasil (1970-2013) – em %.

Períodos	Taxa de crescimento do PIB	Contribuições à taxa de crescimento do PIB			Taxa de crescimento do PIB por trabalhador
		Capital	Trabalho	PTF	
1970-1979	7,39	2,97	4,06	0,36	1,05
1980-1989	2,01	1,39	2,56	-1,94	-2
1990-1999	2,03	0,76	1,77	-0,5	-0,73
2000-2009	2,82	0,76	1,13	0,93	1,05
2010-2013	1,55	1	0,67	-0,12	0,5
1970-2013	3,75	1,55	2,36	-0,16	0,05

Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do IPEADATA e do *World Bank* (2016).

Nota: A tabela registra a taxa de crescimento médio anual do PIB e as contribuições dadas pela produtividade do capital, do trabalho e do total dos fatores, de acordo com a equação (13). Usou-se nos cálculos o valor de $\alpha = 0,36$. A última coluna apresenta, para fins de comparação, a taxa de crescimento do PIB por trabalhador (produtividade da mão de obra).

A **Tabela 8** contém os valores da participação das produtividades do capital, do trabalho e da produtividade total dos fatores na taxa de crescimento médio real anual do PIB entre 1970-2013.

Tabela 8 - Participação das produtividades do capital, do trabalho e da produtividade total dos fatores na taxa de crescimento médio real do PIB (em %).

Períodos	Participação relativa do crescimento de cada fator de produção e do total dos fatores sobre o crescimento do produto (em %)		
	Capital	Trabalho	PTF
1970-1979	40,19	54,94	4,87
1980-1989	69,15	127,36	-96,52
1990-1999	37,4	87,2	-24,6
2000-2009	26,95	40,07	32,98
2010-2013	64,52	43,23	-7,74
1970-2013	41,33	62,93	-4,27

Fonte: Elaboração própria.

Como se observa, ao longo do período analisado, o crescimento do produto brasileiro deveu-se à acumulação dos fatores de produção, em especial do fator trabalho (62,93%).

A década de 1970 foi a mais significativa no que se refere à acumulação de ambos os fatores, resultado do modelo de desenvolvimento nacionalista implementado no período, cujo foco era induzir a industrialização do país, e completar a transição da alocação de trabalhadores da agricultura para a indústria e serviços. Estes fatores, em conjunto, foram a fonte do crescimento brasileiro no período.

A década de 1980 foi a que registrou a maior redução do ritmo da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores: embora o crescimento do fator trabalho tenha sido 1,27 vez maior que o do próprio produto, a elevada redução da produtividade total dos fatores teve um impacto maior que o do próprio ritmo de acumulação de capital no mesmo período.

Nota-se também que durante os anos 1980, as taxas de crescimento real médio anual do PIB/trabalhador e da PTF foram as piores registradas, respectivamente -2% e -1,94%. Não fosse a expansão da força de trabalho neste período (+2,56%), portanto, o colapso econômico teria sido muito mais acentuado.

Há algo em comum entre as décadas de 1970 e 1980: o elevado ritmo de expansão da força de trabalho que, aliás, ao longo de todas as décadas (completas) foi o fator preponderante do crescimento do produto brasileiro.

No que se refere à PTF, pode-se concluir que a contribuição da taxa de variação desta foi negativa ao longo do período 1970-2013 (-0,16%). Como participação relativa do percentual do crescimento do produto, este valor de -0,16% representou uma queda de -4,27%.

Como já foi abordado, em nível, a PTF também apresentou queda de -7,1%. Juntas, estas evidências implicam que, além da queda em termos absolutos, o ritmo de variação da PTF também diminuiu. Em suma, tem-se que a PTF decresceu (em nível) e desacelerou (como taxa de crescimento) entre 1970 e 2013.

Como se verificou nos resultados do modelo econométrico, apesar do baixo crescimento da PTF, os fatores que atuaram contrários a esta aparente tendência foram: os investimentos, sobretudo o investimento privado, a taxa de escolaridade (capital humano), e o crescimento do grau de abertura da economia, particularmente a partir da década de 1990. Dentre estes, merecem destaque o investimento privado e a abertura comercial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, este trabalho procurou apresentar uma análise econômica sobre o comportamento da PTF e de seus principais determinantes a partir do estudo de seus componentes tendência e ciclo, obtidos por meio do filtro HP, e a partir da elaboração de modelos econométricos com vistas a obter evidências empíricas a respeito da influência dos principais fatores teóricos, apontados pela revisão de literatura, sobre o comportamento da PTF, tanto em nível, como em taxa de crescimento.

Foram estimados dois modelos, a saber: Modelo 1, cuja variável dependente é a PTF em nível; e Modelo 2 cuja variável dependente é a PTF como taxa de crescimento.

Para ambos os modelos foram adotadas estas mesmas variáveis explicativas: uma *proxy* para medir o estoque físico de infraestrutura da economia, que é a quantidade total de rodovias pavimentadas; o investimento público total e o investimento privado total; a taxa de escolaridade da população; o grau de abertura da economia, definido como a proporção da corrente de comércio sobre o produto (PIB) e uma variável binária (*dummy*) para a abertura comercial verificada a partir de 1990.

Foram realizados ainda dois exercícios de decomposição do crescimento, um para o PIB e outro para a PTF.

Genericamente, a partir da análise dos dados apresentados, constatou-se que, tanto *em nível*, quanto em termos de *taxa de crescimento*, os resultados sobre a produtividade total dos fatores da economia brasileira não são positivos.

Dentro do recorte temporal abordado, nota-se que houve um decréscimo da ordem de $-7,1\%$ em termos absolutos da PTF e uma desaceleração de $-0,16\%$ da PTF residual.

Os resultados encontrados a partir da análise de regressão do Modelo 1 e da decomposição do crescimento da PTF, indicaram que os fatores que atuaram contrários a esta tendência de desaceleração global da PTF residual foram os investimentos, sobretudo o investimento privado, a taxa de escolaridade (capital humano), e o crescimento do grau de abertura da economia, particularmente a partir da década de 1990.

Embora estes fatores tenham contribuído, positivamente para o crescimento da produtividade total dos fatores, a magnitude da contribuição de cada um deles variou de acordo com o período analisado.

Assim, enquanto os investimentos públicos e privados foram os fatores que mais contribuíram para o crescimento da PTF durante os anos 1970, graças à predominância, naquela época, do modelo de desenvolvimento nacionalista e do padrão de investimento dependente do “Estado-empresário”, caracterizado por altas taxas de investimento (como proporção do PIB), na década de 1990 foram os investimentos privados e a abertura comercial os elementos responsáveis pela maior parte do crescimento da PTF, devido aos fatos ocorridos naquele período, como o importante processo de liberalização comercial e a consequente redução do protecionismo à indústria nacional, a implantação de um programa de privatizações (PND) e a estabilização monetária, com o Plano Real (1994).

Quanto a trajetória da PTF ao longo de todo o período, verificou-se que os resultados apresentados nesta monografia estão em acordo com os principais trabalhos acadêmicos da literatura conforme o diagnóstico de Ellery Jr. quando este caracteriza tal trajetória ao mostrar que há um “(...) crescimento da PTF na primeira metade da década de 1970, crescimento irregular na segunda metade da década de 1970, queda na década de 1980 e leve recuperação iniciada na década de 1990, que foi insuficiente para recuperar as perdas da década de 1980” (ELLERY JR, 2014, p.83).

Argumentou-se ainda que, dentre as possíveis explicações para o desenho desta trajetória, elencam-se alguns fatos, sobretudo dos anos 1980, vinculados à acumulação de capital da economia, especificamente, àqueles ligados aos mecanismos de financiamento desta acumulação, como a mudança da atuação do BNDES, a crise da dívida externa e a redução da capacidade de poupança compulsória do Estado.

Neste sentido, a conjuntura internacional desfavorável aliada aos problemas estruturais internos da economia brasileira implicaram na redução da taxa de investimento e na diminuição do ritmo da acumulação de capital.

Some-se isto ao processo de redemocratização política do país entre 1984-1985, que redefiniu o papel do Estado na economia, redefinindo também a prioridade dos gastos do governo, a conjuntura macroeconômica do país tem sido caracterizada por baixo crescimento econômico. A baixa produtividade da economia é uma das

causas disso, e as razões são diversas, dentre as quais destacam-se o baixo nível de capital humano, a falta de investimentos em infraestrutura, o ambiente de negócios, a excessiva burocracia e o atraso tecnológico.

6 REFERÊNCIAS

AVERBUG, A. Abertura e Integração Comercial Brasileira na Década de 90. In: (Orgs) GIAMBIAGI, F.; MOREIRA, M.M. **A economia brasileira nos anos 90**. 1ª ed., Rio de Janeiro: BNDES, Capítulo 1, 1999. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2972/1/1999_A%20economia%20brasileira%20nos%20anos%2090_P.pdf>. Acesso em: 21/11/2016.

BARBOSA FILHO, F. de H.; PESSÔA, S. de A. **Pessoal ocupado e jornada de trabalho**: uma releitura da evolução da produtividade no Brasil. [S.l.]: IBRE/FGV. 2013. (Texto para Discussão n. 35)

_____. Desaceleração recente da economia. In: 4º FÓRUM INSPER DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 2014, Centro de Debate de Políticas Públicas (CDPP). **Sob a Luz do Sol – Uma Agenda para o Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2014/09/Coletanea-capitulos-Sob-a-Luz-do-Sol-final.pdf>>. Acesso em: 30/10/2016.

BARROSO, R. Produto Potencial: Conceitos, Novas Estimativas e Considerações sobre sua Aplicabilidade. **Revista EconomiA**. Brasília (DF), v.7, n.3, p.437–462, set/dez 2007.

BAXTER, M. e KING, R. Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series. **NBER Working Paper nº 5022**, 1995.

BONELLI, R.; FONSECA, R. Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para a economia brasileira. Rio de Janeiro: IPEA, abril de 1998 (Texto para Discussão, 557).

BRESSER PEREIRA, L.C. A mudança de padrão de financiamento dos investimentos. **Revista de Economia Política**, v.7, n.4, p.35-53, out/1987.

CAMARGO, J.M. Do “milagre econômico” à “marcha forçada” (1968-1980). In: **Economia brasileira: da colônia ao governo Lula**. São Paulo: Saraiva, 2010.

CAVALCANTE, L.R.; DE NEGRI, F. *Produtividade no Brasil: uma análise do período recente*. Rio de Janeiro: IPEA, abril de 2004 (Texto para Discussão, 1955).

_____. Os dilemas e desafios da produtividade no Brasil. In: Diversos autores. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes** / organizadores: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. – Brasília: ABDI: IPEA, 2014 a. Capítulo 1, pp.15-51.

_____. Evolução recente dos indicadores de produtividade no Brasil. In: Diversos autores. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes** / organizadores: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. – Brasília: ABDI: IPEA, 2014 b. Capítulo 5, pp.143-171.

CONESA, J.C.; KEHOE, T.J.; RUHL, K.J. Modeling great depressions: the depressions in Finland in the 1990s. In: KEHOE, T.,J.; PRESCOTT,E.,C. (orgs). Great

Depressions of Twentieth Century. Federal Reserve Bank of Minneapolis. p.427-475.2007.

DAHLMAN, C. Fórmula de reajuste do salário mínimo no Brasil é insustentável, diz diretor da OCDE. **Economia-O Estado de S. Paulo**: São Paulo, 28 julho 2014. Entrevista concedida a Álvaro Campos. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,formula-de-reajuste-do-salario-minimo-no-brasil-e-insustentavel-diz-diretor-da-ocde,1535249>>. Acesso em: 12/10/2015.

EHLERS, R.S. **Análise de Séries Temporais**. 4ª ed. Curitiba: Departamento de Estatística, UFPR, p.1- 86, 2007.

ELLERY JR., R., GOMES, V. e SACHSIDA, A. Business Cycle Fluctuations in Brazil. **Revista Brasileira de Economia**, 56-2, 269-308, 2002.

ELLERY JR., R.; FERREIRA, P.C.; GOMES, V. Produtividade agregada brasileira (1970 – 2000): declínio robusto e fraca recuperação. **Estudos Econômicos**, v. 38, n. 1, 2008.

ELLERY JR., R. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. In: Diversos autores. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes** / organizadores: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. – Brasília: ABDI: IPEA, 2014. Capítulo 2, pp.53-86.

FERREIRA, P.C. Por que a produtividade do trabalhador brasileiro é tão baixa? Folha de S. Paulo. São Paulo: 25/01/2015. **Mercado-Folha de S. Paulo**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/01/1579952-por-que-a-produtividade-do-trabalhador-brasileiro-e-tao-baixa.shtml>>. Acesso em: 12/10/2015.

GOMES, V.; PESSÔA, S. de A.; VELOSO, F. A evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 33, n. 3, 2003.

HOAGLIN, D. C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J.W. **Análise exploratória de dados: técnicas robustas - um guia**. Salamandra: Almada, 446 p., 1992.

HODRICK, R.; PRESCOTT, E. C. Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation, **Journal of Money, Credit, and Banking**. Fev./1997. Disponível em: <<https://www0.gsb.columbia.edu/cfusion/faculty/rhodrick/prescott-hodrick1997.pdf>> Acesso em: 15/05/2016.

HOFFMAN, R. ANÁLISE DE REGRESSÃO: **Uma introdução à Econometria**. 4ª ed. (mod): Editora HUCITEC, 2006.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). IMF DATA. **Acess to Macroeconomic & Financial Data**. Investment and Capital Stock Dataset (ICSD) Disponível em: <<http://data.imf.org/?sk=1CE8A55F-CFA7-4BC0-BCE2-256EE65AC0E4&ss=1390030341854>>. Acesso em: 10/06/2016.

IPEADATA. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 03/06/2016.

ISAKSSON, A. Determinants of total factor productivity: a literature review. RESEARCH AND STATISTICS BRANCH. **STAFF WORKING PAPER 02/2007**. UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Viena, 2007.

JONES, C.I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Tradução de Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2000. Capítulo 2: *O Modelo de Solow*: 2.4 “Decomposição do crescimento e redução da produtividade”. pp.38-39.

KIM, H. **Hodrick-Prescott Filter**. Disponível em: <http://www.auburn.edu/~hzk0001/hpfilter.pdf>>. Acesso em: 03/09/2015.

MATION, Lucas Ferreira. Produtividade total dos fatores no Brasil: impactos da educação e comparações internacionais. **Radar**, n. 28, 2013.

MENDES, M. J., O que é produtividade e como conseguir seu incremento? São Paulo: 01/10/2012. **Brasil, economia e governo**. Disponível em: < <http://www.brasil-economia-governo.org.br/2012/10/01/o-que-e-produtividade-e-como-conseguir-seu-incremento/>>. Acesso em: 12/10/2015.

_____. **Por que o Brasil cresce pouco? Desigualdade, democracia e baixo crescimento no país do futuro**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MESSA, A. Metodologias de cálculo da produtividade total dos fatores e da produtividade da mão de obra. In: Diversos autores. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes** / organizadores: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. – Brasília: ABDI: IPEA, 2014. Capítulo 3, pp.87-109.

MORENO, L.A. Prefácio. In: BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). **La era de La productividad: como transformar las economías desde sus cimientos**. Washington: Editado por Carmen Pagés, 2010. Disponível em: <http://www.iadb.org/research/dia/2010/files/DIA_2010_Spanish.pdf>. Acesso em: 09/06/2016.

RAVN, M. O.; UHLIG, H. On adjusting the Hodrick–Prescott filter for the frequency of observations. **Review of Economics and Statistics**, 2002. Disponível em: <<http://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Ravn-Uhlig.pdf>>. Acesso em: 12/05/2016.

SANTOS, P.F.A. Produtividade do setor agropecuário e mudança estrutural no Brasil – uma análise para o período 1981 a 2013, 2015. 106p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2015.

SANTOS, P.F.A. Abertura Econômica e Crescimento da Produtividade Total dos Fatores no Brasil, 2012. 100p. Monografia – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2012.

SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. **Review of Economic and Statistics**, Vol. 39, No. 3, Ago/1957. Disponível em:

<<http://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Solow-Growth-Accounting.pdf>>. Acesso em: 22/10/2016.

SOUZA, JR. Produto potencial: conceitos, métodos de estimação e aplicação à economia brasileira. Rio de Janeiro: IPEA, novembro de 2005. (Texto para Discussão 1130).

TOLEDO NETO, Celso de Campos. **Ciclos do produto brasileiro: decomposição e análise em 'tempo real'**. 2004. 115 p. Tese de Doutorado - Catálogo USP.FEA-USP, São Paulo, 2004.

VELOSO, F. Crescimento econômico brasileiro: desafios e perspectivas. In: Giambiagi, F., Porto, C. (orgs.) **2022 propostas para um Brasil melhor no ano do bicentenário**. Ed. Campus Elsevier, 2011.

WORLD BANK. World DataBank. **World Development Indicators**. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>>. Acesso em: 20/09/2015.

7 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ARESTOFF, F. e HURLIN, C. Estimates of Government Net Capital Stocks for 26 Developing Countries, 1970-2002. World Bank Policy Research. **Working Paper 3858**, 2006.

BARRO, R.J. Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth, **Journal of Political Economy**, vol. 98 (5), pp. S103 – 26. Out./1990. Disponível em: <<http://www1.worldbank.org/publicsector/pe/pfma06/BarroEndogGrowthJPE88.pdf>>. Acesso em: 28/03/2016.

BONELLI, R.; BACHA, E. L. Crescimento brasileiro revisitado. In: VELOSO, F. et al. **Desenvolvimento econômico: uma perspectiva brasileira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BONELLI, R.; VELOSO, F. Rio de Janeiro: crescimento econômico e mudança estrutural. In: PINHEIRO, A. C.; VELOSO, F. **Rio de Janeiro: um estado em transição**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2012.

BRASIL. Lei n. 8031, de 12 de abril de 1990. Cria o Programa Nacional de Desestatização, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031.htm>. Acesso em: 17/11/2016.

BUFFIE, E.E., BERG, A., PATYILLO, C., PORTILLO, R., ZANNA, L.F., Public Investment, Growth, and Debt Sustainability: Putting Together the Pieces. **IMF Working Paper 12/144**. Jun/2012. Disponível em: <<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2012/wp12144.pdf>>. Acesso em: 25/04/2016.

FERREIRA, P. C.; VELOSO, F. O desenvolvimento econômico brasileiro no pós-guerra. In: VELOSO, F. et al. **Desenvolvimento econômico: uma perspectiva brasileira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

JACINTO, P.A., RIBEIRO, E.P. Co-Integração, Efeitos Crowding-In e Crowding-Out entre investimento público e privado no Brasil: 1973-1989. **Teor. Evid. Econ.**, Passo Fundo, v.6, n.11, p.143-156, nov.1998. Disponível em: <http://www.ppge.ufrgs.br/epr/artigos/Jacinto_Ribeiro_upf1998.pdf>. Acesso em: 12/04/2016.

RIGOTTO, M. E.; SOUZA, N de J. Evolução da educação no Brasil, 1970-2003. **Análise**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, ago./dez. 2005. Disponível em: <http://www.nalij Souza.web.br.com/educacao_brasil.pdf>. Acesso em: 29/10/2016.

SOUZA, JR. Produto potencial: conceitos, métodos de estimação e aplicação à economia brasileira. Rio de Janeiro: IPEA, novembro de 2005. (Texto para Discussão 1130).

WARNER, A.M., Public Investment as an Engine of Growth. **IMF WORKING PAPER WP 14/148**. Ago./ 2014. Disponível em: <<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2014/wp14148.pdf>>. Acesso em: 23/03/2016.

8 APÊNDICE

9 APÊNDICE A

9.1 A.1 Força de trabalho: resultados da regressão

```
. *****Regressão:
. regress Labor Pop
```

Source	SS	df	MS	Number of obs =	24
Model	3.8426e+15	1	3.8426e+15	F(1, 22) =	4004.93
Residual	2.1108e+13	22	9.5946e+11	Prob > F =	0.0000
Total	3.8637e+15	23	1.6799e+14	R-squared =	0.9945
				Adj R-squared =	0.9943
				Root MSE =	9.8e+05

Labor	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Pop	.8112018	.0128183	63.28	0.000	.7846182 .8377854
_cons	-5.70e+07	2275964	-25.05	0.000	-6.17e+07 -5.23e+07

```
. regress Labor Pop, robust
```

Linear regression	Number of obs =	24
	F(1, 22) =	2929.95
	Prob > F =	0.0000
	R-squared =	0.9945
	Root MSE =	9.8e+05

Labor	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Pop	.8112018	.0149864	54.13	0.000	.7801219 .8422818
_cons	-5.70e+07	2788956	-20.44	0.000	-6.28e+07 -5.12e+07

Modelo proposto: $L = \alpha + \beta(Pop)$

Modelo estimado: $L = -5,7E+07 + 0,81120 (Pop)$

9.2 A.2 Técnica para interpolação de dados (caso da taxa de escolaridade):

Tomando-se por base a fórmula que expressa o crescimento exponencial de uma variável contínua é possível estimar os dados de escolaridade, ano a ano, entre 1950-2010:

$$y_t = y_0 e^{gt}$$