

## REVISITANDO A TESE DOS COEFICIENTES DECRESCENTES: UMA ANÁLISE PARA O BRASIL, 2000 A 2018

Henrique Morrone<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente artigo investiga a hipótese dos coeficientes decrescentes para o Brasil entre 2000 e 2018. Empregamos testes estatísticos aplicados por Obstlom (1992) e Aroche-Reyes (1995), para encontrar o padrão de mudança técnica no Brasil. Usamos as tabelas de insumo-produto estimadas de Passoni e Freitas (2020) em nossas análises. Os resultados sugerem a diminuição dos coeficientes técnicos diretos de Leontief no país. A economia brasileira apresentou uma elevação da produtividade dos insumos no período supracitado.

**Palavras-chaves:** Mudança estrutural; Entrada-saída; Brasil.

### REVISITING THE DECREASING COEFFICIENTS THESIS: AN ANALYSIS FOR BRAZIL, 2000 TO 2018

**ABSTRACT:** This article investigates the declining coefficient hypothesis to Brazil between 2000 and 2018. It employs statistical tests applied by Obstlom (1992) and Aroche-Reyes (1995), to find the pattern of technical change in Brazil. We used the estimated input-output tables from Passoni and Freitas (2020) in our analysis. The results suggest the decrease in Leontief's direct technical coefficients. The Brazilian economy presented a rise in the productivity of inputs in the aforementioned period.

**Keywords:** Structural change; Input-output; Brazil.

Data da submissão: 23-11-2021

Data do aceite: 28-03-2022

### INTRODUÇÃO

Uma questão importante em economia consiste em verificar como os coeficientes técnicos evoluem ao longo do tempo. As alterações dos coeficientes técnicos diretos de Leontief são impulsionadas principalmente por mudanças técnicas. Normalmente esses coeficientes podem ser alterados por diferenças de preços relativos, mudanças no mix de atividades que compõem um determinado setor (Schumann, 1990), invenção de novos produtos, aumento de insumos importados (ou vice-versa) e problemas de medição da contabilidade nacional (Miller e Blair, 2009). Apesar desses vários fatores que podem desempenhar um papel secundário, a mudança técnica é a chave para explicar as mudanças na matriz do coeficiente técnico de Leontief (Carter, 1970; Forsell, 1972; Skolka, 1989; Aroche-Reyes, 1995). A mudança nos coeficientes técnicos pode capturar o processo de mudança técnica no nível mesoeconômico de análise, servindo como um indicador adequado para analisar a evolução da tecnologia em um determinado território.

Os modelos multissetoriais podem lançar luz nos processos de mudança estrutural e técnica. Leontief (1953), Rasmussen (1956), Chenery e Watanabe (1958) são os pioneiros nessa linha de pesquisa. Carter (1970), Forsell (1989), Craven (1983) e mais recentemente Obstlom (1992) e Aroche-Reyes (1995, 2006) são alguns dos estudos que abordam a questão da tendência das mudanças dos coeficientes técnicos (os coeficientes de matriz "A" de entrada direta de Leontief) durante o crescimento das economias.

O método de insumo-produto, desenvolvido por Leontief, foi crucial para o estudo da estrutura produtiva das economias. Este considera a mudança estrutural como um resultado de alterações na matriz de coeficientes técnicos. O trabalho seminal de Leontief aplicado à economia americana de 1919 a 1939, permitiu a abertura de novas frentes de pesquisas (Leontief, 1953). Outros estudos enfatizaram aspectos quantitativos e qualitativos da estrutura produtiva de um dado sistema econômico. Estes tentaram averiguar os principais elos intersetoriais da economia (por exemplo, Chenery e Watanabe, 1958).

<sup>1</sup> Doutor em Economia, University of Utah (USA). Professor dos cursos de Economia e Relações Internacionais e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGE/UFRGS).

No presente artigo estamos interessados em averiguar se há uma tendência declinante das variações das matrizes de coeficientes técnicos (A) no sistema Leontief para o Brasil. Economias que apresentam coeficientes técnicos declinantes ao longo do tempo são um indicativo de aumento de eficiência das firmas e de aumento da produtividade dos insumos produtivos. Ou seja, as firmas podem produzir as mesmas quantidades com a utilização de menos insumos produtivos, sendo algo positivo para o crescimento das economias. Craven (1983) demonstra matematicamente que encontrar coeficientes declinantes é uma condição necessária à manutenção do vigor econômico ao longo do tempo. Nesse sentido, Obstlom (1992) e Aroche-Reyes (1995) tentaram estimar e acessar as mudanças desses coeficientes, encontrando resultados que confirmam a tese de Craven (1983).

Neste artigo, utilizamos testes estatísticos paramétricos e não paramétricos para investigar a hipótese de coeficientes decrescentes para o Brasil de 2000 a 2018. Usamos as matrizes de coeficientes técnicos de Leontief em nossos cálculos. As matrizes para os anos de 2000, 2010 e 2018 estimadas em Passoni e Freitas (2020) serviram com base de dados para nossas análises. Há uma vasta literatura sobre mudança estrutural no Brasil. Alguns dos trabalhos relevantes nesta área focaram nas fontes de crescimento do emprego setorial, podendo-se citar os trabalhos de Kupfer e Freitas (2004), Berni (2006), Sesso Filho et al. (2010), Souza-Filho et al. (2016) e Perobelli et al. (2016). Contudo, é notória a carência de estudos aplicados ao Brasil sobre a hipótese de coeficientes declinantes e seus desdobramentos em termos de mudança técnica e evolução tecnológica a nível setorial. O processo de mudança estrutural e técnica está fortemente atrelado. O presente estudo visa contribuir para o preenchimento desta lacuna.

O presente artigo está estruturado da seguinte forma. Na seção 2, apresentamos um breve panorama do desempenho econômico brasileiro entre 2000 e 2018 e uma breve revisão da literatura. O método e os dados são apresentados na seção 3. A seção 4 apresenta e analisa os resultados. A seção 5 destina-se às conclusões.

## **2. A ECONOMIA BRASILEIRA NO PERÍODO 2000-2018**

### **2.1 A PERFORMANCE BRASILEIRA: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO**

A economia brasileira cresceu substancialmente durante os anos 2000. A economia cresceu de 2004 a 2010 (o PIB per capita cresceu 2,8% ao ano), mesmo após os efeitos da grande recessão de 2008. No entanto, apesar de recuperar parte do seu dinamismo, o país cresceu mais lentamente do que em 1950-1973 (Nações Unidas, 2010).

O cenário externo até 2008 foi bastante favorável ao desempenho econômico nacional. A economia global cresceu substancialmente, impulsionada por dois países asiáticos: China e Índia. Estes apresentaram taxas de crescimento robustas. Como resultado desse processo, o Brasil se beneficiou do aumento das exportações e do boom das commodities nos anos 2000. O país tornou-se menos propenso a crises externas, recebendo um volume expressivo de investimento estrangeiro direto. Quando a grande recessão de 2007/2008 se anunciou, o país detinha um substancial montante de reservas internacionais e, portanto, existia espaço à implementação de políticas anticíclicas.

Uma característica da expansão econômica foi a expansão do mercado interno, abarcando três medidas centrais. Em primeiro lugar, o governo fomentou um plano para melhorar a infraestrutura e promover o desenvolvimento econômico. O objetivo do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) foi resgatar o papel do Estado no planejamento e coordenação dos investimentos públicos.

Em segundo lugar, o governo efetuou políticas redistributivas a fim de estimular tanto o consumo quanto aumentar o nível de atividade econômica. Além da implementação do Bolsa Família, ocorreram reajustes reais do salário mínimo. Logo, houve uma melhora considerável na distribuição de renda nacional.

Em terceiro lugar, o aumento da oferta de crédito foi importante para estimular a demand, sendo os bancos estatais os principais promotores deste processo. O valor do crédito em relação ao PIB cresceu substancialmente entre 2000 e 2014 (Morrone, 2015; Marquetti et al., 2017). No período, foram implementadas diversas políticas de estímulo à indústria nacional como, por exemplo, o Plano Brasil Maior. Contudo, estas políticas não conseguiram reverter o processo de desindustrialização nacional. Na esteira desse processo de crescimento econômico puxado pela expansão do mercado interno, houve um aumento da formalização no mercado de trabalho. O crescimento do emprego formal contribuiu à estabilidade política e social (Morrone, 2015).

Apesar do crescimento alcançado pelo país, a sobrevalorização cambial prejudicou a a atividade indústria. Para manter a economia crescendo, o governo promoveu cortes de impostos para setores selecionados e incentivou aglomerações produtivas. O modelo de desenvolvimento mostrou seu limite em 2014 e a partir daí a economia iniciou sua fase de desaceleração. O Brasil ingressou em uma profunda crise política e econômica em 2015.

Entre 2015 e 2020, o país apresentou um desempenho econômico pífio. A agenda neoliberal foi enfatizada no governo Temer, e posteriormente intensificada com o governo Bolsonaro. O governo atual têm sido incapaz de promover uma retomada do nível de atividade econômica. A pandemia do Corona vírus em 2020 está prejudicando ainda mais a economia e não há sinais de uma retomada robusta da economia nacional.

Os aspectos nacionais e internacionais, expostos acima, afetaram a performance econômica do país com desdobramentos em termos de mudança estrutural e mudança técnica. Estas últimas apresentam um *feedback* importante no nível de atividade econômica. Logo, observa-se um processo de retroalimentação, sendo os processos de mudança estrutural, mudança técnica, implementação de políticas macro e mesoeconômicas e performance econômica altamente relacionados. A performance econômica setorial pode ser visualizada na Tabela 1. Nela, observa-se a queda da produtividade industrial no Brasil.

**Tabela 1.** Estatísticas brasileiras setoriais, 2000-2015.

<b>Produtividade (Número índice)</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
Agricultura	100	117.78	143.91	138.84
Industria	100	96.79	106.05	94.64
Serviços	100	98.25	107.01	98.16
Total	100	100.11	113.38	101.15

Fonte: elaboração do autor com base na Tabela de Recursos e Usos e Passoni (2020).

## 2.2 REVISÃO DA LITERATURA

Um sistema econômico pode evoluir de acordo com duas tendências (Aroche-Reyes, 2006): (1) uma diminuição nos coeficientes técnicos (que expressa uma necessidade decrescente de insumos - ou seja, um aumento na produtividade dos insumos, resultado de uma eficiência ganho nas linhas de produção) e (2) aumento nos coeficientes técnicos (que indica aumento da interdependência setorial e/ ou aumento da divisão intersetorial do trabalho (Berni, 1999; Miller e Blair, 2009). Nesse caso, ganhos na produtividade estão concentrados em fatores produtivos (ou seja, fatores não produzidos, como trabalho e capital) (Aroche-Reyes 1995; 2006). Este pode ser um caso típico de um aumento na integração vertical.

Carter (1970) estimou a mudança nos coeficientes para os EUA no período 1939-1961. Ele constatou que os insumos intermediários tendem a aumentar nesse período, diminuindo os requisitos de insumos não produzidos (mão-de-obra e capital). O aumento da produtividade da economia está concentrado nos insumos primários empregados. Nesse sentido, ele argumentou que, à medida que a economia se desenvolve, a divisão do trabalho se intensifica, aumentando a complexidade estrutural da economia. Em outras palavras, a especialização produtiva engendra um incremento nas transações intermediárias e nos coeficientes técnicos. Para os EUA, os coeficientes de insumo-produto dos setores de energia e transporte aumentaram ao longo do tempo. Urata (1988) encontrou resultados similares para a União Soviética entre 1959 e 1972.

Obstlom (1992) testou a hipótese de coeficientes decrescentes para a Suécia para os anos 1957, 1975 e 1980. Os resultados apontaram uma tendência de declínio nos coeficientes técnicos. Aroche-Reyes (1995) também examinou a mesma hipótese para o México de 1970 a 1980, validando a hipótese de redução dos coeficientes no longo prazo. Esses resultados indicaram uma queda nos coeficientes técnicos.

Do exposto acima, observa-se evidências empíricas diversas sobre o tema da tendência dos coeficientes técnicos nas economias. Ademais, há um número bastante reduzido de estudos que tratam do tema. Nesse sentido, estudar a tendência dos coeficientes técnico no Brasil torna-se central a fim de verificar seus desdobramentos em termos de mudança técnica e evolução da tecnologia.

## 3. METODOLOGIA E BASE DE DADOS

A presente seção apresenta o procedimento para testar a hipótese dos coeficientes decrescente e a base de dados. Primeiro, começaremos pela apresentação da metodologia. Os pioneiros do procedimento

estatístico aplicado às tabelas de insumo-produto são Obstlom (1992) e Aroche-Reyes (1995, 2006). Em seguida, os dados serão apresentados. Utilizamos as tabelas de coeficientes técnicos disponibilizada em Passoni e Freitas (2020) como nossa principal fonte de dados para o Brasil de 2000 a 2018.

### 3.1 METODOLOGIA

O método para examinar essas mudanças é simples. Consiste em separar as mudanças no valor bruto da produção entre dois períodos (períodos hipotéticos "t" e "n") em dois componentes: a alteração das transações intermediárias do modelo de insumo-produto de Leontief e as mudanças da demanda final. Isto pode ser expressado na Equação 1 apresentada abaixo.

$$x_t - x_n = (A_t x_t - A_n x_n) + (y_t - y_n) \quad (1)$$

Sendo:

$x_t$  = vetor coluna do valor bruto da produção no ano  $t$ ;

$x_n$  = vetor coluna do valor bruto da produção no ano  $n$ ;

$A_i$  = matriz de coeficientes técnicos,  $i = t, n$ ;

$y_i$  = vetor coluna de demanda final,  $i = t, n$ .

Há evidências de que o progresso técnico é impulsionado por mudanças na matriz direta de coeficientes técnicos, matriz A de Leontief (Carter, 1970; Forsell, 1972; Skolka, 1989). Nesse sentido, as mudanças na demanda final seriam secundárias, o que representa uma importante crítica empírica para muitos modelos que reivindicam a centralidade da demanda.

Os testes estatísticos são aplicados em duas versões da matriz de coeficientes técnicos "A": uma matriz "A" completa e uma sem a diagonal principal, conforme proposto por Leontief (1953). Eliminar a diagonal principal nos permite enfatizar as relações intersetoriais. Seguimos na presente seção a notação empregada em Aroche-Reyes (1995).

A mudança técnica é mensurada na seguinte equação:

$$D = A_t - A_n = \{d_{ij}\}. \quad (2)$$

O procedimento para a implementação dos testes estatísticos consiste em investigar se a média da diferença entre matrizes (matriz D) é significativamente diferente de zero. Na versão de leontief, na qual eliminamos a diagonal principal, testamos se a média de  $\Delta$  ( $\Delta = A_t - A_n = \{\delta_{ij}\}$ ) para  $i \neq j$ , caso contrário  $\delta_{ij} = 0$  (para  $i = j$ ). Nesse sentido, a hipótese nula indica que a média da matriz de diferenças (em ambas as versões) é zero, enquanto a hipótese alternativa sugere que a mesma é diferente de zero. Detalhes adicionais do modelo estatístico são apresentados abaixo.

$$d_{ij} = s + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

$$\delta_{ij} = \sigma + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

Sendo  $\varepsilon_{ij}$  o erro estatístico que segue as suposições clássicas. Testamos se a média das diferenças é igual a zero ( $s=0$ ) ou não ( $s \neq 0$ ) em termos estatísticos. Em outras palavras, nosso teste de hipóteses é:

$$H_0: s = 0$$

$$H_1: s \neq 0.$$

No contexto da economia brasileira, analisamos se a média é diferente de zero no período 2000-2018 e seus subperíodos (2000-2010 e 2010-2018). O primeiro subperíodo inclui o denominado "Milagrinho" de 2006 a 2010 (Carvalho, 2018), enquanto o segundo inclui um contexto mais turbulento com crises profundas. Abaixo mostramos as matrizes de diferenças para cada subperíodo a ser analisado na próxima seção:

$$D1 = A_{2010} - A_{2000}$$

$$D2 = A_{2018} - A_{2010}$$

$$D3 = A_{2018} - A_{2000}.$$

De forma análoga, este procedimento também foi aplicado para a versão de Leontief (sem a diagonal principal),  $\Delta$ .

De posse das matrizes de diferenças para o período 2000-2018 e seus subperíodos, os testes estatísticos para verificar se a média das diferenças entre os anos é estatisticamente significativa a 5% podem ser implementados.

### 3.1.1 Testes estatísticos

Três testes são efetuados: o conhecido teste paramétrico "t" (utilizando a aproximação normal para amostras grandes) e dois testes não paramétricos: o teste de sinal de Fisher e o teste de ordem de sinal de Wilcoxon (Em Inglês, Wilcoxon signed rank test). Os testes paramétricos assumem que os dados seguem uma distribuição normal e que há independência da distribuição. Neste caso, os erros seguem uma distribuição normal com média zero e variância constante. Este teste é aplicado sobre a média dos dados.

Os testes não paramétricos permitem à aplicação de suposições menos restritivas sobre os erros. São testes livres de distribuição e se concentram na mediana. Os testes não paramétricos são menos eficientes que os paramétricos, mas os primeiros são menos restritivos. Testes similares foram aplicados por Ostblom (1992) e Aroche-Reyes (1995). Os testes estatísticos servem para verificar a validade da tese dos coeficientes técnicos decrescentes. Ou seja, os mesmos são aplicados para averiguar se em média há uma tendência declinante significativa estatisticamente dos coeficientes técnicos. Dado que os testes aplicados são de estatística básica e podem ser encontrados em qualquer manual, optou-se por não apresentá-los. Para uma revisão dos testes e uma apresentação mais aprofundada, vide Hoffmann (1988).

### 3.2 DADOS BRUTOS

O conjunto de dados das matrizes estimadas de insumo-produto para os anos 2000, 2010 e 2018 foram retirados de Passoni e Freitas (2020). A justificativa para a utilização de matrizes estimadas se deve a mudança metodológica no Sistema de Contas Nacionais ocorrida em 2010, o que dificulta as comparações com os anos anteriores.

Devido a mudança metodológica ocorrida em 2010, as tabelas oficiais de insumo-produto para anos anteriores e posteriores a 2010 não podem ser comparadas entre si. Por exemplo, a matriz oficial de insumo-produto para 2005 (referência SCN 2000) segue o Sistema de Contas Nacionais de 1993 (SNA-93), enquanto a matriz de 2015 (referência 2010) utiliza o SNA-2008.

Para contornar esse problema, empregamos as matrizes estimadas pelo procedimento proposto por Passoni e Freitas (2020). Eles demonstram a superioridade do método de estimação (gera menos vies nas estimações) quando comparado ao procedimento de Guilhoto e Sesso (2005). As matrizes de coeficientes técnicos domésticos contém 42 atividades. A atividade de serviços domésticos foi excluída, pois a mesma é imputada nas contas nacionais. As matrizes finais contém 42 setores, possuem um total de 1.764 coeficientes técnicos. A Tabela 2 apresenta as atividades da matriz de insumo-produto.

Após a coleta e organização das matrizes de insumo-produto estimadas, podemos aplicar os testes estatísticos paramétricos e não paramétricos a fim de averiguar a validade da hipótese dos coeficientes técnicos decrescentes. O software econométrico Eviews VII foi utilizado em nossas estimações.

## 4. RESULTADOS

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos testes estatísticos para o período 2000-2018 e seus subperíodos (2000-2010 e 2010-2018). A Tabela 3 mostra as estimativas para as matrizes padrão "A", que incluem a diagonal principal. A Tabela 4 reporta os resultados das matrizes, conforme o sugerido por Leontief (1953), ou seja, líquidos da diagonal principal. Conforme o mencionado, esta tabela exhibe os resultados apenas das relações interindustriais.

**Tabela 2.** Atividades produtivas da matriz Brasileira de insumo-produto estimada.

Códigos	Atividades produtivas
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal, pecuária e pesca
2	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio
3	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração
4	Outros da indústria extrativa
5	Alimentos e Bebidas
6	Fabricação de produtos do fumo
7	Fabricação de produtos têxteis
8	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios
9	Fabricação de calçados e de artefatos de couro
10	Fabricação de produtos da madeira
11	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
12	Impressão e reprodução de gravações
13	Refino de petróleo e coquerias
14	Fabricação de biocombustíveis
15	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
16	Produtos farmacêuticos
17	Perfumaria higiene e limpeza
18	Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos
19	Artigos de borracha e plástico
20	Cimento e outros produtos de minerais não-metálicos
21	Fabricação de aço e derivados
22	Metalurgia de metais não-ferrosos
23	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
24	Máquinas e equipamentos e móveis e produtos das indústrias diversas
25	Eletrodomésticos e material eletrônico
26	Automóveis camionetas caminhões e ônibus
27	Peças e acessórios para veículos automotores
28	Outros equipamentos de transporte
29	Produção e distribuição de eletricidade gás água esgoto e limpeza urbana
30	Construção civil
31	Comércio
32	Transporte armazenagem e correio
33	Serviços de alojamento e alimentação
34	Serviços de informação
35	Intermediação financeira seguros e previdência complementar e serviços relacionados
36	Atividades imobiliárias e aluguéis
37	Serviços prestados às empresas e às famílias e serviços de manutenção
38	Administração pública, defesa e seguridade social
39	Educação pública
40	Educação privada
41	Saúde pública
42	Saúde privada

Fonte: Elaboração do autor.

A análise da Tabela 3 indica resultados conflitantes para o Brasil no período supramencionado. O teste paramétrico indica que a hipótese nula (a média das matrizes de diferença é igual a zero) não pode ser rejeitada para o período 2000-2018. Isto demonstra a estabilidade dos coeficientes ao longo do tempo. Geralmente, esse teste é mais eficiente do que os testes não paramétricos, embora os últimos sejam menos restritivo do que o primeiro. No entanto, o teste paramétrico assume que os dados seguem uma distribuição normal, uma hipótese que é rejeitada quando analisamos a estatística Jarque Bera (para normalidade) no apêndice. Nesse caso, o teste não paramétrico é mais adequado e enfatiza a mediana da distribuição.

**Tabela 3.** Testes estatísticos (paramétricos e não paramétricos) para as matrizes de diferença do Brasil.

	D1=A2010-A2000	D2=A2018-A2010	D3=A2018-A2000
Mean d	-0,000214	-0,0000728	-0,000287
t value (parametric)	-1,372244	-0,508545	-1,402186
H0: d = 0; $\alpha = 0.05$	Não rejeita H0	Não rejeita H0	Não rejeita H0
Sign test (normal approximation)			
t value (nonparametric)	8,357143	13,16667	14,83333
H0: d = 0; $\alpha = 0.05$	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0
Wilcoxon signed rank (value)	7,619930	9,932135	12,43082
H0: d = 0; $\alpha = 0.05$	Rejeita H0	Rejeita H0	Rejeita H0

Fonte: Elaboração do autor.

Os testes não paramétricos confirmam a tese dos coeficientes decrescentes para o Brasil. A hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 5%. Resultados similares foram encontrados para os subperíodos. Os resultados corroboraram parcialmente a tese desenvolvida por Craven (1983). Para um país permanecer produtivo, ele deve apresentar coeficientes técnicos decrescentes.

Contudo, esta não é uma condição suficiente para uma país em desenvolvimento. No caso brasileiro, o subperíodo 2010-2018 é marcado por uma perda substancial de complexidade econômica (Gala, 2017; Morrone, 2021). Neste subperíodo, houve uma clara tendência de aumento dos coeficientes de importação.

Os resultados reportados na Tabela 4, para os testes estatísticos que excluem a diagonal principal, confirmam a hipótese dos coeficientes decrescentes para o Brasil. No geral, os coeficientes técnicos diminuem durante o período 2000-2018. Tanto a versão padrão (com diagonal principal) quanto a versão de Leontief (sem a diagonal principal das matrizes) confirmam a hipótese dos coeficientes decrescentes. A exceção é o subperíodo 2010-2018, no qual encontramos coeficientes crescentes para a versão de Leontief. Isto sugere que para esse período específico o decréscimo nos coeficientes se deve a queda dos componentes da diagonal principal, ou seja, desintegração intersetorial ou *outsourcing*.

Os resultados computados, portanto, demonstram a validade da tese dos coeficientes decrescentes para o Brasil. A afirmação de Craven (1983) de que economias produtivas apresentam coeficientes decrescentes parece, pelo menos em parte, válida para o caso brasileiro. No período 2000-2010, o Brasil apresentou um desempenho econômico positivo. A exceção fica por conta do subperíodo 2010-2018, que se caracteriza por dificuldades em manter o dinamismo econômico, principalmente após 2015.

**Tabela 4.** Testes estatísticos (paramétricos e não paramétricos) para as matrizes de diferenças (composição-se a diagonal principal líquida de relações intrasetoriais) para o Brasil.

	$\Delta 1 = A_{2010} - A_{2000}$	$\Delta 2 = A_{2018} - A_{2010}$	$\Delta 3 = A_{2018} - A_{2000}$
Mean $\delta$	-0,000139	7,18e-07	-0,000138
t value (parametric)	-0,948084	0,005790	-0,737499
H0: $\delta = 0$ ; $\alpha = 0.05$	Não rejeita H0	Não Rejeita H0	Não rejeita H0
Sign test (normal approximation)			
t value (nonparametric)	8,169268	13,18168	14,86855
H0: $\delta = 0$ ; $\alpha = 0.05$	Rejeita H0	Rejeita H0	Reject H0
Wilcoxon signed rank (value)	7,365287	10,04982	12,53637
H0: $\delta = 0$ ; $\alpha = 0.05$	Rejeita H0	Rejeita H0	Reject H0

Fonte: Elaboração do autor.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo aplicou testes estatísticos paramétricos e não paramétricos para examinar a tese de diminuição de coeficientes técnicos à economia brasileira de 2000 a 2018. Dois subperíodos foram analisados: 2000-2010 e 2010-2018. A aplicação dos teste permite averiguar os diferentes padrões de evolução de um sistema econômico.

Os resultados encontrados sugerem a validade da hipótese de declínio dos coeficientes técnicos para o Brasil no período 2000-2018 e no subperíodos 2000-2010. Em linha com Carter (1970), Obstlom (1992) e Aroche-Reyes (1995), encontramos resultados que apontam para o aumento da produtividade dos insumos produtivos na economia brasileira. A mudança técnica tem sido direcionada no sentido de produzir mais bem finais com menos insumos intermediários, tornando assim a economia mais produtiva. No subperíodo 2010-2018, encontramos resultados conflitantes. Observamos coeficientes crescentes quando usamos a metodologia proposta por Leontief (excluindo a diagonal principal). Isto pode indicar que períodos de dificuldade e estagnação econômica sejam acompanhados pelo aumento dos coeficientes técnicos para o Brasil.

Desse modo, os resultados confirmam a tese de redução dos coeficientes técnicos para o Brasil. No geral, a economia brasileira apresentou uma performance econômica marcada pelo aumento da produtividade dos insumos.

Uma limitação do presente estudo refere ao tamanho da série temporal de matrizes de insumo-produto. Sugere-se para estudos futuros esforços no sentido de estimar matrizes desagregadas para as décadas de 1970, 1980 e 1990. Isto permitirá uma análise de longo prazo do comportamento da mudança técnica, mostrando a evolução da tecnologia no Brasil.

## REFERENCIAS

- AROCHE-REYES, F. (1995). Cambio técnico y cambio estructural. La hipótesis de coeficientes decrecientes. Pruebas estadísticas con datos para México. **Estudios Económicos**, v. 10, n. 2, p. 147-162.
- AROCHE-REYES, F. (2006). Regímenes de crecimiento, cambio estructural y coeficientes de insumo. **El Trimestre Económico**, v. LXXIII (4), n. 292, p. 881-902.
- ASSA, J. (2016). **The Financialization of GDP and its Implications for Macroeconomic Debates**. Working Paper 10/2016 Department of Economics, The New School for Social Research, p. 1-27.
- BERNI, D. A. (1999). Industrialização e duplo deflacionamento: Uma reavaliação do crescimento dos anos 70. **Revista Nova Economia**, v. 9, n. 1, p. 9-28.
- BERNI, D. (2006). Mudanças no padrão de uso da mão-de-obra no Brasil entre 1949 e 2010. **Nova Economia**, 6(1), 139-172.
- CARTER, A. (1970). **Structural Change in the American Economy**. Cambridge: Harvard University Press.
- CARVALHO, L. **Valsa brasileira: do boom ao caos econômico**. São Paulo: Todavia, 2018. 190p.
- CHENERY, H.; WATANABE, T. (1958). International Comparisons of the Structure of Production. **Econometrica**, v. 26, n. 4, p. 487-521.
- CRAVEN, J. (1983). Input-Output Analysis and Technical Change. **Econometrica**, v. 51, n. 3, p. 585-598.
- FORSELL, O. (1972). Explaining Changes in Input-Output Coefficients in Finland. In A. Carter y A. Brody (Eds.), **Input-Output Techniques**, North Holland.
- FORSELL, O. (1988). Growth and the changes in the structure of the Finish economy in the 1960s and 1970s, in M. CIASCHINI (ED.) **Input-output analysis, current developments**. New York.
- FORSELL, O. (1989). The Input-Output Framework for Analyzing Transmission of Technical Progress between Industries. **Economic Systems Research**, v. 1, n. 4, p. 429-446.
- GALA, P. (2017). **Complexidade Econômica: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações**. Editora Contraponto.
- GUILHOTO, J. J. M., U. A. SESSO (2005). Estimación da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, 1-23.
- HOFFMANN, R. (1998). **Estatística para economistas**. Editora Pioneira. 430p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). CNAE 2.0. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 8 set. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela de Recursos e Usos. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=resultados> />. Acesso em: 8 mar. 2019.
- KUPFER, D.; FREITAS, F. (2004). **Análise estrutural da variação no emprego no Brasil entre 1990 e 2001**. Boletim Conjuntura do IE/UFRJ.
- LEONTIEF, W. (1953). **Studies in the Structure of the American Economy**. Oxford University Press.
- LEONTIEF, W. (1963). The Structure of Development. **Scientific American**, v. 209, p. 148-166.
- LEONTIEF, W. (1986). **Input-Output Economics**. New York, Oxford University Press.
- MARQUETTI, A.; HOFF, C.; and MIEBACH, A. (2017). **Profitability and distribution: the origin of the Brazilian political crisis**. New Left Review. (Forthcoming).
- MAZZUCATO, M. (2018). **The value of everything: making and taking in the global economy**. New York: Hachette Book group. 360p.
- MILLER, R. E., BLAIR, P. D. (1985). **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- MILLER, R.E.; P.D. Blair (2009). **Input-output Analysis: Foundations and Extensions**. New York: Cambridge University Press.

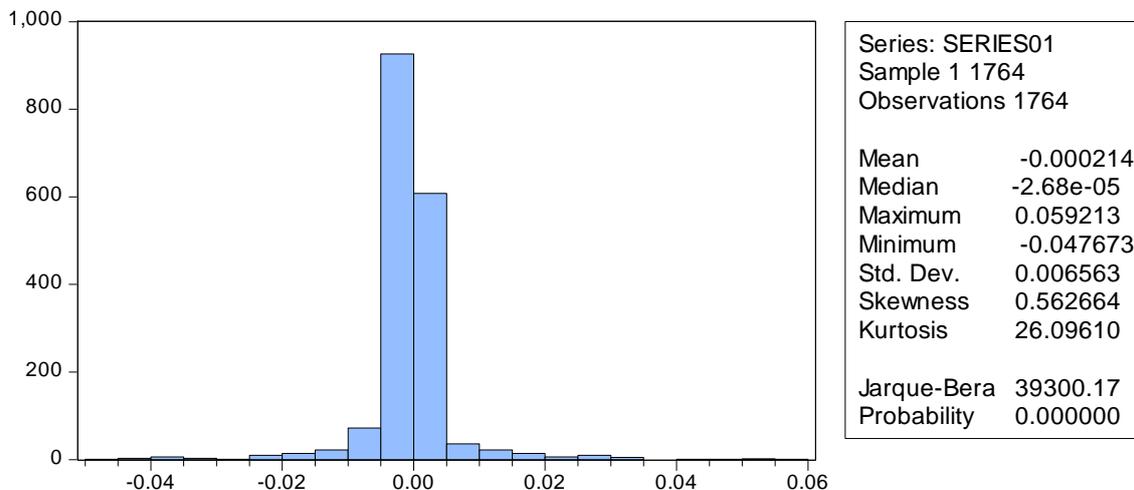
- MORRONE, H. (2015). Assessing the impact of distributive policies on the Brazilian economy using an SCGE model. **Economic Systems Research** (Print), 27, 1-18.
- MORRONE, H. (2021). Qualitative input-output analysis of the Brazilian structural transformation, 2005-2014. **Revista Economia Contemporânea**, v. 25, n. 1, p. 1-23.
- OSTBLOM, G. (1992). Parametric and non-parametric tests on technical change for Sweeden. **Economic Systems Research**, v. 4, n. 3, p. 235-243.
- PASSONI, P.; FREITAS, F. (2020). **Estimação de Matrizes Insumo-Produto anuais para o Brasil no Sistema de Contas Nacionais Referência 2010**. Textos para discussão, IE-UFRJ.
- PEROBELLI, F.; BASTOS, Q.; PEREIRA, M. (2016). Decomposição estrutural do emprego por grau de instrução: uma análise insumo-produto para o período pós-abertura (1990 a 2005). **Nova Economia**, 26(3), 909-942. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/2403>
- RASMUSSEN, P. N. (1956). **Studies in Intersectoral Relations**. Amsterdam: North-Holland.
- SHAIKH, A. M.; TONAK, E. A. (1994). **Measuring the wealth of nations: the political economy of national accounts**. UK: Cambridge University Press. 380 p.
- SIMONOVITS, A. (1975). A Note on the Underestimation and Overestimation of the Leontief Inverse. **Econometrica**, v. 43, n. 3, p. 493-498.
- SCHUMANN, J. (1990). On some basic issues of Input-output economics: Technical structure, prices, imputations, structural decomposition, applied general equilibrium. **Economic Systems Research**, v. 2, n. 3, p. 229-239.
- SESSO, U.; RODRIGUES, R.; MORETTO, A.; BRENE, P.; LOPES, R. (2010). Decomposição estrutural da variação do emprego no Brasil, 1991-2003. **Economia Aplicada**, 14(1), 99-123.
- SKOLKA, J. (1983) Important input coefficients in Austrian input- output tables for 1964 and 1976, in: A. Smyshlyayev (ed.) **Proceedings of the Fourth IIASA Task Force Meeting on the I-O Model** (Laxenburg, IIASA).
- SKOLKA, J. (1989). Input-Output Structural Decomposition Analysis for Austria. **Journal of Policy Modelling**, v. 11, n. 1, p. 45-66.
- SOUZA-FILHO, J.; SANTOS, G.; RIBEIRO, L. (2020). Structural changes in the Brazilian economy 1990-2015. **Economic Systems Research**. DOI: 10.1080/09535314.2020.1802234.
- UNITED NATIONS (2010). **World Economic Situation and Prospects 2010**. UN, New York.
- URATA, S. (1988). Economic Growth and Structural Change in the Soviet Economy, 1959-72. In M. Ciaschini (Ed.): **Input-Output Analysis. Current Developments**. New York: Chapman and Hall.

**Apêndice A: Análise estatística das matrizes de diferença.**

$$D1 = A_{2010} - A_{2000}$$

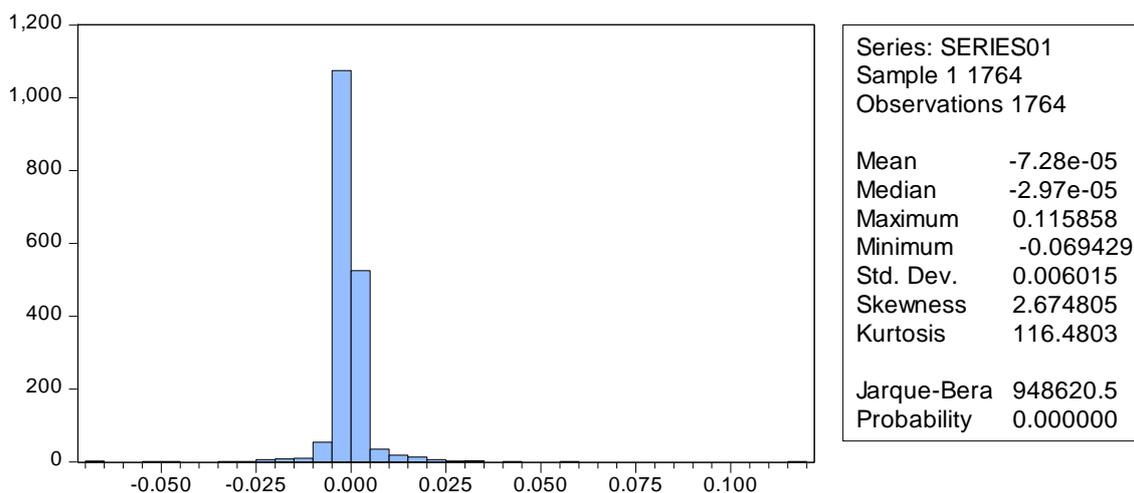
$$D2 = A_{2018} - A_{2010}$$

$$D3 = A_{2018} - A_{2000}.$$



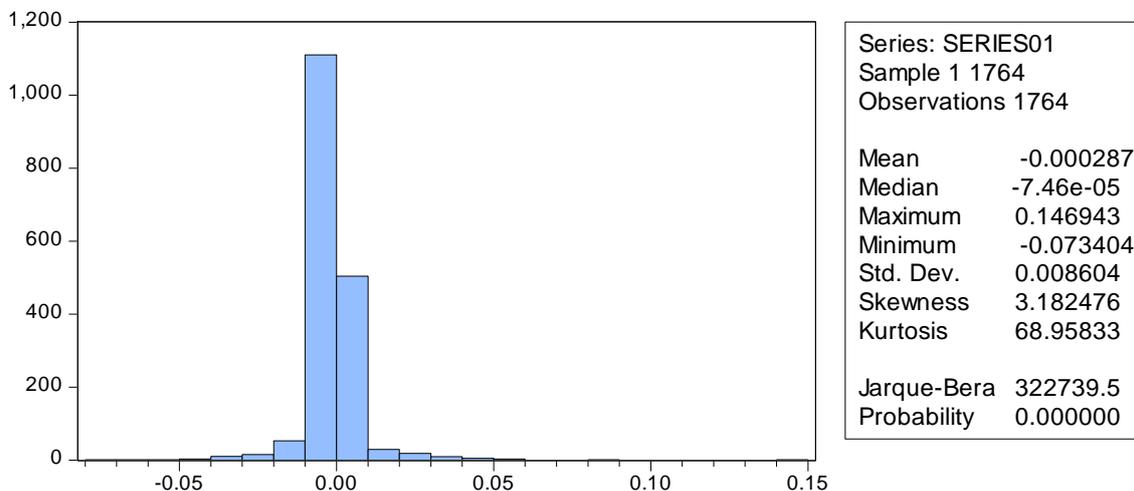
**Figura A1.** Histograma e estatísticas para o Brasil, D1 (2010-2000).

Fonte: Elaboração do autor usando o software Eviews 7.0.



**Figura A2.** Histograma e estatísticas para o Brasil, D2 (2018-2010).

Fonte: Elaboração do autor usando o software Eviews 7.0.



**Figura A3.** Histograma e estatísticas para o Brasil, D3 (2000-2018).

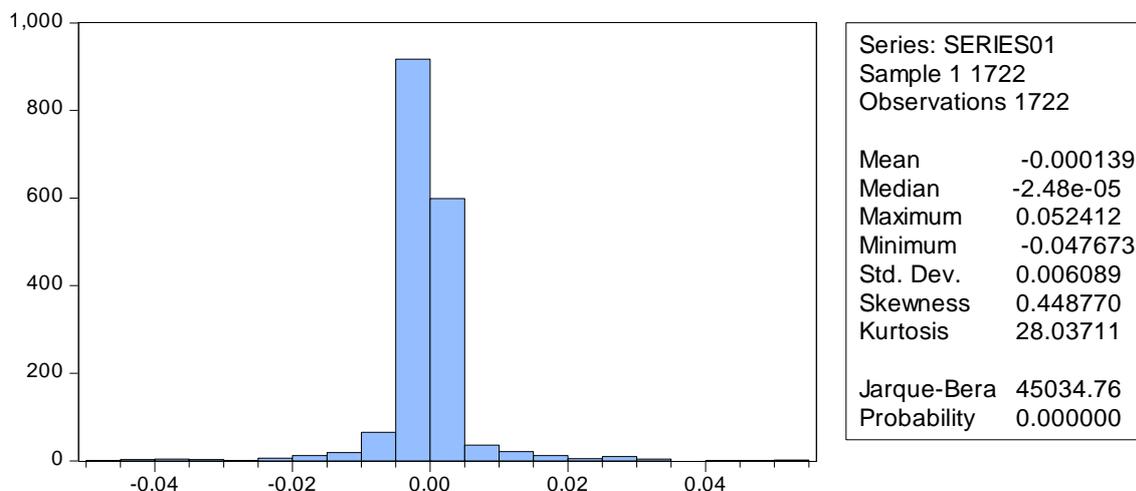
Fonte: Elaboração do autor usando o software Eviews 7.0.

**Análise estatística das matrizes de diferença, versão de Leontief (sem a diagonal principal):**

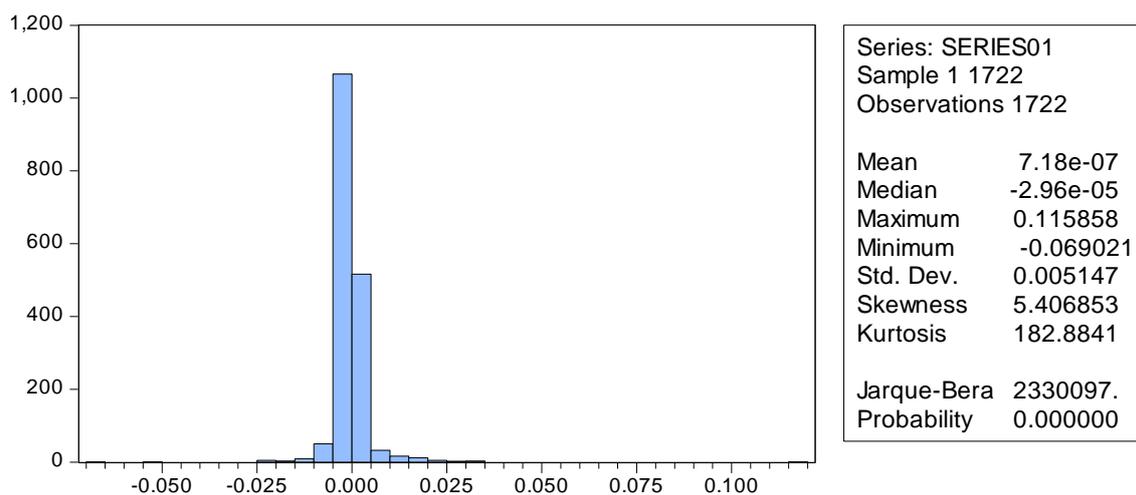
$$\Delta 1 = A_{2010} - A_{2000}$$

$$\Delta 2 = A_{2018} - A_{2010}$$

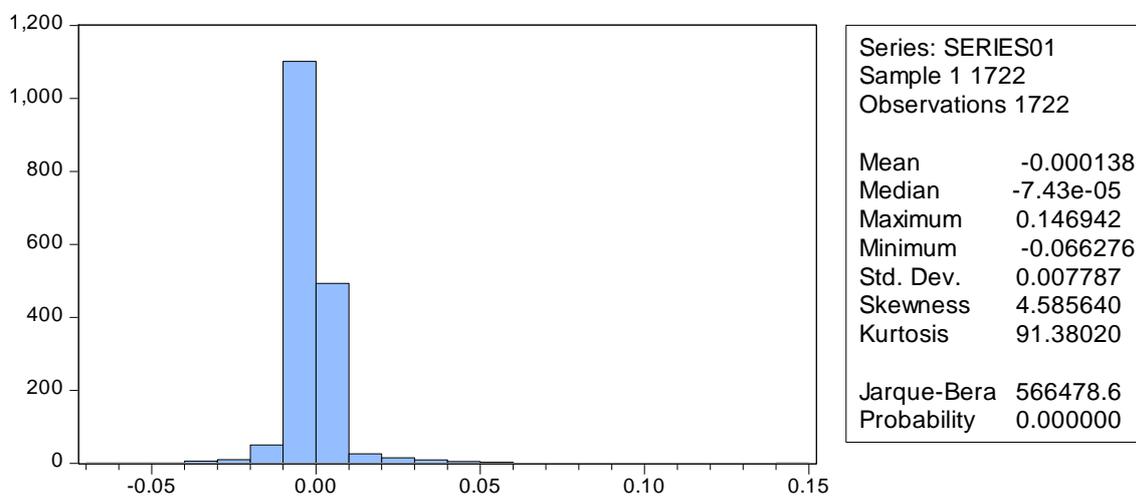
$$\Delta 3 = A_{2018} - A_{2000}.$$


**Figura A4.** Histograma e estatísticas para o Brasil (Var.  $\Delta 1$ ).

Fonte: Elaboração do autor usando o software Eviews 7.0.


**Figura A5.** Histograma e estatísticas para o Brasil (Variável  $\Delta 2$ ).

Fonte: Elaboração do autor usando o software Eviews 7.0.


**Figure A6.** Histograma e estatísticas para o Brasil (Variável  $\Delta 3$ ).

Fonte: Elaboração do autor usando o software Eviews 7.0.