



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

48



PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

SÉRIE
ESTUDOS ECONÔMICOS CAEN

Análise da produtividade total dos fatores na economia brasileira: 1950 - 2020

Diego Araújo de Lima

Jair do Amaral Filho

Christiano Modesto Penna

FORTALEZA • NOVEMBRO • 2024

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA ECONOMIA BRASILEIRA: 1950 – 2020

Diego Araujo de Lima¹

Jair do Amaral Filho²

Christiano Modesto Penna³

RESUMO

Este trabalho analisa o desempenho da produtividade total dos fatores (PTF) da economia brasileira para o período entre 1950 e 2020. A pesquisa considera dados mais antigos e mais recentes do que os abordados até então. Esta atualização agrega robustez às análises já realizadas, além de permitir novas constatações. Nossos resultados mostram que a tendência de crescimento da PTF da economia brasileira na década de 2000, sugerida em alguns trabalhos empíricos, não se sustenta. Mais especificamente, em décadas recentes, o desempenho da PTF não conseguiu recuperar as taxas de crescimento observadas antes de 1980. Constatou-se ainda que a queda na razão PTF_{BRASIL}/PTF_{EUA} foi a principal responsável pela estagnação relativa do produto por trabalhador com respeito à fronteira tecnológica. Ademais, confirma-se que, a partir da década de 1980, a maior parte do crescimento do produto por trabalhador foi oriunda da contribuição do capital humano.

Palavras-chave: produtividade total dos fatores, crescimento econômico, fronteira tecnológica

¹ Doutorando e Mestre em Economia pelo CAEN/Universidade Federal do Ceará - UFC.

Email: diego.lima@alu.ufc.br

² Doutor em Economia, Professor Aposentado do Departamento de Teoria Econômica-DTE-FEAAC, da Universidade Federal do Ceará-UFC e Professor Aposentado do Curso de Pós-Graduação em Economia-CAEN, da Universidade Federal do Ceará-UFC.

Email: amarelojair@gmail.com

³ Doutor em Economia, Professor da Universidade Federal do Ceará e do Centro de Aperfeiçoamento de Economistas do Nordeste (CAEN/UFC).

Email: cmp@caen.ufc.br

ANALYSIS OF TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY IN THE BRAZILIAN ECONOMY: 1950 – 2020

ABSTRACT

This paper analyzes the performance of the total factor productivity (TFP) of the Brazilian economy for the period between 1950 and 2020. The research considers both older and more recent data than those covered previously. This update adds robustness to the analyses already conducted, as well as allowing for new findings. Our results show that the growth trend of the TFP in the Brazilian economy in the 2000s, suggested in some empirical studies, is not sustainable. More specifically, in recent decades, the TFP performance has not managed to recover the growth rates observed before 1980. It was also found that the decline in the TFP ratio $TFP_{\text{BRAZIL}}/TFP_{\text{USA}}$ was the main reason for the relative stagnation of output per worker with respect to the technological frontier. Furthermore, it confirms that, since the 1980s, most of the growth in output per worker came from the contribution of human capital.

Keywords: total factor productivity, economic growth, technological frontier

JEL Classification: O47

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES NA ECONOMIA BRASILEIRA: 1950 – 2020

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Jones (2000), há séculos a temática do crescimento econômico tem inquietado os economistas, especialmente no que se refere aos diferentes níveis de riqueza observados entre os diversos países do globo. Maddison (2001) mostra que tal crescimento, nos moldes como conhecemos hoje, é um fenômeno relativamente novo.

Jones (2000) observa que após meados do século XX, testemunhou-se entre os macroeconomistas um aumento do interesse pela temática do crescimento econômico, especialmente após a publicação de dois artigos de Robert Solow (1956; 1957), que viriam a ser parte dos fundamentos do modelo neoclássico de crescimento. De acordo com Menezes Filho, Campos e Komatsu (2014), tal modelo coloca o aumento na Produtividade Total dos Fatores (PTF), inicialmente chamada de *resíduo de Solow* (pela forma residual em que era mensurada), como a única fonte de crescimento da renda *per capita* no longo prazo.

Além da contribuição de Solow (1957), outros estudos clássicos como os de Abramovitz (1956) e Kendrick (1961) também enfatizaram a produtividade como a fonte predominante do crescimento. Com o passar dos anos, vários outros trabalhos sobre o crescimento econômico foram desenvolvidos, a maior parte seguindo a estrutura básica do modelo de Solow, como por exemplo os de Mankiw, Romer e Weil (1992), Hall e Jones (1999), Barro (1999), Easterly e Levine (2001), Caselli (2005) e Hulten (2009).

O debate sobre produtividade geralmente surge em conjunto com as discussões sobre crescimento econômico, refletindo a importância crucial que a primeira tem na promoção do segundo. Nesse esteio, a produtividade desempenha um papel central nas discussões realizadas nesses trabalhos, sendo considerada um fator determinante para o crescimento sustentável de longo prazo.⁴

Apesar de sua importância, De Negri e Cavalcante (2014) ressaltam que só recentemente o debate sobre a produtividade ganhou seu devido espaço no meio acadêmico e entre os formuladores de políticas públicas brasileiras. Assim, como reforça Ellery Jr (2014) parte da ofuscação do tema se deu pela concentração dos esforços, no país, em períodos distintos do passado, em tentar solucionar problemas macroeconômicos até então vigentes, como a inflação entre as décadas de 1970 e 1990, e a redução da desigualdade na década de 2000 (DE NEGRI; CAVALCANTE, 2014).

Apesar disso, já existem consideráveis trabalhos sobre essa temática na literatura nacional. Gomes, Pessôa e Veloso (2003) analisam a evolução da produtividade total dos fatores para a economia brasileira de 1950 a 2000. Utilizando diversas formas de mensuração, Ferreira, Ellery Jr e Gomes (2008) apontam para um acentuado declínio da PTF no Brasil entre 1970 e 2000. Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010) fazem o cálculo da PTF utilizando uma medida específica de capital humano construída a partir de dados microeconômicos. Além destes, outros trabalhos como os de Bonelli e Veloso (2012), Bonelli e Bacha (2013), Ferreira e Veloso

⁴ Jorgenson (1991), por sua vez, alega que o crescimento do capital físico é a fonte mais importante de crescimento da produção enquanto o crescimento da produtividade é o menos importante. Seus resultados são consoantes com os obtidos por Maddison (1987).

(2013) e Ellery Jr (2014;2017) também buscaram mensurar essa medida agregada de produtividade.

O objetivo deste trabalho é analisar o desempenho da produtividade total dos fatores (PTF) - uma medida multifatorial da produtividade - na economia brasileira em um período de 70 (setenta) anos, mais precisamente entre 1950 e 2020.

Apesar deste exercício não ser novidade, a literatura nacional apresenta resultados que se estendem somente até o início da década de 2010. Todavia, após esse período, importantes eventos macroeconômicos e políticos foram observados, como o *impeachment* presidencial, a desaceleração no preço das *commodities* e a recessão econômica de 2014/2016.

Dado que esses eventos podem ter impactado a produtividade e, conseqüentemente, o crescimento econômico, um dos propósitos desta pesquisa consiste justamente em preencher essa lacuna, analisando o desempenho da PTF até 2020, o que proporciona um entendimento mais completo e atual dessa temática. Ademais, um intervalo temporal mais extenso possibilita uma análise mais consistente, e, ao mesmo tempo, oportuniza a revisão e/ou legitimação de resultados expostos em estudos anteriores.

Outro diferencial deste estudo reside na análise do desempenho da produtividade do trabalho para diferentes cenários com base em mudanças na participação relativa da PTF brasileira com relação à fronteira tecnológica. Esse procedimento permite ter uma melhor compreensão da dinâmica produtiva do país, ao identificar o *gap* de produtividade (em relação à fronteira tecnológica) e compreender de que forma se deu a participação dos seus diferentes componentes no processo de crescimento relativo.

Este trabalho também se distingue pela realização da decomposição do crescimento – na forma tradicional e alternativa - para todos os anos da série histórica, e não apenas para períodos específicos, como é comum em grande parte da literatura. A visualização dos resultados é feita por meio de gráficos de área, que possibilitam exibir a relação das partes que os compõem, assim como suas mudanças ao longo do tempo. O intuito é tanto capturar a dinâmica de participação de cada componente ao longo da evolução do produto (agregado e por trabalhador) como facilitar a demonstração dos resultados obtidos na análise.

Adicionalmente, visando dar robustez e solidez ao estudo, são utilizadas técnicas de séries temporais como o filtro de Hodrick- Prescott, e conduzidos diversos testes, como o teste de estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado e testes de mudança estrutural.

Os resultados da pesquisa mostram que a tendência de crescimento da PTF da economia brasileira, na década de 2000, observado em alguns trabalhos empíricos, não se mostrou sustentável. Na década de 2010, a variável apresentou taxa de variação média negativa. Com isso, o desempenho da PTF em décadas recentes não conseguiu retomar as taxas de crescimento apresentadas anteriormente à sua drástica queda na década de 1980.

Constatou-se ainda que a queda na razão PTF_{BRASIL}/PTF_{EUA} foi o principal responsável pela estagnação relativa do produto por trabalhador com respeito à fronteira tecnológica. Verificou-se também que a partir da década de 1980 a maior parte do crescimento do produto por trabalhador foi oriunda da contribuição do capital humano.

O presente trabalho está organizado em quatro seções. Na Seção 1, além da introdução do estudo, é realizada uma breve revisão da literatura voltada para a temática da produtividade e a sua relação com o crescimento econômico. Na Seção 2, é apresentada a metodologia da pesquisa. Em particular, são descritos os métodos de cálculo da PTF, bem como a calibração adotada para os parâmetros. Na Seção 3, apresentam-se os resultados e, na Seção 4, são tecidas as considerações finais.

2. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se fundamenta no modelo neoclássico de crescimento. Com o intuito de exercer uma análise mais detalhada e facilitar a comparação com os resultados de outras pesquisas voltadas para a área, foram realizados dois cálculos distintos para a PTF. O primeiro, o mais tradicional, leva em consideração a contribuição dos insumos em capital físico e força de trabalho. O segundo é ajustado ao capital humano.

2.1. Função de produção

Seguindo a maior parte da literatura, utilizou-se uma função de produção agregada do tipo *Cobb-Douglas* com retornos constantes de escala:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (01)$$

em que Y_t representa o produto no instante t , A é a medida do progresso tecnológico (*PTF*) para o instante t , K_t e L_t são os fatores de produção, e representam, respectivamente, o capital físico e a força de trabalho para o mesmo instante (t). $0 < \alpha < 1$ é um parâmetro que representa a elasticidade do produto em relação ao capital físico.

Ao se considerar o capital humano, tem-se:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha (hL)_t^{1-\alpha} \quad (02)$$

Em termos de produto por trabalhador (y), tais equações são descritas como:

$$y_t = A_t k_t^\alpha \quad (03)$$

$$y_t = A_t k_t^\alpha h_t^{1-\alpha}, \quad (04)$$

em que k_t é o capital por trabalhador no instante t e h_t o capital humano por trabalhador no instante t .

2.2. Estoque de Capital Físico

O estoque de capital físico foi construído pelo método do inventário perpétuo, também conhecido como regra do movimento do estoque de capital, que pode ser expresso pela seguinte equação:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t, \quad (05)$$

em que δ é a taxa de depreciação do capital físico vigente no período, K_t é o estoque de capital físico no período t e I_t é o investimento bruto realizado em t . Para a construção da série de investimentos, utilizaram-se os dados extraídos do Ipeadata a respeito da Formação Bruta de Capital Fixo na economia brasileira.

2.3. Capital Humano

Para o cálculo do capital humano, fez-se uso do método utilizado por Bills e Klenow (2000) para capturar o efeito da educação sobre a produtividade do trabalho:

$$h_t = e^{\phi(s)}, \quad (06)$$

onde $\phi(\cdot)$ é uma função côncava e s_t denota os anos médios de escolaridade da força de trabalho. De acordo com Veloso, Ferreira e Pessôa (2013, p.9), “a ideia dessa formulação é que o impacto da educação no capital humano deve ser ponderado por uma medida de produtividade da

escolaridade que é capturada pelo seu retorno no mercado de trabalho”. Especificando essa função:

$$\phi(s_t) = \frac{\theta}{1-\psi} s_t^{1-\psi}, \quad (07)$$

em que, $\theta > 0$ e $0 < \psi < 1$.

2.4. Índices de Produtividade

Boa parte da literatura dedicada a essa temática utiliza a produtividade do trabalho e a produtividade total dos fatores (PTF) como medidas de produtividade. Esses dois índices também são utilizados na presente pesquisa.

2.4.1. Produtividade por trabalhador⁵

$$y_t = \frac{Y_t}{L_t} \quad (08)$$

Ajustada por capital humano:

$$y_t = \frac{Y_t}{L_t h_t} \quad (09)$$

2.4.2. Produtividade Total dos Fatores (PTF)

Para o cálculo da PTF utilizaram-se as equações (03) e (04). Reorganizando-as têm-se:

$$A_t = \frac{y_t}{k_t^\alpha} = PTF_t \quad (10)$$

$$A_t = \frac{y_t}{k_t^\alpha h_t^{1-\alpha}} = PTF H_t, \quad (11)$$

onde, a expressão (11) representa a PTF ajustada por capital humano.

2.5. Decomposição do Crescimento

Nesta pesquisa utilizam-se dois tipos de decomposição: o mais tradicional, conhecido como decomposição logarítmica do crescimento, e, o segundo tipo, chamado de decomposição logarítmica alternativa do crescimento. O primeiro é amplamente utilizado na literatura e, por isso, está presente em boa parte dos trabalhos voltados ao tema. O segundo tipo fundamenta-se na ideia de que a forma tradicional não assimila a contribuição da produtividade na acumulação do estoque de capital físico, sobrevalorizando-o. Ao capturar os efeitos dos fatores produtividade (capital humano e PTF), sobre a acumulação de capital, este último geralmente apresenta um valor menor quando comparado ao resultado do método tradicional.

2.5.1. Decomposição logarítmica do crescimento

Para calcular a participação de cada fator no crescimento do produto por trabalhador, utiliza-se a seguinte expressão (onde T é a variação do período analisado):

⁵ Os termos ‘*produtividade por trabalhador*’ e ‘*produto por trabalhador*’ são usados de maneira equivalente nesta pesquisa.

$$\frac{\ln y_{t+T} - \ln y_t}{T} = \frac{\ln A_{t+T} - \ln A_t}{T} + \alpha \frac{\ln k_{t+T} - \ln k_t}{T} \quad (12)$$

Ajustado por capital humano

$$\frac{\ln y_{t+T} - \ln y_t}{T} = \frac{\ln A_{t+T} - \ln A_t}{T} + \alpha \frac{\ln k_{t+T} - \ln k_t}{T} + (1 - \alpha) \frac{\ln h_{t+T} - \ln h_t}{T} \quad (13)$$

2.5.2. Decomposição logarítmica alternativa do crescimento

Para realizar a decomposição alternativa de cada componente no crescimento do produto por trabalhador, utilizou-se a seguinte expressão:⁶

$$\frac{\ln y_{t+T} - \ln y_t}{T} = \frac{1}{1 - \alpha} \frac{\ln A_{t+T} - \ln A_t}{T} + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{\ln\left(\frac{k_{t+T}}{y_{t+T}}\right) - \ln\left(\frac{k_t}{y_t}\right)}{T} \quad (14)$$

Ajustado por capital humano

$$\frac{\ln y_{t+T} - \ln y_t}{T} = \frac{1}{1 - \alpha} \frac{\ln A_{t+T} - \ln A_t}{T} + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{\ln\left(\frac{k_{t+T}}{y_{t+T}}\right) - \ln\left(\frac{k_t}{y_t}\right)}{T} + \frac{\ln h_{t+T} - \ln h_t}{T}, \quad (15)$$

em que κ_t representa a relação capital-produto (K/Y) da economia no instante t .

2.6. Base de dados

A pesquisa fez uso de bases de dados distintas de acordo com o propósito de utilização. Para a análise comparativa de desempenho da PTF brasileira em relação à PTF dos Estados Unidos (fronteira tecnológica) foram utilizados dados da *Penn World Table (PWT)* versão 10.1, amplamente utilizados pela literatura para análise comparativa entre países.

Dessa base de dados são obtidas informações diretas sobre o PIB real (a preços constantes de 2017, em dólares), a população, o número de trabalhadores e índice de capital humano. De posse desses dados, auferiram-se, indiretamente, informações relativas à PTF (com e sem ajuste de capital humano), PIB *per capita* e produto por trabalhador.

Para a análise específica do Brasil fez-se uso de dados do Ipeadata. Foram obtidas as séries de produto, população e formação bruta do capital fixo (FBCF), utilizada para auferir a taxa bruta de investimento. A medida de produção agregada utilizada foi o PIB real que, assim como a FBCF, utiliza valores constantes de 2010.

Assim como em Hall e Jones (1999) e Gomes, Pessôa e Veloso (2003), a mensuração do fator trabalho foi realizada utilizando a quantidade de pessoas engajadas na produção. Um dos desafios encontrados nesse processo foi a ausência de dados sobre a PEA (ou outra medida para a mão-de-obra) que abrangessem de maneira consistente todo o período (1950-2020) em base de dados nacionais.⁷ Uma maneira de contornar esse problema foi utilizar a razão de pessoas engajadas na produção em relação à população total disponibilizada pela PWT para o referido período e aplicá-la na série histórica nacional da população.

A série para a escolaridade foi construída com base nos dados de desempenho educacional de Barro e Lee (2013). Essa base de dados fornece os anos médios de escolaridade da força de trabalho num intervalo de cinco anos entre 1950 e 2010. Os valores intermediários

⁶ Gomes, Pessôa e Veloso (2003), Klenow e Rodríguez-Clare (1997) e Hall e Jones (1999) fazem uso dessa metodologia.

⁷ Motivo equivalente para o não uso de horas médias anuais trabalhadas como medida de trabalho.

foram obtidos por interpolação linear e, para o período 2011-2020, os dados ausentes foram estimados fazendo uso de um modelo simples de regressão.

2.7. Calibragem

A taxa de depreciação (δ) foi calibrada usando o mesmo valor de Gomes, Pessôa e Veloso (2003), Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010) e Ellery Jr (2017), ou seja, 3,5% a.a. Os primeiros autores citados desenvolvem seus cálculos utilizando a taxa de depreciação obtida a partir de dados da economia americana.

O valor para o estoque de capital físico inicial (K_0) foi estimado com base na relação capital-produto para o ano de 1950, que foi de 1,67. Esse valor foi obtido da série da relação capital-produto disponibilizada pelo Ipeadata, que abrange o período 1947-2020. Em relação a θ e ψ , parâmetros da função $\phi(s_t)$, foram utilizados os mesmos valores de Bils e Klenow (2000), 0,32 e 0,58, respectivamente.

O parâmetro α que indica a participação do estoque de capital físico no produto foi calibrado com um valor de 0,40. Esse valor é o mesmo utilizado por Gomes, Pessôa e Veloso (2003), Ellery Jr, Ferreira e Gomes (2008), Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010) e Ellery Jr (2017).

3. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos na execução dos cálculos apresentados na seção anterior. A análise da pesquisa utiliza um intervalo temporal que se inicia na década imediatamente seguinte à Segunda Guerra Mundial (1950) e se estende até o início da Pandemia do Coronavírus (2020).

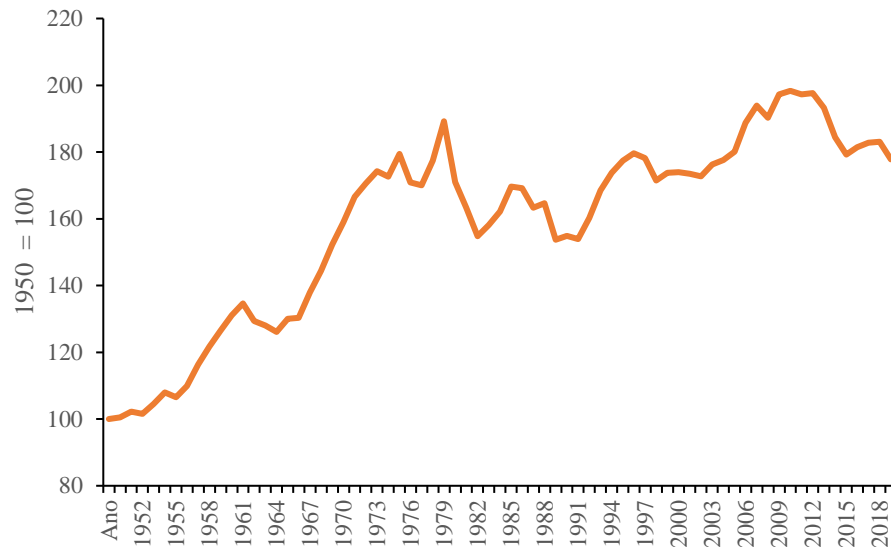
3.1. Caso Inicial

A série da PTF utilizada como referência e constituída no caso inicial dessa análise é aquela cuja mensuração é baseada numa função de produção do tipo *Cobb-Douglas* que faz uso de uma medida de progresso tecnológico e dos fatores capital físico e força de trabalho, em que estes últimos são ponderados por um coeficiente de participação. O Gráfico 1 ilustra a evolução da PTF entre 1950 e 2020 no Brasil.

Considerando todo o período, observa-se que a série possui uma tendência de crescimento, ainda que apresente oscilações em sua trajetória e essa tendência seja revertida em subperíodos específicos. Tal fato é atestado pela aplicação do filtro Hodrick-Prescott.⁸ Conforme mostrado no Gráfico 02, o filtro HP decompõe a série original em duas partes: tendência e componente cíclico. A primeira captura o comportamento de longo prazo, enquanto a segunda, as flutuações de curto prazo ao redor da tendência.

⁸ Método econométrico para análise de séries temporais proposto Hodrick e Prescott (1980).

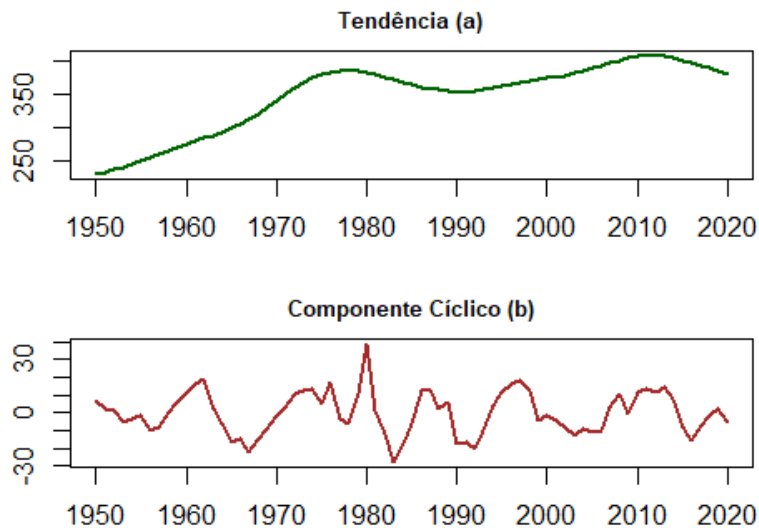
Gráfico 01 Evolução da Produtividade Total dos Fatores: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

A trajetória do componente tendencial sugere que após o início da década de 1980 a PTF na economia brasileira apresentou dificuldades para seguir uma trajetória de crescimento sustentável.⁹ É em torno do referido período que o componente cíclico apresenta seus pontos de máximo e mínimo¹⁰.

Gráfico 02 Filtro H-P: tendência e componente cíclico (Brasil)



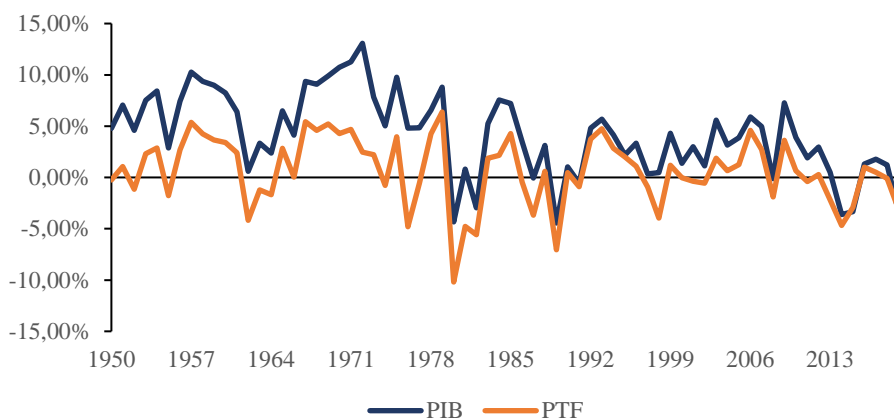
Fonte: Elaboração dos autores.

⁹ Foi realizado um teste de estacionariedade – o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) - cuja hipótese nula indica a presença de raiz unitária (não estacionariedade). Esta não pôde ser rejeitada nem mesmo em um nível de significância de 10%, admitindo assim a possibilidade de um componente de tendência, como era de se esperar.

¹⁰ Especificamente em 1980 e 1983, respectivamente.

Essa mudança de comportamento da série pode ser mais bem expressada em termos percentuais. Entre 1950 e 1980 a PTF cresceu 78,53%, sob uma taxa média de 1,93% a.a. Por outro lado, entre 1981 e 2020 houve uma variação negativa de -1,51%, com uma taxa média de -0,04% a.a. Considerando o período de 1981 até 2013, a PTF apresenta uma variação positiva de 10%, com uma média anual de 0,31% a.a. Isso mostra que os últimos sete anos da série (2014-2020) são os responsáveis por boa parte do desempenho negativo do segundo período analisado.

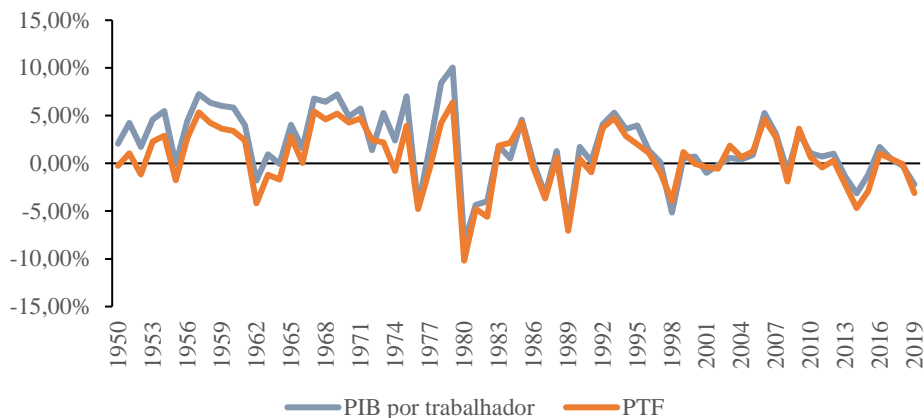
Gráfico 03 Taxa de variação: PIB x PTF (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

Essa mudança na taxa de crescimento para os referidos subperíodos também é verificada em relação ao PIB. Entre 1950 e 1980 esta variável apresentou um crescimento médio de 7,13% a.a. Para o período subsequente, entre 1981 e 2020, esse crescimento diminuiu para 2,18%. No que se refere ao intervalo 1981-2013, o PIB apresentou uma taxa média de crescimento de 2,83% a.a. Assim, verifica-se que apesar das variações do PIB apresentarem valores diferentes das da PTF, elas seguem um comportamento direcional comum.

Gráfico 04 Taxa de variação: Produto por trabalhador x PTF (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

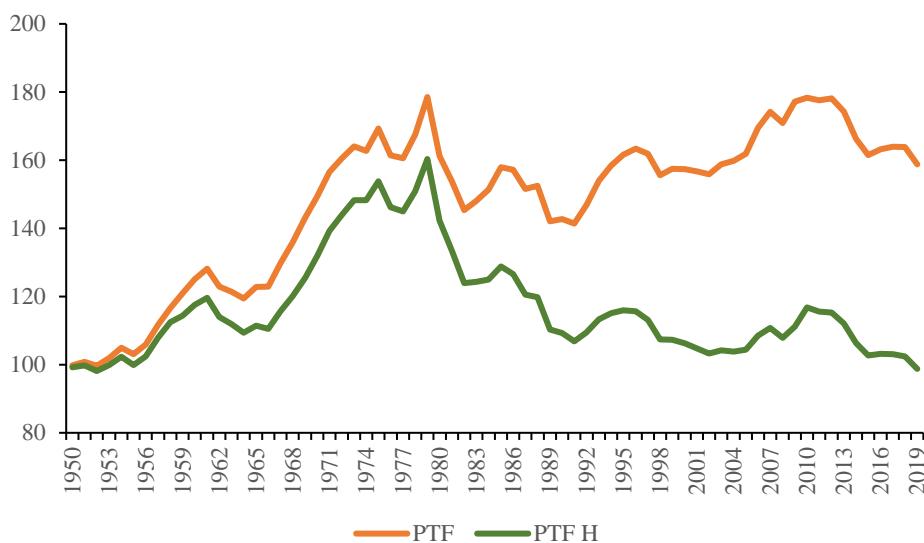
O Gráfico 03 torna esse comportamento mais explícito ao mostrar a semelhança nas trajetórias das duas séries. Inclusive, há momentos em que uma parece subscrever a outra. Tal associação é atestada pelo *coeficiente de correlação de Pearson*, que para as duas séries históricas - Produto Interno Bruto e Produtividade Total dos Fatores - apresenta um valor de 0,84, que pode ser considerado elevado.

Esse valor é ainda maior entre PTF e produto por trabalhador, ou seja, 0,94. Isto ocorre porque, ao calcular o produto em termos de número de trabalhadores, excluem-se as contribuições de outras variáveis que interferem no crescimento do PIB, a exemplo do fator força de trabalho (Gráfico 04).

3.2 Capital Humano

As análises mais recentes sobre a PTF, encontradas na literatura, costumam incorporar alguma medida de capital humano. O presente trabalho faz a mensuração dessa variável tendo como referência a modelagem do capital humano realizado por Bils e Klenow (2000), bem como Gomes, Pessoa e Veloso (2003). O Gráfico 05 mostra a evolução da PTF calculada com e sem a utilização de capital humano¹¹.

Gráfico 05 Evolução da PTF e PTF H: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

É possível observar no referido gráfico que a medida da PTF sem capital humano cresce mais do que aquela que faz uso desse capital. Isso significa que, para o período como um todo, houve crescimento do estoque de capital humano, uma vez que a ampliação desse estoque comprime a PTF H.¹²

Todavia, como pode ser observado na Tabela A2 do Apêndice, o crescimento do estoque de capital não foi contínuo. Na década de 1970 a taxa de crescimento do capital humano foi

¹¹ Com o intuito de diferenciá-los, o termo PTF H é utilizado nesta pesquisa para se referir a PTF ajustada por capital humano.

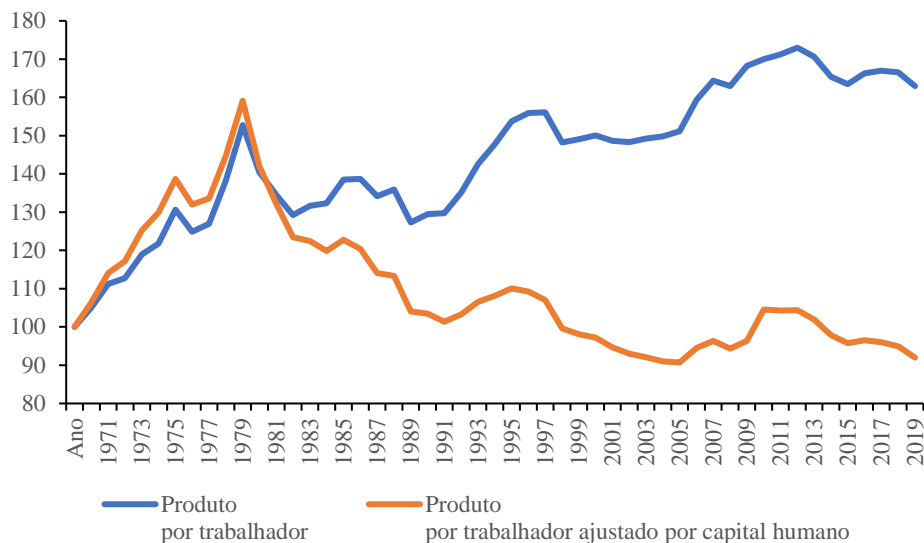
¹² Basta retomar as definições expressas em (10), $PTF_t = \frac{y_t}{k_t^\alpha}$, e (11), $PTF H_t = \frac{y_t}{k_t^\alpha h_t^{1-\alpha}}$.

negativa. De acordo com a série calculada com base nos dados de escolaridade de Barro e Lee (2013),¹³ o índice de capital humano (h_t) apresenta uma queda para o período. Em 1970 o índice era de 3,51 e cai para 3,29 em meados da década. A partir de 1976 é possível observar que o índice começa a crescer novamente atingindo 3,36 no final da década. Todavia, o valor de 1970 só é superado em 1982, quando atinge o índice de 3,57.

Graficamente, isso pode ser traduzido por meio da aproximação das linhas das séries entre a década de 1970 e meados da década de 1980. Posteriormente, percebe-se um afastamento entre as linhas. Esse afastamento é intensificado após o início da década de 1990. Esse movimento é condizente com o crescimento constante do índice de capital humano verificado após meados da década de 1980 e, especialmente, na década de 1990. Enquanto o referido índice apresentou um crescimento de cerca de 30,40% entre 1950 e 1983, para o período restante – 1984 e 2020 – esse crescimento foi de 64,76%.

Toda essa trajetória do capital humano é, por questões metodológicas, reflexo da evolução do nível de escolaridade para o período. De acordo com a série calculada, a partir de Barro e Lee (2013), entre 1970 e 1980, houve uma variação negativa da escolaridade brasileira de -7,60%. Entre 1980 e 1990 essa variação foi de 54,28% e de 39,02% entre 1990 e 2000.¹⁴

Gráfico 06 Evolução da produtividade por trabalhador: 1970-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

Isso é refletido num maior crescimento da produtividade do trabalho em relação à medida ajustada pelo capital humano para o período analisado. Se delimitarmos o intervalo temporal, tendo como ponto inicial o ano de 1970, o fenômeno de crescimento negativo do índice de capital humano é capturado melhor, como mostra o Gráfico 06.

Percebe-se que no início da década de 1970 a produtividade do trabalho ajustado pelo capital humano cresceu mais do que aquela sem esse capital. A partir do início década de 1980, em diante, as séries seguem caminhos opostos. Entre 1970 e 1980 a produtividade ajustada por capital humano cresceu a uma taxa média anual de 4,65% a.a., contra 4,24% a.a. da

¹³ Que também representa o capital humano por trabalhador.

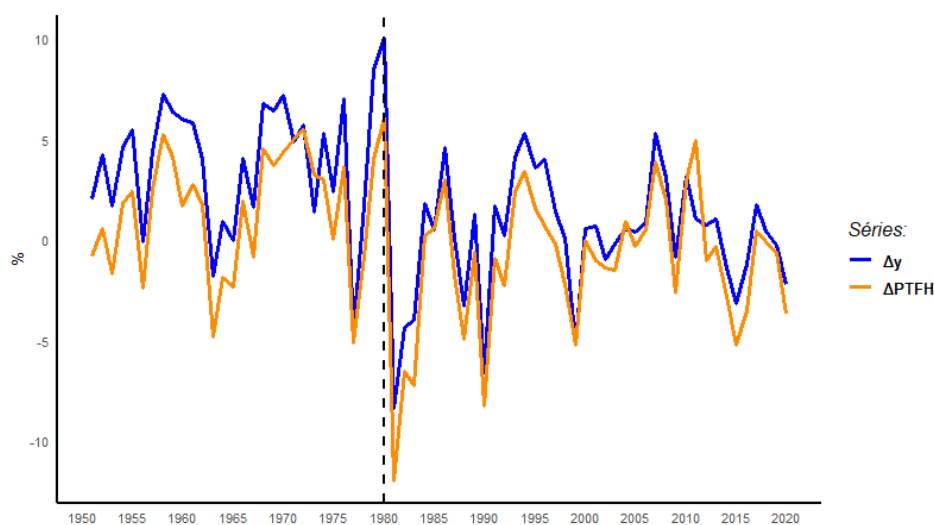
¹⁴ Ver Tabela A.1 no Apêndice.

produtividade sem capital humano. Para o período 1981-2020 esses valores foram, respectivamente, de -1,11% a.a. e 0,38% a.a.

De maneira geral, presume-se que a maior parte do crescimento da PTF no Brasil, a partir da década de 1980, se deu pela contribuição do capital humano. Consequentemente, a produtividade do trabalhador não ajustada por capital humano cresceu mais do que aquela que desconta o referido capital. Em outras palavras, não fosse a acumulação do estoque de capital humano na referida década, a PTF apresentaria um desempenho bem abaixo do que o verificado para o período restante, conforme deixa claro o Gráfico 06. O valor para o final da série (2020) que desconta a contribuição do capital humano (PTF H) é de apenas 57,8% do valor observado no seu ápice, em 1980.

Aliás, assim como no caso da PTF sem ajuste de capital humano, o início da década de 1980 representou um ponto de mudança importante na trajetória da PTF H. Ao realizar um teste de quebra estrutural nas taxas de crescimento da referida variável e do PIB por trabalhador, verificou-se um ponto comum de mudança para ambas as séries: o ano de 1980.¹⁵ Os resultados podem ser visualizados no Gráfico 07, onde a linha vertical tracejada representa o ponto de mudança estrutural em comum.

Gráfico 07 **Quebra estrutural: taxas de crescimento de y e PTFH**



Fonte: Elaboração dos autores

Alguns números sobre a participação do estoque de capital humano no crescimento da produtividade do trabalhador serão mostrados mais detalhadamente na próxima seção que trata da decomposição do crescimento econômico.

3.3. Decomposição do crescimento

Uma metodologia comumente utilizada nos estudos que tratam da PTF é a chamada decomposição do crescimento. Apresentado inicialmente por Solow (1957), ela permite

¹⁵ O teste foi conduzido no *RStudio* utilizando o pacote *strucchange*, que emprega dois principais métodos econométricos para identificar quebras estruturais: os Testes de Flutuação e o Teste F (incluindo o teste de Chow e outros testes baseados em estatísticas F). O intervalo de confiança engloba o período de 1971-1983 para a Δ PTF H e 1975-1984 para Δy .

mensurar a contribuição da PTF e dos fatores de produção (capital físico e capital humano) na composição do crescimento do produto (agregado e/ou por trabalhador), utilizando suas taxas de crescimento. No caso dos capitais físico e humano, essas taxas são ponderadas pelos respectivos coeficientes da função de produção.

Tabela 01 **Decomposição do crescimento do produto por trabalhador (Brasil)**

| | CONTRIBUIÇÃO | | | |
|-----------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| | y | k | h | A |
| 1950-1955 | 3,6% | 2,6% | 0,5% | 0,5% |
| | | (73) | (14) | (13) |
| 1956-1963 | 4,6% | 2,1% | 0,6% | 1,9% |
| | | (45) | (14) | (41) |
| 1964-1973 | 4,2% | 1,1% | 0,3% | 2,8% |
| | | (27) | (7) | (66) |
| 1974-1984 | 1,0% | 2,0% | 0,7% | -1,8% |
| | | (201) | (73) | (-174) |
| 1985-1989 | 0,7% | 0,5% | 1,2% | -1,1% |
| | | (72) | (185) | (-157) |
| 1990-1994 | 2,8% | 0,8% | 1,3% | 0,7% |
| | | (29) | (47) | (24) |
| 1995-2002 | 0,1% | 0,2% | 1,2% | -1,3% |
| | | (283) | (1450) | (-1633) |
| 2003-2010 | 1,8% | -0,0% | 0,8% | 1,1% |
| | | (-2) | (43) | (58) |
| 2011-2016 | -0,8% | 1,2% | 0,6% | -2,6% |
| | | (-151) | (-74) | (325) |
| 2017-2020 | -0,7% | 0,2% | 0,6% | -1,5% |
| | | (-34) | (-83) | (217) |
| 1950-1980 | 4,0% | 2,0% | 0,4% | 1,6% |
| | | (51) | (9) | (40) |
| 1981-2020 | 0,4% | 0,4% | 0,9% | -0,9% |
| | | (110) | (236) | (-246) |
| 1950-2020 | 1,8% | 1,1% | 0,7% | 0,0% |
| | | (63) | (38) | (-1) |

Os valores em negrito correspondem às contribuições relativas dos componentes dado o crescimento do produto por trabalhador (100%)

Fonte: Elaboração dos autores

A decomposição por subperíodos fornece uma visão específica do comportamento de tais componentes, tendo em vista que reduz sua variabilidade. Além disso, possibilita a comparação de intervalos específicos do horizonte temporal observado. O exercício realizado por esta pesquisa considerou a inserção do capital humano no produto por trabalhador. Em termos de nomenclatura, especificamente nesta seção, o termo PTF é sinônimo do termo PTF H (indicado por “A” nas tabelas de decomposição).

É importante lembrar que as contribuições dos estoques de capital físico e de capital humano são equivalentes às suas taxas de crescimento ponderadas pelos seus respectivos coeficientes na função de produção, ao passo que a PTF é igual à sua taxa de crescimento. Assim, para evitar qualquer tipo de confusão, iremos utilizar o termo *taxa média de contribuição* para os valores obtidos para os componentes. Os períodos foram estabelecidos de acordo com a divisão proposta por Castro *et al* (2011) para análise da economia brasileira em seu período chamado de contemporâneo somada aos grandes eventos políticos e macroeconômicos recentes. Os resultados são apresentados na Tabela 01.

É possível perceber que, do início da década de 1950 até meados da década de 1960, o capital físico foi o fator que mais contribuiu para o crescimento do produto por trabalhador, correspondendo a cerca de 73% do crescimento deste entre 1950 e 1955 e 45% entre 1956 e 1963, com uma taxa média de contribuição de 2,6% a.a. e 2,1% a.a., respectivamente. Vale ressaltar que durante a primeira metade da década de 1950, houve uma expansão do estoque de capital no país devido à abertura comercial seletiva e temporária e à valorização cambial, promovidas pelos governos de E. G. Dutra e Getúlio Vargas, que impulsionaram a importação de máquinas e equipamentos. Tal crescimento foi ainda maior na segunda metade da década, estimulado pelas ações do *Plano de Metas* (1956-1960) do governo Juscelino Kubitschek.

O capital humano se manteve relativamente estável para o período, representando 14% do crescimento do produto por trabalhador para ambos os subperíodos. A PTF, por sua vez, apesar de não ser o fator que mais contribuiu para o crescimento do produto, é o que apresenta a melhor evolução em suas taxas médias de contribuição, que salta de 0,5% a.a., no primeiro período (1950-1955), para 1,9% a.a., no segundo (1956-1963), o que representa, respectivamente, uma contribuição de 13% e 41% no aumento do produto por trabalhador.

Essa evolução da taxa média de crescimento da PTF vai culminar na maior parcela de contribuição no período posterior (1964-1973). Com uma taxa de crescimento de 2,8 % a.a., a variável representa 66% do crescimento da produtividade do trabalho para o referido intervalo. Em contrapartida, os capitais físico e humano apresentam uma redução em suas taxas de contribuição, ou seja, 1,1% a.a. e 0,3% a.a., respectivamente. É importante salientar que é dentro desse intervalo de tempo que se tem o chamado milagre econômico brasileiro (1968-1973), quando o PIB apresentou as mais altas taxas de crescimento da história econômica brasileira, com média anual em torno de 11% a.a.

O crescimento da PTF até então observado é revertido no subperíodo seguinte (1974-1984), inclusive, com a variável apresentando uma taxa média de crescimento negativa (-1,8% a.a.). Se reestruturamos os períodos para uma decomposição decenal em conjunto com uma análise gráfica,¹⁶ verifica-se que o crescimento da PTF foi impulsionado até o final da década de 1970. Vale ressaltar que entre 1974 e 1979 houve um grande volume de investimentos realizados pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento. Tal crescimento foi revertido no início da década seguinte.

Percebe-se na Tabela 01 que a partir desse ponto, há uma mudança na dinâmica de participação de cada fator no produto. Entre 1985 e 2002, o capital humano, que até então possuía uma tímida participação no crescimento do produto brasileiro, passa a ser o fator que apresenta maior contribuição, com um crescimento relativamente constante. Em contrapartida, o capital físico exibe um decréscimo em sua participação. A PTF, por sua vez, apresenta crescimento negativo em dois dos três subperíodos que compõem o intervalo: -1,1% a.a. (1985-1989) e -1,3% a.a. (1995-2002). No intervalo 1990 e 1994 a variável cresceu a uma taxa média de 0,7% a.a.

¹⁶ Ver Tabela A.6 do Apêndice, em conjunto com o Gráfico 5 e Gráfico A.2.

Com o auxílio dos Gráficos 5 e A.2 (Apêndice), se constata que no início da década de 1980 se formou uma espécie de teto que limita toda a trajetória restante da PTF, com ou sem capital humano. O decênio 1980-1990 se constitui naquele em que a PTF apresenta a menor taxa média de crescimento (-3,7% a.a.) dentre os decênios analisados.¹⁷ Historicamente, esse foi um momento em que a economia brasileira enfrentou a crise da dívida externa, restrições junto ao mercado externo de capitais e problemas econômicos internos a exemplo da crise fiscal e dos altos índices de inflação. Tal desempenho permitiu que esse período fosse tratado como a “década perdida” pelos macroeconomistas.¹⁸

Por outro lado, a melhora desse indicador no início da década seguinte (1990-1994) coincide com o período de reformas estruturais e (tentativas de) estabilização monetária. Em relação ao primeiro, a flexibilização de políticas de proteção industrial e o processo de abertura comercial, iniciados já no governo Collor de Melo (1990-1992), podem ser apontados como alguns dos fatores que contribuíram para os ganhos de produtividade do período. Inclusive, há estudos que atestam esse fato, como os de Rossi Júnior e Ferreira (1999) e Parente e Prescott (1999). O rompimento da tendência inflacionária promovido pelo acerto do Plano Real (1994), permitiu a estabilização da economia nacional e recuperação da confiança dos agentes econômicos. Esse cenário se mostrou favorável ao crescimento da PTF nesse período.

Posteriormente, para o período 1995-2002 a PTF volta a apresentar crescimento negativo (-1,3% a.a.), apesar da continuidade da política macroeconômica de combate à inflação e realização de reformas estruturais internas, realizadas pelo governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-1998/1998-2002). No âmbito internacional, no entanto, esse período foi marcado por crises financeiras nos países emergentes, como por exemplo, as crises asiáticas (1997), russa (1998) e argentina (1999). A própria economia brasileira vivenciou um período de tensão com uma crise cambial em 1999, fruto dessas crises internacionais que afetaram a entrada de capitais externos e as reservas cambiais do país. Todo esse contexto pode ter contribuído para o desempenho negativo da produtividade.

Entre 2003 e 2010 a PTF volta a apresentar taxa de crescimento positiva (1,1% a.a.) e a ser o fator com a maior parcela de contribuição no aumento do produto por trabalhador (58%). A parcela restante se deve ao capital humano, que apresentou um crescimento médio de 0,8% a.a. A contribuição do capital físico por trabalhador foi praticamente nula para o referido intervalo,¹⁹ sendo que, dentre os períodos analisados, este é o que a variável apresenta o pior desempenho.

Esse período foi caracterizado pela retomada do crescimento econômico. Tal crescimento é comumente atribuído às importantes reformas que foram realizadas durante o período do governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) e por políticas macroeconômicas que tiveram continuidade no governo Lula,²⁰ conjugadas com algumas reformas microeconômicas verificadas no governo Lula I (2003-2006), e os investimentos realizados no governo Lula II (2007-2010), e que podem explicar o crescimento da PTF observado até o início da década de 2010. É possível verificar, pelos dados da Tabela A.6, que após a década de 1980, o decênio de 2000-2010 é o primeiro e único da série histórica que apresenta contribuição positiva da PTF (ajustada por capital humano) ao produto por trabalhador.

¹⁷ Ver Tabela A.6 da Apêndice.

¹⁸ Note-se que o PIB apresentou taxas de crescimento negativas durante dois anos (1981 e 1983).

¹⁹ O capital por trabalhador apresentou uma taxa média de contribuição de -0,03% a.a. entre 2003 e 2010.

²⁰ Como a política do tripé macroeconômico: (i) metas de inflação, (ii) taxa de câmbio flutuante e, (iii) metas de superávit primário.

Se dentre os períodos analisados, o subperíodo 2003-2010 se constituiu naquele em que o capital físico por trabalhador apresentou o pior desempenho, no caso da PTF, esse desempenho negativo seria verificado no subperíodo seguinte (2011-2016), quando esta apresenta um crescimento médio de -2,6% a.a. Esse crescimento negativo persiste até o último subperíodo analisado (2017-2020), com uma taxa de -1,5% a.a. Em ambos os subperíodos, o crescimento do produto por trabalhador também foi negativo (-0,8% a.a. e -0,7% a.a.), já a contribuição do capital humano se mantém constante, ao mesmo tempo em que a do capital físico decresce.

Essa última parte da decomposição do crescimento é caracterizada pela reversão da trajetória de crescimento da PTF. Se não discriminarmos a contribuição do capital humano da PTF, a redução do crescimento da PTF se dá a partir de 2014, encontrando o ponto mais baixo desse período em 2016. Tal período foi marcado pela recessão econômica de 2014-2016, a pior da história nacional já registrada, quando o PIB apresentou taxas de crescimento negativas por dois anos consecutivos (2015-2016). De acordo com alguns estudos, como Barbosa Filho (2017), Goldfajn (2018) e Fraga Neto (2018), a raiz dessa recessão esteve ligada a fatores internos e em grande parte derivados da Nova Matriz Econômica, sem consistência interna, experimentada pelo governo de Dilma Rousseff.

Considerado todo o período, a contribuição da PTF para o crescimento do produto por trabalhador foi praticamente nula.²¹ Todavia, as participações dos componentes sofreram alterações ao longo do intervalo temporal analisado. Se dividirmos esse período em dois subperíodos – 1950 a 1980 e 1981 a 2020 – é possível visualizar melhor a drástica mudança que ocorreu ao longo dos anos, especialmente no que tange a queda da contribuição da PTF.

Em relação ao primeiro subperíodo (1950-1980), o capital físico foi o componente com maior contribuição para crescimento do produto por trabalhador (51%), seguido pela PTF (40%) e pelo capital humano (9%). Percebe-se que a quase totalidade do crescimento para o referido intervalo é devido ao capital físico e à PTF. Além disso, as suas contribuições são relativamente próximas. Esse desenho foi alterado radicalmente no segundo período (1981-2020). Neste, o capital humano passa a ser o fator com maior participação no aumento do produto por trabalhador, seguido pelo capital físico. A PTF, por sua vez, apresenta contribuição negativa. Em módulo, esse valor é maior do que os exibidos individualmente pelos fatores de produção (capital físico e capital humano), o que acaba anulando parte da contribuição positiva destes.

Além da contribuição de cada componente (estoques de capitais físico e humano, PTF) na composição do produto por trabalhador, a compreensão do comportamento *per se* deste também se faz necessária. Nesse ponto, talvez seja profícuo relembrar um dos pressupostos do modelo de Solow (1957), que é uma das bases dessa análise.

De acordo com esse modelo o crescimento econômico equilibrado é caracterizado pelo aumento simultâneo do estoque de capital físico e do produto agregado à mesma taxa,²² mantendo constante a relação capital-produto. Em contrapartida, durante períodos de transição para uma nova trajetória de crescimento equilibrado, o capital cresce mais rapidamente que o produto, resultando em um aumento na relação capital-produto (dinâmica de transição). Logo, a evolução dessa relação fornece *insights* cruciais para determinar se uma economia está em crescimento equilibrado ou em uma dinâmica de transição.

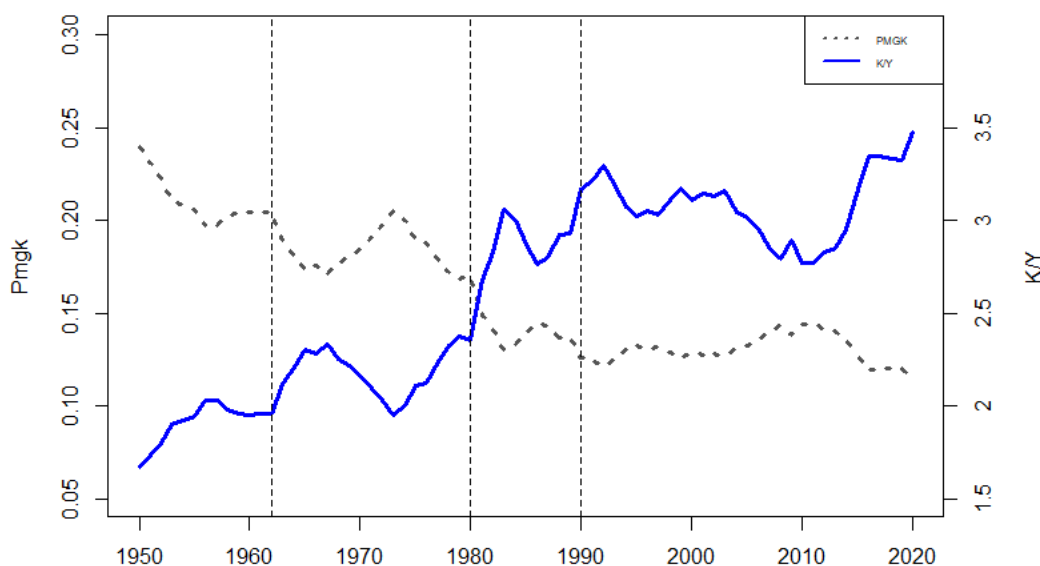
²¹ Isso pela decomposição com inserção do capital humano. Se desconsiderarmos esse ajuste, a contribuição da PTF para o crescimento do produto por trabalhador de todo o período foi de 37%

²² Que é equivalente à taxa de progresso tecnológico e que possui intensidade constante

O Gráfico 08 ilustra a evolução da relação capital-produto (K/Y) e do produto marginal do capital para a economia brasileira entre 1950 e 2020, com indicadores de quebra estrutural (linhas tracejadas). Os resultados dos testes segmentam a série da relação capital-produto em quatro intervalos distintos. Entre 1950 e o início da década de 1960, a relação capital-produto permaneceu relativamente estável. A partir do início da década de 1960 até o início da década de 1980, percebe-se uma elevação geral na relação K/Y , acompanhada de um comportamento oscilante caracterizado por fases de elevação, queda e nova elevação.

Do início da década de 1980 ao início da década de 1990, nota-se uma mudança significativa na taxa de crescimento da relação K/Y . Se agregarmos a análise da trajetória para os três primeiros subperíodos, há indícios de crescimento balanceado entre o início da série até meados da década de 1970. Por sua vez, há indícios de uma dinâmica de transição entre meados da década de 1970 e início da década de 1990, caracterizado por um aprofundamento do capital, refletindo alterações estruturais na economia da época. Por fim, para o último subperíodo, do início da década de 1990 até o final da série (2020)²³, a relação capital-produto se mostra novamente relativamente estacionária, sugerindo para o período uma trajetória de crescimento equilibrado do produto por trabalhador.

Gráfico 8 Evolução da relação K/Y e $PMgK$: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

No mesmo gráfico, observa-se que a produtividade marginal do capital segue uma trajetória simetricamente oposta à da relação capital-produto. Além do aspecto matemático,²⁴ esse comportamento guarda uma correspondência com as próprias propriedades da função de

²³ Vale notar que a partir de 2010, percebe-se uma inclinação positiva na trajetória da relação capital-produto. Todavia, uma vez que a análise temporal se estende somente até 2020, não há como presumir se tal comportamento indica uma dinâmica de transição. O teste de quebra estrutural não identificou mudança estrutural para o referido período.

²⁴ A partir da função de produção descrita na subseção 3.1, tem-se que a produtividade marginal do capital é o inverso da relação capital-produto ponderado por α : $PMgK = \frac{dY}{dK} = \alpha AK^{\alpha-1}H^{1-\alpha}$. Como $Y = AK^{\alpha}H^{1-\alpha}$, logo $K/Y = 1/AK^{\alpha-1}H^{1-\alpha}$.

produção utilizada, que é homogênea de primeiro grau e apresenta produtividade marginal positiva e decrescente nos insumos utilizados.

O uso da relação capital-produto possibilita outra análise interessante, na perspectiva do progresso tecnológico. Isso porque, conforme Mankiw, Romer e Weil (1992), Klenow e Rodriguez-Clare (1997) e Hall e Jones (1999), outro aspecto crucial do modelo de Solow é que o progresso tecnológico contribui para o crescimento econômico através de dois canais distintos. Primeiro, há um impacto direto, por meio do qual melhorias na tecnologia aumentam a produtividade do trabalho. Segundo, ocorre um efeito indireto, pois o avanço tecnológico eleva a produtividade marginal do capital, estimulando sua acumulação. Assim, parte do crescimento do capital pode ser atribuída ao progresso tecnológico, medida pela produtividade total dos fatores (PTF).

Tabela 02 Decomposição alternativa do crescimento do produto por trabalhador (Brasil)

| | CONTRIBUIÇÃO | | | |
|-----------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| | y | k | h | A |
| 1950-1955 | 3,6% | 2,0% | 0,9% | 0,8% |
| | | (55) | (24) | (21) |
| 1956-1963 | 4,6% | 0,4% | 1,0% | 3,1% |
| | | (9) | (23) | (69) |
| 1964-1973 | 4,2% | -0,9% | 0,5% | 4,7% |
| | | (-22) | (12) | (110) |
| 1974-1984 | 1,0% | 2,7% | 1,2% | -2,9% |
| | | (268) | (122) | (-290) |
| 1985-1989 | 0,7% | 0,4% | 2,1% | -1,8% |
| | | (54) | (308) | (-262) |
| 1990-1994 | 2,8% | -0,5% | 2,2% | 1,1% |
| | | (-18) | (79) | (40) |
| 1995-2002 | 0,1% | 0,3% | 2,0% | -2,2% |
| | | (405) | (2416) | (-2721) |
| 2003-2010 | 1,8% | -1,3% | 1,3% | 1,8% |
| | | (-70) | (72) | (97) |
| 2011-2016 | -0,8% | 2,5% | 1,0% | -4,3% |
| | | (-319) | (-123) | (542) |
| 2017-2020 | -0,7% | 0,8% | 0,9% | -2,4% |
| | | (-123) | (-138) | (362) |
| 1950-1980 | 4,0% | 0,8% | 0,6% | 2,6% |
| | | (19) | (15) | (66) |
| 1981-2020 | 0,4% | 0,4% | 1,5% | -1,6% |
| | | (117) | (393) | (-410) |
| 1950-2020 | 1,8% | 0,70% | 1,1% | 0,0% |
| | | (39) | (63) | (-2) |

Os valores em negrito correspondem às contribuições relativas dos componentes dado o crescimento do produto por trabalhador (100%)

Fonte: Elaboração dos autores

Uma alternativa para esse problema é a reformulação da função de produção utilizada no processo de decomposição. Em vez de utilizar a relação capital-trabalho na função, para derivar a produtividade do trabalhador, faz-se uso da relação capital-produto nesta.²⁵ Assim, teríamos uma nova estrutura para a decomposição do crescimento, comumente chamada de *decomposição alternativa do crescimento*. Além do efeito direto da PTF no crescimento do produto por trabalhador, esse tipo de decomposição também integra o efeito indireto sobre a acumulação de capital físico. A Tabela 02 mostra os resultados dessa decomposição para os mesmos períodos vistos anteriormente.

Fica evidente pelos dados da referida tabela que a contribuição da PTF é maior na decomposição alternativa do que na tradicional. Ela é a variável com maior participação no crescimento do produto por trabalhador entre 1956 e 1973, sendo que para o intervalo 1964-1973 a quase totalidade do crescimento pode ser creditada a ela. Dividindo o período analisado em dois subperíodos, verifica-se que, diferente do resultado da decomposição tradicional, ela foi o componente que mais contribuiu para o crescimento do produto por trabalhador entre 1950 e 1980. Todavia, para o subperíodo seguinte (1981-2020) ela acompanha esta (decomposição tradicional), apresentando participação negativa na variação do produto.

É possível observar que a melhora verificada na decomposição alternativa não se restringe à PTF. O capital humano também apresenta uma maior contribuição para o período. Sua participação no crescimento entre 1950 e 1980 passa a ser de 15% (ante os 9% na metodologia tradicional) e se mantém como o componente com a principal contribuição entre 1981 e 2020. Em contrapartida, a contribuição do capital físico declina, pois o efeito indireto da PTF e do capital humano é descontado na decomposição.

Um aspecto a ser notado novamente (tanto pela decomposição tradicional como pela alternativa) é a caracterização do início da década de 1980 como um ponto de inflexão. Esse argumento é validado pelos resultados dos testes de quebra estrutural para um conjunto de variáveis macroeconômicas para o período 1950-2020. Para esses testes, o ano de 1980 se constitui em um ponto comum de mudança estrutural para várias dessas variáveis.²⁶

Ainda sobre as decomposições - *tradicional* e *alternativa* - nota-se que suas aplicações em determinados intervalos são bastante úteis para uma análise descritiva de períodos específicos. Contudo, a contribuição dos componentes que integram a função de produção toma um caráter forçadamente fixo, ignorando a variabilidade de suas naturezas (o que pode ser bastante vantajoso dependendo do propósito a ser realizado). Além disso, escapam da análise pontos de inflexão e variações importantes que ocorrem dentro de um intervalo temporal anual.

Assim, visando capturar a dinâmica de participação de cada componente ao longo da evolução do produto, realizou-se a decomposição das taxas anuais de crescimento para toda série. O problema é que para uma série muito longa (como a utilizada nesta pesquisa), a leitura para esse tipo de decomposição e sua posterior interpretação podem se mostrar um exercício cansativo. Uma forma de contornar essa dificuldade foi realizar a plotagem de gráficos de áreas sobre os resultados. Esse tipo de exercício permite mostrar a relação entre as partes que compõem o todo, assim como suas mudanças ao longo do tempo. Além de dinâmica, isso também possibilita uma análise mais panorâmica do processo de crescimento do produto e seus componentes para o período analisado.

Inicialmente, os gráficos podem ser divididos em dois grupos. O primeiro engloba os gráficos de 09 a 12 que tratam do produto agregado e do produto por trabalhador, sendo que cada uma dessas variáveis foi modelada com e sem a inserção do capital humano. A

²⁵ A subseção 2.5.2. apresenta de maneira detalhada esses cálculos.

²⁶ Os resultados desses testes são exibidos no Gráfico A.1 (Apêndice).

decomposição realizada neste grupo foi a tradicional. O segundo grupo, por sua vez, compreende os gráficos de 13 a 16 e seguem as mesmas especificidades do primeiro grupo. A diferença é que neste grupo foi utilizada a decomposição alternativa.

Ao analisar conjuntamente os gráficos em questão, é possível notar certos padrões presentes em todos eles. O primeiro diz respeito à participação de cada fator. Cada componente contribui de forma diferente para o crescimento do produto em momentos distintos do tempo. O segundo padrão, diz respeito às flutuações. Todos os componentes apresentam flutuações ao longo do tempo. Todavia, alguns mais que outros. A PTF é claramente o componente de maior variabilidade, alternado mais repetidamente entre taxas positivas e negativas.

As duas observações em conjunto (contribuição diversa e flutuações dos fatores ao longo do tempo) ressaltam o fato que, para o período observado, o crescimento econômico brasileiro não foi estável e que esteve sujeito a influências diversas de cada período. Essas influências podem estar relacionadas a políticas econômicas, choques econômicos, mudanças estruturais, etc.

O terceiro padrão observável em todos os gráficos diz respeito à relação do produto e da PTF. A trajetória do produto em boa parte do período se desenha em um formato semelhante à do indicador de produtividade. Essa semelhança fica mais evidente nos gráficos que tratam do produto por trabalhador (gráficos 11, 12, 15 e 16) que descontam o fator força de trabalho. Observa-se ainda que todas as vezes em que a área da PTF (com e sem a inserção de capital humano) se desenha para baixo do eixo principal, o produto segue uma trajetória descendente. Em outras palavras, quando as taxas de crescimento da PTF são negativas, as taxas de crescimento do produto são pequenas ou negativas.

O quarto padrão diz respeito à trajetória do produto. Em todos esses gráficos verifica-se que, após o declínio observado no início da década de 1980, a trajetória do produto não conseguiu retornar aos níveis anteriores a esse ponto. Esses indícios reforçam a sugestão de uma quebra estrutural no referido período.

O quinto padrão se refere à área que representa a PTF. Percebe-se que, após o início da década de 1980, há um aumento na altura e na quantidade de áreas (da PTF) que emergem para baixo do eixo principal. Ou seja, após o aludido período, observaram-se taxas negativas mais intensas para o referido indicador.

Por fim, o sexto padrão talvez seja o mais relevante e diz respeito à importância da PTF. Em todos os gráficos a região correspondente a essa variável é a que mais se sobressai (especialmente nos gráficos que desconsideram o capital humano). Isso sugere que a PTF exerce um papel significativo no crescimento econômico brasileiro e se harmoniza com a teoria econômica que ressalta a importância dos avanços tecnológicos, inovação e eficiência produtiva na dinâmica de crescimento de uma economia.

Além desses padrões comuns a todos os gráficos, é possível observar certas características sobressalentes ao se comparar conjuntos específicos de gráficos. Se compararmos os gráficos que tratam do produto agregado (gráficos 09, 10, 13 e 14) com seus correspondentes que fazem menção ao produto por trabalhador (gráficos 11, 12, 15 e 16) é possível perceber um ajuste melhor da trajetória do produto sobre as áreas dos componentes no segundo grupo do que no primeiro. Isso, provavelmente, sugira que os componentes da função de produção expliquem melhor as oscilações do produto por trabalhador do que o agregado. Além disso, há uma diminuição (no caso dos gráficos com capital humano) ou desaparecimento (no caso dos gráficos sem capital humano) da área em verde, que representa o efeito da remoção da força de trabalho no segundo grupo.

Realizando o comparativo dos gráficos que fazem a inserção do capital humano (gráficos 10, 12, 14 e 16) com aqueles que não o fazem (gráficos 09, 11, 13 e 15), percebe-se uma diminuição das áreas roxas (PTF) e um aumento das áreas verdes (capital humano) no primeiro grupo em relação ao segundo, especialmente após a década de 1980. Isso reflete tanto o crescimento do capital humano para o período como deixa visível o fato de que a maior parte do crescimento da PTF (sem ajuste) a partir da década de 1980 se deu pela contribuição do capital humano.

Por fim, ao comparar os gráficos derivados da decomposição tradicional (gráficos de 09 a 12) com aqueles provenientes da decomposição alternativa (gráficos de 13 a 16), nota-se um aumento das áreas roxas (PTF) e verdes (capital humano), além de um aumento de áreas vermelhas abaixo do eixo principal (intensidade do capital físico). Essa mudança demonstra o fato de que na decomposição alternativa são captados não somente os efeitos diretos, mas também os indiretos da PTF e do capital humano na acumulação de capital físico, o que representa um aumento na contribuição dos dois primeiros sobre o crescimento do produto, em oposição a um decréscimo do último.

Percebe-se que a utilização de gráficos de área sobre a decomposição anual do crescimento possibilitou fazer importantes inferências sobre o comportamento do produto e a relação deste com seus componentes, mesmo em poucos parágrafos e sem a utilização de métricas descritivas, tais como variações percentuais. Além disso, forneceu uma ideia melhor da relação proporcional entre a contribuição dos fatores de produção e da produtividade no crescimento do produto (agregado e por trabalhador)²⁷, bem como a dinâmica de cada um ao longo do tempo. Por fim, possibilitou sumarizar os principais resultados encontrados nas subseções anteriores, facilitando a análise e indicando ser uma maneira eficiente de demonstrar os resultados.

Assim, de maneira geral, a trajetória da PTF para o período analisado pode ser dividida em dois momentos principais: o primeiro que se inicia em 1950 e se estende até 1980 e, o segundo, que vai de 1981 até o final da série histórica, em 2020. Em relação ao primeiro, é possível notar que, com exceção de oscilações pontuais, no período entre 1950 e 1979 a PTF apresentou uma tendência de crescimento, em uma trajetória semelhante ao produto. Os dados sugerem que as medidas oriundas do Plano de Metas, do PAEG e do II PND, embora com objetivos diferentes, atuaram como catalizadoras desse crescimento, tendo em vista que tais ações promoveram melhorias de infraestrutura, estimularam o desenvolvimento de setores industriais importantes, bem como viabilizaram reformas estruturais significativas, e promoveram grandes transformações estruturais na economia e na sociedade brasileiras, com rebatimentos importantes no aumento da produtividade.

No que tange ao segundo subperíodo, ou seja, de 1981 em diante, este foi, como um todo, caracterizado por um movimento de declínio na trajetória da PTF, no qual esta apresentou uma taxa média anual de crescimento negativa. É preciso pontuar que a maior parte desse efeito negativo se deu pela queda drástica do indicador já no início da década de 1980 (e que se prolongou até o início da década seguinte), bem como pelo seu desempenho na última década do período analisado (2010). Nesse ínterim, o crescimento da variável se mostrou oscilante dentro de um contexto marcado por perturbações internas e choques externos.

²⁷ Por exemplo, a Tabela 01 indica que para o período 1995-2002, o capital físico por trabalhador foi responsável por 283% do crescimento do produto por trabalhador observado. O capital humano por trabalhador e a PTF, por sua vez, foram responsáveis por 1.450% e -1.633% desse crescimento. Resultados como esses são difíceis de serem assimilados tendo em vista que são valores que não se limitam ao intervalo de 0 a 100% (ainda que o somatório seja sempre igual a cem). Esse problema é contornado pela apresentação visual, como realizada nesta pesquisa.

Outro aspecto notório é que superada a recessão de 2014-2016, a trajetória da PTF não consegue, no restante da série, retornar aos níveis do início da década de 2010. Para se ter uma ideia do baixo desempenho apresentado pela trajetória da PTF, o valor observado em 2020 é o segundo menor valor verificado para toda a série histórica, superando apenas o valor exibido em 1953. É importante ressaltar que em 2020 tem-se início a maior recessão global desde a Segunda Guerra Mundial²⁸ devido à Pandemia do COVID-19 (também conhecido como coronavírus). Em outras palavras, a série histórica utilizada na presente pesquisa termina em um período da história caracterizado pela instabilidade econômica e social.

²⁸ De acordo com o relatório do Banco Mundial, *Global Economic Prospects*. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33748>>

Gráfico 09 Decomposição tradicional do produto agregado: 1950-2020 (Brasil)

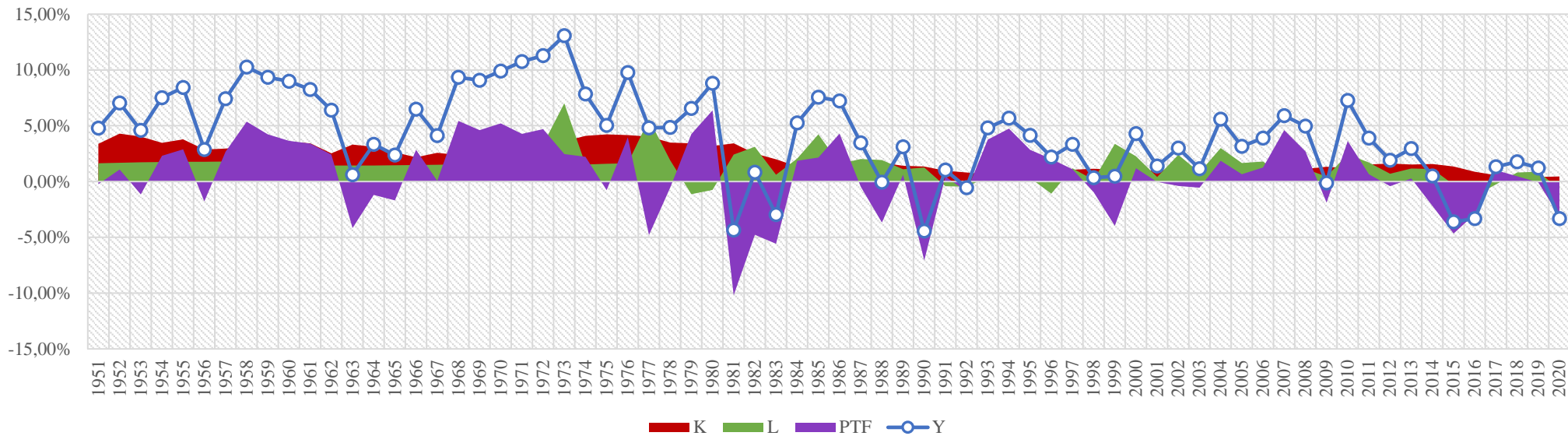
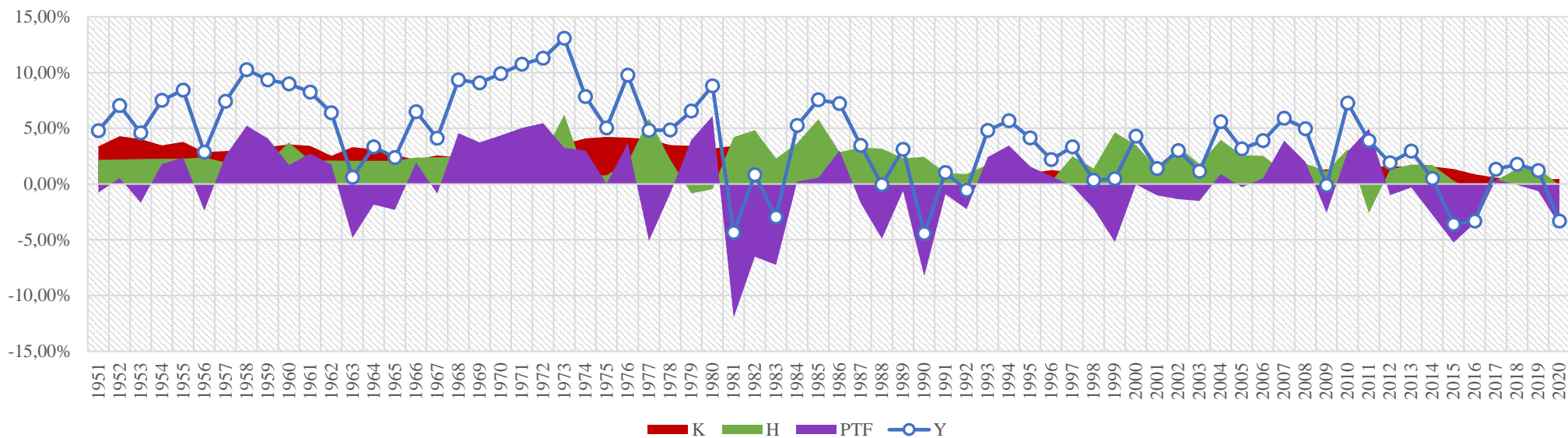


Gráfico 10 Decomposição tradicional do produto agregado com capital humano: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

Gráfico 11 Decomposição tradicional do produto por trabalhador: 1950-2020 (Brasil)

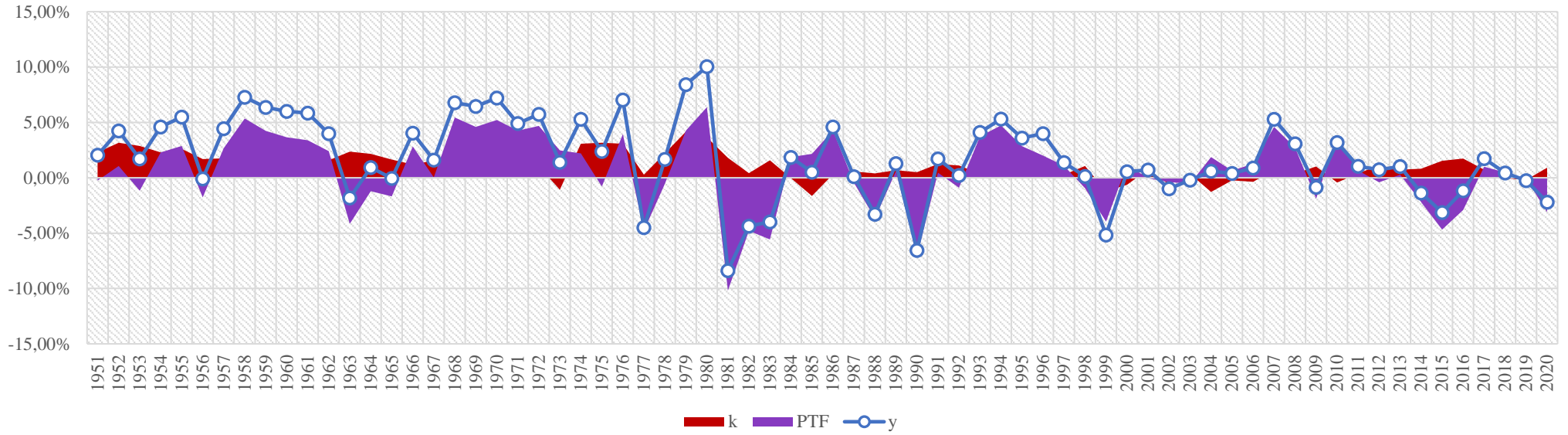
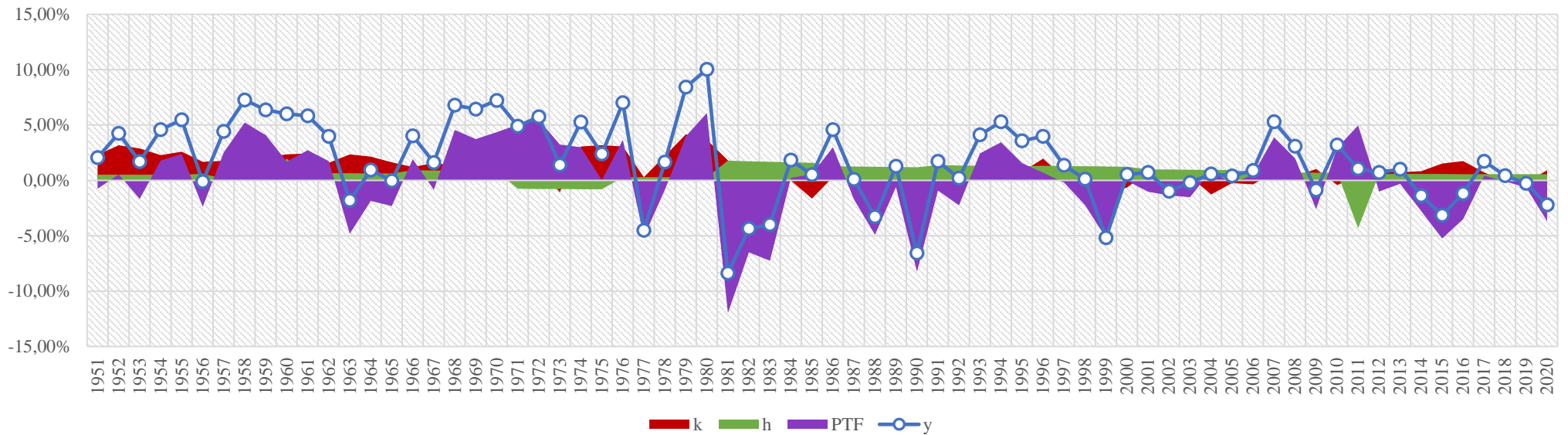


Gráfico 12 Decomposição tradicional do produto por trabalhador com capital humano: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

Gráfico 13 Decomposição alternativa do produto agregado: 1950-2020 (Brasil)

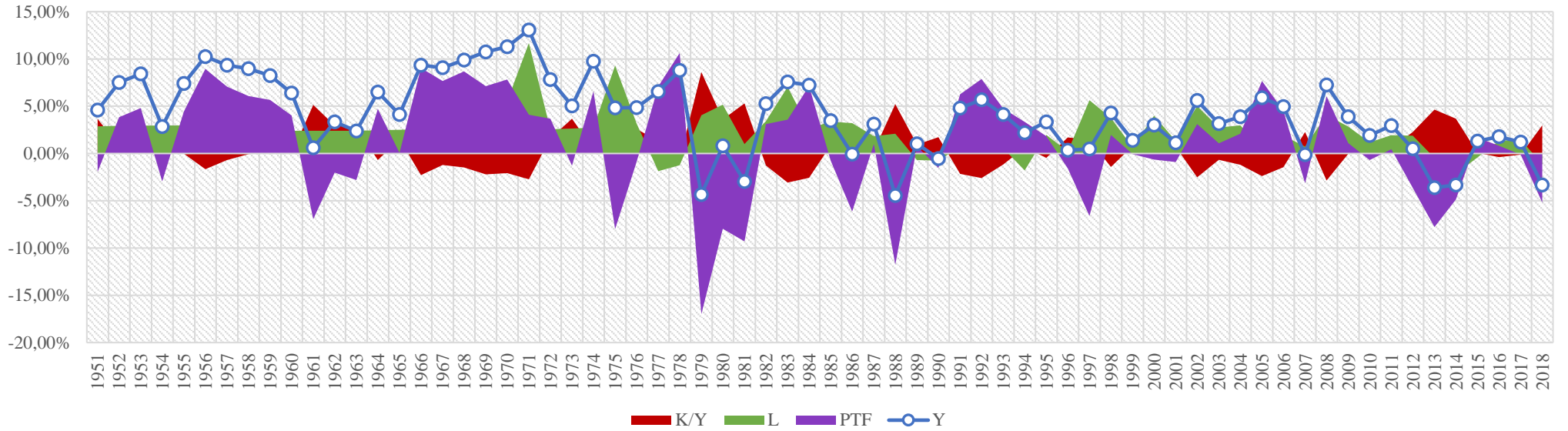
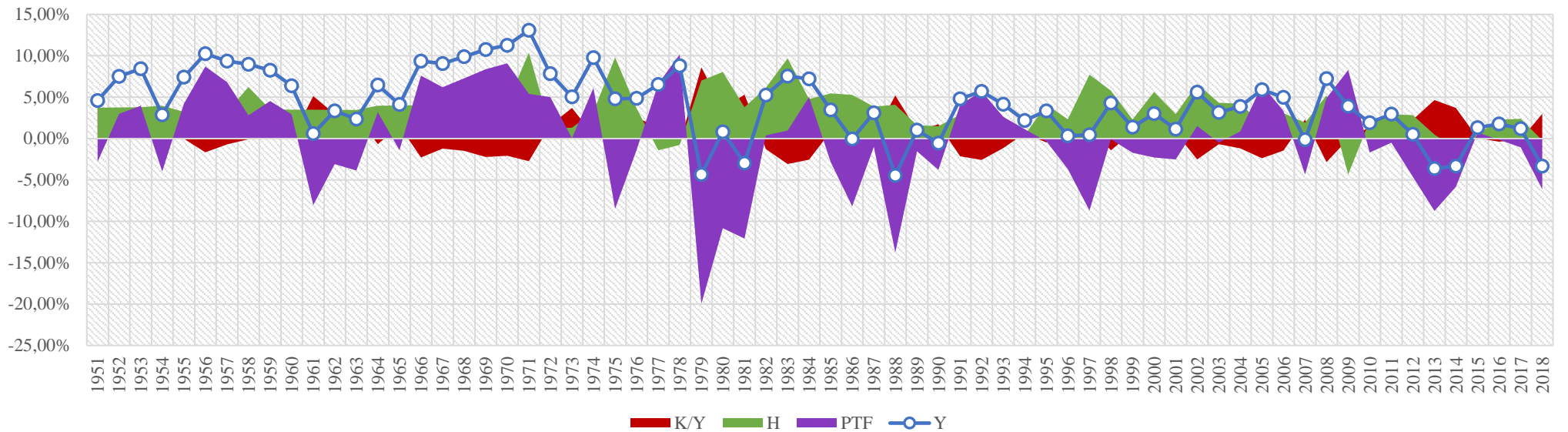


Gráfico 14 Decomposição alternativa do produto agregado com capital humano: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores

Gráfico 15 Decomposição alternativa do produto por trabalhador: 1950-2020 (Brasil)

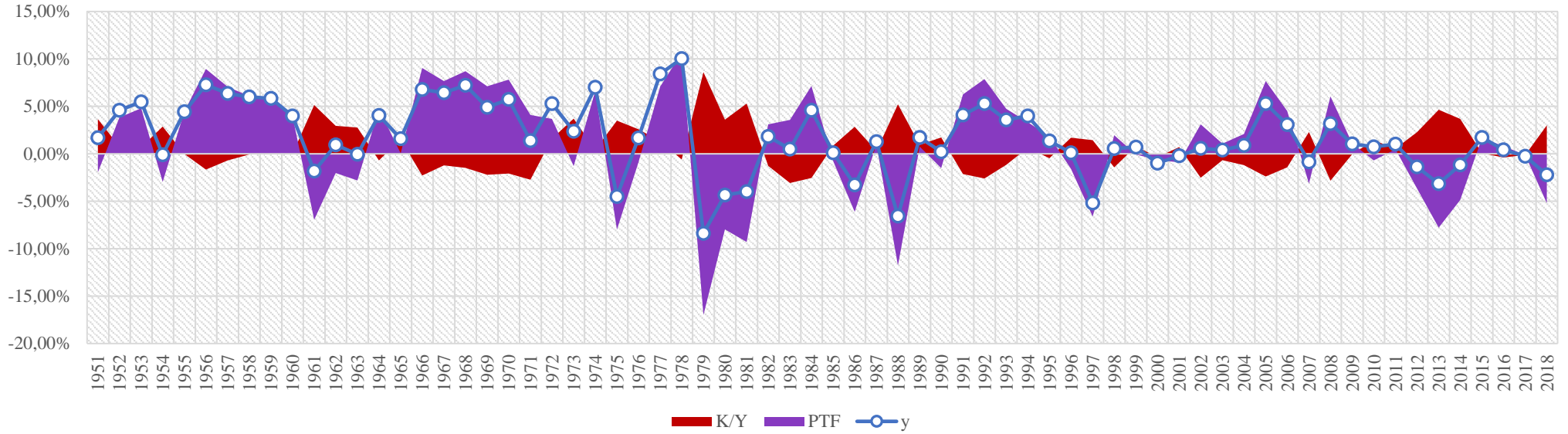
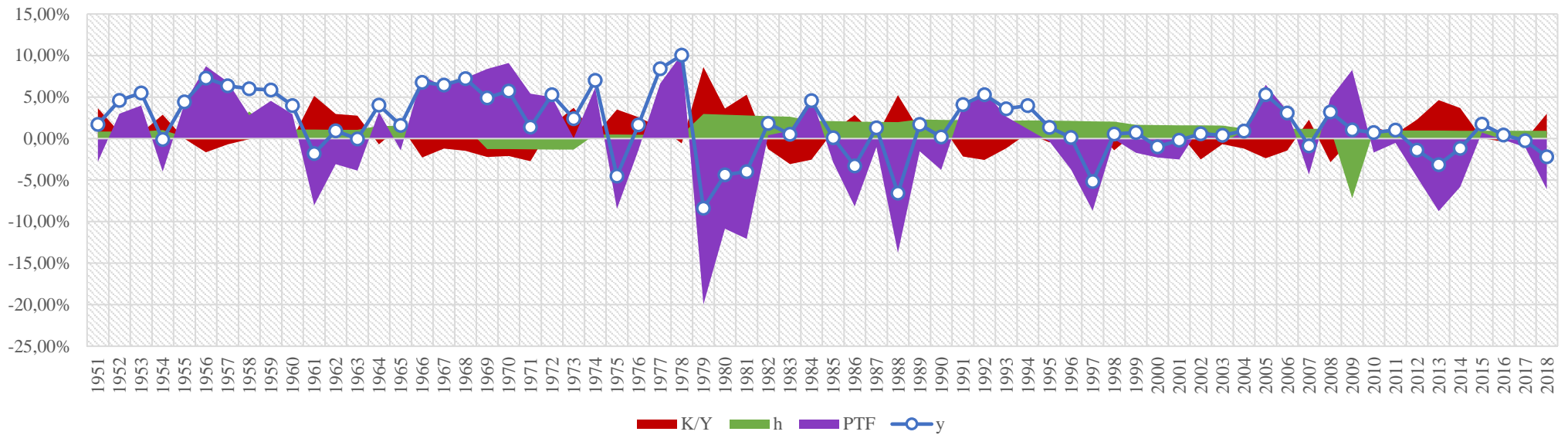


Gráfico 16 Decomposição alternativa do produto por trabalhador com capital humano: 1950-2020 (Brasil)



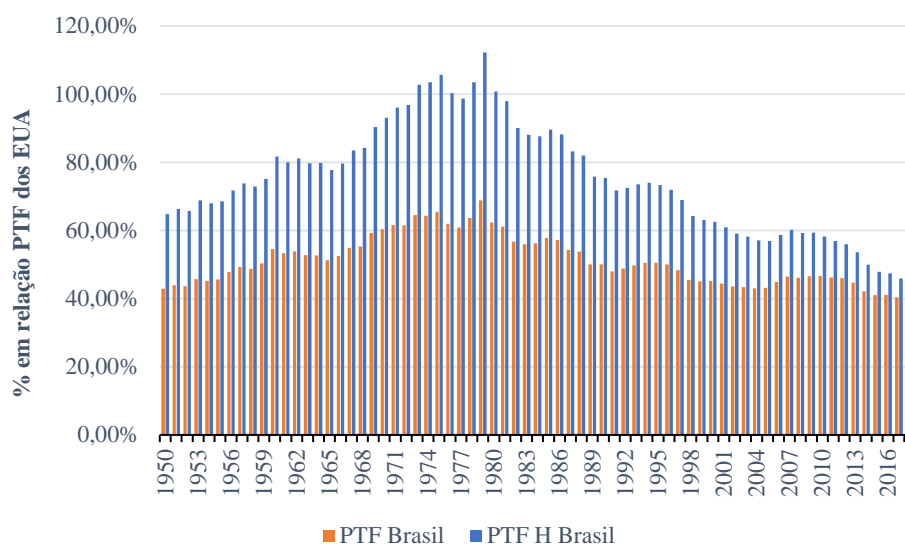
Fonte: Elaboração dos autores

3.4. Fronteira Tecnológica

Conforme apontam Ferreira, Ellery Jr e Gomes (2008), a PTF é um conceito relativo. Dessa forma, ela é mais compreendida e mais bem avaliada em relação a outros contextos ou referências específicas. Neste sentido, uma análise comparativa se mostra bastante útil. A *fronteira tecnológica* - um conceito que, especificamente aqui, indica o limite da eficiência técnica e produtiva de uma economia - talvez seja a melhor referência para tal fim. Visando esse exercício, utilizamos a PTF dos Estados Unidos como fronteira tecnológica, assim como o faz a maior parte da literatura, devido ao protagonismo desta economia no cenário mundial.

Os dados manuseados foram retirados de uma base internacional, a PWT 10.1, tendo em vista que utilizar base de dados diferentes para análise comparativa pode gerar distorções.

Gráfico 17: % da PFT brasileira em relação à americana (Brasil X EUA)

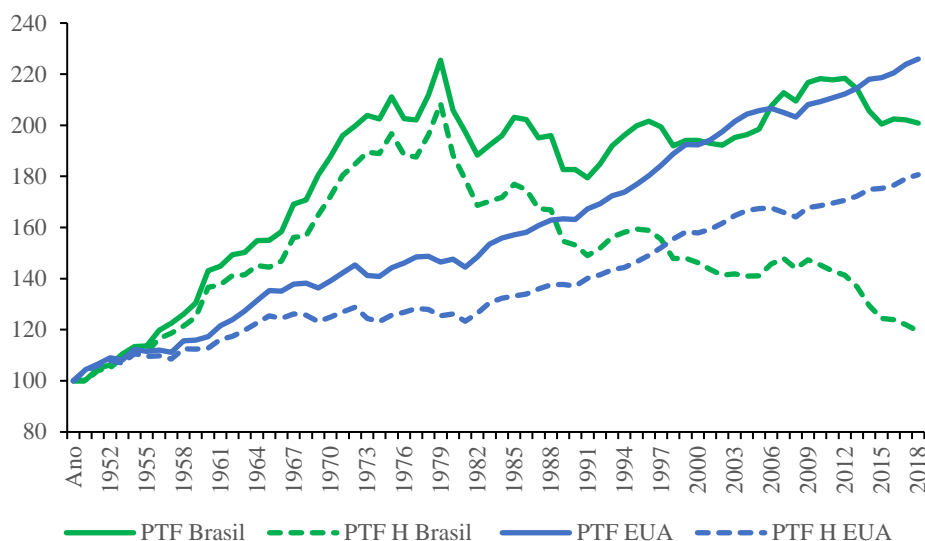


Fonte: Elaboração dos autores

A primeira comparação diz respeito à proporção da PTF e da PTF H brasileiras em relação aos seus correspondentes norte-americanos. Tal comparação é ilustrada pelo Gráfico 17. Para todo o período, a PTF brasileira correspondeu a cerca da metade da PTF americana, com uma média de 50,97%. Somente entre 1971 e 1982 esse percentual ultrapassou a casa dos 60%, sendo que seu ápice se deu em 1980, com um valor correspondente a 68,83% da variável americana. No que diz respeito à PTF H, a variável brasileira representou um percentual médio de 74,83% da variável americana para todo o período. Todavia, observou-se que esta série (PTF H) apresentou uma variância maior do que a PTF. Entre 1970 e 1983 ela representou mais de 90% da PTF H americana, tendo superado o valor desta entre 1974 e 1981. Todavia, no último quinquênio da série esse valor já havia caído para menos de 50%.

As variações do período que mostram a dinâmica de cada série são captadas de maneira mais precisa pelo Gráfico 18, que utiliza o ano de 1950 como base. Isso permite uma melhor análise visual comparativa da variação de cada uma delas.

Gráfico 18 Evolução da PTF: Brasil x EUA – 1950-2019



Fonte: Elaboração dos autores

O primeiro ponto a se notar é que as linhas esboçadas para a PTF e PTF H do Brasil, com base nos dados da PWT, seguem, salvos alguns intervalos, um padrão bastante semelhante àqueles que foram traçados com a base de dados nacional (ver gráfico 05). Tal semelhança sugere uma consistência ou similaridade entre os dados de ambas as bases. Dito isso, é possível observar que as variáveis norte-americanas apresentam uma trajetória de crescimento mais linear e uniforme, diferentes das variáveis brasileiras que em certo ponto do tempo apresentam uma ruptura em sua tendência inicial.

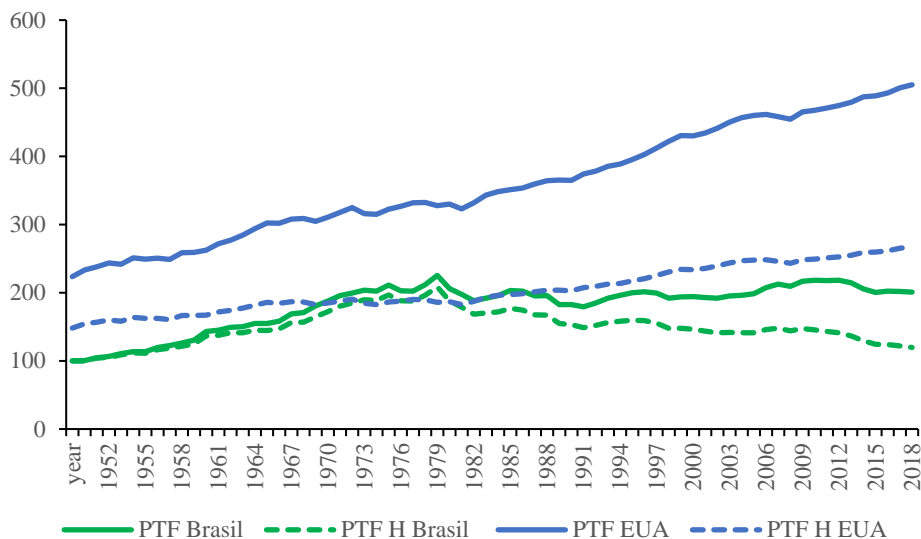
É importante observar que, inicialmente, as variáveis brasileiras exibem um crescimento maior que as da fronteira tecnológica, isto é, dos EUA. De uma perspectiva teórica, isso era de se esperar devido a uma série de razões, como, por exemplo, o fato de países com baixa produtividade geralmente terem mais margem para melhorias do que aqueles que já estão na fronteira tecnológica, aproveitamento do efeito *catch-up* (possibilidade de adoção e adaptação de tecnologias e práticas de produção já desenvolvidas por países líderes) e as premissas da própria teoria econômica da convergência.

Todavia, no início da década de 1980, há uma reversão desse crescimento, conforme se verifica ao observar as taxas de crescimento. De 1950 a 1980 a PTF_{Brasil} apresentou uma taxa média de crescimento de 2,71% a.a., o que significou uma variação total de 125,46% para o intervalo. Nesse mesmo íterim, a variação da PTF_{EUA} foi de 46,50%. Uma diferença em torno de 79 p.p. a favor do Brasil. Já para o período restante (1981-2019), a variação da PTF_{Brasil} foi de -2,42% contra 53,03% da PTF_{EUA} . Isso representou uma taxa média de crescimento de -0,06% a.a. e 1,12% a.a., respectivamente.

No que se refere à PTF H, a taxa média de crescimento do Brasil foi de 2,45% a.a., entre 1950 e 1980, contra apenas 0,76% a.a. da sua correspondente americana. Já para o período 1981-2019, a economia brasileira exibiu uma taxa média de crescimento de -1,20% a.a. frente a um crescimento de 0,94% a.a. da economia americana. Em outros termos, a PTF_{HBrasil} variou 108,50% e a PTF_{HEUA} alterou 25,45% entre 1950 e 1980, enquanto no período restante (1981-2019), essa variação foi de -36,57% e 43,15%, respectivamente.

O contraste no desempenho da PTF das duas economias (com e sem inserção de capital humano), encontrado nos dois subperíodos, é notável. Se juntarmos os dois aspectos da análise comparativa realizada até aqui – proporcionalidade e variabilidade – pode-se mostrar a evolução da variável para os dois países como ilustrado no Gráfico 19.

Gráfico 19 Evolução da PTF: Brasil x EUA – 1950-2019



Fonte: Elaboração dos autores

Nesse gráfico fica claro que até o final da década de 1970 havia uma trajetória de convergência da PTF brasileira em relação a fronteira tecnológica, referenciada pelos EUA. Todavia, a partir desse ponto há uma reversão dessa trajetória, uma vez que a PTF e a PTF H americanas apresentam tendência de crescimento, acima do Brasil, no período restante. Enquanto isso, portanto, a PTF_{Brasil} se mantém relativamente estacionária, ao mesmo tempo em que a PTF_{HBrasil} decresce. Dito de outra forma, a partir da década de 1980 verifica-se um distanciamento na evolução da PTF brasileira em relação à da fronteira tecnológica.

Seguindo o procedimento de Hall e Jones (1999), fez-se a decomposição do produto por trabalhador brasileiro em seus três componentes multiplicativos e estes foram expressos como razão dos valores correspondentes do indicador americano, tal como pode ser visto na Tabela 03.

Tabela 03 Razão dos componentes de produtividade - Brasil/EUA

| | y | $(K/Y)^{\alpha/(1-\alpha)}$ | h | A |
|-----------|------|-----------------------------|------|------|
| 1950-1980 | 0,30 | 0,81 | 0,49 | 0,77 |
| 1981-2019 | 0,30 | 1,02 | 0,60 | 0,50 |
| 1950-2019 | 0,30 | 0,92 | 0,55 | 0,59 |

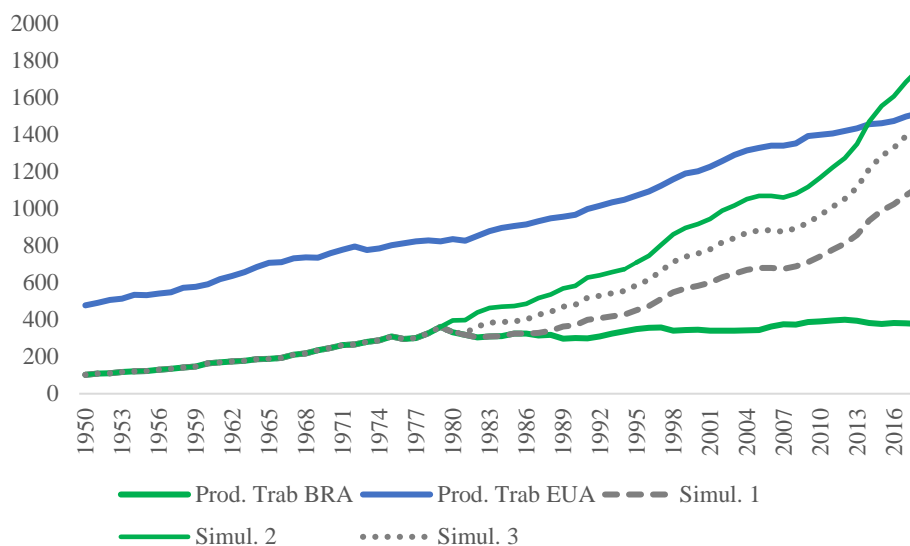
Fonte: Elaboração dos autores

A decomposição foi feita em termos da razão capital-produto (K/Y), em vez da razão capital-trabalho (K/L), pois como visto na subseção 3.3, parte da acumulação do capital físico que contribui para o aumento da produtividade do trabalho se dá pelo efeito indireto da PTF. Os valores encontrados para o período total, 1950-2019, mostram que as diferenças entre o produto por trabalhador dos dois países se dão pelas diferenças entre seus componentes, especialmente do capital humano e da PTF que, no caso brasileiro, correspondem a pouco mais da metade dos valores americanos.

Dividindo esse período em dois, percebe-se que a razão do produto por trabalhador do Brasil com o dos Estados Unidos se manteve relativamente constante em 0,30. O que mudou foi a participação relativa dos seus componentes. Em todos eles a intensidade do capital físico é o que apresenta a maior razão. Entre os dois subperíodos, há um aumento na correspondência percentual deste fator e do capital humano em relação às variáveis dos EUA, sendo que, para o segundo subperíodo, a intensidade do capital físico é praticamente a mesma entre os dois países.

Seguindo uma direção diferente dos fatores de produção, a PTF, que entre 1950 e 1980 equivalia a 77% da PTF americana, passa a corresponder a 50% desta entre 1981 e 2019. Em um cenário no qual a variável tivesse preservado no segundo período a proporção observada no primeiro, mantidos os acréscimos verificados na intensidade de capital físico e capital humano, o produto por trabalhador brasileiro teria sido próximo de 50% do produto por trabalhador americano no intervalo 1981-2019 e 40% no período total. Desconsiderando o fator de produtividade, esses valores teriam sido cerca de 60% e 50%, respectivamente.

Gráfico 20 Simulação da produtividade do trabalho (Brasil e EUA)



Fonte: Elaboração dos autores.

O Gráfico 20 ilustra três situações: a primeira no caso da participação relativa da PTF para todo o subperíodo 1981-2019 decrescer somente até a proporção média observada no primeiro subperíodo (Simul.1),²⁹ a segunda no caso da participação relativa da PTF para todo o subperíodo 1981-2019 ser igual ao valor de 1980 (Simul. 2),³⁰ e a terceira numa situação na

²⁹ 0,77. Esse valor é o limite inferior para o subperíodo 1981-2019. Uma vez alcançado esse valor em 1988 ele se manteve constante para todos os demais anos da série histórica da variável (PTF H) na simulação realizada.

³⁰ 1,21

qual essa razão ser igual a um fator de 1 (Simul. 3), também para todo o subperíodo 1981-2019 (mantendo-se constante essa participação para todo o referido subperíodo nos três casos).

Em ambos os casos, haveria um forte movimento de convergência do produto por trabalhador em direção à fronteira, sendo que no segundo caso (participação relativa da PTF igual ao valor de 1980), apresentaria uma superação desta em 2015. Obviamente, esses são apenas alguns resultados dentro de um conjunto de possibilidades. Não se pretende aqui discutir a viabilidade deles, mas simplesmente reforçar como diferenças de produtividade podem realçar diferenças no produto por trabalhador.

Assim, observa-se que essa estagnação da produtividade do trabalho em relação à fronteira tecnológica se deu na maior parte pelo decréscimo da participação relativa da PTF, a partir da década de 1980.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou o desempenho da Produtividade Total dos Fatores-PTF para a economia brasileira entre 1950 e 2020. Seguem abaixo algumas considerações.

A constatação principal é de que ao ampliar a série histórica para analisar a PTF, incluindo anos mais recentes neste exame, o referido indicador não conseguiu superar e nem mesmo atingir os níveis do final da década de 1970. Tal fato entra em conformidade com parte da literatura que sugere que a produtividade da economia brasileira se encontra estagnada há algum tempo.

Parcela dessa literatura utiliza como referência para esse pressuposto o comportamento desse indicador até o final das décadas de 1990 e 2000, período em que essa variável apresentou uma tendência de crescimento, em intervalos específicos de tempo. Esta pesquisa por sua vez, ao incluir os anos mais recentes na análise, verifica que esse crescimento não foi sustentável. Essa constatação se constitui em uma contribuição para os estudos dessa temática e realça a preocupação em relação ao problema da produtividade da economia brasileira, que, mesmo após as reformas institucionais das últimas décadas, não conseguiu impulsionar os seus indicadores de produtividade.

Outra constatação é de que a razão do produto por trabalhador brasileiro em relação à fronteira tecnológica (produto por trabalhador norte-americano) se manteve relativamente constante (em torno de 30%) para o período observado. Apesar disso, a proporção dos seus componentes – intensidade do capital físico, capital humano e produtividade (PTF) – em relação aos seus correspondentes da fronteira, variou ao longo do tempo. Ao analisar essa mudança, inferiu-se que a diminuição da razão $PTF_{\text{Brasil}}/PTF_{\text{EUA}}$ foi o principal responsável pela estagnação relativa do produto por trabalhador com respeito à fronteira tecnológica.

Todas essas observações, por sua vez, levantam uma série de questionamentos acerca da qualidade do crescimento da economia nacional e de possíveis problemas estruturais que inibem a evolução de sua produtividade. Ademais, realça o desafio para um crescimento sustentável de longo prazo.

Os resultados ainda mostraram que, pela decomposição tradicional do crescimento, o capital físico foi o componente que mais contribuiu para o crescimento do produto por trabalhador entre 1950 e 2020. Pela decomposição alternativa, esse posto é ocupado pelo capital humano.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVITZ, M. Resources and output trends in the United States since 1870. **American Economic Review**, v. 46, p. 5-23, 1956.
- BARBOSA FILHO, F. A Crise Econômica de 2014/2017. **Estudos Avançados**, v. 31, p. 51, 2017.
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano – 1992-2007. **Revista Brasileira de Economia**, v. 64, n. 2, p. 91-113, 2010.
- BARRO, R. J. Notes on growth accounting. **Journal of economic growth**, v. 4, n. 2, p. 119-137, 1999.
- BARRO, R. J.; LEE, J.W. A new data set of educational attainment in the world, 1950 – 2010. **Journal of Development Economics**, v. 104, 2013.
- BILS, M.; KLENOW, P. J. Does schooling cause growth? **American Economic Review**, v. 90, n. 5, p. 1.160-1.183, 2000.
- BONELLI, R.; BACHA, E. L. Crescimento brasileiro revisitado. *In: VELOSO, F. et al (org). **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.*
- CASELLI, F. Accounting for cross-country income differences. **Handbook of economic growth**, v. 1, p. 679-741, 2005
- CASTRO, L. B. Esperança, frustração e aprendizado: a história da Nova República. *In: Castro, L. B.; Giambiagi, F.; Hermann, J.; Villela, A. (orgs). **Economia Brasileira Contemporânea** — 1945-2010. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.*
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Os Dilemas e os desafios da produtividade no Brasil. *In: De Negri, F.; Cavalcante, L. R. (orgs). **Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes**. Brasília: ABDI: IPEA, 2014.*
- EASTERLY, W.; LEVINE, R. What have we learned from a decade of empirical research on growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. **The world bank economic review**, v. 15, n. 2, p. 177-219, 2001.
- ELLERY JR, R. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. *In: De Negri, F.; Cavalcante, L. R. (orgs). **Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes**. Brasília: ABDI: IPEA, 2014.*
- ELLERY JR, R. Produtividade total dos fatores no Brasil no período pós-reformas. **Economia Aplicada**, v. 21, n. 4, p. 617-633, 2017.

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

FRAGA NETO, A. (2018). “Economia Brasileira: Notas Breves sobre as Décadas de 1960 a 2020”, Fevereiro de 2018.

GOLDFAJN, I. (2018). “Economia Brasileira: Notas Breves sobre as Décadas de 1960 a 2020”, Fevereiro de 2018.

GOMES, V., PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, 33, 3, 389-434, 2003.

GREMAUD, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S; TONETO JÚNIOR, R. **Economia brasileira contemporânea**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? **The Quarterly Journal of Economics**, v. 114, n. 1, 1999.

HULTEN, C. R. Growth accounting. In: **Handbook of the Economics of Innovation**. North-Holland, p. 987-1031, 2010.

JONES, C. I. **Teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

JORGENSON, D. Productivity and Economic Growth. In: BERNDT, E.; TRIPLETT, J. **Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth**. p. 19-118, University of Chicago Press, 1991.

KENDRICK, J. W. **Productivity trends in the United States**. New York: Princeton University Press for the National Bureau of Economic Research, 1961.

KLENOW, P. J.; RODRÍGUEZ-CLARE, A. The neoclassical revival in growth economics: has it gone too far? **NBER Macroeconomics Annual 1997**, v. 12, 1997.

MADDISON, A. **The World Economy: A Millennial Perspective**. Paris: OECD, 2003.

MADDISON, A. Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies: Techniques of Quantitative Assessment. **Journal of Economic Literature**, 25, 649-698, 1987

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 2, 1992

MENEZES FILHO, N.; CAMPOS, G.; KOMATSU, B. A Evolução da produtividade no Brasil. **Policy Paper - Insper**, n.12, 2014.

PARENTE, S. L.; PRESCOTT, E. C. **Barriers to riches**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2000.

ROSSI JÚNIOR, J. L.; FERREIRA, P. C. Evolução da produtividade industrial brasileira e abertura comercial. **Texto para Discussão 651**, IPEA, 1999.

SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, 1956.

SOLOW, R. Technical change and aggregate production function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, 1957.

VELOSO, F.; FERREIRA, P. C.; PESSOA, S. Experiências comparadas de crescimento econômico no pós-guerra. *In*: VELOSO, F. *et al* (org). **Desenvolvimento Econômico — Uma Perspectiva Brasileira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

APÊNDICE

Tabela A.1 **Índice de Escolaridade – 1950-2020**

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1950 | 2,08 | 1962 | 2,67 | 1974 | 2,98 | 1986 | 4,09 | 1998 | 6,14 | 2010 | 7,89 |
| 1951 | 2,12 | 1963 | 2,73 | 1975 | 2,90 | 1987 | 4,24 | 1999 | 6,33 | 2011 | 7,17 |
| 1952 | 2,16 | 1964 | 2,79 | 1976 | 2,93 | 1988 | 4,39 | 2000 | 6,52 | 2012 | 7,26 |
| 1953 | 2,21 | 1965 | 2,85 | 1977 | 2,96 | 1989 | 4,54 | 2001 | 6,67 | 2013 | 7,36 |
| 1954 | 2,25 | 1966 | 2,94 | 1978 | 2,98 | 1990 | 4,69 | 2002 | 6,83 | 2014 | 7,46 |
| 1955 | 2,29 | 1967 | 3,03 | 1979 | 3,01 | 1991 | 4,87 | 2003 | 6,98 | 2015 | 7,55 |
| 1956 | 2,34 | 1968 | 3,11 | 1980 | 3,04 | 1992 | 5,05 | 2004 | 7,14 | 2016 | 7,65 |
| 1957 | 2,35 | 1969 | 3,20 | 1981 | 3,22 | 1993 | 5,22 | 2005 | 7,29 | 2017 | 7,75 |
| 1958 | 2,37 | 1970 | 3,29 | 1982 | 3,40 | 1994 | 5,40 | 2006 | 7,41 | 2018 | 7,84 |
| 1959 | 2,38 | 1971 | 3,21 | 1983 | 3,58 | 1995 | 5,58 | 2007 | 7,53 | 2019 | 7,94 |
| 1960 | 2,55 | 1972 | 3,13 | 1984 | 3,76 | 1996 | 5,77 | 2008 | 7,65 | 2020 | 8,04 |
| 1961 | 2,61 | 1973 | 3,06 | 1985 | 3,94 | 1997 | 5,96 | 2009 | 7,77 | - | - |

Fonte: Barro e Lee (2013) disponibilizam valores quinquenais de 1950 a 2010. Os valores intermediários foram obtidos por interpolação linear e para o período 2011-2020 foram estimados pelos autores.

Tabela A.2 **Capital humano por trabalhador (h) – 1950-2020**

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| 1950 | 2,82 | 1962 | 3,16 | 1974 | 3,34 | 1986 | 3,96 | 1998 | 5,12 | 2010 | 6,14 |
| 1951 | 2,84 | 1963 | 3,20 | 1975 | 3,29 | 1987 | 4,05 | 1999 | 5,23 | 2011 | 5,71 |
| 1952 | 2,87 | 1964 | 3,23 | 1976 | 3,31 | 1988 | 4,13 | 2000 | 5,34 | 2012 | 5,77 |
| 1953 | 2,89 | 1965 | 3,26 | 1977 | 3,32 | 1989 | 4,21 | 2001 | 5,42 | 2013 | 5,82 |
| 1954 | 2,92 | 1966 | 3,31 | 1978 | 3,34 | 1990 | 4,30 | 2002 | 5,51 | 2014 | 5,88 |
| 1955 | 2,94 | 1967 | 3,36 | 1979 | 3,36 | 1991 | 4,40 | 2003 | 5,60 | 2015 | 5,94 |
| 1956 | 2,97 | 1968 | 3,41 | 1980 | 3,37 | 1992 | 4,50 | 2004 | 5,69 | 2016 | 5,99 |
| 1957 | 2,98 | 1969 | 3,46 | 1981 | 3,47 | 1993 | 4,60 | 2005 | 5,78 | 2017 | 6,05 |
| 1958 | 2,99 | 1970 | 3,51 | 1982 | 3,57 | 1994 | 4,70 | 2006 | 5,85 | 2018 | 6,11 |
| 1959 | 2,99 | 1971 | 3,47 | 1983 | 3,68 | 1995 | 4,80 | 2007 | 5,92 | 2019 | 6,17 |
| 1960 | 3,09 | 1972 | 3,42 | 1984 | 3,78 | 1996 | 4,91 | 2008 | 5,99 | 2020 | 6,22 |
| 1961 | 3,13 | 1973 | 3,38 | 1985 | 3,88 | 1997 | 5,01 | 2009 | 6,06 | - | - |

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela A.3 **Relação capital-produto (K/Y) – 1950-2020**

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| 1950 | 1,67 | 1962 | 1,96 | 1974 | 2,00 | 1986 | 2,76 | 1998 | 3,11 | 2010 | 2,77 |
| 1951 | 1,73 | 1963 | 2,12 | 1975 | 2,11 | 1987 | 2,80 | 1999 | 3,17 | 2011 | 2,77 |
| 1952 | 1,80 | 1964 | 2,21 | 1976 | 2,12 | 1988 | 2,92 | 2000 | 3,11 | 2012 | 2,83 |
| 1953 | 1,90 | 1965 | 2,30 | 1977 | 2,24 | 1989 | 2,93 | 2001 | 3,14 | 2013 | 2,85 |
| 1954 | 1,92 | 1966 | 2,28 | 1978 | 2,33 | 1990 | 3,17 | 2002 | 3,13 | 2014 | 2,95 |
| 1955 | 1,94 | 1967 | 2,33 | 1979 | 2,37 | 1991 | 3,21 | 2003 | 3,16 | 2015 | 3,17 |
| 1956 | 2,03 | 1968 | 2,26 | 1980 | 2,35 | 1992 | 3,30 | 2004 | 3,04 | 2016 | 3,35 |
| 1957 | 2,03 | 1969 | 2,22 | 1981 | 2,68 | 1993 | 3,19 | 2005 | 3,01 | 2017 | 3,35 |
| 1958 | 1,98 | 1970 | 2,17 | 1982 | 2,83 | 1994 | 3,07 | 2006 | 2,96 | 2018 | 3,33 |
| 1959 | 1,96 | 1971 | 2,10 | 1983 | 3,06 | 1995 | 3,02 | 2007 | 2,86 | 2019 | 3,32 |
| 1960 | 1,95 | 1972 | 2,03 | 1984 | 3,00 | 1996 | 3,05 | 2008 | 2,80 | 2020 | 3,48 |
| 1961 | 1,96 | 1973 | 1,95 | 1985 | 2,87 | 1997 | 3,03 | 2009 | 2,89 | - | - |

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela A.4 **Produtividade Total dos Fatores [1950 = 100] – 1950-2020**

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| 1950 | 100,0 | 1962 | 128,1 | 1974 | 164,0 | 1986 | 158,0 | 1998 | 161,9 | 2010 | 177,2 |
| 1951 | 99,8 | 1963 | 122,9 | 1975 | 162,8 | 1987 | 157,2 | 1999 | 155,6 | 2011 | 178,4 |
| 1952 | 100,8 | 1964 | 121,4 | 1976 | 169,3 | 1988 | 151,6 | 2000 | 157,4 | 2012 | 177,6 |
| 1953 | 99,7 | 1965 | 119,4 | 1977 | 161,4 | 1989 | 152,5 | 2001 | 157,4 | 2013 | 178,1 |
| 1954 | 102,0 | 1966 | 122,8 | 1978 | 160,5 | 1990 | 142,1 | 2002 | 156,7 | 2014 | 174,3 |
| 1955 | 105,0 | 1967 | 122,9 | 1979 | 167,5 | 1991 | 142,7 | 2003 | 155,9 | 2015 | 166,3 |
| 1956 | 103,1 | 1968 | 129,7 | 1980 | 178,5 | 1992 | 141,4 | 2004 | 158,8 | 2016 | 161,5 |
| 1957 | 105,9 | 1969 | 135,9 | 1981 | 161,2 | 1993 | 146,8 | 2005 | 159,8 | 2017 | 163,2 |
| 1958 | 111,7 | 1970 | 143,1 | 1982 | 153,7 | 1994 | 154,0 | 2006 | 161,9 | 2018 | 163,9 |
| 1959 | 116,6 | 1971 | 149,4 | 1983 | 145,4 | 1995 | 158,4 | 2007 | 169,5 | 2019 | 163,8 |
| 1960 | 120,9 | 1972 | 156,5 | 1984 | 148,1 | 1996 | 161,6 | 2008 | 174,2 | 2020 | 158,8 |
| 1961 | 125,1 | 1973 | 160,5 | 1985 | 151,3 | 1997 | 163,4 | 2009 | 170,9 | - | - |

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela A.5 Produtividade Total dos Fatores ajustada por H [1950 = 100] – 1950-2020

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| 1950 | 100,0 | 1962 | 119,6 | 1974 | 148,3 | 1986 | 128,8 | 1998 | 113,1 | 2010 | 111,1 |
| 1951 | 99,2 | 1963 | 114,0 | 1975 | 148,3 | 1987 | 126,6 | 1999 | 107,4 | 2011 | 116,8 |
| 1952 | 99,8 | 1964 | 111,9 | 1976 | 153,8 | 1988 | 120,5 | 2000 | 107,3 | 2012 | 115,6 |
| 1953 | 98,1 | 1965 | 109,3 | 1977 | 146,2 | 1989 | 119,8 | 2001 | 106,2 | 2013 | 115,2 |
| 1954 | 99,9 | 1966 | 111,5 | 1978 | 145,0 | 1990 | 110,3 | 2002 | 104,8 | 2014 | 112,1 |
| 1955 | 102,3 | 1967 | 110,5 | 1979 | 150,9 | 1991 | 109,3 | 2003 | 103,2 | 2015 | 106,4 |
| 1956 | 99,9 | 1968 | 115,7 | 1980 | 160,3 | 1992 | 106,9 | 2004 | 104,2 | 2016 | 102,7 |
| 1957 | 102,4 | 1969 | 120,1 | 1981 | 142,2 | 1993 | 109,5 | 2005 | 103,9 | 2017 | 103,2 |
| 1958 | 107,9 | 1970 | 125,4 | 1982 | 133,3 | 1994 | 113,3 | 2006 | 104,4 | 2018 | 103,1 |
| 1959 | 112,5 | 1971 | 131,9 | 1983 | 124,0 | 1995 | 115,1 | 2007 | 108,6 | 2019 | 102,4 |
| 1960 | 114,4 | 1972 | 139,3 | 1984 | 124,3 | 1996 | 115,9 | 2008 | 110,7 | 2020 | 98,7 |
| 1961 | 117,5 | 1973 | 143,9 | 1985 | 125,0 | 1997 | 115,7 | 2009 | 107,9 | - | - |

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela A.6 Decomposição decenal do crescimento do produto por trabalhador

| | CONTRIBUIÇÃO | | | |
|-----------|--------------|--------|-------|--------|
| | y | k | h | A |
| 1950-1960 | 4,2% | 2,3% | 0,6% | 1,3% |
| | | (55) | (13) | (32) |
| 1960-1970 | 3,5% | 1,8% | 0,8% | 0,9% |
| | | (52) | (22) | (26) |
| 1970-1980 | 4,2% | 2,0% | -0,2% | 2,5% |
| | | (48) | (-6) | (58) |
| 1980-1990 | -1,8% | 0,5% | 1,5% | -3,7% |
| | | (-25) | (-80) | (205) |
| 1990-2000 | 1,6% | 0,6% | 1,3% | -0,3% |
| | | (35) | (82) | (-17) |
| 2000-2010 | 1,2% | 0,0% | 0,8% | 0,3% |
| | | (2) | (69) | (28) |
| 2010-2020 | -0,3% | 0,8% | 0,1% | -1,2% |
| | | (-244) | (-26) | (370) |
| 1950-1980 | 4,0% | 2,0% | 0,4% | 1,6% |
| | | (51) | (9) | (40) |
| 1981-2020 | 0,4% | 0,4% | 0,9% | -0,9% |
| | | (110) | (236) | (-246) |

Os valores em negrito correspondem a contribuição percentual do componente para o crescimento do produto por trabalhador

Fonte: Elaboração dos autores

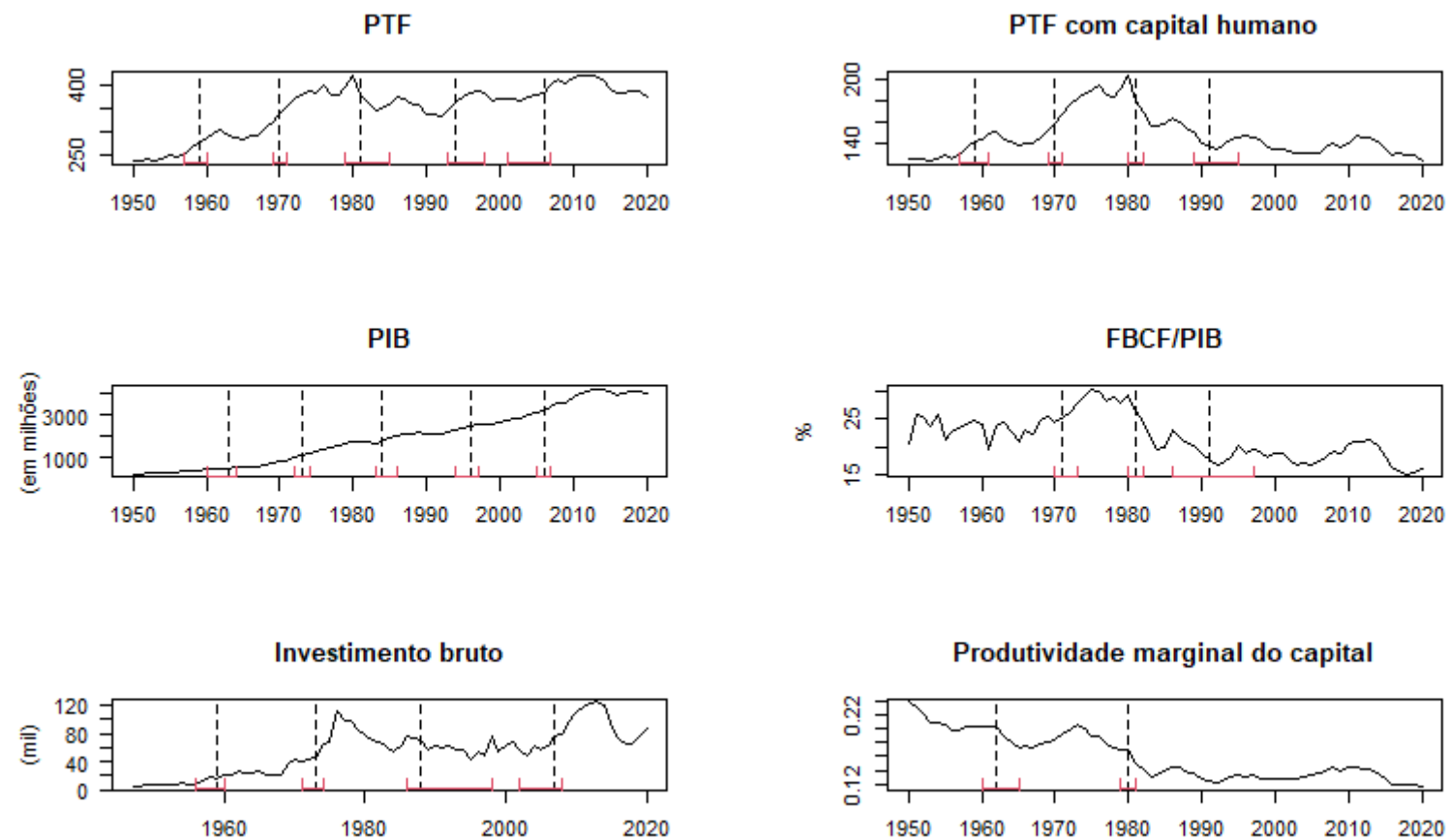
Tabela A.7 Comparativo de resultados: literatura x pesquisa atual*

| Autor/Ano | Variável | Valor | Período | Pesquisa Atual |
|----------------------------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------------------|
| Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010), | PTF H | 1,4% a.a. | 1992-1999 | 0,07% a.a. |
| | | 0,11% a.a. | 1999-2007 | 0,13% a.a. |
| Bonelli e Veloso (2012) | PTF H | -0,8% a.a. | 1995-2003 | -0,2% a.a. |
| | | 1,7% a.a. | 2003-2007 | 1,5% a.a. |
| Bonelli e Bacha (2013) | PTF | 0,26% a.a. | 1993-2000 | 0,96% a.a. |
| | | 1,0% a.a. | 2000-2011 | 1,1% |
| Veloso, Ferreira e Pessôa (2013) | PTF H | 1,9% a.a. | 1950-1980 | 1,6% a.a. |
| | | -1,9% a.a. | 1980-2009 | -1,4% a.a. |
| Ellery (2014) | PTF | 0,72% a.a. | 1970-2011 | 0,54% a.a. |
| | PTF H | -0,24% a.a. | 1970-2011 | -0,17% a.a. |
| Ellery (2017) | PTF | 0,9% a.a. | 1992-2002 | 1,0% a.a. |
| | | 1,4% a.a. | 2002-2011 | 1,4% a.a. |

Fonte: Elaboração dos autores

*Para fins comparativos, foram escolhidos os trabalhos que atendessem ao critério de relevância e atualidade dentro da literatura. Contudo, em relação a esse último aspecto é preciso ter em conta que uma das particularidades deste trabalho é a utilização de uma série histórica que abrange um período mais atual

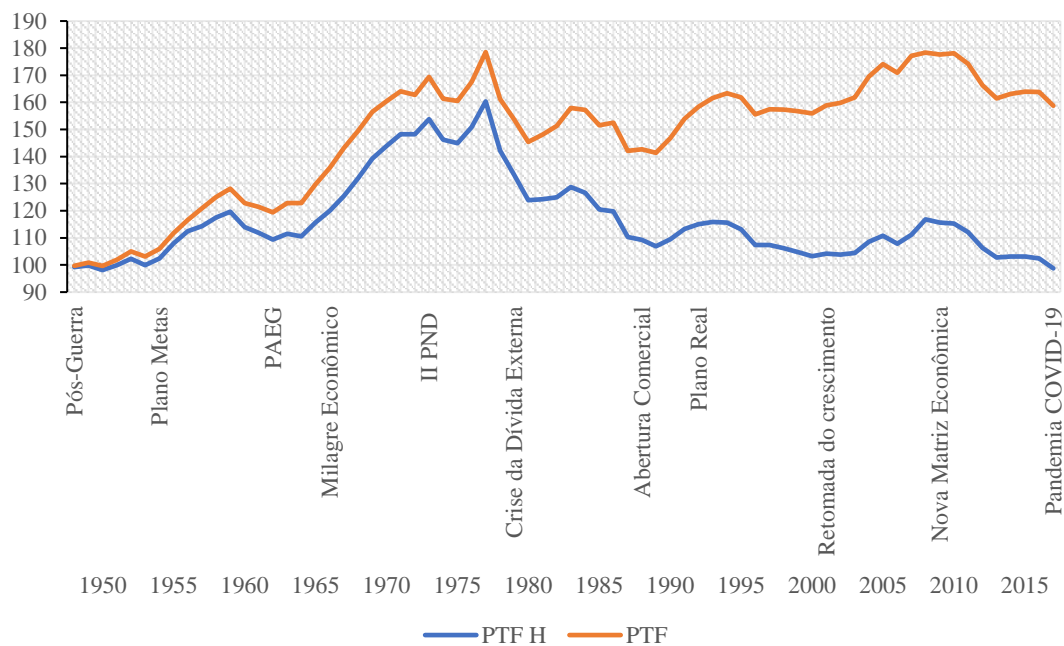
Gráfico A.1 Séries macroeconômicas com quebra estrutural (1950-2020)



Fonte: Elaboração dos autores

* Os traços em vermelho indicam o intervalo de confiança para cada ponto de mudança estrutural

Gráfico A.2 Evolução da Produtividade Total dos Fatores: 1950-2020 (Brasil)



Fonte: Elaboração dos autores.

Este trabalho analisa o desempenho da produtividade total dos fatores (PTF) da economia brasileira para o período entre 1950 e 2020. A pesquisa considera dados mais antigos e mais recentes do que os abordados até então. Esta atualização agrega robustez às análises já realizadas, além de permitir novas constatações. Nossos resultados mostram que a tendência de crescimento da PTF da economia brasileira na década de 2000, sugerida em alguns trabalhos empíricos, não se sustenta. Mais especificamente, em décadas recentes, o desempenho da PTF não conseguiu recuperar as taxas de crescimento observadas antes de 1980. Constatou-se ainda que a queda na razão PTFBRASIL/PTFEUA foi a principal responsável pela estagnação relativa do produto por trabalhador com respeito à fronteira tecnológica. Ademais, confirma-se que, a partir da década de 1980, a maior parte do crescimento do produto por trabalhador foi oriunda da contribuição do capital humano.