



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas

Departamento de Economia

AMILCAR LOPES DO PRADO GANZELEVITCH GRAMACHO

**Crescimento Econômico e Produtividade Total dos Fatores
no Brasil: Um estudo da trajetória brasileira de 2003 a 2014**

Brasília – DF

2024

AMILCAR LOPES DO PRADO GANZELEVITCH GRAMACHO

**Crescimento Econômico e Produtividade Total dos Fatores
no Brasil: Um estudo da trajetória brasileira de 2003 a 2014**

Monografia apresentada ao Departamento
de Economia como requisito parcial à ob-
tenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas.

Professor Orientador: Dr. Carlos Alberto
Ramos

Brasília – DF

2024

AMILCAR LOPES DO PRADO GANZELEVITCH GRAMACHO

**Crescimento Econômico e Produtividade Total dos Fatores
no Brasil: Um estudo da trajetória brasileira de 2003 a 2014**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de
Conclusão do Curso de Ciências Econômicas da
Universidade de Brasília do aluno

Amilcar Lopes do Prado Ganzelevitch Gramacho

Doutor Carlos Alberto Ramos
Professor-Orientador

Doutor Carlos Alberto Ramos
Professor-Examinador

Doutora Daniela Freddo
Professora-Examinadora

Brasília, 09 de agosto de 2024

Dedico este trabalho a todos e todas que amo.
Ao meu pai Alexandre Ganzelevitch Gramacho
À minha mãe Aline Araujo do Prado Pinto

AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grato a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação. Em especial, agradeço ao Prof. Dr. Carlos Alberto Ramos pela orientação dedicada na construção deste trabalho e aos professores que tive a oportunidade de conhecer durante este curso de graduação. Expresso também minha gratidão à Universidade de Brasília, que proporcionou um ambiente acadêmico enriquecedor e oportunidades valiosas ao longo dos anos.

Agradeço à minha mãe, Aline Araujo do Prado Pinto, e ao meu pai, Alexandre Ganzelevitch Gramacho, por me apoiarem incondicionalmente e sempre me darem o suporte necessário. Vocês são minhas maiores referências e sou imensamente grato por poder viver e ser feliz ao lado de vocês.

Ao meu avô, Amilcar João de Almeida Gramacho, por ser minha inspiração acadêmica; à minha avó, Maria del Carmen Ganzelevitch Gramacho, por me ensinar o valor das tradições na vida; e à minha avó, Alice Araújo do Prado, por todo o carinho e amor que sempre me deu.

Por fim, agradeço à minha namorada, Larissa de Sousa Araújo, pelo companheirismo de sempre, principalmente desde os momentos em que este curso se deu presencialmente na universidade.

A produtividade não é tudo, mas, a longo prazo, é quase tudo. (Paul Krugman)

RESUMO

Este trabalho analisa a evolução da Produtividade Total dos Fatores (PTF) no Brasil entre 2003 e 2014. Durante esse período, a produtividade total dos fatores brasileira apresentou taxas de crescimento anual significativas até 2010, seguidas por declínios constantes. A pesquisa destaca a importância da PTF como um indicador essencial para o desenvolvimento econômico, especialmente devido à sua capacidade de aumentar o produto com o mesmo nível de capital e trabalho disponível. A análise utiliza dados do IPEA e do IBGE, aplicando técnicas de manipulação de dados e visualização gráfica no software R. A associação dos resultados encontrados com a literatura consultada permite afirmar que o crescimento inicial da produtividade foi impulsionado pelo uso da capacidade ociosa e por um cenário internacional favorável, enquanto o declínio posterior reflete as limitações das políticas internas de incentivo ao investimento e a dependência do mercado externo.

Palavras-chave: Produtividade Total dos Fatores, Modelo de Solow, Crescimento Econômico, Teoria do Desenvolvimento Econômico, Investimento.

ABSTRACT

This study analyzes the evolution of Total Factor Productivity (TFP) in Brazil between 2003 and 2014. During this period, Brazilian total factor productivity exhibited significant annual growth rates until 2010, followed by steady declines. The research highlights the importance of TFP as an essential indicator for economic development, especially due to its ability to increase output with the same level of capital and labor available. The analysis uses data from IPEA and IBGE, applying data manipulation and graphical visualization techniques in R software. The association of the results with the consulted literature allows us to assert that the initial productivity growth was driven by the use of idle capacity and a favorable international scenario, while the subsequent decline reflects the limitations of internal investment incentive policies and dependence on the external market.

Keywords: Total Factor Productivity, Solow Model, Economic Growth, Economic Development Theory, Investment.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Taxa de Variação Anual do PIB	22
Gráfico 2 – Taxa de Variação Anual da Quantidade de Pessoas de 15 a 59 Anos Ocupadas	23
Gráfico 3 – Taxa de Variação Anual do Estoque Líquido de Capital Produtivo	24
Gráfico 4 – Taxa de Variação Anual da Produtividade Total dos Fatores	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis de Estoque Líquido de Capital Produtivo	23
--	----

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Revisão da literatura	12
2.1. Surgimento do campo da Teoria do Desenvolvimento Econômico	12
2.2. Revisão Teórica	15
2.3. Revisão Empírica	18
3. Metodologia e Discussão	21
3.1. Origem dos dados	21
3.2. Resultados	24
4. Conclusão	28
Referências	29
Apêndices.....	32
Apêndice A – Código em R para gerar os dados utilizados.....	33
Apêndice B – Dados Utilizados.....	34
Apêndice C – Código em R para gerar o gráfico 1	35
Apêndice D – Código em R para gerar o gráfico 2	36
Apêndice E – Código em R para gerar o gráfico 3	37
Apêndice F – Código em R para gerar o gráfico 4.....	38

1. Introdução

Em 1939, Henry Roy Forbes Harrod publicou sua obra *An Essay in Dynamic Theory* (1939), onde se propõe a desenvolver uma teoria dinâmica que descrevesse o crescimento de uma economia, destacando a característica inerente da falta de um equilíbrio estável no processo. A publicação desta obra ocorre em um contexto no qual pouco havia sido discutido ainda sobre o crescimento de uma economia, de tal forma que o debate por volta deste tema foi se fortalecendo. Pouco depois foi publicada a obra *Capital Expansion, Rate of Growth and Employment* (1946), de Evsey D. Domar, onde o autor se propõe a analisar a relação entre o investimento, a taxa de crescimento e o nível de emprego. Estas duas contribuições marcam o que ficou conhecido como um dos primeiros modelos keynesianos de crescimento econômico: o modelo de Harrod-Domar. Frente a este cenário, os teóricos neoclássicos se viram na necessidade de criar sua própria teoria de crescimento, e é sob este contexto que surge o modelo de Robert M. Solow, apresentado em sua obra *A Contribution to the Theory of Economic Growth* (1956), e desenvolvido mais em *Technical Change and the Aggregate Production Function* (1957).

O modelo de Solow relaciona o comportamento do crescimento das economias com seu estoque de capital disponível, sua quantidade de trabalhadores e um resíduo (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 65). Este último termo do modelo corresponderia a todos os demais fatores não explicitados pelos outros, mas que também influenciam no produto da economia, como a forma com que o capital e o trabalho estariam alocados, o nível de corrupção, as instituições existentes, o nível de abertura comercial, escolaridade da população, nível tecnológico da economia, entre outros. Por isso é comum na literatura referir-se a tal resíduo como Produtividade Total dos Fatores (PTF), sendo ele responsável por demonstrar a capacidade do país de aumentar o produto com o mesmo nível de capital e trabalho disponível.

Nota-se, portanto, a importância da PTF na influência sobre o produto de um país, uma vez que ela reflete um amplo conjunto de fatores. Com essa perspectiva, torna-se essencial analisar períodos em que a produtividade de um país aumentou significativamente, para que políticas possam ser formuladas na mesma direção. Da

mesma forma, é necessário estudar períodos de contração da produtividade, para que decisões possam ser tomadas em sentido oposto, se possível.

Considerando o exposto, este trabalho se propõe a analisar a evolução da PTF no Brasil entre 2003 e 2014, utilizando o modelo de Solow. Durante esse período, observou-se uma clara separação entre um processo de crescimento da produtividade que durou até aproximadamente 2010, com um hiato causado pela crise mundial de 2008; e um segundo período, após 2010, que marca o declínio da taxa de crescimento da PTF brasileira. O objetivo desta monografia é compreender os fatores que levaram a essa dinâmica. É importante destacar que o modelo utilizado como base para o trabalho não considera o capital humano de forma explícita, o que faz com que suas contribuições à produtividade sejam incorporadas no resíduo, podendo superestimar os resultados em comparação a outros estudos que explicitaram a contribuição desse tipo de capital.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma revisão teórica das principais correntes do pensamento econômico relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, com destaque para a teoria de Solow e a contabilidade do crescimento. A seção 3 detalha a metodologia utilizada, incluindo a origem dos dados e as técnicas de análise empregadas e discute os resultados encontrados e suas implicações para a economia brasileira. Por fim, a seção 4 conclui o estudo, resumindo os principais achados.

Este trabalho contribui para o debate acadêmico ao fornecer uma breve análise da dinâmica da produtividade no Brasil no período de 2003 a 2014, destacando a importância da Produtividade Total dos Fatores (PTF) como um indicador essencial para o desenvolvimento econômico. A principal contribuição pretendida é facilitar a replicabilidade, ao explicitar as fontes dos dados da maneira mais clara possível e disponibilizar todos os passos realizados para os cálculos nos anexos finais, visto que não foi encontrado na literatura nenhum artigo que deixasse claro e facilmente reproduzível todo o processo.

2. Revisão da literatura

2.1. Surgimento do campo da Teoria do Desenvolvimento Econômico

A história do pensamento econômico permite que seja criada uma linha de raciocínio na qual é possível delinear diferentes períodos em que um tipo de pensamento se sobressai com relação a outro para explicar as causas do crescimento ou não de um país. Assim, de maneira sintética, serão expostas brevemente algumas correntes e suas contribuições para tal debate.

A primeira doutrina que será trazida no que diz respeito à Economia Política Internacional é a do Mercantilismo. Os adeptos a esse tipo de pensamento acreditavam que um país só conseguiria crescer econômica e politicamente se acumulasse metais preciosos dentro de suas fronteiras (Brue; Grant, 2016, p. 14). Nesse sentido, havia uma grande preocupação na intervenção estatal para garantir uma balança comercial superavitária. Considerando que o Mercantilismo pregava um papel ativo do Estado para a garantia de seu desenvolvimento, em contraposição a essa corrente surgiu o Liberalismo. Esta vertente teórica, possui como um de seus maiores expoentes Adam Smith, pensador escocês que escreveu o livro que pode ser identificado como o primeiro paradigma econômico, segundo o conceito defendido por Thomas Khun (2017, p. 32), das ciências econômicas: *Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações* (Smith, 1776). Futuramente David Ricardo veio a contribuir expressivamente para o desenvolvimento dessa corrente a partir de sua teoria das Vantagens Comparativas (Ricardo, 1817).

Tendo em vista o paradigma criado pelo liberalismo, algumas teorias surgiram depois com o objetivo de criticar pontos dessa corrente, como a visão nacionalista ou protecionista. Dentre os contribuintes do debate nacionalista é possível citar Georg Friedrich List. Importante notar a influência do autor por parte do contexto de sua época e de outros pensadores como Alexander Hamilton. Nesse sentido, ao apontar suas divergências com relação ao pensamento liberal, List constrói uma teoria que demonstra a necessidade da intervenção do Estado para garantir seu

desenvolvimento (Brue; Grant, 2016, p. 197). Suas reflexões foram tão relevantes, que exerceram suma influência na consolidação do *Zollverein*, a aliança aduaneira germânica que contribuiu expressivamente para a unificação alemã (Oliveira, 2017, p. 186). Importante mencionar também o surgimento do pensamento Socialista, sob um contexto de Primeira Revolução Industrial, que se desmembrou em diversas perspectivas distintas, mas que possui como grande expoente Karl Marx, autor que enxerga a economia com maior enfoque no materialismo histórico e na luta de classes (Brue; Grant, 2016, p. 153).

Depois das teorias clássicas de Economia Política Internacional apresentadas, e das críticas nacionalistas e socialistas, chegou o momento de as visões neoclássicas serem elaboradas para a compreensão do processo de desenvolvimento de um país. Sendo notado como um grande sintetizador da corrente, Alfred Marshall buscou "(...) combinar o melhor da economia clássica com o pensamento marginalista, produzindo, assim, a economia neoclássica." (Brue; Grant, 2016, p. 274). Entretanto, tal perspectiva por mais que tenha contribuído substancialmente no debate sobre a conduta de empresas e de indivíduos, acabou negligenciando o comportamento agregado da economia, como consequência de sua abordagem mais microeconômica (Brue; Grant, 2016, p. 275).

Em contraposição a tal negligência por parte do neoclassicismo, o monetarismo e keynesianismo surgem já com uma visão mais ampla da economia como foco de suas reflexões e debates. O monetarismo apresenta a importância de fatores monetários juntamente com os reais para o crescimento da economia, e passa a se distanciar da economia neoclássica, que vê a moeda apenas como um meio de troca, não dando tanta importância a ela (Brue; Grant, 2016, p. 299). O keynesianismo, por sua vez, se distancia da economia neoclássica ao se preocupar mais com uma ênfase macroeconômica, demonstrar maior interesse no curto prazo, e propor políticas fiscais e monetárias ativas (Brue; Grant, 2016, p. 418)

Tal perspectiva macroeconômica trazida pelo keynesianismo passa a ganhar mais espaço, e alguns economistas passam a buscar não apenas refletir sobre o crescimento econômico, mas sim sobre o desenvolvimento econômico enquanto um "(...) processo pelo qual uma nação melhora seu padrão de vida durante determinado período." (Brue; Grant, 2016, p. 459). O debate então foca na compreensão dos motivos que fazem com que as nações se desenvolvam de forma distinta. Neste contexto,

duas primeiras contribuições dizem respeito ao que ficou conhecido como Modelo de Crescimento Harrod-Domar. Este modelo foi apresentado inicialmente por Roy F. Harrod no artigo *An essay in Dynamic Theory* (1939), e desenvolvido a partir das contribuições de Evsey D. Domar no artigo *Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment* (1946). De forma geral, o modelo entende que o investimento é o motor do crescimento econômico, mas que ele depende da poupança para existir (Brue; Grant, 2016, p. 460). Entretanto, por mais que aponte essa dependência da poupança para a realização do investimento, traz também o conceito de multiplicador, visto que os autores estariam também associados à escola keynesiana (Brue; Grant, 2016, p. 460).

Vale mencionar também a Teoria do Desenvolvimento Econômico de Schumpeter, que gerou reflexos nos pensamentos posteriores a ela. O autor desenvolveu um raciocínio focado na estrutura organizacional do Estado, que fortalece a propriedade privada, a livre concorrência e a divisão no trabalho, e que ficou conhecida como a teoria da “destruição criadora” (Moricochi; Gonçalves, 1994). Essa visão reforça a necessidade de constante inovação por parte do capitalista, e incentiva a maior liberalização do comércio.

Foi então que Robert M. Solow publicou *A contribution to the Theory of Economic Growth* (1956), onde se propõe a desenvolver um modelo de crescimento econômico de longo prazo que chegasse a um estado de equilíbrio, em contraposição ao modelo de Harrod-Domar. O modelo proposto por Solow demonstrou grande influência, de tal forma que até mesmo N. Gregory Mankiw, David Romer e David N. Weil (1992) vieram a propor uma adaptação da versão de Solow, mas reconhecendo sua aderência à realidade. A conclusão do modelo de Solow seria que diferentes países com estruturas distintas alcançam *steady states*, situações de equilíbrio, diferentes.

Diferentemente da teoria de Harrod-Domar, que sugeria que o caminho para o crescimento de uma economia é inerentemente instável, a teoria de Solow apoiava a visão neoclássica de que a economia se ajusta internamente para obter crescimento equilibrado estável. (Brue; Grant, 2016, p. 462)

Considerando os argumentos descritos em *A contribution to the Theory of Economic Growth*, alguns outros autores passaram a desenvolver visões que também se baseiam no crescimento exógeno, como Cass (1966) e Koopmans (1963), enquanto outros, como Barro (1991), se dedicaram a criticar tal perspectiva, se centrando na noção de que seriam modelos sem aderência empírica, o que é derrubado em Mankiw; Romer; Weil (1992).

O amplo debate em torno do modelo de Solow reflete, portanto, sua grande importância nas discussões acerca do crescimento econômico, de tal forma que grande parte das publicações neoclássicas que se proponham a tratar do tema de crescimento econômico costumam retornar a este modelo. Tendo esta perspectiva em mente, este trabalho se propõe a analisar, à luz da teoria de Solow, a produtividade total dos fatores da economia brasileira de 2003 a 2014. Sendo assim, não serão exploradas a fundo as correntes de pensamento que se sucederam ao modelo. Portanto, a próxima sessão se preocupará em detalhar um pouco mais o trabalho de Solow.

2.2. Revisão Teórica

Robert M. Solow inicia *A contribution to the Theory of Economic Growth* apresentando brevemente o que seria a premissa principal do modelo de Harrod-Domar que seria responsável por justificar a falta de equilíbrio estável que a visão apresenta. Para o autor, a necessidade de assumir a impossibilidade da substituição do trabalho por capital no modelo seria responsável pela conclusão da falta de equilíbrio estável (Solow, 1956, p. 65). Tendo esta perspectiva em mente, Solow se propõe a criar um modelo de longo prazo que aceite todas as outras premissas do modelo de Harrod-Domar, mas que relaxe esta. A partir de tal abordagem, o autor “(...) mostrou que as mudanças automáticas no uso relativo do capital e do trabalho permitem que a economia atinja um ponto de crescimento estável.” (Brue; Grant, 2016, p. 465).

The bulk of this paper is devoted to a model of long-run growth with accepts all the Harrod-Domar assumptions except that of fixed proportions. Instead I suppose that the single composite commodity is produced by labour and capital under the standard neoclassical conditions. (Solow, 1956, p. 66)

A partir de então o autor começa a desenvolver seu modelo, de tal forma que, ao utilizar o ferramental neoclássico de que todo fator de produção é usado pela função de produção para gerar o produto final, traz ao leitor diferentes análises, considerando diferentes funções de produção para as quais seria possível resolver o problema proposto (Solow, 1956, p. 73). Tendo em vista uma interpretação mais simples da função Cobb-Douglas, assim como a noção de que tal função foi mais encontrada nas outras literaturas lidas, o presente trabalho se preocupará em seguir com as

análises tomando como referência apenas tal abordagem. Sendo assim, considere a seguinte função de produção:

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

Em que Y_t representa o produto da economia no período t , K o estoque líquido de capital no período t e L a quantidade de trabalhadores disponível na economia no período t . Considere também que α representa a contribuição do capital e $(1 - \alpha)$ a contribuição do trabalho na renda (Sillva Filho, 2001, p. 11). Este é o primeiro caso discutido no artigo de Solow, entretanto ele parte do pressuposto de que não há mudanças tecnológicas ou outros aspectos que possam afetar a produtividade dos fatores, de tal forma que todo o resultado da produção derivaria da produtividade ou de K ou de L (Solow, 1957, p. 312). Entretanto, é razoável assumir que mudanças tecnológicas afetam a produtividade dos fatores de produção de tal forma que a mesma quantidade de capital e trabalho em cenários tecnológicos distintos geram um produto agregado distinto (Solow, 1956, p. 85). Tendo esta perspectiva em mente, a equação (1) passa a ser expandida para a equação (2):

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)} \quad (2)$$

Nesta nova função de produção, o novo termo A foi introduzido como forma de tentar mensurar os efeitos acumulados dos ganhos tecnológicos com o passar do tempo (Solow, 1957, p. 312). Entretanto, na prática, ele acaba por refletir mais que apenas os ganhos tecnológicos, e por isso é comumente referido na literatura como Produtividade Total dos Fatores (PTF). Como não se pode atribuir somente à tecnologia os ganhos de produtividade, a PTF acaba por refletir todas as mudanças estruturais que contribuam em tal direção, como melhorias educacionais, melhorias de condições de trabalho, ou até mesmo um aumento na jornada de trabalho, mudança na estrutura do mercado, entre outros (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 65). É por isso que Abramovitz faz a afirmação abaixo em seu trabalho no qual analisa os ganhos de produtividade dos Estados Unidos a partir de 1870. Importante destacar que

Abramovitz não possuía o modelo de Solow em mente ao realizar tal afirmação, entretanto, a interpretação pode se estender, pois em ambos os casos o objeto é o conceito de “aumento de produtividade”, de forma geral.

Since we know little about the causes of productivity increase, the indicated importance of this element may be taken to be some sort of measure of our ignorance about the causes of economic growth (...) (Abramovitz, 1956, p. 11)

É importante notar também que a função de produção apresentada em (2) é homogênea de grau 1. Isso significa que o produto da economia, mantendo-se constante a produtividade total dos fatores (PTF), dobra quando a disponibilidade de recursos de capital e trabalho também dobra. Em outras palavras, o aumento dos fatores de produção resulta em um aumento proporcional do produto. No modelo de Solow, esse pressuposto é fundamental, pois permite concluir que, no longo prazo, o crescimento econômico é impulsionado unicamente pela variação da PTF, e não pela quantidade ou proporção dos fatores de produção disponíveis.

Foi a partir do modelo de Solow com o progresso técnico adicionado, com o pressuposto apresentado no parágrafo anterior, que Solow (1957) e Abramovitz (1956) passaram a desenvolver a contabilidade do crescimento com vistas a compreender a influência dos fatores de produção no crescimento de um país (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 67). Para se chegar ao resultado de tal discussão as faz necessário derivar (2) com relação a t , o que leva a (3).

$$Y'(t) = \left[\frac{\partial Y(t)}{\partial A(t)} \right] A'(t) + \left[\frac{\partial Y(t)}{\partial K(t)} \right] K'(t) + \left[\frac{\partial Y(t)}{\partial L(t)} \right] L'(t) \quad (3)$$

De tal forma que, se ambos os lados forem divididos por $Y(t)$, e após algumas manipulações algébricas; se chega no resultado abaixo, no qual o último termo da equação representa o Resíduo de Solow.

$$\frac{Y'(t)}{Y(t)} = \alpha(t) \left[\frac{K'(t)}{K(t)} \right] + (1 - \alpha)(t) \left[\frac{L'(t)}{L(t)} \right] + \left[\frac{A(t)}{Y(t)} \right] \left[\frac{\partial Y(t)}{\partial A(t)} \right] \left[\frac{A'(t)}{A(t)} \right] \quad (4)$$

Sendo assim, esta abordagem permite concluir que a taxa de crescimento do produto da economia seria igual à soma das taxas de crescimento do capital, do trabalho e do conhecimento (resíduo de Solow) (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 68).

Considerando, portanto, o resultado deste último modelo apresentado, este trabalho pretende analisar o comportamento da variação da PTF na economia brasileira no período de 2003 a 2014. Ao final, espera-se compreender melhor o comportamento da variável no período analisado.

2.3. Revisão Empírica

Durante a busca por literatura que tratasse do tema, não foram encontrados materiais que cubram exatamente o mesmo período que este trabalho se propõe a analisar, nem pesquisas que tenham utilizado as mesmas bases de dados que serão empregadas nos próximos passos. Entretanto, alguns esforços diferentes que utilizam como meio a abordagem proposta neste trabalho foram encontrados. No que diz respeito a publicações fora da academia, o artigo “Fechando o hiato de produtividade brasileiro” (Camargo, 2022a) busca justamente motivar o debate por volta da agenda da produtividade no Brasil, com vistas a encontrar formas de fazer com que o país cresça de forma sustentável, como já cresceu antes (Camargo, 2022a). Como instrumento para sua discussão o autor utiliza dados da Penn World Table (PWT) 10.0 (Robert C. Feenstra; Timmer, 2021) e do World Bank Data (The World Bank, 2024), que abrangem os anos de 1960 a 2016.

O artigo de Camargo diverge um pouco da metodologia deste trabalho pelo fato de ele utilizar o modelo de Solow aumentado, como desenvolvido por Mankiw; Romer; Weil (1992), vide equação (5). Tal abordagem incorpora a variável H_t como uma métrica de capital humano, de tal forma que os ganhos de produtividade dados como consequência do aumento deste tipo de capital específico deixam de ser captados pela variável A_t para se refletirem no seu termo específico. Como consequência, espera-se que a PTF encontrada neste trabalho seja maior que aquela apontada por Camargo para o mesmo ano. A conclusão do autor é a de que a educação contribui muito para o aumento da produtividade, de tal forma que deve-se dar maior atenção

a investimentos nesta área em prol de um maior desenvolvimento econômico futuro (Camargo, 2022b).

$$Y_t = A_t H_t^\beta K_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)} \quad (5)$$

No que diz respeito a trabalhos apresentados dentro da academia, Souza; Santos; Cunha, (2020) em sua publicação “Panorama de longo prazo entre crescimento e produtividade no Brasil (1980 - 2014)” se aproximam mais do que se pretende apresentar neste trabalho. Isto é, por mais que utilizem apenas a PWT 9.0 (Robert C. Feenstra, 2016) como fonte de dados para seus cálculos, optam pelo uso do mesmo ferramental disponibilizado pelo modelo de Solow que foi apresentado na seção anterior, e que será utilizado nas discussões. A principal conclusão do artigo é a de que “Em momentos específicos, foi possível observar que um dos principais fatores que influenciaram o crescimento econômico do país foi a produtividade.” (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 82).

Bonelli (2014) também utilizou a mesma metodologia para estimar a PTF, mas considerando os anos de 1981 a 2013 e com os dados fornecidos pelas Contas Nacionais do IBGE (Contas nacionais | IBGE, 2024). Dentre as conclusões do artigo, o autor apresenta que de 1981 a 1992 a PTF variou em média -0,9% ao ano, de 1993 a 2002 a variação foi de 0,6% ao ano e de 2003 a 2013 ela cresceu 1,35% ao ano (Bonelli, 2014 apud Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 71).

Além destes estudos, a literatura empírica apresenta diversos outros que buscam entender a importância do aumento de produtividade para o crescimento econômico, assim como mensurar sua taxa de incremento (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 70). Dentre as bibliografias encontradas, vale agrupar aquelas que incorporam o capital humano em suas estimativas, por trazerem um resultado semelhante, visto que a metodologia foi próxima uma da outra.

Bonelli e Veloso (2012) e Ferreira e Veloso (2013) incorporaram o estoque de capital humano em suas estimativas de tal forma que os resultados de ganhos de produtividade não necessariamente vão ao encontro do apresentado nos trabalhos mencionados anteriormente. No período de 1995 a 2003, Bonelli e Veloso (2012)

encontraram uma variação média de -0,8% ao ano da PTF, enquanto no período de 1993 a 2003 Ferreira e Veloso (2013) apresentam uma variação média de -1,2% ao ano (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 71). Resultados de crescimentos negativos que até então corroboram com o encontrado por Bonelli (2014), como apresentado anteriormente. Entretanto, enquanto Bonelli (2014) apresenta um crescimento médio da PTF de 0,6% ao ano entre 1993 e 2002, Ferreira e Veloso (2013) concluem que no período de 1993-2003 houve uma queda média de -1,2% ao ano do ganho de produtividade, tendo controlado os efeitos do ganho de capital humano (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 71). Por fim, importante destacar que, nas três as abordagens apresentadas, o período do pós 2003 se mostrou de ganhos positivos de produtividade. Isto é, além do já apresentado anteriormente em Bonelli (2014), Bonelli e Veloso (2012) concluem que de 2003 a 2009 houve um crescimento médio de 1,7% ao ano; e Ferreira e Veloso (2013) apresentam como resultado um crescimento médio de 1,5% ao ano da PTF no período de 2003 a 2013 (Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 72).

Por fim vale mencionar o trabalho de Ellery Jr (2014), que traz ao leitor justamente uma comparação entre os dois métodos ao apresentar o crescimento da PTF no período de 1970 a 2011 com e sem o ajuste por capital humano (Ellery Jr, 2014 apud Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 71). Considerando todo o espaço de tempo analisado pelo artigo, o autor concluiu que, sem o ajuste com o capital, houve um crescimento médio da PTF de 0,72% ao ano, enquanto que, ao incorporar o capital humano, esta taxa cai para um valor negativo de -0,24% ao ano, em média (Ellery Jr, 2014 apud Souza; Santos; Cunha, 2020, p. 71).

Em geral o que se nota da literatura é que a inserção da variável de capital humano no processo de estimativa da PTF faz com que a taxa de crescimento do termo A seja menor no período após os anos 2000, enquanto as estimativas que não consideram o termo H_t apresentam um resultado de particular crescimento para o mesmo período. Sendo assim, considerando a literatura apresentada, espera-se que este trabalho encontre uma PTF com crescimento positivo dentro do período analisado, e com uma intensidade maior daquele crescimento apresentado pelos trabalhos que incorporam o capital humano em seu processo de estimação.

3. Metodologia e Discussão

3.1. Origem dos dados

Para a coleta e manipulação dos dados deste trabalho foi utilizado o software R (R Core Team, 2024) juntamente com o ambiente de desenvolvimento integrado RStudio (RStudio Team, 2020), com o auxílio do pacote `ipeadatar` (Gomes, 2022), que visa facilitar o acesso ao conteúdo disponibilizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (Ipeadata, 2024). Além dos dados disponibilizados pelo IPEA, foram consultados os sites oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Contas nacionais | IBGE, 2024), seu Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) (Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2024), e seu portal de notícias (Home | Agência de Notícias, 2024).

Uma vez com as bases devidamente carregadas no ambiente de trabalho, foram utilizados os pacotes `dplyr` (Wickham *et al.*, 2023) e `data.table` (Barrett *et al.*, 2024) para realizar as manipulações necessárias. Com os dados prontos, o pacote `ggplot2` (Wickham, 2016) foi utilizado para montagem dos gráficos, com o auxílio do pacote `ggrepel` (Slowikowski, 2024).

A informação da variação percentual anual do PIB foi coletada a partir dos resultados publicados no relatório “Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volume e Valores Correntes” (Indicadores IBGE: Contas Nacionais Trimestrais, 2015, p. 19), tendo sido alterado apenas o valor do crescimento do ano de 2013 para 2014 de acordo com a revisão publicada pela Agência de Notícias IBGE no dia 17/11/2016 (2016). Sendo assim, chega-se à seguinte série:

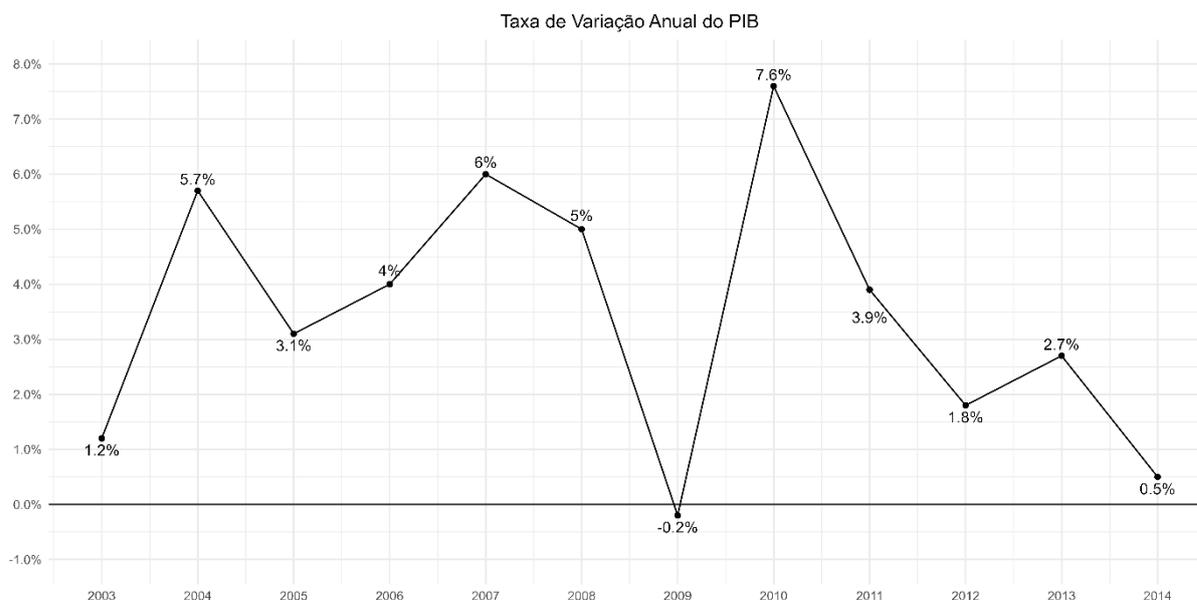


Gráfico 1 – Taxa de Variação Anual do PIB

Fonte: IBGE, elaboração própria

Com relação à variável de trabalhadores, optou-se por coletar os dados da tabela 1926 do SIDRA (Tabela 1926: Pessoas de 5 anos ou mais de idade, ocupadas, por período de referência, atividade do trabalho principal, sexo e grupos de idade, 2024), filtrando apenas indivíduos de 15 a 59 anos, de tal forma que será utilizada a informação da quantidade de trabalhadores que de fato estava empregada na economia, e não serão incluídos aqueles que estariam apenas disponíveis. Importante destacar que pela realização do censo demográfico em 2010, a tabela 1926 não traz a informação necessária para o referido ano, de tal forma que foi calculada uma média geométrica considerando os anos vizinhos para se chegar à estimativa de 2010. Uma vez com os dados coletados, foi calculada a variação anual da quantidade de pessoas dividindo a quantidade de pessoas no ano de referência pela quantidade do ano anterior e subtraindo-se 1 ao resultado, o que retorna a seguinte série:

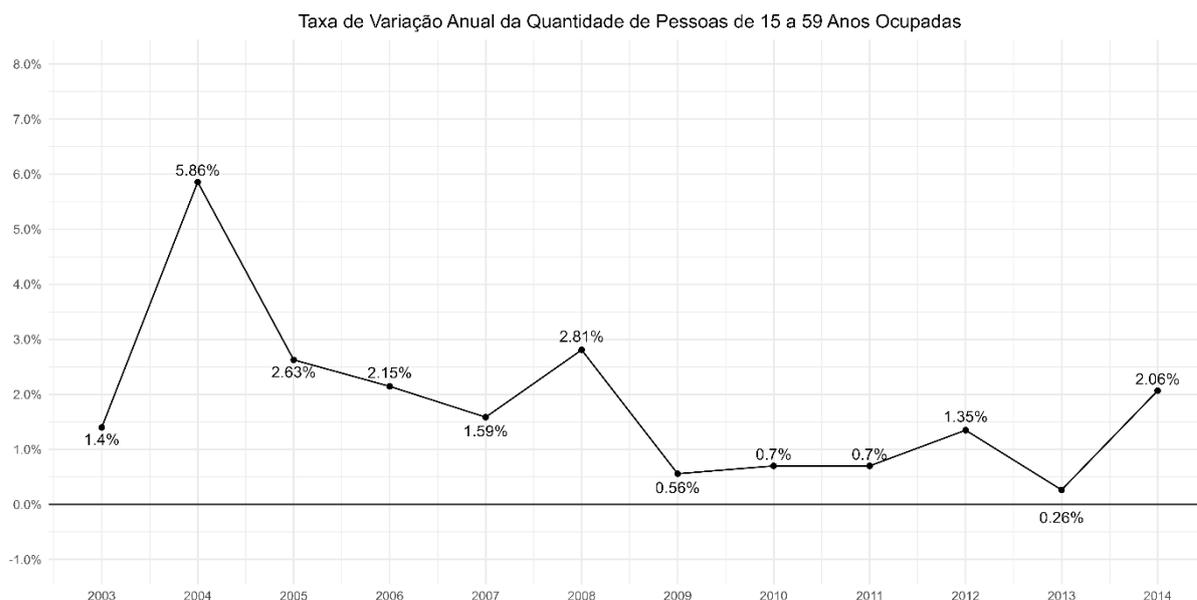


Gráfico 2 – Taxa de Variação Anual da Quantidade de Pessoas de 15 a 59 Anos Ocupadas

Fonte: IBGE, elaboração própria

Por fim, com relação à variável de estoque de capital líquido disponível optou-se pela construção a partir da agregação das séries disponibilizadas pelo IPEA, que trazem os estoques líquidos de capitais produtivos, segundo a Tabela 1, visto que eles seriam os que de fato impactam na produtividade do país.

Código	Descrição
<i>DIMAC_ECFLIQMAQE</i>	Estoque líquido de capital fixo - máquinas e equipamentos (preços 2010)
<i>DIMAC_ECFLIQCONSTNRESINF</i>	Estoque líquido de capital fixo - construção não residencial - infraestrutura (preços 2010)
<i>DIMAC_ECFLIQCONSTNRESDE</i>	Estoque líquido de capital fixo - construção não residencial – demais estruturas (preços 2010)

Tabela 1 – Variáveis de Estoque Líquido de Capital Produtivo

Fonte: IPEA, elaboração própria.

Uma vez coletados os dados, o cálculo da variação anual foi realizado da mesma forma que o da quantidade de trabalhadores de 15 a 59 anos em atividade, chegando-se ao seguinte resultado:

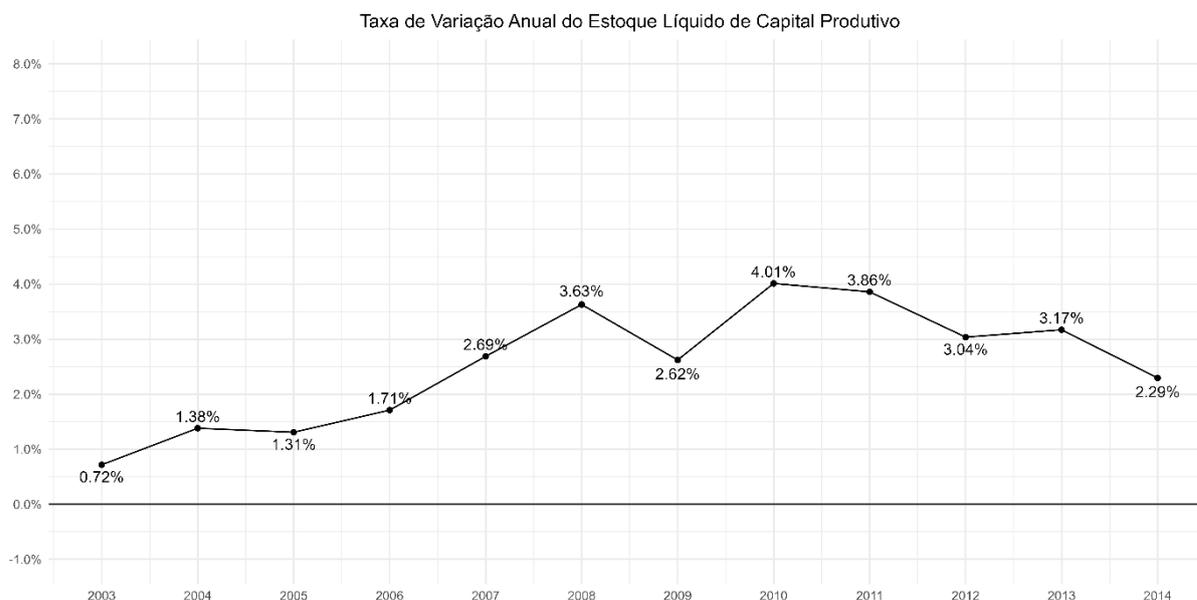


Gráfico 3 – Taxa de Variação Anual do Estoque Líquido de Capital Produtivo

Fonte: IBGE, elaboração própria

Restam, portanto, os valores de α e do resíduo de Solow. Sabendo que o objetivo deste trabalho é justamente o de encontrar a taxa de variação da PTF e buscar sua relação com o crescimento econômico brasileiro no período proposto, tem-se que será necessário partir de algum valor pré-definido de α . Com vistas a simplificar o processo, optou-se por utilizar o mesmo α que Silva Filho, isto é: $\alpha = 0,51$ (Silva Filho, 2001, p. 18).

3.2. Resultados

Para o cálculo da produtividade total dos fatores foram seguidos os passos apresentados na sessão (2.1), de acordo com a equação (4). É importante notar que alguns pesquisadores, como Silva Filho (2001), optam por associar o produto no período t com o estoque de capital no período $t - 1$ sob o argumento de que "(...) o investimento demora algum tempo até produzir aumento na capacidade instalada" (Silva Filho, 2001, p. 12), de tal forma que isto alteraria a lógica apresentada, sendo que o crescimento do produto precisaria ser associado ao crescimento passado do

capital. Entretanto, considerando que a maior parte dos trabalhos consultados o associa com o mesmo período, optou-se por manter tal abordagem, refletindo exatamente o apresentado em (4). Sendo assim, realizando os cálculos de acordo com os dados apontados chega-se na seguinte série de variação da PTF:

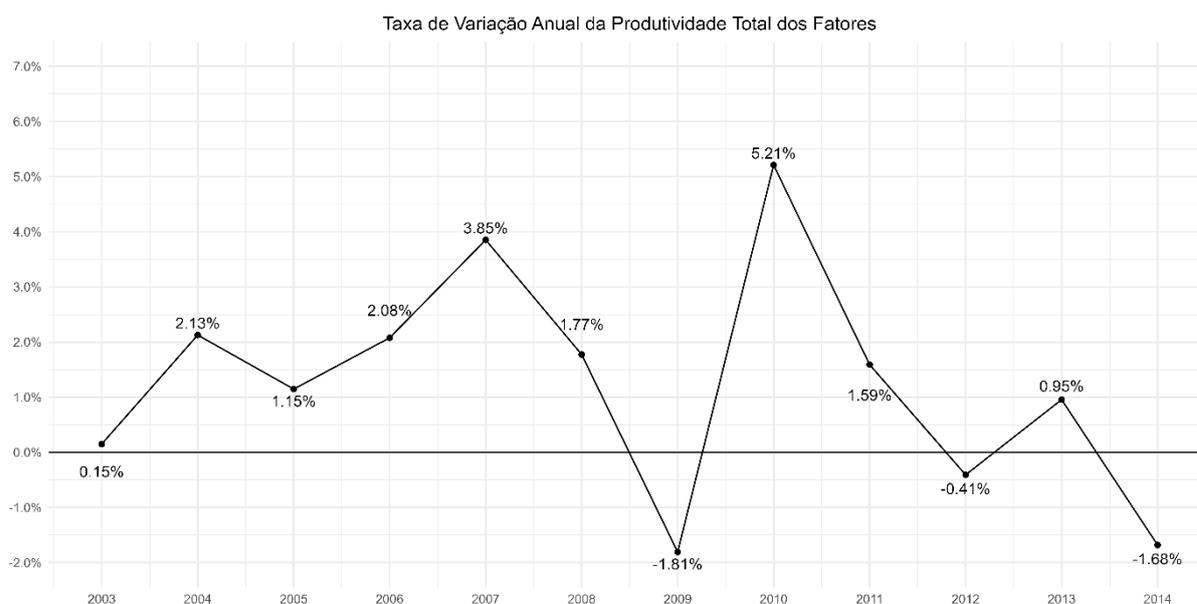


Gráfico 4 – Taxa de Variação Anual da Produtividade Total dos Fatores

Fonte: Resultados da Pesquisa, elaboração própria

A primeira observação que salta aos olhos ao analisar o resultado diz respeito à sua similaridade das tendências quando comparado com as tendências apresentadas pela variação anual do PIB. Considerando que o modelo utilizado trata da PTF como um resíduo, de tal forma a não separar o termo em suas contribuições particulares, e sem variação no termo α , tem-se que este resultado apresenta uma baixa variação da contribuição do capital e do trabalho na variação do produto da economia, o que era de se esperar, dado os passos seguidos durante o cálculo.

Além disso, o cálculo reflete um período inicial de 2003 a 2008 com intenso aumento da produtividade total dos fatores brasileira. Segundo De Nigri e Cavalcante (2014, p. 17), o bom desempenho da economia nesta época se deu em parte por um cenário internacional favorável que estava demandando muitas *commodities* como reflexo do crescimento chinês, de tal forma que seus preços internacionais subiram, impulsionando o crescimento brasileiro. Um reflexo imediato de tal contexto é a

redução das restrições externas que o Brasil viveu durante parte do século XX, visto que o acesso a bens de outros países passou a se tornar mais fácil com a maior entrada de divisas (De Negri; Cavalcante, 2014, p. 17).

Entretanto, como o crescimento estava sendo impulsionado justamente pela demanda externa de bens primários, a pauta de exportação brasileira foi se resumindo cada vez mais a este tipo de bem, o que prejudicou a indústria de transformação principalmente durante o ciclo de alta das *commodities* (2009 - 2013) (De Negri; Cavalcante, 2014, p. 18). Isto explicaria a queda da taxa de crescimento da Produtividade Total dos Fatores a partir de 2010. Importante destacar também que os reflexos da queda de demanda internacional causada pela crise de 2008 podem ter demorado um pouco mais para se refletir na taxa de variação da PTF também pela alta demanda interna brasileira, causada por um aumento do poder aquisitivo médio da população, como reflexo da expansão de programas sociais e políticas de valorização do salário mínimo, aumento do crédito e incentivos ao consumo proporcionados por medidas do governo pós crise de 2008 (De Negri; Cavalcante, 2014, p. 18).

Ao analisar o investimento, porém, diferente do que se espera quando se nota um aumento da produtividade como o apresentado, observa-se que a taxa não variou muito no período, iniciando a década de 2000 com 17% do PIB e terminando com 18% do PIB (De Negri; Cavalcante, 2014, p. 20). Este resultado sugere que uma parcela significativa do aumento da produtividade do período fosse resultado de um maior uso da capacidade ociosa da economia, gerando ganhos de escala (De Negri; Cavalcante, 2014, p. 21). No período após a crise de 2008 as políticas brasileiras com vistas a incentivar o investimento acabaram não funcionando como o esperado, de tal forma que o hiato entre o que o país conseguia produzir e a demanda doméstica ia aumentando cada vez mais, fazendo com que a importação aumentasse, prejudicando ainda mais o crescimento da produtividade nacional (De Negri; Cavalcante, 2014, p. 24).

Ou seja, considerando os resultados encontrados, assim como as contribuições de De Negri e Cavalcante (2014), nota-se que um grande problema enfrentado pelo Brasil no processo de aumento de sua produtividade relaciona-se com sua taxa de investimento. Isto é, tendo em mente um modelo que não contempla o capital humano. Além disso é importante notar que, considerando apenas o contexto do período analisado, políticas domésticas não aparentam ser suficientemente eficientes como medidas de incentivar o investimento necessário, de tal forma que o capital

internacional e a demanda internacional acabam se mostrando como saídas para alterar a situação da taxa de investimento doméstica.

4. Conclusão

Este estudo analisou a evolução da Produtividade Total dos Fatores (PTF) no Brasil entre 2003 e 2014. Durante esse período, a dinâmica da taxa de variação da produtividade brasileira foi caracterizada por um crescimento significativo até aproximadamente 2010, seguido por um declínio até se alcançar um patamar negativo. Uma hipótese levantada pela literatura revela que o aumento inicial da produtividade pode ser atribuído, em parte, ao uso mais eficiente da capacidade ociosa e a um cenário internacional favorável, com a alta demanda por commodities.

Na seção de revisão teórica, foi explorado o surgimento e a evolução das teorias de crescimento econômico, com ênfase no modelo de Solow. Esta seção destacou como o modelo de Solow incorporou a variável de progresso tecnológico para explicar o crescimento econômico a longo prazo, diferindo do modelo de Harrod-Domar em diversos aspectos. Na revisão empírica foram apresentados estudos que aplicaram o modelo de Solow em diferentes contextos, comparando os resultados com as descobertas deste trabalho, o que ajudou a contextualizar os achados e a validar a metodologia empregada.

Na seção de metodologia e discussão, foi detalhado o processo de coleta e análise dos dados, utilizando o software R e pacotes específicos para manipulação e visualização dos dados. Os resultados mostraram uma taxa de crescimento significativa da PTF até 2010, seguida de um declínio que se acentuou após a crise de 2008 mas se intensificou apenas a partir de 2011, refletindo as limitações das políticas internas de incentivo ao investimento, e a dependência doméstica do mercado externo.

Como já mencionado na introdução, a principal contribuição deste trabalho foi fornecer uma análise replicável da dinâmica da produtividade no Brasil, destacando a importância da PTF como um indicador relevante para a melhor compreensão do desenvolvimento econômico. Ao disponibilizar de forma clara as fontes dos dados e os passos metodológicos, espera-se que futuras pesquisas possam expandir e refinar esta análise, incorporando, por exemplo, a variável de capital humano de forma explícita.

Referências

ABRAMOVITZ, Moses. Resource and Output Trends in the United States Since 1870. **The American Economic Review**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 5–23, 1956.

BARRETT, Tyson *et al.* **data.table: Extension of `data.frame`**. [S. l.: s. n.], 2024. manual. Disponível em: <https://r-datatable.com>. .

BARRO, Robert J. Economic Growth in a Cross Section of Countries. **The Quarterly Journal of Economics**, [s. l.], v. 106, n. 2, p. 407–443, 1991.

BONELLI, Regis. Produtividade e armadilha do lento crescimento. *In*: DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, L. R. (org.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. 1. ed. Brasília: IPEA:ABDI, 2014. v. 1, p. 111–142.

BONELLI, Regis; VELOSO, Fernando. Rio de Janeiro: crescimento econômico e mudança estrutural. *In*: PINHEIRO, Armando Castelar; VELOSO, Fernando (org.). **Rio de Janeiro: um estado em transição**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2012.

BRUE, Stanley L.; GRANT, Randy R. **História do Pensamento Econômico**. 2ª edição-2ª edição-Tradução da 8ª edição norte-americanaed. [S. l.]: Editora Cengage, 2016.

CAMARGO, Felipe. Fechando o hiato de produtividade brasileiro (parte 1). *In*: MEDIUM. 23 maio 2022a. Disponível em: <https://flcamargo90.medium.com/fechando-o-hiato-de-produtividade-brasileiro-parte-1-fa9b35a1cc81>. Acesso em: 30 jun. 2024.

CAMARGO, Felipe. Fechando o hiato de produtividade brasileiro (parte 2). *In*: MEDIUM. 20 maio 2022b. Disponível em: <https://flcamargo90.medium.com/fechando-o-hiato-de-produtividade-brasileiro-parte-2-4089c7c32f90>. Acesso em: 30 jun. 2024.

CASS, David. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation: A Turnpike Theorem. **Econometrica : journal of the Econometric Society**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 833–850, 1966.

CONTAS NACIONAIS | IBGE. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html>. Acesso em: 1 jul. 2024.

DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Os Dilemas e os desafios da produtividade no Brasil. *In*: PRODUTIVIDADE NO BRASIL: DESEMPENHO E DETERMINANTES. Brasília: ABDI: IPEA, 2014. p. 1–28. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9944>.

DOMAR, Evsey D. Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. **Econometrica : journal of the Econometric Society**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 137–147, 1946.

ELLERY JR, Roberto. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. *In*: DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Roberto (org.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: IPEA:ABDI, 2014. v. 1, p. 53–86.

FERREIRA, Pedro C.; VELOSO, Fernando. O desenvolvimento econômico brasileiro no pós guerra. In: VELOSO, Fernando *et al.* (org.). **Desenvolvimento Econômico: uma perspectiva brasileira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 129–165.

GOMES, Luiz Eduardo S. **ipeadatar: API wrapper for ipeadata**. [S. l.: s. n.], 2022. manual. Disponível em: <https://github.com/gomesleduardo/ipeadatar>. .

HARROD, R. F. An Essay in Dynamic Theory. **The Economic Journal**, [s. l.], v. 49, n. 193, p. 14–33, 1939.

HOME | AGÊNCIA DE NOTÍCIAS. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-home.html>. Acesso em: 3 jul. 2024.

INDICADORES IBGE: CONTAS NACIONAIS TRIMESTRAIS. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2014/pib-vol-val_201404caderno.pdf. Acesso em: 1 jul. 2024.

IPEADATA. [S. l.], 2024. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 11 jun. 2024.

KOOPMANS, Tjalling. On the Concept of Optimal Economic Growth. **Cowles Foundation Discussion Papers**, [s. l.], 1963.

KUHN, Thomas S. **A Estrutura das revoluções científicas**. 13ª edição. Sao Paulo: Perspectiva, 2017.

MANKIW; ROMER, David; WEIL, David. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. **Quarterly Journal of Economics**, [s. l.], v. 107, n. May, p. 407–437, 1992.

MORICOCCHI, L.; GONÇALVES, J. S. Teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter: Uma revisão crítica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 8, p. 27–35, 1994.

OLIVEIRA, Flávio dos Santos. Bases do nacionalismo econômico em Friedrich List. **Análise Econômica**, [s. l.], v. 35, 2017. Disponível em: Acesso em: 17 dez. 2023.

PIB CRESCE 0,5% EM 2014 CHEGA A R\$ 5,8 TRILHÕES | AGÊNCIA DE NOTÍCIAS. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/9470-pib-cresce-0-5-em-2014-chega-a-r-5-8-trilhoes>. Acesso em: 3 jul. 2024.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2024. manual. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. .

RICARDO, David. **On the principles of political economy and taxation**. London: John Murray, 1817. Disponível em: <https://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html>.

ROBERT C. FEENSTRA, Robert Inklaar. Penn World Table 9.0. Groningen Growth and Development Centre, , 2016. Disponível em: <https://www.rug.nl/ggd/productivity/pwt/pwt-releases/pwt9.0>. Acesso em: 30 jun. 2024.

ROBERT C. FEENSTRA, Robert Inklaar; TIMMER, Marcel P. **Penn world table version 10.0**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>.

RSTUDIO TEAM. **RStudio: Integrated development environment for R**. Boston, MA: RStudio, PBC., 2020. manual. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>.

SILLVA FILHO, Tito Nícias Teixeira da. **Estimando o produto potencial brasileiro: Uma abordagem de função de produção**. [S. l.]: Central Bank of Brazil, Research Department, 2001. Working Papers Series. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/bcb/wpaper/17.html>.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SLOWIKOWSKI, Kamil. **ggrepel: Automatically position non-overlapping text labels with ggplot2**. [S. l.: s. n.], 2024. manual. Disponível em: <https://ggrepel.slowkow.com/>.

SMITH, Adam. **Uma investigação sobre a natureza e as causas da riqueza das nações**. Londres: W. Strahan and T. Cadell, 1776.

SOLOW, Robert M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, [s. l.], v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.

SOLOW, Robert M. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 312–320, 1957.

SOUZA, Thais Andreia Araujo de; SANTOS, Helis Cristina Zanuto Andrade; CUNHA, Marina Silva da. Panorama de longo prazo entre crescimento E produtividade no brasil (1980-2014). **Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 63–85, 2020.

TABELA 1926: PESSOAS DE 5 ANOS OU MAIS DE IDADE, OCUPADAS, POR PERÍODO DE REFERÊNCIA, ATIVIDADE DO TRABALHO PRINCIPAL, SEXO E GRUPOS DE IDADE. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1926>. Acesso em: 3 jul. 2024.

THE WORLD BANK. **World Bank Open Data**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: <https://data.worldbank.org/>.

WICKHAM, Hadley *et al.* **dplyr: A grammar of data manipulation**. [S. l.: s. n.], 2023. manual. Disponível em: <https://dplyr.tidyverse.org/>.

WICKHAM, Hadley. **ggplot2: Elegant graphics for data analysis**. [S. l.]: Springer-Verlag New York, 2016. Disponível em: <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Apêndices

Restante da página intencionalmente deixado em branco.
Apêndices nas páginas seguintes

Apêndice A – Código em R para gerar os dados utilizados

```

# Dados de variação do PIB corrigidos de acordo com a notícia indicada no
texto.
df_delta_pib <- data.frame(
  ano = c(2002:2014),
  delta_pib = c(3.1, 1.2, 5.7, 3.1, 4.0, 6.0, 5.0, -0.2, 7.6, 3.9, 1.8,
2.7, 0.5) / 100)

# Quantidade de pessoas coletada da tabela 1926 do Sidra, filtrando ape-
nas indivíduos entre 15 e 59 anos
# Para o ano de 2010 foi inserida a média geométrica dos anos vizinhos
df_delta_pea <- data.frame(
  ano = c(2002:2014),
  pop = 1000 * c(72831, 73849, 78174, 80227, 81948, 83247, 85584, 86061,
NA, 87269, 88446, 88679, 90510)
) |>
dplyr::mutate(pop = dplyr::case_when(ano == 2010 ~ round((
  dplyr::lag(pop, order_by = ano) * dplyr::lead(pop, order_by = ano)
) ^ 0.5),
TRUE ~ pop)) |>
dplyr::mutate(delta_pea = ((pop / dplyr::lag(pop, order_by = ano)) -
1)) |>
dplyr::select(ano, delta_pea)

# Por fim, para o estoque de K, foram utilizados os dados coletados pelo
pacote IPEADATAR
df_delta_estoque_k <- data.table::rbindlist(list(
  dplyr::mutate(ipeadatar::ipeadata("DIMAC_ECFLIQCONSTNRESDE"),
  indicador = 'Construção não residencial - demais estrutu-
ras (preços 2010)'),
  dplyr::mutate(ipeadatar::ipeadata("DIMAC_ECFLIQCONSTNRESINF"),
  indicador = 'Construção não residencial - infraestrutura
(preços 2010)'),
  dplyr::mutate(ipeadatar::ipeadata("DIMAC_ECFLIQMAQE"),
  indicador = 'Máquinas e equipamentos (preços 2010)')
)) |>
dplyr::filter(lubridate::year(date) %in% c(2001:2014)) |>
dplyr::group_by(date) |>
dplyr::summarise(value = sum(value, na.rm = TRUE)) |>
dplyr::mutate(ano = lubridate::year(date),
  delta_estoque_k = ((value / dplyr::lag(value, order_by =
ano)) - 1)) |>
dplyr::select(ano, delta_estoque_k)

alpha <- 0.51

df_final <- df_delta_pib |>
dplyr::left_join(df_delta_pea,
  by = 'ano') |>
dplyr::left_join(df_delta_estoque_k,
  by = 'ano') |>
dplyr::mutate(
delta_ptf = delta_pib - (alpha * delta_estoque_k) - ((1 - alpha) *
delta_pea)) |>
dplyr::filter(!is.na(delta_pea))

```

Apêndice B – Dados Utilizados

ano	delta_pib	delta_pea	delta_estoque_k	delta_ptf
2003	1,2%	1,397756449863370%	0,716707705249964%	0,149578409889465%
2004	5,7%	5,856545112323790%	1,380556852008110%	2,126208900437210%
2005	3,1%	2,626192851843330%	1,307342199440860%	1,146420980881930%
2006	4,0%	2,145163099704580%	1,709627083764520%	2,076960268424850%
2007	6,0%	1,585151559525540%	2,686859834022020%	3,852977220481260%
2008	5,0%	2,807308371472850%	3,628701577528810%	1,773781093438610%
2009	-0,2%	0,557347167694888%	2,620899914029010%	-1,809759068325290%
2010	7,6%	0,699381833815549%	4,011753001023030%	5,211308870908630%
2011	3,9%	0,699382359659229%	3,858685855495050%	1,589372857464500%
2012	1,8%	1,348703434209160%	3,035852437210830%	-0,409149425740013%
2013	2,7%	0,263437577731040%	3,169217325222350%	0,954614751048392%
2014	0,5%	2,064750391862780%	2,294409767685960%	-1,681876673532600%

Apêndice C – Código em R para gerar o gráfico 1

```

gdeltapib <- df_final |>
  ggplot2::ggplot(ggplot2::aes(
    x = ano,
    y = delta_pib,
    label = paste0((round(100 * delta_pib, 2)), "%")
  )) +
  ggplot2::geom_hline(yintercept = 0,
                      linewidth = 0.75,
                      alpha = 0.75) +
  ggplot2::geom_line() +
  ggplot2::geom_point() +
  ggrepel::geom_text_repel(
    seed = 1,
    direction = "y",
    min.segment.length = Inf,
    nudge_y = dplyr::case_when(
      df_final$ano %in% c(2006) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2008) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2009) ~ -0.001,
      df_final$ano %in% c(2011) ~ -0.005,
      df_final$ano %in% c(2014) ~ -0.001,
      TRUE ~ 0
    )
  ) +
  ggplot2::scale_y_continuous(
    labels = scales::percent,
    n.breaks = 10,
    limits = c(-0.01, 0.08)
  ) +
  ggplot2::scale_x_continuous(breaks = seq(2003, 2014, 1)) +
  ggplot2::labs(title = "Taxa de Variação Anual do PIB", x = NULL,
                y = NULL) +
  ggplot2::theme_minimal() +
  ggplot2::theme(
    plot.title = ggplot2::element_text(hjust = 0.5),
    axis.text.x = ggplot2::element_text(hjust = 0.5)
  )

ggplot2::ggsave(
  filename = "gdeltapib.png",
  plot = gdeltapib,
  units = 'cm',
  width = 30,
  height = 15,
  dpi = 600
)

```

Apêndice D – Código em R para gerar o gráfico 2

```

gdeltapea <- df_final |>
  ggplot2::ggplot(ggplot2::aes(
    x = ano,
    y = delta_pea,
    label = paste0((round(100 * delta_pea, 2)), "%")
  )) +
  ggplot2::geom_hline(yintercept = 0,
                      linewidth = 0.75,
                      alpha = 0.75) +
  ggplot2::geom_line() +
  ggplot2::geom_point() +
  ggrepel::geom_text_repel(
    seed = 1,
    direction = "y",
    min.segment.length = Inf,
    nudge_y = dplyr::case_when(
      df_final$ano %in% c(2006) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2007) ~ -0.0025,
      df_final$ano %in% c(2008) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2009) ~ -0.0025,
      df_final$ano %in% c(2012) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2013) ~ -0.005,
      TRUE ~ 0
    )
  ) +
  ggplot2::scale_y_continuous(
    labels = scales::percent,
    n.breaks = 10,
    limits = c(-0.01, 0.08)
  ) +
  ggplot2::scale_x_continuous(breaks = seq(2003, 2014, 1)) +
  ggplot2::labs(title = "Taxa de Variação Anual da Quantidade de Pessoas
de 15 a 59 Anos Ocupadas", x = NULL, y = NULL) +
  ggplot2::theme_minimal() +
  ggplot2::theme(
    plot.title = ggplot2::element_text(hjust = 0.5),
    axis.text.x = ggplot2::element_text(hjust = 0.5)
  )

ggplot2::ggsave(
  filename = "gdeltapea.png",
  plot = gdeltapea,
  units = 'cm',
  width = 30,
  height = 15,
  dpi = 600
)

```

Apêndice E – Código em R para gerar o gráfico 3

```

gdeltak <- df_final |>
  ggplot2::ggplot(ggplot2::aes(
    x = ano,
    y = delta_estoque_k,
    label = paste0((round(
      100 * delta_estoque_k, 2
    )), "%")
  )) +
  ggplot2::geom_hline(yintercept = 0,
    linewidth = 0.75,
    alpha = 0.75) +
  ggplot2::geom_line() +
  ggplot2::geom_point() +
  ggrepel::geom_text_repel(
    seed = 1,
    direction = "y",
    min.segment.length = Inf,
    nudge_y = dplyr::case_when(
      df_final$ano %in% c(2008) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2009) ~ -0.0025,
      df_final$ano %in% c(2014) ~ -0.0025,
      TRUE ~ 0
    )
  ) +
  ggplot2::scale_y_continuous(
    labels = scales::percent,
    n.breaks = 10,
    limits = c(-0.01, 0.08)
  ) +
  ggplot2::scale_x_continuous(breaks = seq(2003, 2014, 1)) +
  ggplot2::labs(title = "Taxa de Variação Anual do Estoque Líquido de Ca-
    pital Produtivo", x = NULL, y = NULL) +
  ggplot2::theme_minimal() +
  ggplot2::theme(
    plot.title = ggplot2::element_text(hjust = 0.5),
    axis.text.x = ggplot2::element_text(hjust = 0.5)
  )

ggplot2::ggsave(
  filename = "gdeltak.png",
  plot = gdeltak,
  units = 'cm',
  width = 30,
  height = 15,
  dpi = 600
)

```

Apêndice F – Código em R para gerar o gráfico 4

```

gdeltaptf <- df_final |>
  ggplot2::ggplot(ggplot2::aes(
    x = ano,
    y = delta_ptf,
    label = paste0((round(100 * delta_ptf, 2)), "%")
  )) +
  ggplot2::geom_hline(yintercept = 0,
                      linewidth = 0.75,
                      alpha = 0.75) +
  ggplot2::geom_line() +
  ggplot2::geom_point() +
  ggrepel::geom_text_repel(
    seed = 1,
    direction = "y",
    min.segment.length = Inf,
    nudge_y = dplyr::case_when(
      df_final$ano %in% c(2003) ~ -0.005,
      df_final$ano %in% c(2006) ~ 0.005,
      df_final$ano %in% c(2008) ~ 0.0055,
      df_final$ano %in% c(2009) ~ -0.00125,
      df_final$ano %in% c(2011) ~ -0.0055,
      df_final$ano %in% c(2012) ~ -0.0025,
      df_final$ano %in% c(2013) ~ 0.0025,
      df_final$ano %in% c(2014) ~ -0.0025,
      TRUE ~ 0
    )
  ) +
  ggplot2::scale_y_continuous(
    labels = scales::percent,
    n.breaks = 10,
    limits = c(-0.02, 0.07)
  ) +
  ggplot2::scale_x_continuous(breaks = seq(2003, 2014, 1)) +
  ggplot2::labs(title = "Taxa de Variação Anual da Produtividade Total
dos Fatores", x = NULL, y = NULL) +
  ggplot2::theme_minimal() +
  ggplot2::theme(
    plot.title = ggplot2::element_text(hjust = 0.5),
    axis.text.x = ggplot2::element_text(hjust = 0.5)
  )
)

ggplot2::ggsave(
  filename = "gdeltaptf.png",
  plot = gdeltaptf,
  units = 'cm',
  width = 30,
  height = 15,
  dpi = 600
)

```