



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA CAEN
MESTRADO EM ECONOMIA

YURI TIMBÓ CASTELO BRANCO

**EVIDÊNCIAS DE CURVA J ASSIMÉTRICA NAS EXPORTAÇÕES LÍQUIDAS
BRASILEIRAS POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA**

FORTALEZA

2024

YURI TIMBÓ CASTELO BRANCO

EVIDÊNCIAS DE CURVA J ASSIMÉTRICA NAS EXPORTAÇÕES LÍQUIDAS
BRASILEIRAS POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Centro de Aperfeiçoamento de Economistas do Nordeste da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C345e Castelo Branco, Yuri Timbó.
Evidências de curva J assimétrica nas exportações líquidas brasileiras por intensidade tecnológica / Yuri Timbó Castelo Branco. – 2023.
53 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda.

1. Taxa de câmbio real. 2. Balança comercial. 3. Intensidade tecnológica. 4. Assimetria. 5. NARDL. I.
Título.

CDD 330

YURI TIMBÓ CASTELO BRANCO

EVIDÊNCIAS DE CURVA J ASSIMÉTRICA NAS EXPORTAÇÕES LÍQUIDAS
BRASILEIRAS POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Centro de Aperfeiçoamento de Economistas do Nordeste da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Economia.

Aprovada em: 16/02/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Antônio Clécio de Brito (membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nicolino Trompieri Neto (membro)
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)/ Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica
do Ceará (IPECE)

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À minha mãe e meus irmãos por sempre me apoiarem.

Aos meus amigos, que sempre se fazem presentes em minha vida, dando-me suporte nos momentos mais importantes.

Aos professores participantes da Banca examinadora pelo tempo, disponibilidade e suas valiosas contribuições.

Ao meu orientador por todos os ensinamentos e sugestões.

RESUMO

O presente estudo buscou verificar a ocorrência de assimetrias na Curva J para as exportações líquidas brasileiras pela classificação de intensidade tecnológica. Para tal, faz-se uso de informações mensais entre janeiro de 2000 e dezembro de 2022 e do modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não Linear (NARDL). Os resultados apontaram para uma não linearidade no longo prazo dos efeitos do câmbio no saldo da balança comercial brasileira em todos os níveis de intensidade tecnológica analisados (Alta, Média-Alta, Média-Baixa e Baixa). Há evidência de Curva J assimétrica em todos os setores, exceto o de Média-Alta intensidade tecnológica, que, por sua vez, apresentou apenas o estágio inicial do fenômeno. Por fim, os resultados para o setor de Alta intensidade tecnológica refutam, em parte, o argumento da presença da “doença holandesa” no Brasil, uma vez que as apreciações cambiais se mostraram mais benéficas para o saldo comercial deste setor do que as depreciações.

Palavras-chave: taxa de câmbio real; balança comercial; intensidade tecnológica; assimetria; NARDL.

JEL: F10; F31; F41.

ABSTRACT

The present study aimed to verify the occurrence of asymmetries in the J-Curve for Brazilian net exports by technological intensity classification. To do so, monthly data between January 2000 and December 2022 were utilized along with the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) model. The results pointed to nonlinearity in the long-term effects of exchange rates on the Brazilian trade balance across all levels of technological intensity analyzed (High, Medium-High, Medium-Low, and Low). There is evidence of asymmetric J-Curve in all sectors, except for the Medium-High technological intensity sector, which only exhibited the initial stage of the phenomenon. Finally, the results for the High technological intensity sector partially refute the "Dutch disease" argument in Brazil, as currency appreciations were shown to be more beneficial for this sector than depreciations.

Keywords: real exchange rate; trade balance; technological intensity; asymmetry; NARDL.

JEL: F10; F31; F41.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exportações Brasileiras por Intensidade Tecnológica FOB (US\$ Milhões) 2000-2022	21
Gráfico 2 - Importações Brasileiras por Intensidade Tecnológica FOB (US\$ Milhões) 2000 – 2022	22
Gráfico 3 - Saldo da Balança Comercial Brasileira por Intensidade Tecnológica FOB (US\$ Milhões) 2000 – 2022.....	23
Gráfico 4 - Participação das categorias de Intensidade Tecnológica nas Exportações Brasileiras (%) 2000-2022	24
Gráfico 5 - Participação das categorias de Intensidade Tecnológica nas Importações Brasileiras (%) 2000-2022	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de produtos da Industria de Transformação segundo Intensidade Tecnológica	25
Quadro 2 - Descrição das variáveis utilizadas	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado para os testes de Raiz Unitária	33
Tabela 2 - Defasagens e Testes de Cointegração	34
Tabela 3 - Resultados da estimação do modelo NARDL.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Curva J	13
2.2 Balança Comercial e Intensidade Tecnológica	18
3 EVOLUÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA 2000 – 2022.....	21
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	25
4.1 Classificação por Intensidade Tecnológica – CIT	25
4.2 Base de dados	26
4.3 Estratégia Econométrica: Modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não Linear (NARDL).....	27
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE A – GRÁFICOS DAS SÉRIES UTILIZADAS	48
APÊNDICE B – TESTES DE DIAGNÓSTICO	50

1 INTRODUÇÃO

Uma melhor compreensão acerca da taxa de câmbio real e das repercussões de suas oscilações em outras diversas variáveis pode ter um papel crucial na condução da política econômica de um país. Segundo Inam & Umobong (2015), uma taxa de câmbio estável é fundamental para a obtenção da estabilidade macroeconômica e do desempenho econômico de qualquer nação inserida na economia mundial.

Um aspecto norteador para a influência da taxa de câmbio na economia é, sem dúvida, o seu impacto na balança comercial. Dito isso, um país irá desvalorizar a sua moeda ou permitirá que ela se desvalorize na expectativa de absorver possíveis efeitos favoráveis no seu saldo de trocas comerciais com o resto do mundo. Contudo, devido a existência de atrasos no ajustamento das exportações e das importações às mudanças nos termos de troca e à existência de contratos, o saldo comercial poderá ainda sofrer uma deterioração e melhorar apenas quando tais atrasos estiverem superados. Este padrão de movimento da balança comercial ao longo do tempo é conhecido na literatura especializada como Curva J (Bahmani-Oskooe; Fariditavana, 2015).

A validade da Curva J ainda está muito interligada ao contexto ou grau de estratificação ao qual estão submetidos os dados utilizados pelo pesquisador. Dessa forma, mesmo que haja evidências empíricas de que o fenômeno não é confirmado em determinada escala, isso não implica que ele não poderá ser observado em outros cenários. Em decorrência disso, a busca por evidências da Curva J em diferentes setores torna-se uma importante ferramenta na inteligência do mecanismo de transmissão das flutuações reais da taxa de câmbio.

As aplicações realizadas para a economia brasileira na perspectiva setorial em geral envolvem a dimensão por fator agregado, Totais, Básicos, Manufaturados e Semimanufaturados (Arruda; Martins, 2020), por classificação de grandes categorias econômicas, bens de capital, bens intermediários, bens duráveis, semiduráveis e não duráveis e combustíveis e lubrificantes (Arruda; Brito; Castelar, 2022) e a dimensão da Agropecuária (Scalco; Carvalho; Campos, 2012).

Um aspecto consensual na moderna teoria econômica é a importância da participação no comércio em setores de alta tecnologia, com importante carga de pesquisa e desenvolvimento, não apenas pelo efeito na atividade econômica e na criação de riqueza, mas pelos efeitos de *learning by doing* e *knowledge spillovers* presentes nos modelos de crescimento econômico (Romer, 1986; Lucas, 1988; Romer, 1990; Young, 1991).

Uma quantidade ainda pequena, porém, crescente, de novos estudos tem trazido à tona a possibilidade da ocorrência da Curva J a depender do nível de intensidade tecnológica no Brasil (Sonaglio *et al.*, 2010; Ramos Filho; Ferreira, 2016; Teixeira; Coronel; Oreiro, 2021). Além das questões supramencionadas, outra motivação para essa análise é a discussão sobre a ocorrência do fenômeno denominado “doença holandesa” no Brasil, um problema que, segundo Mattei e Scaramuzzi (2016), é causado pela abundância de recursos naturais disponíveis em determinado país, onde produtos primários podem ser exportados a uma taxa de câmbio consideravelmente muito apreciada, prejudicando a competitividade de produtos com maior intensidade tecnológica. Ou seja, haveria uma especialização das atividades econômicas para a exportação desses produtos primários.

Um fator que corrobora essa argumentação é que, segundo dados da Secretária de Comercio Exterior (SECEX) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), entre janeiro e setembro de 2023, oito *commodities* responderam por quase dois terços (64,5%) do valor das exportações brasileiras, enquanto, em 2000, a participação era cerca de 26,3% (Lamucci, 2023). De acordo com Chiarini e Gonçalves da Silva (2016), a exportação de bens com maior intensidade de tecnologia pode ser utilizada como indicador de desempenho do desenvolvimento tecnológico e indiretamente da aptidão tecnológica do país exportador. Isso somado ao protagonismo exercido pela taxa de câmbio real nas alterações das exportações e importações, torna, então, vital o estudo da balança comercial na perspectiva da intensidade tecnológica aliado à investigação da Curva J para um melhor entendimento dessa possível concentração das transações de produtos de menor conteúdo tecnológico e da magnitude que os efeitos das oscilações reais no câmbio podem gerar condicionada à categoria de bens comercializados.

Por último, dentro do escopo das investigações sobre a Curva J, tradicionalmente se assumia a linearidade dos efeitos da taxa de câmbio real sobre as exportações líquidas. Em consequência disso, quando a elasticidade desse indicador não apresentava um coeficiente significativo no longo prazo, concluía-se que as alterações dessa variável não possuíam efeitos sobre o saldo comercial, independentemente do tipo de método de cointegração utilizado (Bahmani-Oskooe; Kanitpong, 2017). Recentemente, emergiu uma metodologia capaz de assimilar a possibilidade de não linearidades nos efeitos do câmbio e mensurar simultaneamente os seus coeficientes no curto e no longo prazo, que se trata do modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não Linear (NARDL) proposto por Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014).

Nesta linha, analisa-se a ocorrência de assimetrias nos efeitos da taxa de câmbio sobre as interações comerciais; isto é, a possibilidade de que valorizações e desvalorizações cambiais afetem a conjuntura econômica de forma distinta assimétrica, algo que tem ganhado forte destaque recente na literatura internacional. Em geral, a literatura recente adverte que, ainda que a magnitude da depreciação ou apreciação real do câmbio seja a mesma, ela afeta o saldo comercial de uma economia em diferentes direções e magnitudes. Os trabalhos de Bahmani-Oskooee e Fariditavana (2015), Bahmani-Oskooee e Fariditavana (2016) e Arize, Malindretos e Igwe (2017) fazem uso de arcabouços não lineares para investigar essas assimetrias e observam que os efeitos de valorização são diferentes dos de desvalorização real na taxa de câmbio.

Portanto, o objetivo deste trabalho é investigar evidência de assimetrias na Curva J para a balança comercial brasileira considerando a classificação por intensidade tecnológica. Para tanto, fez-se uso de dados mensais entre janeiro de 2000 e dezembro de 2022 e da metodologia NARDL de Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014), dada a sua eficácia para investigar comportamentos assimétricos. Em virtude da ainda escassa literatura a respeito do fenômeno da Curva J na balança comercial brasileira por nível de intensidade tecnológica, o presente estudo inova ao propor uma investigação de efeitos assimétricos no fenômeno J, exercício ainda não realizado para o Brasil.

Além desta introdução, este trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: na seção 2 é realizada uma revisão da literatura sobre o tema, onde procura-se entender melhor a relação do câmbio com a balança comercial e como isso é associado a intensidade tecnológica. Na terceira seção é feita uma análise da evolução da balança comercial brasileira por intensidade tecnológica entre 2000 e 2022. Na seção 4 estão descritas a forma como foi estruturada a classificação de intensidade tecnológica, a base de dados e a estratégia econométrica a ser empregada. Na seção 5 são expostos os resultados do modelo. Por fim, são tecidas as considerações finais da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Existem diversos trabalhos que abordam a intensidade tecnológica dos bens transacionados com o exterior e a forma como estes bens se comportam frente a oscilações em outras variáveis macroeconômicas, com destaque para a taxa de câmbio real, que, por sua vez, é apontada pela literatura como um relevante determinante do saldo da balança comercial. Dessa forma, é preciso primeiro entender as nuances da relação entre as oscilações reais da taxa de câmbio e a balança comercial, com foco no fenômeno da Curva J e na possível presença de assimetrias para, em seguida, examinar o que a literatura explora no que concerne à balança comercial desagregada por intensidade tecnológica e seus possíveis determinantes para além da taxa de câmbio real. Assim, as duas próximas subseções irão abordar tais pontos.

2.1 Curva J

Mesmo após décadas da sua primeira menção, ainda existem muitos debates a respeito da ocorrência do fenômeno da Curva J, não havendo um consenso sobre sua validade. Em um contexto de deterioração da balança comercial americana no começo dos anos 70, Magee (1973) destacou dois importantes pontos a partir de um cenário de desvalorização do dólar concomitantemente ao de uma piora no saldo comercial, o primeiro seria que a melhora na balança comercial depende de a desvalorização afetar o volume real do comércio e o segundo é que o saldo da balança comercial deve piorar após uma desvalorização antes de melhorar, sendo este último o que passou a ser difundido pela literatura como a Curva J.

Um conceito que está intrinsicamente ligado à Curva J é a chamada condição Marshall-Lerner (CML), que aborda a relação das exportações e importações com a taxa de câmbio, onde para haver uma melhora no saldo da balança comercial é necessário que, frente a uma mudança nos preços relativos, a soma das elasticidades-preço da demanda de exportações e importações deve ser maior que a unidade (Lobo, 2007). Segundo Bahmani-Oskooee e Ratha (2004), a presença de deterioração da balança comercial mesmo em cenários onde a condição de Marshall-Lerner era satisfeita trouxe a necessidade de entender melhor o processo no curto prazo, onde embora aconteça um ajuste instantâneo das taxas de câmbio, há um atraso no tempo que os consumidores e produtores levam para se adaptarem às mudanças nos preços relativos.

A forma como ocorre o ajustamento do saldo da balança comercial no curto e no longo prazo em resposta a uma depreciação cambial é detalhada por Rose e Yellen (1989).

Inicialmente, ocorre um aumento dos preços internos dos bens importados, visto que os preços dos bens exportados são rígidos nas moedas dos vendedores. Assim, a taxa de câmbio real sobe enquanto o preço relativo dos produtos exportáveis no país de origem e o preço relativo dos produtos exportáveis no exterior permanecem fixos. Há apenas um impacto instantâneo em pequena magnitude no volume comercializado, logo, o valor das exportações aumenta levemente, ao mesmo tempo que o valor das importações cresce significativamente em razão do aumento do custo de importar, já que a quantidade importada não se altera de imediato. Portanto, há uma deterioração da balança comercial em termos reais no curto prazo. Ao longo do tempo, a elevação do preço das importações gera uma diminuição na quantidade importada e, em contrapartida, o volume e o valor das exportações aumentam, levando a uma inversão da situação do saldo, agora positivo. Esse processo se colocado graficamente se assemelha à letra “J” (Rose; Yellen, 1989).

Uma vasta quantidade de estudos empíricos emergiu ao longo dos anos em busca de testar a existência da Curva J, Bahmani-Oskooee e Alse (1994), por exemplo, examinam a relação de curto e longo prazo entre a balança comercial e a taxa de câmbio de 20 países entre 1971 e 1990 usando técnicas de modelagem de cointegração e correção de erros. Dentre os países pesquisados, os resultados apontaram para uma cointegração entre a balança comercial e a taxa de câmbio efetiva real em apenas 6 países, que, após a estimação de um modelo de correção de erros, obtiveram-se evidências para a Curva J. Utilizando a mesma metodologia, Lal e Lowinger (2002) também encontraram evidências da validade do fenômeno em sete países da Ásia Oriental em 1995, com diferenças na velocidade e extensão do ajuste da balança comercial em cada país.

Marwah e Klein (1996) estimam o perfil das defasagens temporais nos ajustes da balança comercial em função de mudanças nos preços relativos para o Canadá e os Estados Unidos entre 1977 e 1992 através de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Variáveis Instrumentais (IV), sendo encontrada a presença da Curva J em ambos os países.

Considerando os estudos para o Brasil, Scalco, Carvalho e Campos (2012) buscam, à luz da Curva de J, mensurar os efeitos de curto e longo prazo de choques na taxa de câmbio sobre o saldo da balança comercial agropecuária brasileira, após a implantação do Plano Real, entre 1994 e 2007. Por meio de um modelo de correção de erros (VEC), eles constataram que, no longo prazo, um aumento de 10% da taxa de câmbio leva a um incremento de 20,4% no saldo da balança comercial agrícola, além de ter sido observado um impacto positivo de um aumento da renda externa sobre o saldo. Por fim, no longo prazo, os resultados foram

consistentes no que se refere a condição de Marshall-Lerner, no entanto, rejeitou-se, no curto prazo, a hipótese da Curva J.

Mores *et al.* (2015) estudam a influência da taxa de câmbio sobre a balança comercial do estado do Rio Grande do Sul entre 1999 e 2014. Com um modelo de correção de erros (VEC), os resultados indicaram para apenas um estágio da Curva J no comportamento do saldo total da balança comercial, visto que, no curto prazo, logo após o choque na taxa de câmbio real, ocorre uma pequena redução no saldo.

Arruda e Martins (2020) analisam as relações de curto e longo prazo entre a taxa de câmbio real e as exportações líquidas para 10 estados brasileiros entre 1999 e 2015 em um aspecto total e desagregado para produtos básicos e industrializados no intuito de verificar a validade da Curva J e da condição de Marshall-Lerner. Para tal, utilizaram um Panel Vector Autoregression (PVAR) para estimar as relações de curto prazo e o *Panel Dynamic Ordinary Least Squares* (PDOLS) para as de longo prazo. Os autores encontraram evidências para validade da condição de Marshall-Lerner em todos os modelos considerados e para a ocorrência da Curva J nas exportações líquidas totais e de bens industrializados, porém não foi confirmada para bens básicos.

Considerando as relações comerciais brasileiras pela classificação de grandes categorias econômicas; quais sejam, bens de capital, bens de consumo duráveis, semiduráveis e não duráveis, bens intermediários e combustíveis e lubrificantes, Arruda, Brito e Castelar (2022) fazem uso de informações mensais entre 2000 e 2019 e modelos VEC. Os resultados de longo prazo validam a CML em todos os setores, exceto combustíveis e lubrificantes. O fenômeno J foi observado na maioria dos modelos, sendo inconsistente apenas nos bens de consumo duráveis e combustíveis e lubrificantes.

Mais recentemente, Seibert *et al.* (2023) investigam o impacto da taxa de câmbio na balança comercial agrícola do Centro-Oeste entre 1999 e 2019, com enfoque na condição de Marshall Lerner e no fenômeno da Curva J por meio de um modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas (ARDL). Por fim, não foi confirmada a CML nem a Curva J e os autores argumentam que isso pode ser devido a composição da pauta exportadora do Centro-Oeste ser basicamente de produtos primários que, por sua vez, são mais suscetíveis às oscilações do mercado internacional e choques de oferta, a exemplo de eventos climáticos.

Cabe destacar que recentemente essa literatura tem evoluído para uma perspectiva de não linearidade ou assimetria¹. Até pouco tempo atrás, como afirmam Meng Du (2020), a maior parte da literatura existente sobre o efeito da Curva J utilizava um modelo vetorial de autorregressão, cointegração e correção de erros, ignorando os efeitos não lineares. Um dos primeiros trabalhos a criticar essa visão de simetria nos efeitos da taxa de câmbio real foi o de Bahmani-Oskooee e Fariditavana (2015), que compararam um modelo ARDL linear com a sua versão não linear (NARDL) para verificar a presença de não linearidade do câmbio entre 1973 e 2014 em quatro países: Canada, China, EUA e Japão. Através da abordagem linear, a Curva J foi observada somente no Canada e nos EUA. Ao considerar a possibilidade de assimetria, via NARDL, a Curva J foi confirmada também na China. Outra evidência relevante é que, em todos os países, os efeitos das oscilações reais das taxas de câmbio nas exportações líquidas se mostraram assimétricos.

Outros trabalhos foram surgindo com o objetivo de acrescentar maiores evidências empíricas da assimetria dos efeitos do câmbio. Nesse sentido, Bahmani-Oskooee e Kanitpong (2017) investigam a Curva J em sete países asiáticos: Coreia do Sul, Filipinas, Indonésia, Japão, Malásia, Singapura e Tailândia. Novamente a partir da comparação do ARDL e do NARDL, foi confirmada a presença de efeitos assimétricos de curto prazo das alterações nas taxas de câmbio na maioria dos países da amostra com a Curva J presente em três países segundo o modelo não linear: Japão, Malásia e Indonésia, neste último ocorrendo no seu formato inverso. Em resumo, as estimativas dos modelos mostraram que o modelo não linear parece fornecer resultados mais significativos e, dessa forma, deve ser preferido ao modelo linear.

Arize, Malindretos e Igwe (2017) examinam o impacto de longo prazo da taxa de câmbio efetiva real na balança comercial de oito países Asiáticos - China, Israel, Coreia do Sul, Malásia, Paquistão, Filipinas, Rússia e Singapura, utilizando modelos NARDL e dados trimestrais entre 1980.1 e 2013.4. Os resultados sugerem que, no longo prazo, uma depreciação real nestes países melhora a balança comercial, concluindo que a condição de Marshall-Lerner se mantém no longo prazo. Além disso, a balança comercial reage mais fortemente às depreciações do que às apreciações, evidenciando efeitos de assimetria de longo prazo na maioria dos países.

¹ De acordo com Kannebley Junior, Prince e Scarpelli (2011) a possibilidade de uma relação assimétrica entre a taxa de câmbio e a balança comercial está ligada à teoria da histerese para o comércio internacional. Essa teoria pressupõe que, em razão da existência de custos de entrada e saída, os exportadores e importadores não entram ou saem do mercado externo de forma instantânea em resposta às mudanças na taxa de câmbio real, eles teriam preferência em adotar estratégias de “esperar e ver”. Dessa forma, mudanças no câmbio podem não gerar um efeito imediato e simétrico sobre as exportações e importações.

Ongan, Ozdemir e Isik (2018) analisam a ocorrência do fenômeno J entre os Estados Unidos e os seus 12 principais parceiros comerciais entre 1991 e 2015 com modelos lineares e não lineares. As evidências apontam que a modelagem linear confirma a curva J nas relações comerciais com quatro países, enquanto a abordagem não linear atesta o fenômeno para oito parceiros comerciais.

Bahmani-Oskooee e Nasir (2020) analisam a Curva J assimétrica no comércio entre EUA e o Reino Unido considerando 68 setores selecionados, dados mensais entre 1996 e 2018, e modelos NARDL. Apesar de não ser verificada nos dados agregados, foram identificadas evidências de Curva J assimétrica nas relações comerciais de 18 dos 68 setores investigados.

Em investigação semelhante aplicada nas relações comerciais de 41 setores da indústria entre o Paquistão e os Estados Unidos, Bahmani-Oskooee, Usman e Ullah (2020) identificam o fenômeno J assimétrico em 19 setores. Ainda para o Paquistão, Iqbal, Nosheen e Salahuddin (2021) realizam exercícios em nível bilateral para os seus oito principais parceiros comerciais². Em contraste com a abordagem linear, que não identificou a Curva J em nenhum caso analisado, o exercício não linear, via NARDL, atestou a ocorrência do fenômeno nas relações com a Malásia, China e Estados Unidos.

Mais recentemente, Jiang e Liu (2023) examinam os impactos assimétricos de curto e de longo prazo de alterações na taxa de câmbio real na balança comercial bilateral entre China – EUA, Japão, União Europeia por meio de modelos NARDL e informações trimestrais entre 2000.1 e 2020.4. Os resultados de curto prazo apontam que a balança comercial entre a China e os seus diferentes parceiros comerciais responde de forma inconsistente ou mesmo inversa, às alterações na taxa de câmbio, não se verificando o fenômeno inicial da Curva J em nenhuma das relações comerciais, enquanto no longo prazo, o efeito de melhora na balança comercial condizente com a CML só se verifica na relação da China com os EUA.

Em estudo para economia brasileira, Ribeiro, Vasconcelos e da Silva (2021) aplicam a metodologia NARDL para investigar a existência de assimetrias da taxa de câmbio brasileira na relação das exportações bilaterais entre o Brasil e os EUA, considerando 700 setores desagregados da indústria brasileira, observando sua intensidade tecnológica, entre 1999 e 2020. Os resultados encontrados atestam a resposta assimétrica nas exportações da indústria brasileira para uma ampla variedade de setores industriais; além disso, os autores observam que as valorizações cambiais tendem a beneficiar setores com maior intensidade

² China, Índia, Arábia Saudita, EUA, Kuwait, Singapura, Malásia e Indonésia.

tecnológica, enquanto as desvalorizações cambiais tendem a melhorar as categorias com menor conteúdo tecnológico.

Considerando o caráter recente dos exercícios não lineares nessa literatura e que o único estudo encontrado na literatura nacional com essa abordagem faz uma aplicação focada apenas nas exportações, o presente estudo inova ao examinar a ocorrência de Curva J assimétrica; ou seja, uma aplicação de NARDL para o saldo da balança comercial brasileira considerando a classificação por intensidade tecnológica.

2.2 Balança Comercial e Intensidade Tecnológica

A importância da análise da balança comercial desagregada por intensidade tecnológica reside na possibilidade da existência de transferência internacional de tecnologia pelo fluxo de comércio. Esse processo pode acontecer na compra ou venda de produtos, uma vez que a importação de tecnologia pode auxiliar na aceleração da modernização da nação importadora ou então dar indícios de uma possível inaptidão tecnológica, ao passo que as exportações de tecnologia podem apontar para uma aptidão tecnológica do país (Chiarini; Gonçalves da Silva, 2016).

Confirmada a relevância do estudo da intensidade tecnológica, há uma crescente literatura a respeito da sua relação com a balança comercial e as possíveis variáveis macroeconômicas determinantes, em especial a taxa de câmbio, como apontado anteriormente. Nesse sentido, um trabalho muito bem referenciado é o de Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008), onde nele objetivou-se analisar a relação da taxa de câmbio, da taxa de juros e do crescimento mundial com o total das exportações brasileiras e da sua composição entre 1996 e 2008. Da metodologia foram utilizadas regressões com variáveis defasadas para incorporar a existência de defasagem dos impactos do câmbio e dos juros sobre a economia. Dos resultados, o destaque fica para setor intensivo em recursos naturais, que respondeu por mais da metade do total das exportações e se beneficiou do crescimento dos principais parceiros comerciais do Brasil ao mesmo tempo que não foi prejudicado pela apreciação cambial no período.

Explorando a questão da Curva J, Ramos Filho e Ferreira (2016) testam a validade do fenômeno no saldo da balança comercial por intensidade tecnológica desagregado por setores entre 1996 e 2012. Para tal, fazem uso de um modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas (ARDL) com cointegração no intuito de incorporar a dinâmica de curto prazo dentro do modelo de longo prazo. Dos resultados, apenas cinco setores, dentre aqueles que possuíam o modelo ARDL com especificação adequada, apresentaram uma relação de

equilíbrio de longo prazo segundo o teste de cointegração, além disso, não foi observado em nenhum deles a Curva J completa (a exceção do setor de Construção e Reparação Naval, onde os valores de elasticidades do saldo com o câmbio foram positivos no curto e longo prazo).

Sonaglio *et al.* (2010) analisam a partir de dados em painel, evidências de um processo de desindustrialização na economia brasileira entre 1996 a 2008 e, para isso, as exportações foram classificadas de acordo com a intensidade tecnológica, além das variáveis estarem defasadas para poder captar uma possível dinamicidade. Por fim, observou-se uma crescente participação de bens não industriais na pauta de exportação brasileira entre 2000 e 2007 e o impacto de uma depreciação gerou uma queda nas exportações de todos os setores, indicando para a presença da Curva J.

Por mais que ainda escassos, existem também estudos que abordam o tema da intensidade tecnológica em termos estaduais, esse é o caso de Saccaro e Alvim (2017), que analisam as exportações do Rio Grande do Sul entre 2007 e 2015 de acordo com o nível de intensidade tecnológica, sobretudo a relação com algumas variáveis macroeconômicas (taxa de câmbio real, taxa de juros real e crescimento mundial) que poderiam ter impacto no comportamento da pauta exportadora do estado. Para isso, foi aplicado um modelo Vetorial Autoregressivo (VAR). Concluiu-se que as exportações defasadas de produtos primários possuem um efeito negativo e significativo na participação dos bens de baixa, média e alta intensidade tecnológica na pauta exportadora gaúcha. Além disso, dentre as variáveis analisadas, somente o crescimento mundial possuiu alguma influência, sendo ainda restrita aos bens de alta intensidade tecnológica.

Ainda na questão estadual, Paschoalino, Caldarelli e Parre (2016), ao tentar visualizar um possível processo de desindustrialização no Brasil, mensuram a relação da taxa de câmbio e da renda externa com a balança comercial de produtos básicos no estado do Paraná entre 2000 e 2015. Eles utilizam um modelo vetorial de correção de erros (VECM) para estimar as elasticidades. Foi encontrado que o saldo da balança comercial paranaense de produtos básicos é elástico em relação ao câmbio e a renda externa. Ademais, observou-se um efeito ambíguo da taxa de câmbio, já que a melhora no saldo de bens básicos poderia gerar uma disputa de recursos entre este setor com aqueles de maior valor agregado.

Teixeira, Coronel e Oreiro (2021), a partir do método de momentos generalizados (GMM system), verificam o comportamento e os determinantes das exportações por nível de intensidade tecnológica dos estados brasileiros no período de alta das commodities no mercado internacional, entre 2003 e 2014. Eles encontram que a taxa real de câmbio apresentou correlação com exportações negativa no período corrente e positiva na defasagem, algo

condizente com a Curva J. Os setores de alta e baixa intensidade apresentaram pouca significância estatística, já os de média-baixa seguiram o mesmo comportamento das exportações totais e os de média-alta apresentaram um comportamento inverso. Observaram-se efeitos positivos para a demanda externa, porém em uma magnitude maior em produtos não industriais e de média-alta tecnologia.

No escopo de estudos internacionais, destaca-se o de Carrasco e Tovar-García (2022), que, na busca de um melhor entendimento da persistência do déficit da balança comercial dos EUA, analisam o impacto da renda relativa, da taxa de câmbio e da parcela de produtos de alta intensidade tecnológica na balança comercial no comércio bilateral entre os EUA e seus 20 principais parceiros comerciais. Foi feito uso de um estimador GMM para modelos de dados em painel e a base de dados compreende o período entre 1990 e 2019. Foi encontrado que a composição das importações possui um papel na determinação do saldo da balança comercial americana, seja por meios diretos (valor adicionado) ou indiretos (elasticidades preço e rendimento), com destaque para o fato da presença de produtos de alta intensidade tecnológica na pauta importadora está associado negativamente à balança comercial.

Em um aspecto mais generalizado, Cimolia, Fleitas e Porcile (2013) investigam o papel da taxa de câmbio real na diversificação da pauta exportadora de um país no que se refere à intensidade tecnológica. Para isso, eles usam dados em painel com informações de 111 países entre 1962 e 2008. Entre os principais resultados está que a taxa de câmbio real possui um efeito robusto e significativo na intensidade tecnológica das exportações e o PIB per capita se relaciona positivamente de forma consistente com uma maior intensidade tecnológica.

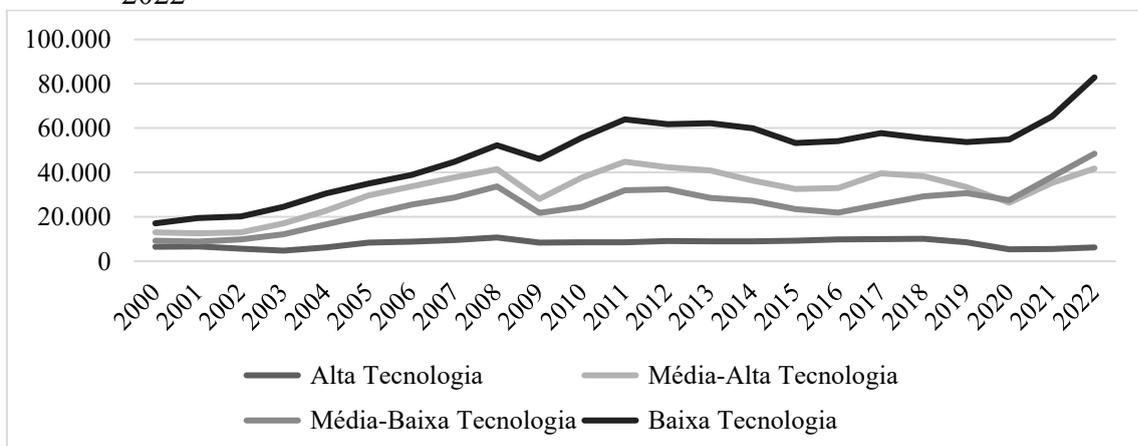
Dessa forma, conclui-se que, além da taxa de câmbio real, que é utilizada em todos os trabalhos aqui abordados, as variáveis mais frequentes na investigação das relações entre a balança comercial por intensidade tecnológica é renda externa/crescimento mundial/demanda externa (Carrasco; Tovar-García, 2022; Nakabashi; Cruz; Scatolin, 2008; Paschoalino; Caldarelli; Parre, 2016; Ramos Filho; Ferreira, 2016; Saccaro; Alvim, 2017; Sonaglio *et al.*, 2010; Teixeira; Coronel; Oreiro, 2021) e renda doméstica (Carrasco; Tovar-García, 2022; Cimolia; Fleitas; Porcile, 2013; Ramos Filho; Ferreira, 2016). Percebe-se, então, que mesmo com uma pequena amostra de estudos, é possível observar este padrão de variáveis na literatura, algo também já confirmado por Bahmani-Oskooee e Kanitpong (2017) onde enfatizam que a maioria dos estudos dessa temática identifica três principais variáveis como determinantes do saldo da balança comercial de um país e são elas: uma medida interna da atividade econômica, uma medida da atividade econômica no mundo e uma medida da taxa de câmbio real.

3 EVOLUÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA 2000 – 2022

Em meados dos anos 80, com a elevação das taxas de juros nos mercados internacionais e a crise da dívida externa, houve um colapso do modelo de controle cambial feito pelo Estado adotado pelo Brasil que visava estimular a produção interna e evitar a entrada de produtos importados no país com um preço muito mais baixo, que poderia prejudicar a evolução da então indústria nascente. A partir da década de 1990, a taxa de câmbio passou a ter um papel na abertura do mercado doméstico à concorrência internacional, com o intuito de estimular a competitividade entre os produtos ofertados internamente que deixaram de ser protegidos (Mattei; Scaramuzzi, 2016).

Na década de 2000, o comércio externo brasileiro presenciou, segundo Braga e Melo (2017), um incremento no comércio mundial com trajetória ascendente no volume transacionado baseada, até 2008, sobretudo, na expansão das exportações. Tal expansão decorria, principalmente, do acelerado crescimento das economias indiana e chinesa, que, por sua vez, levou a um aumento da demanda interna por commodities (cobre, ferro, soja, trigo, entre outras) nesses países, o que resultou em uma alta nos preços desses produtos, beneficiando grandes produtores de tais bens, como o Brasil (Lira, 2013). Essa crescente nas trocas comerciais torna-se perceptível ao se observar as exportações e importações, dadas pelo gráfico 1 e 2 respectivamente, uma vez que, comparado ao início do novo milênio, ocorreu um relevante aumento da quantidade exportada e importada para todas as categorias de bens nos anos subsequentes.

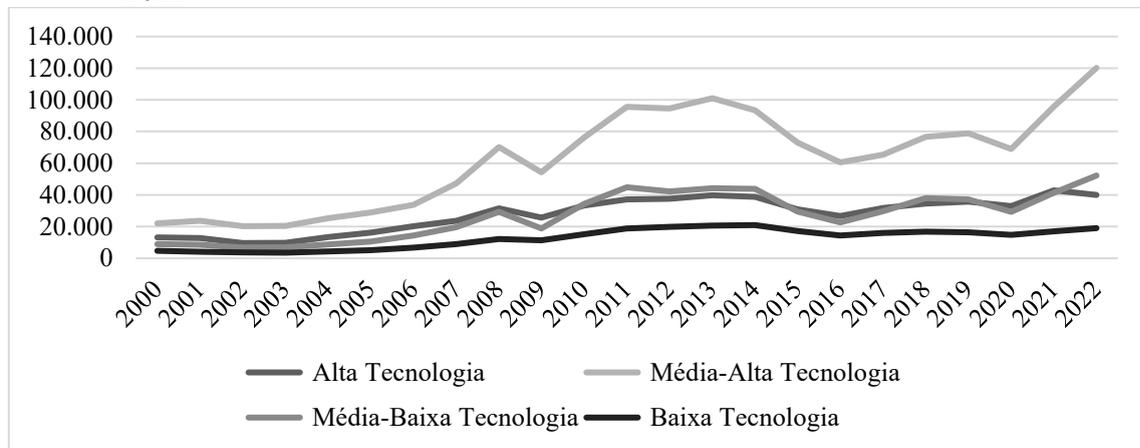
Gráfico 1 - Exportações Brasileiras por Intensidade Tecnológica FOB (US\$ Milhões) 2000-2022



Fonte: Elaboração própria.

Essa dinâmica sofreu uma leve interrupção em 2009 em decorrência da crise financeira mundial, porém, já em 2010, o país voltou a patamares recordes do volume de comércio externo, algo que se sustentou nos anos seguintes com a predominância na exportação de produtos primários e de menor intensidade tecnológica em detrimento da importância dos bens de maior intensidade (Braga; Melo, 2017). Tal padrão de crescimento do comércio externo brasileiro fica bastante claro a partir da acentuação, após 2009, da exportação de bens de Baixa intensidade tecnológica paralelamente à acentuação da importação de bens de Média-Alta intensidade tecnológica.

Gráfico 2 - Importações Brasileiras por Intensidade Tecnológica FOB (US\$ Milhões) 2000 – 2022



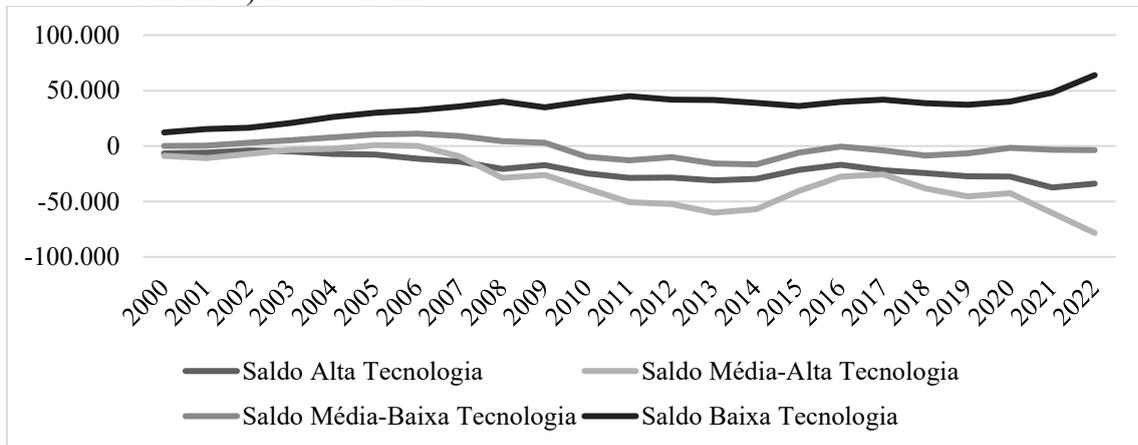
Fonte: Elaboração própria.

Na segunda metade da década de 2010, notou-se uma relativa estabilidade das exportações na configuração de categoria de produtos já mencionada, além de uma considerável queda nas importações, o que se deve, sobretudo, à recessão brasileira em 2015 e 2016, já que, de acordo com Lara e Black (2016), as importações apresentariam um comportamento marcadamente pró-cíclico. Contudo, ainda se manteve a predominância de produtos de Média-Alta tecnologia na pauta importadora durante todo o período.

Com a deflagração da pandemia do COVID-19 em 2020, isso impactou fortemente as transações do Brasil com o exterior, gerando queda das exportações e importações para praticamente todos os setores, com exceção das exportações de Baixa intensidade tecnológica, que se manteve estável, muito influenciado, principalmente, pela manutenção de atividades essenciais, voltado para a categoria de alimentos. A partir de 2021, houve uma notável recuperação do comércio externo brasileiro, com forte aumento nas exportações e importações, atingindo valores recordes, um movimento sustentado em grande parte pelo aumento dos preços

de produtos alimentícios e seus insumos³, além do reaquecimento da atividade econômica interna.

Gráfico 3 - Saldo da Balança Comercial Brasileira por Intensidade Tecnológica FOB (US\$ Milhões) 2000 – 2022



Fonte: Elaboração própria.

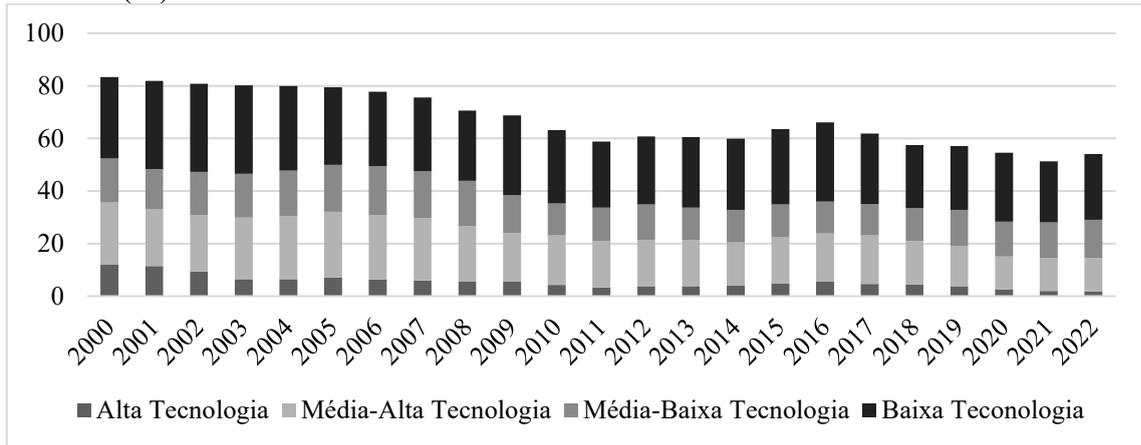
Com relação ao saldo da balança comercial por intensidade tecnológica, fica perceptível pelo gráfico 3, a situação superavitária, entre 2000 e 2022, de bens menos intensivos em tecnologia conjuntamente a um déficit daqueles com maior complexidade tecnológica. A presença destes dois cenários distintos na balança comercial brasileira pode ter algumas explicações. No que concerne às importações, destaca-se a falta de aptidão tecnológica junto à existência de barreiras à entrada de linhas de produção intensivas em produtos de alto conteúdo tecnológico e aos significativos custos envolvidos na organização de cadeias produtivas, tais fatores criam um contexto de dependência da compra de outros países (Chiarini; Gonçalves Da Silva, 2016). Já em relação às exportações, há o já mencionado fortalecimento das economias chinesa e indiana, visto que isso provoca uma contínua demanda externa por alimentos, colocando em destaque as vantagens comparativas dos países da América Latina na exploração de recursos naturais, além de, também, influenciar em movimentos cambiais, que incentivam a produção deste tipo de bens (Lira, 2013).

Analisando agora, pelos gráficos 4 e 5, a participação de cada grupo de intensidade tecnológica de bens nas exportações e importações totais, respectivamente, tem-se em destaque a forte presença da Baixa tecnologia, respondendo por 25% das exportações totais em 2022, ao mesmo tempo que na outra ponta, na Alta Tecnologia, a participação não chegou a 2% nesse

³ 2021 registra o maior Índice de Preços de Alimentos desde o início da década <<https://brasil.un.org/pt-br/167736-2021-registra-o-maior-%C3%ADndice-de-pre%C3%A7os-de-alimentos-desde-o-in%C3%ADcio-da-d%C3%A9cada>>.

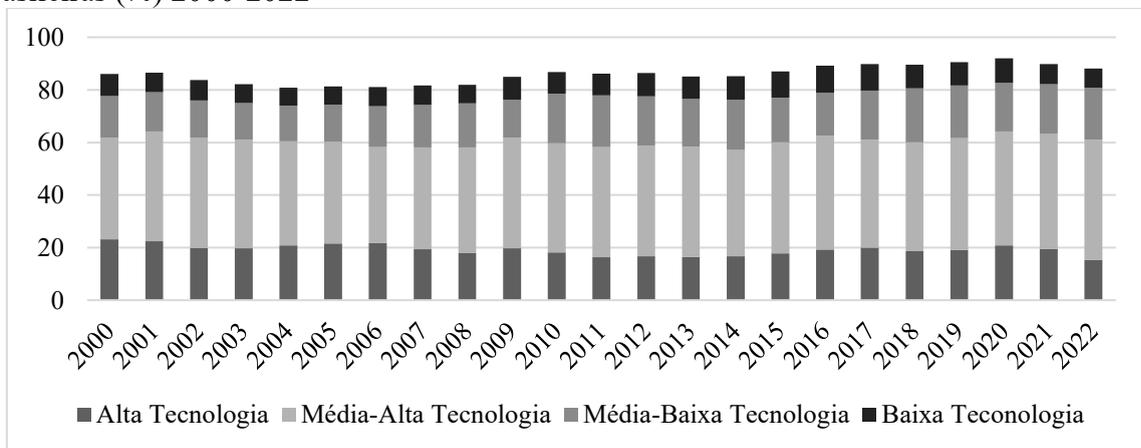
mesmo ano. No que se refere às importações, os bens de Alta e Média-Alta intensidade tecnológica representaram, juntos, cerca de 61% das importações totais brasileiras em 2022, demonstrando a expressiva dependência do país à compra de produtos com maior complexidade tecnológica

Gráfico 4 - Participação das categorias de Intensidade Tecnológica nas Exportações Brasileiras (%) 2000-2022



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5 - Participação das categorias de Intensidade Tecnológica nas Importações Brasileiras (%) 2000-2022



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, a conjuntura da balança comercial brasileira desagregada por intensidade tecnológica centra-se na exportação de produtos básicos ou que mesmo com um certo nível de intensidade tecnológica, trata-se, assim como é dito por Chiarini e Gonçalves da Silva (2016), de uma tecnologia resultante em grande parte de imitação, adaptação ou melhoras de tecnologias já conhecidas, ao invés de resultar de inovações radicais de produtos e processos, sendo isso tudo combinado à importação majoritária de produtos de alta complexidade tecnológica.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1 Classificação por Intensidade Tecnológica – CIT

O presente estudo faz uso do saldo da balança comercial a partir da Classificação por Intensidade Tecnológica, elaborada pelo Departamento de Estatística e Apoio à Exportação, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (DAEX/MDIC), conforme metodologia proposta pela *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD), em que cada código da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) e, sua respectiva classificação no Sistema Harmonizado (SH) é relacionada a apenas um código da *International Standard Industrial Classification* (ISIC).

A metodologia classifica os produtos exportados e/ou importados da indústria de transformação em quatro categorias segundo níveis de intensidade tecnológica, quais sejam, Alta Tecnologia, Média-Alta Tecnologia; Média-Baixa Tecnologia, Baixa Tecnologia. O Quadro 1 apresenta as categorias segundo o nível de intensidade tecnológica.

Quadro 1 - Classificação de produtos da Indústria de Transformação segundo Intensidade Tecnológica

Alta Tecnologia
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indústria aeronáutica e aeroespacial ▪ Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos ▪ Produtos Farmoquímicos e Farmacêuticos
Média-Alta Tecnologia
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produtos químicos ▪ Máquinas, aparelhos e materiais elétricos ▪ Máquinas e equipamentos ▪ Veículos automotores, reboques e carrocerias ▪ Veículos ferroviários e equipamentos de transporte ▪ Veículos militares e de combates
Média-Baixa Tecnologia
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis ▪ Produtos minerais não metálicos ▪ Metalurgia e produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos ▪ Embarcações navais
Baixa Tecnologia
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alimentos, bebidas e tabaco ▪ Têxteis, couros e calçados ▪ Celulose, papel e impressão ▪ Madeiras e seus produtos ▪ Móveis e outras manufaturas

Fonte: Elaboração própria com dados do MDIC/SECEX (2016).

A categoria de Alta intensidade tecnológica inclui os setores aeroespacial, farmacêutico, de informática, de eletrônica e de telecomunicações e instrumentos; já a categoria de Média-alta intensidade tecnológica envolve os setores de materiais elétricos, de veículos automotores, de química, ferroviário e de equipamentos de transporte, de máquinas e equipamentos; Média-baixa intensidade tecnológica: formado por setores de construção naval, de borracha e plástico, de coque, de refinados de petróleo e combustível nuclear, de não metálicos, de metalurgia básica e metálicos; por fim, a categoria Baixa intensidade tecnológica: estão os setores de madeira, papel e celulose, editorial e figura, de alimentos, bebidas e fumo, de têxteis e confecções, de couro e calçados.

4.2 Base de dados

Para mensurar os impactos assimétricos sobre o saldo da balança comercial por intensidade tecnológica de choques na taxa de câmbio real, faz-se uso de dados mensais entre janeiro de 2000 e dezembro de 2022 e da modelagem autorregressiva com defasagens distribuídas não linear (NARDL), nos moldes de Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014).

Os dados de importações e exportações utilizados para a construção do saldo comercial foram obtidos junto à Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), que, por sua vez, compõe o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). O indicador de saldo comercial utilizado é o logaritmo da razão entre as exportações e as importações.

A taxa de câmbio efetiva real, fornecida no Sistema Gerador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil (BCB-SGS), é utilizada como indicador de câmbio real. A proxy para a renda externa (demanda externa) consistiu no valor das importações mundiais, que se encontram nas *Direction of Trade Statistic* (DOTS), publicado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI). Além disso, tais valores foram deflacionados pelo índice de preços das importações mundiais, que se encontra disponível no *Federal Reserve Economic of St. Louis* (FRED).

Por fim, a variável renda doméstica corresponde ao Produto Interno Bruto (PIB) mensal brasileiro disponibilizado pelo Banco Central (BACEN), cujos valores foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), disponibilizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). O Quadro 2 sintetiza as variáveis utilizadas, periodicidade e respectivas fontes.

Quadro 2 - Descrição das variáveis utilizadas

Variável	<i>Proxy</i> utilizada	Período da série	Fonte dos dados
Câmbio Real	Logaritmo natural da taxa de câmbio real efetiva	01/2000–12/2022	BCB-SGS
Renda Externa	Logaritmo natural das importações mundiais	01/2000–12/2022	DOTS-FMI
Renda Doméstica	Logaritmo natural do PIB mensal do Brasil	01/2000–12/2022	BCB – SGS
Saldo comercial de Bens de Alta Tecnologia	Logaritmo natural do saldo de bens de Alta tecnologia	01/2000–12/2022	MDIC/SECEX
Saldo comercial de Bens de Média -Alta Tecnologia	Logaritmo natural do saldo de bens de média alta tecnologia	01/2000–12/2022	MDIC/SECEX
Saldo comercial de Bens de Média-Baixa Tecnologia	Logaritmo natural do saldo de bens de média baixa tecnologia	01/2000–12/2022	MDIC/SECEX
Saldo comercial de Bens de Baixa Tecnologia	Logaritmo natural do saldo de bens de baixa tecnologia	01/2000–12/2022	MDIC/SECEX

Fonte: Elaboração Própria.

4.3 Estratégia Econométrica: Modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não Linear (NARDL)

Seguindo Bahmani-Oskooee e Fariditivana (2015), adota-se o modelo empírico usual para modelar o saldo da balança comercial como uma função de seus principais determinantes, de acordo com a especificação a seguir:

$$\ln\left(\frac{X_t}{M_t}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln(TXCER_t) + \beta_2 \ln(Y_t) + \beta_3 \ln(Y_t^*) + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que, $\ln\left(\frac{X_t}{M_t}\right)$ é o logaritmo natural da razão exportações/importações, ou exportações líquidas de cada um dos setores por intensidade tecnológica empregados no estudo; quais sejam, alta tecnologia, média-alta tecnologia, média-baixa tecnologia e baixa tecnologia; $\ln(TXCER_t)$ é o logaritmo natural da taxa de câmbio efetiva real brasileira; $\ln(Y_t)$ é o logaritmo natural da *proxy* de renda doméstica; $\ln(Y_t^*)$ é o logaritmo natural da *proxy* de renda externa; β_0 reflete o intercepto do modelo; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ são as elasticidades a serem estimadas e ε_t é o termo de erro.

Desta forma, a análise dos impactos assimétricos na taxa de câmbio sobre o saldo da balança comercial brasileira segundo a intensidade tecnológica será realizada utilizando o

modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não Linear (NARDL), proposto por Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014). A motivação principal para o uso do modelo reside na constatação de que a ocorrência de assimetria é algo comum nas ciências sociais aplicadas e pode ser considerada inerente às economias modernas. Além disso, vale destacar que a investigação da não estacionariedade em conjunto com a não linearidade têm ganhado cada vez mais protagonismo em pesquisas econométricas (Shin; Yu; Greenwood-Nimmo, 2014).

Nesta linha, assumir a linearidade dos efeitos da taxa de câmbio na balança comercial pode ser um pressuposto muito forte, uma vez que pode haver expectativas diferentes em relação a uma depreciação real do câmbio em comparação com uma apreciação levando ao ajuste dos padrões de negociação acontecer em proporções diferentes. Dessa maneira, as alterações nas taxas de câmbio poderão ter efeitos assimétricos na balança comercial (Bahmani-Oskooee; Kanitpong, 2017).

Em síntese, a especificação NARDL proposta por Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014) é uma extensão não linear da representação ARDL proposta por Pesaran, Shin e Smith (2001) e apresenta algumas vantagens em relação a outras especificações na econometria de séries temporais. Primeiro, a metodologia aborda a presença de possíveis efeitos assimétricos de curto e de longo prazo entre as variáveis relacionadas no sistema, permitindo obter estimativas das dinâmicas de curto e de longo prazo simultaneamente dentro do procedimento econométrico. Segundo, diferentemente de outras metodologias tradicionais como a de Engle e Granger (1987) e Johansen (1988), a especificação NARDL não requer a pressuposição de que as variáveis subjacentes sejam integradas de mesma ordem para testar uma relação de cointegração de longo prazo, sendo robusta na presença de ordem de integração distinta, $I(0)$ ou $I(1)$, ou uma combinação de ambas estas características. Por fim, a estratégia é capaz de selecionar adequadamente as melhores defasagens para as variáveis da especificação a ser estimada, por meio de critérios de informação, ajudando a mitigar problemas relacionados a endogeneidade e a correlação serial.

Nesta linha, um modelo ARDL em sua forma de correção de Erros (ARDL-ECM), como proposto em Pesaran, Shin e Smith (2001), pode ser escrito para expressar conjuntamente as relações de curto e de longo prazo para a equação (1) de acordo com a equação a seguir:

$$\begin{aligned}
\Delta \ln \left(\frac{X}{M} \right)_t &= \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \Delta \ln \left(\frac{X}{M} \right)_{t-j} + \sum_{j=1}^p \theta_j \Delta \ln TXCAMB_{t-j} \\
&+ \sum_{j=1}^r \gamma_j \Delta \ln RENDAEXT_{t-j} + \sum_{j=1}^s \delta_j \Delta \ln RENDADOM_{t-j} \quad (2) \\
&+ \lambda_0 \ln \left(\frac{X}{M} \right)_{t-1} + \lambda_1 \ln TXCAMB_{t-1} \\
&+ \lambda_2 \ln RENDAEXT_{t-1} + \lambda_3 \ln RENDADOM_{t-1} + \mu_t
\end{aligned}$$

em que, $\ln \left(\frac{X}{M} \right)$ é o logaritmo natural da razão exportações/importações, ou exportações líquidas de cada um dos setores por intensidade tecnológica empregados no estudo (alta tecnologia, média-alta tecnologia, média-baixa tecnologia e baixa tecnologia); $\ln(TXCAMB)$ é o logaritmo natural da taxa de câmbio efetiva real brasileira; $\ln(RENDADOM)$ é o logaritmo natural da *proxy* de renda doméstica; $\ln(RENDAEXT)$ é o logaritmo natural da *proxy* de renda externa; $\theta_j, \gamma_j, \delta_j$ são os coeficientes associados à primeira diferença em relação as variáveis da taxa de câmbio real, da renda externa e da renda doméstica, respectivamente e que representam a dinâmica de curto prazo sobre o saldo da balança comercial; enquanto os efeitos de longo prazo são capturados pelas estimativas de λ_1, λ_2 e λ_3 normalizadas em λ_0 .

No entanto, a equação (2) pressupõe, implicitamente, que o efeito de mudanças na taxa de câmbio real tem impacto simétrico sobre a balança comercial, podendo não estabelecer uma relação significativa se a balança comercial responder de forma assimétrica entre valorizações e desvalorizações reais da taxa de câmbio.

Para mitigar esta questão, Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014), oferecem uma modificação da especificação acima para que seja possível avaliar possíveis efeitos assimétricos de mudanças na taxa de câmbio sobre o saldo da balança comercial, permitindo-se decompor a variável de taxa de câmbio real em dois componentes, para expressar suas variações positivas ($\ln TXCAMB_t^+$) e negativas ($\ln TXCAMB_t^-$). Mais especificamente:

$$\begin{aligned}
POS_t = \ln TXCAMB_t^+ &= \sum_{j=1}^t \Delta \ln TXCAMB_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta \ln TXCAMB_j, 0) \\
NEG_t = \ln TXCAMB_t^- &= \sum_{j=1}^t \Delta \ln TXCAMB_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta \ln TXCAMB_j, 0) \quad (3)
\end{aligned}$$

onde, POS_t e NEG_t designam as duas novas variáveis construídas e representam, respectivamente, as somas parciais positivas (das desvalorizações) e negativas (das valorizações) dos valores da taxa de câmbio real. Assim, nos moldes de Bahmani-Oskooee e Fariditavana (2015, 2016), uma nova relação a ser estimada pode ser obtida incluindo as duas novas variáveis, POS_t e NEG_t , na equação (2), representando uma especificação não linear (NARDL) da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \Delta \ln \left(\frac{X}{M} \right)_t &= \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \Delta \ln \left(\frac{X}{M} \right)_{t-j} + \sum_{j=1}^p \theta_j^+ \Delta POS_{t-j} + \sum_{j=1}^q \theta_j^- \Delta NEG_{t-j} \\ &+ \sum_{j=1}^r \gamma_j \Delta \ln RENDAEXT_{t-j} + \sum_{j=1}^s \delta_j \Delta \ln RENDADOM_{t-j} \quad (4) \\ &+ \lambda_0 \ln \left(\frac{X}{M} \right)_{t-1} + \lambda_1 POS_{t-1} + \lambda_2 NEG_{t-1} \\ &+ \lambda_3 \ln RENDAEXT_{t-1} + \lambda_4 \ln RENDADOM_{t-1} + \omega_t \end{aligned}$$

Em que os coeficientes $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ e λ_4 normalizados em λ_0 reportam os impactos ou elasticidades de longo prazo do saldo da balança comercial em relação às variações positivas da taxa de câmbio real, às variações negativas desta, à renda doméstica e à renda externa, respectivamente; os coeficientes $\theta_j^+, \theta_j^-, \gamma_j$ e δ_j fornecem os impactos das dinâmicas de curto prazo associados às diferenças em relação as variações positivas e variações negativas da taxa de câmbio real, da renda doméstica e da renda externa, respectivamente.

A implementação da abordagem NARDL (4) consiste, portanto, em primeiro estimar os coeficientes de curto e de longo prazos através do procedimento de mínimos quadrados ordinários (MQO), assim como na abordagem ARDL padrão; agora, permitindo testar a presença de assimetrias nas relações investigadas. Em particular, a assimetria de longo prazo da taxa de câmbio pode ser investigada por meio de um teste de Wald (Estatística - F), tomando como hipótese nula a simetria no processo de ajuste entre seus respectivos coeficientes, $\lambda_1^+ / -\lambda_0 = \lambda_2^- / -\lambda_0$, constantes na equação (4). Desta forma, a não rejeição da hipótese nula, reduz a análise do modelo a abordagem tradicional ARDL conforme a equação (2).

Desta forma, para que um impacto da depreciação da taxa de câmbio melhore a balança comercial no longo prazo, a estimativa de λ_1^+ normalizada em $-\lambda_0$ deve ser positiva e

estatisticamente significativa. Caso sejam estabelecidos efeitos assimétricos e cointegração, a hipótese subjacente ao fenômeno da Curva J será confirmada se o coeficiente de curto prazo, associado a variável em diferença θ_j^+ mostrar-se negativo ou estatisticamente insignificante, enquanto sua contrapartida de longo prazo ($\lambda_1^+ / -\lambda_0$) for positiva e estatisticamente significativa, como preconizado pela Condição de Marshall-Lerner (Bahmani-Oskooee; Fariditavana 2015, 2016).

Contudo, para que as estimativas de longo prazo sejam válidas, a cointegração entre as variáveis do modelo deve ser estabelecida. Além disso, é importante garantir que a ordem de integração de cada variável não seja igual ou superior a 2, I (2), caso em que a especificação NARDL pode não ser apropriada (Pesaran; Shin; Smith, 2001). Portanto, inicialmente, realiza-se os testes usuais de raiz unitária, através dos testes de Dickey Fuller Aumentado (ADF), cuja hipótese nula é a presença de raiz unitária; e do teste de KPSS, proposto por Kwiatkowski, *et al.* (1992), no qual a hipótese nula é de que a série é estacionária. Para a análise de cointegração das variáveis constantes na equação (4), aplica-se o teste de limites (*Bounds Testing*)⁴ proposto por Pesaran, Shin e Smith (2001), que tem como hipótese nula a ausência de cointegração, isto é, ($H_0: \lambda_0 = \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = 0$), contra a alternativa de cointegração ($H_1: \lambda_0 \neq \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \lambda_3 \neq \lambda_4 \neq 0$).

Adicionalmente, obtidas as estimativas dos modelos NARDL, a estabilidade e confiabilidade do modelo podem ser verificadas através dos testes de diagnósticos usuais (por exemplo, Pesaran, Shin e Smith, 2001; Shin, Yu e Greenwood-Nimmo, 2014), por meio da Soma Cumulativa de Resíduos Recursivos (CUSUM), Soma Cumulativa de Quadrados de Resíduos Recursivos (CUSUMSQ) e dos testes de autocorrelação serial de testes Breusch-Godfrey, o teste LM e do teste de correta especificação funcional de Ramsey, o teste RESET.

Em resumo, a implementação da estratégia empírica do modelo NARDL no presente estudo envolve algumas etapas: Pressupondo a presença de efeitos assimétricos na relação da taxa de câmbio sobre a balança comercial brasileira por intensidade tecnológica, são realizados, inicialmente, os testes de raiz unitária usuais, através dos testes ADF, no qual a hipótese nula é a presença de raiz unitária; e do teste de KPSS, cuja hipótese nula é de que a série é estacionária e a análise de cointegração de longo prazo entre as variáveis relacionadas. Nesta etapa, aplica-se o teste de limites (*Bounds Testing*) nos moldes de Pesaran, Shin e Smith

⁴ Se o valor calculado da estatística F exceder o valor crítico associado ao limite superior do teste, então rejeita-se a ausência de cointegração. Por outro lado, se for menor que o limite inferior, infere-se a ausência de cointegração. No entanto, não é possível tirar conclusões se o teste estiver entre os dois limites. Caso isso ocorra, então haverá cointegração se o coeficiente ECM for altamente significativo quando comparado aos valores críticos *t* de Banerjee, Dolado e Mestre (1998) (Ribeiro; Vasconcelos; Da Silva, 2021).

(2001), que tem como hipótese nula a ausência de cointegração entre as variáveis do modelo, contra a alternativa de cointegração. Verificada a relação de cointegração, a próxima etapa consiste em estimar as relações de curto e de longo prazo por meio do modelo NARDL e testar possíveis repercussões assimétricas da taxa de câmbio real sobre o saldo da balança comercial brasileira segundo a intensidade tecnologia, isto é, para os setores de Alta tecnologia, Média-Alta tecnologia, Média-Baixa tecnologia e Baixa tecnologia, com vistas a inferir sobre o fenômeno da Curva J assimétrico.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para mensurar o impacto assimétrico da taxa de câmbio real sobre o saldo da balança comercial brasileira segundo a intensidade tecnológica, investigou-se, inicialmente, a ordem de integração das variáveis empregadas no estudo, a partir dos testes usuais de raiz unitária, ADF e KPSS. O primeiro tem raiz unitária como hipótese nula; enquanto o segundo, testa a nula de que a série é estacionária. Os resultados estão dispostos na tabela 1 e indicam que todas as séries são estacionárias em primeira diferença, isto é, I(1), considerando 5% de significância, sendo, portanto, adequadas para a especificação NARDL.

Tabela 1 - Resultado para os testes de Raiz Unitária

Variável	Teste	ADF	KPSS	Ordem de Integração
$\ln(\text{Taxa de câmbio real}_t)$	Nível	-2.07 [-2.87]	0.86* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-12.87* [-2.87]	0.08 [0.46]	
$\ln(\text{Renda Externa}_t)$	Nível	-2.08 [-2.87]	1.59* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-4.27* [-2.87]	0.34 [0.46]	
$\ln(\text{Renda Doméstica}_t)$	Nível	-1.12 [-2.87]	0.44* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-4.03* [-2.87]	0.29 [0.46]	
$\ln(\text{Saldo Alta tecnologia}_t)$	Nível	-1.41 [-2.87]	1.39* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-4.08* [-2.87]	0.08 [0.46]	
$\ln(\text{Saldo Media Alta tecnologia}_t)$	Nível	-1.38 [-2.87]	1.10* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-3.10* [-2.87]	0.14 [0.46]	
$\ln(\text{Saldo Media Baixa Tecnologia}_t)$	Nível	-2.38 [-2.87]	0.92* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-12.65* [-2.87]	0.14 [0.46]	
$\ln(\text{Saldo Baixa Tecnologia}_t)$	Nível	-1.59 [-2.87]	0.89* [0.46]	I(1)
	Primeira Diferença	-3.40* [-2.87]	0.12 [0.46]	

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos. Valor crítico do teste ao nível de significância 5% expressos entre colchetes. *Significante a 5%.

Em seguida, especificou-se os modelos conforme a metodologia de Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014), sendo o número de defasagens definido pelo critério de informação Akaike (AIC), considerando um número máximo de 5 *lags* em todos os modelos pela CIIT. Ademais, seguiu-se com o teste de cointegração proposto por Pesaran, Shin e Smith (2001) para verificar a existência de cointegração nas séries utilizadas. Os resultados estão sintetizados na tabela 2 e apontam para a presença de cointegração em todos os modelos considerados, uma vez que a estatística F excedeu os valores críticos a 5% ⁵.

Tabela 2 - Defasagens e Testes de Cointegração

Modelo (Variável Dependente)	Defasagens Selecionadas	Testes de Cointegração (<i>Bounds</i> <i>Testing</i>)		Cointegração
		Estatística F	Valores Críticos	
			I (1) Bounds 5%	
Saldo Alta Intensidade Tecnológica	(3,3,3,0,3)	6.38	3.70	SIM
Saldo Média-Alta Intensidade Tecnológica	(2,1,2,0,1)	3.66	3.22**	SIM
Saldo Média-Baixa Intensidade Tecnológica	(3,2,2,0,0)	5.93	3.52	SIM
Saldo Baixa Intensidade Tecnológica	(1,1,1,1,1)	7.46	3.52	SIM

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos. Nota: As defasagens referem-se, respectivamente, às variáveis saldo da balança comercial, somas parciais positivas da taxa de câmbio real, somas parciais negativas da taxa de câmbio real, proxy da renda externa e proxy da renda. **Valor crítico a 10% de significância.

O procedimento seguinte consistiu em aplicar o teste de Wald para verificar a presença de efeitos assimétricos de longo prazo da taxa de câmbio sobre o saldo da balança comercial por intensidade tecnológica. A partir da tabela 3 é possível concluir para a rejeição da hipótese nula de simetria em todos os modelos considerados. Nestes termos, o saldo comercial segundo a intensidade tecnológica reage no longo prazo de forma assimétrica entre

⁵ A única exceção foi para o modelo com o saldo dos bens de média-alta intensidade tecnológica, onde a estatística F excedeu o valor crítico a 10%.

variações positivas e negativas da taxa de câmbio, independentemente das categorias pela CIIT consideradas.

Comprovada a cointegração dos modelos e a presença de efeitos assimétricos nas relações de longo prazo, procede-se para a análise dos coeficientes de curto e longo prazo na busca de examinar a validade do fenômeno da Curva J completa. Sabe-se que, segundo Bahmani-Oskooee e Fariditavana (2016), a Curva J é confirmada no modelo não linear se, em um cenário de depreciação real no câmbio, ocorre uma piora do saldo comercial no curto prazo seguido de uma melhora no longo prazo, isto é, o coeficiente da variável relativo à soma parcial das mudanças positivas no câmbio ($TXCAMB_POS$), referente às depreciações, é negativo ou insignificante no curto prazo e positivo e significativo no longo prazo.

A tabela 3 apresenta os resultados dos coeficientes no curto e longo prazo considerando os quatro setores analisados, Alta Tecnologia, Média-Alta tecnologia, Média-Baixa Tecnologia e Baixa Tecnologia. O Painel I aponta para os coeficientes de curto prazo, o Painel II fornece os coeficientes de longo prazo e o Painel III apresenta as estatísticas de diagnóstico das estimativas obtidas.

No curto prazo, os coeficientes das variações positivas do câmbio foram estatisticamente insignificantes em todos os modelos, indicando, assim, a ocorrência do estágio inicial da Curva J. Dos resultados de longo prazo, os coeficientes da variável $lnTXCAMB_POS$ foram positivos e estatisticamente significantes para todas as categorias de bens, exceto aqueles de Média-Alta intensidade tecnológica. Assim, para os agrupamentos de Alta, Média-Baixa e Baixa intensidade tecnológica constatou-se a ocorrência da Curva J, uma vez que eles seguem a dinâmica proposta por Bahmani-Oskooee e Fariditavana (2016). Além disso, nota-se que desvalorizações possuem um impacto maior nos bens de Alta complexidade tecnológica, seguido pelo de Média-Baixa e Baixa. A verificação da presença do fenômeno em 3 dos 4 grupos de bens por meio do NARDL contrasta com os resultados obtidos da abordagem linear de Ramos Filho e Ferreira (2016), onde, independentemente do nível de intensidade tecnológica, nenhum setor da indústria de transformação registrou a Curva J.

No que diz respeito ao impacto de apreciações reais da moeda nacional, a variável $lnTXCAMB_NEG$ se mostrou estatisticamente significativa no curto prazo somente para a categoria de Média-Alta intensidade tecnológica, ao passo que foi significativa a 5% em todas as análises de longo prazo, exceto para Média-Alta. Para produtos com Média-Baixa e Baixa intensidade tecnológica, uma valorização do real reportou um impacto negativo, sendo mais intenso nos produtos de Média-Baixa.

Tabela 3 - Resultados da estimação do modelo NARDL

	Saldo Alta Tecnologia	Saldo Média Alta Tecnologia	Saldo Média Baixa Tecnologia	Saldo Baixa Tecnologia
I. Coeficientes de curto prazo				
$D(\ln TXCAMB_POS_t)$	-0.68 [0.47]	0.78 [0.07]	0.64 [0.33]	0.25 [0.53]
$D(\ln TXCAMB_POS_{t-1})$	0.93 [0.33]	-	-0.35 [0.60]	-
$D(\ln TXCAMB_POS_{t-2})$	0.23 [0.80]	-	-	-
$D(\ln TXCAMB_NEG_t)$	0.66 [0.40]	0.82* [0.03]	-0.78 [0.20]	0.31 [0.36]
$D(\ln TXCAMB_NEG_{t-1})$	-1.88* [0.02]	-0.63 [0.06]	0.26 [0.66]	-
$D(\ln TXCAMB_NEG_{t-2})$	-1.38 [0.08]	-	-	-
$D(\ln RENDEXT_t)$				-0.42* [-0.02]
$D(\ln RENDOM_t)$	0.07 [0.83]	0.64* [0.00]		-0.24* [0.00]
II. Coeficientes de longo prazo				
$\ln (TXCAMB_POS)$	2.17* [0.00]	0.91 [0.31]	1.37* [0.01]	0.96* [0.04]
$\ln (TXCAMB_NEG)$	2.51* [0.00]	1.40 [0.08]	-1.45* [0.00]	-1.21* [0.00]
$\ln (RENDEXT)$	1.18* [0.01]	1.54* [0.01]	-0.36 [0.40]	-0.28 [0.43]
$\ln (RENDOM)$	0.41 [0.14]	-0.31 [0.38]	-0.85* [0.00]	-0.78* [0.00]
III. Testes de diagnóstico				
DEFASAGENS	(3,3,3,0,3)	(2,1,2,0,1)	(3,2,2,0,0)	(1,1,1,1,1)
ECM_{t-1}	-0.36* [0.00]	-0.13* [0.00]	-0.46* [0.00]	-0.31* [0.00]
TESTE DE ASSIMETRIA DE WALD	5.44* [0.02]	6.21* [0.01]	18.22* [0.00]	15.60* [0.00]
LM	0.29 [0.20]	4.06 [0.02]	1.28 [0.27]	4.02 [0.07]
$RESET$	0.07 [0.94]	1.81 [0.17]	0.07 [0.95]	1.68 [0.09]
CUSUM	“ES”	“ES”	“ES”	“ES”
CUSUMSQ	“ES”	“ES”	“ES”	“ES”

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos. Nota: P-valor expresso entre colchetes. *Significante a 5%. Nota 2: ECM_{t-1} refere-se aos coeficientes da estimação do modelo de correção de erros. Nota 3: A hipótese nula para o teste LM é a de ausência de autocorrelação serial nos resíduos; o teste RESET de Ramsay é empregado para testar a nula de erros de especificação do modelo; para os testes de estabilidade de CUSUM e CUSUMSQ, as estimativas estáveis e instáveis são relatadas por “ES” e “NES”, respectivamente, e indicam se as somas cumulativas dos resíduos estão dentro ou fora da área entre as bandas ao nível de 5%.

Em contrapartida, o setor de Alta intensidade tecnológica apresentou um resultado oposto, em que a apreciação gerou uma melhora no saldo deste tipo de bens, com ênfase no fato de o coeficiente ser de maior magnitude do que o $\ln TXCAMB_POS$, sugerindo que apreciações reais no câmbio são mais benéficas ao saldo de bens de Alta intensidade tecnológica do que depreciações. Esse resultado parece refutar, em parte, o argumento da ocorrência de “doença holandesa” no Brasil, onde a valorização cambial decorrente da existência de recursos naturais abundantes e baratos, teria um impacto negativo em bens manufaturados ou com maior complexidade, dado que promoveria um processo de substituição da produção doméstica por bens importados (Veríssimo; Da Silva, 2013). Efeitos positivos de uma apreciação da moeda em setores com maior sofisticação tecnológica também foram observados por Ribeiro, Vasconcelos e da Silva (2021), onde argumentam que a melhora nas exportações mediante valorização cambial pode ser em razão da redução dos custos de produção.

Além disso, essas evidências parecem indicar um *trade-off* associado ao posicionamento da taxa de câmbio real, uma vez que, apesar de prejudicar o saldo comercial dos setores de Média-Baixa e Baixa tecnologia, uma valorização real da taxa de câmbio se mostra relevante para as interações comerciais de bens de Alta tecnologia e, portanto, de maior valor agregado. Noutros termos, parece existir um perde-ganha na definição das estratégias setoriais de inserção nas cadeias globais de comércio entre os bens de Alta e de Média-Baixa e Baixa tecnologia; ou seja, as depreciações reais no câmbio favorecem todos os grupos, mas as apreciações se mostram estrategicamente mais importantes na promoção dos bens de Alta tecnologia.

Foi possível notar que, dentre os setores analisados, o de bens com Média-Alta intensidade tecnológica destoou dos demais, visto que ele registrou coeficiente não significativo no longo prazo no que concerne tanto a variável $\ln TXCAMB_POS$ quanto a $\ln TXCAMB_NEG$ e, dessa maneira, isso sugere que não haveria um impacto relevante no saldo comercial no longo prazo em resposta a oscilações positivas (desvalorizações) ou negativas (valorizações) do câmbio real. Tal resultado pode ser, parcialmente, explicado pelo fato de que produtos mais intensivos em tecnologia possuem uma maior proximidade com a fronteira tecnológica onde a competitividade de preços perde relevância, levando-os, assim, a serem inelásticos em termos de preços (Carrasco; Tovar-García, 2022). Portanto, o saldo referente a tais bens seria mais rígido frente a variações nos preços relativos.

No que se refere a magnitude dos coeficientes, os resultados das elasticidades de longo prazo indicam que, em decorrência de oscilações positivas na taxa de câmbio na grandeza de 1%, há uma resposta positiva de 2,17% no saldo da balança comercial do setor de Alta

tecnologia, 1,37% no de Média-Baixa tecnologia e 0,96% no de Baixa tecnologia. Ou seja, os três setores se beneficiam de desvalorizações no câmbio, especialmente o de Alta tecnologia, que apresentou o maior coeficiente. Já em virtude de mudanças negativas do câmbio, uma variação de 1% leva a uma queda de 1,45% e 1,21% nas categorias de Média-Baixa e Baixa intensidade tecnológica, respectivamente, um resultado que segue o esperado pela literatura, onde uma valorização da moeda deteriora o saldo da balança comercial, especialmente por serem os dois setores com maior participação nas exportações conforme o gráfico 4. No caso dos bens de Alta tecnologia há uma elevação de 2,51% do saldo frente a um cenário de apreciação cambial de 1%. Tal impacto positivo relaciona-se, parcialmente, a presença de saldo negativo nesta categoria em todo o período da amostra, isto é, devido a essa contínua situação deficitária, mostrada no gráfico 3, uma valorização se torna favorável dado o peso das importações, visto que as tornaria mais baratas.

Dentre outras possíveis evidências que podem ser observadas a partir dos resultados, vale destacar a diferença no longo prazo entre os coeficientes $lnTXCAMB_NEG$ e $lnTXCAMB_POS$ para praticamente todos os setores, especialmente em termos de sinal e amplitude, o que favorece o argumento da não linearidade dos efeitos do câmbio no saldo da balança comercial.

Com relação às outras duas variáveis explicativas (Renda Externa e Renda Doméstica) tem-se que, no longo prazo, a Renda Externa foi significativa a 5% em 2 dos 4 modelos estimados (Alta e Média-Alta, com impacto positivo de 1,18% e 1,54%, respectivamente para elevação de 1% no indicador), por outro lado, a Renda Doméstica foi significativa para os bens de Média-Baixa e Baixa intensidade, respondendo negativamente em 0,85% e 0,78%, respectivamente, a uma variação de 1% na variável explicativa. Ambas as variáveis obtiveram o sinal esperado pela literatura naqueles coeficientes que se mostraram estatisticamente significantes, onde um aumento da renda externa (importações mundiais utilizada como proxy) gera uma melhora no saldo e um aumento da renda doméstica (PIB) gera uma piora do saldo, já que, pela teoria de comércio exterior, o primeiro favorece as exportações e o segundo as importações.

Quanto aos termos de correção de erros, ECM_{t-1} , os resultados revelaram-se negativos e estatisticamente significativos. Estes coeficientes mostram a velocidade de ajustamento com que o saldo da balança comercial brasileira segundo a intensidade tecnológica

retorna ao equilíbrio de longo prazo, após choques de curto prazo nas variáveis explicativas e, desse modo, denotam a estabilidade na relação de cointegração entre as variáveis empregadas⁶.

Por fim, reportam-se as estatísticas de diagnósticos das estimativas NARDL para cada um dos modelos segundo a CIIT. Os testes de multiplicador de Lagrange (LM), RESET de Ramsay, e os testes de estabilidade dos resíduos CUSUM (*Cumulative Sums of Standardized Residuals*) e CUSUMSQ (*Cumulative Sums of Standardized Residuals of Square*) apontam, respectivamente, para a ausência de autocorrelação serial nos resíduos; a correta especificação da forma funcional dos modelos pela CIIT e para a adequada estabilidade dos coeficientes de curto e de longo prazo, uma vez que as somas cumulativas dos resíduos em ambos os testes (CUSUM e CUSUMSQ) estão dentro da área entre as bandas dos valores críticos ao nível de 5%, indicando, desta forma, a ausência de quebras estruturais.

⁶ Conforme mencionado anteriormente, a abordagem de cointegração via ECM é proposta por Banerjee, Dolado e Mestre (1998), que considera o sinal do termo de correção de erros (ECM) e sua estatística *t* relacionada. Em vista disso, o valor da estatística *t* do coeficiente da variável de correção de erros (ECM) deve ser comparado com o valor crítico tabelado *t* em Banerjee, Dolado e Mestre (1998) para concluir sobre a cointegração.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou verificar a ocorrência da Curva J assimétrica para o saldo da balança comercial brasileira por grau de intensidade tecnológica em uma perspectiva não linear utilizando informações mensais entre janeiro de 2000 e dezembro de 2022 e o modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não Linear (NARDL) proposto por Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014).

A balança comercial brasileira desagregada por intensidade tecnológica entre 2000 e 2022 centrou-se fortemente na exportação de produtos básicos ou com baixo nível de complexidade tecnológica concomitante à importação majoritária de produtos de alto conteúdo tecnológico. Sabe-se que, como afirma Chiarini e Gonçalves da Silva (2016), há a possibilidade de transferência internacional de tecnologia pelo fluxo de comércio, o que pode dar indícios do desempenho do desenvolvimento tecnológico e indiretamente da aptidão tecnológica do país exportador. Assim, dada a configuração do perfil exportador e importador do Brasil, têm surgido cada vez mais debates a respeito da presença da chamada “doença holandesa”.

Ademais, levando em conta o papel fundamental exercido pela taxa de câmbio real nas oscilações do saldo comercial, é importante mencionar que o estudo da relação dessa variável com a balança comercial tem evoluído para uma perspectiva de não linearidade ou assimetria. Essa mudança de direcionamento se deve, principalmente, à presença de expectativas diferentes em relação a uma depreciação em comparação com uma apreciação, podendo ocasionar um ajuste dos padrões de negociação em proporções diferentes.

Em suma, os resultados deste trabalho apontaram para uma não linearidade no longo prazo dos efeitos do câmbio no saldo da balança comercial brasileira em todos os níveis de intensidade tecnológica analisados (Alta, Média-Alta, Média-Baixa e Baixa). Além disso, a partir dos coeficientes do setor de Alta intensidade tecnológica é possível refutar, em parte, o argumento da “doença holandesa”, uma vez que eles indicaram que apreciações cambiais do real são mais benéficas ao saldo de bens de Alta intensidade tecnológica do que depreciações. Por conseguinte, a valorização real do câmbio decorrente da existência de recursos naturais abundantes e baratos, predominantes na pauta exportadora brasileira, não teria, então, um impacto negativo na competitividade dos bens de maior complexidade tecnológica.

No tocante à Curva J, ela foi confirmada de forma completa para as categorias de bens de Alta, Média-Baixa e Baixa intensidade tecnológica. A única exceção foram os bens classificados com Média-Alta intensidade tecnológica, onde foi verificado apenas o estágio inicial do fenômeno. Uma das possíveis explicações para esse resultado é pautada na provável

rigidez do saldo comercial dos produtos de Média-Alta frente a variações nos preços relativos, que seria decorrente da maior proximidade com a fronteira tecnológica que bens mais intensivos em tecnologia podem possuir (Carrasco; Tovar-García, 2022).

A partir deste trabalho, espera-se ter contribuído com a literatura existente de comércio exterior na ênfase da relevância do papel da taxa de câmbio real na balança comercial desagregada por intensidade tecnológica, além de, através da metodologia utilizada, trazer novas evidências empíricas que dão suporte ao argumento da assimetria dos efeitos do câmbio, especialmente por se tratar de um aspecto ainda não tão explorado nessas condições, que é o nível de intensidade tecnológica da balança comercial brasileira.

Por fim, uma agenda futura de pesquisa faz-se necessária para uma análise mais aprofundada da balança comercial brasileira, na qual há diversos caminhos de pesquisa a seguir, como o estudo dos efeitos do câmbio, à luz da Curva J, em cada categoria de bens por intensidade tecnológica no comércio com os principais parceiros comerciais do Brasil. Outra possibilidade seria uma investigação da relação da taxa de câmbio real com produtos não classificados na Indústria de Transformação, podendo inclusive comparar com os resultados deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALI, I. *et al.* The impact of agriculture trade and exchange rate on economic growth of Pakistan: na NARDL and asymmetric analysis approach. **Ciência Rural**, v. 50, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/N4dxSzJXfvDXfspwNWn9PRn/?lang=en>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- ARIZE, A.C., MALINDRETOS, J., IGWE, E.U. Do exchange rate changes improve the trade balance: An asymmetric nonlinear cointegration approach. **Int. Rev. Econ. Finance** v.49, pp. 313–326, 2017.
- ARRUDA, E. F.; MARTINS, G. Taxa de câmbio e exportações líquidas: uma análise para os estados brasileiros. **Nova Economia**, v. 30, n. 1, p. 111-142, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/XLC9VyJz8MHbpjQsXSYM8vh/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- ARRUDA, E. F.; BRITO, A. C.; CASTELAR, P. U. C. Exchange Rate and Trade Balances in Brazil: A Disaggregated Analysis by Major Economic Categories. **International Journal of Economics and Finance**, v. 14, n. 6, 2022. Disponível em: <https://ccsenet.org/journal/index.php/ijef/article/view/0/47308>. Acesso em: 06 fev. 2024.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; ALSE, J. Short-Run versus Long-Run Effects of Devaluation: Error-Correction Modeling and Cointegration. **Eastern Economic Journal**, v. 20, n. 4, p. 453-464, 1994. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40325598>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; FARIDITAVANA, H. Nonlinear ARDL Approach and the J-Curve Phenomenon. **Open Econ Rev**, v. 27, p. 51-70, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11079-015-9369-5>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; FARIDITAVANA, H. Nonlinear ARDL approach, asymmetric effects and the J-curve. **Journal of Economic Studies**, v. 42, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JES-03-2015-0042/full/html>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; KANITPONG, T. Do exchange rate changes have symmetric or asymmetric effects on the trade balances of Asian countries?. **Applied Economics**, v. 49, n. 46, p. 4668-4678. 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00036846.2017.1287867>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; NASIR, M. A. Asymmetric J-curve: evidence from industry trade between U.S. and U.K. **Applied Economics**, v. 52, n.25, p.2679-2693, 2020.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; RATHA, A. The J-Curve: a literature review. **Applied Economics**, v. 36, n. 13, p. 1377-1398. 2004. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0003684042000201794>. Acesso em: 12 jan. 2024.

BAHMANI-OSKOOEE, M.; USMAN, A.; ULLAH, S. Asymmetric J-curve in the commodity trade between Pakistan and United States: evidence from 41 industries. **Eurasian Economic Review**, v. 10, p. 163-188, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40822-019-00137-x>. Acesso em: 12 dez. 2023.

BANERJEE, A.; DOLADO, J.; MESTRE R. Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. **Journal of time series analysis**, v. 19, n. 3, p. 267-283, 1998. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/blajtsera/v_3a19_3ay_3a1998_3ai_3a3_3ap_3a267-283.htm. Acesso em: 06 fev. 2024.

BRAGA, F. L. P.; MELO, M. C. P. Intensidade tecnológica das transações externas brasileiras (2005-2015): uma análise regional. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v. 11, n. 3, p. 314-335, 2017. Disponível em: <https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/204>. Acesso em: 26 nov. 2023.

CARRASCO, C. A.; TOVAR-GARCIA, D. High-tech trade as determinant of the US bilateral trade balance. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 32, n. 5, p. 713-730, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10438599.2021.2018313>. Acesso em: 26 nov. 2023.

CHIARINI, T.; GONÇALVES DA SILVA, A. L. Comércio exterior brasileiro de acordo com a intensidade tecnológica dos setores industriais: notas sobre as décadas de 1990 e 2000. **Nova Economia**, v. 26, n. 3, p. 1007-1051, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/nTp5J9QTXkSjPG7TSCVMX6y/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jan. 2024.

CIMOLI, M.; FLEITAS, S.; PORCILE, G. Technological intensity of the export structure and the real exchange rate. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 22, n. 4, p. 353-372, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10438599.2012.748504>. Acesso em: 26 nov. 2023.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1913236>. Acesso em: 06 fev. 2024.

INAM, U. S.; UMOBONG, E. C. An Empirical Analysis of the Relationship between Exchange Rate Movements and Economic Growth in Nigeria. **European Journal of Business and Management**, v. 7, n. 30, 2015. Disponível em: <https://iiste.org/Journals/index.php/EJBM/article/view/26346>. Acesso em: 11 jan. 2024.

IQBAL, J; NOSHEEN, M; SALAHUDDIN, G. R. P. Asymmetric cointegration, Non-linear ARDL, and the J-curve: A bilateral analysis of Pakistan and its trading partners. **International Journal of Finance & Economics**, John Wiley & Sons, Ltd., v. 26, n. 2, pages 2263-2278, 2021.

JIANG, W.; LIU, G. The asymmetric impact of exchange rate changes on bilateral trade balance: evidence from China and its trade partners. **Economic Research-Ekonomika**

Istraživanja, v. 36, n. 2, 2023. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1331677X.2022.2129408>. Acesso em: 06 fev. 2024.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, n. 2-3, 1988. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0165188988900413>. Acesso em: 06 fev. 2024.

KANNEBLEY JUNIOR, S.; PRINCE, D.; SCARPELLI, M. C. Histerese e o comércio exterior de produtos industrializados brasileiros. **Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)**, v. 41, n. 3, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5078>. Acesso em: 31 mar. 2024.

KWIATKOWOSKI, *et al.* Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. **Journal of Econometrics**, v. 54, n. 1-3, p. 159-178, 1992. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030440769290104Y>. Acesso em: 06 fev. 2024.

LAL, A. K.; LOWINGER, T. C. The J-Curve: Evidence from East Asia. **Journal of Economic Integration**, v. 17, n. 2, p. 397-415, 2002. Disponível em: <https://www.e-jei.org/upload/RK4N0JGK67NNY1L2.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

LAMUCCI, S. Oito commodities respondem por quase dois terços das exportações. **Valor Econômico**, São Paulo, 2023. Disponível em:

<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/10/20/oito-commodities-respondem-por-quase-dois-tercos-das-exportacoes.ghtml>. Acesso em: 11 jan. 2024.

LARA, F. M.; BLACK, C. A recessão brasileira cessão brasileira em 2015 e seu efeito conjuntural sobre as importações. **Indic. Econ. FEE**, v. 44, n. 2, p. 9-26, 2016. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/viewFile/3853/3776>. Acesso em: 27 nov. 2023.

LIRA, F. R. F. T. **A influência do câmbio e do boom de commodities sobre a pauta de exportações sul-americana**. 2013. 115 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/30421>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LOBO, F. S. F. **Análise empírica da existência do fenômeno da Curva J para a economia brasileira**. 2007. 93 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/96f21a60-41d5-4c50-9e97-8a7e3df875a2>. Acesso em: 26 nov. 2021.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of monetary economics**, Elsevier, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.

MAGEE, S. P. Currency Contracts, Pass-Through, and Devaluation. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 1973, n. 1, 1973. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/2534091>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MARWAH, K.; KLEIN, L. R. Estimation of J-Curves: United States and Canada. **The Canadian Journal of Economics**, v. 29, n. 3, p. 523-539, 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/136248>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MATTEI, L.; SCARAMUZZI, T. A taxa de câmbio como instrumento do desenvolvimento econômico. **Revista de Economia Política**, v. 36, n. 4, p. 726-747, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/9nNysnDDfSvX8Cg6MZWqYzN/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

MENG DU. Is There the J-Curve Effect in China? - Based on NARDL Model Analysis. **ICIC Express Letters, Part B: Applications**, v. 11, n. 9, p. 897-902, 2020. Disponível em: <http://www.icicelb.org/ellb/contents/2020/9/elb-11-09-12.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2023.

MORAES, B. M. M. *et al.* Evidências da Curva J para a Balança Comercial do Estado do Rio Grande do Sul (1999-2014). **Revista de Economia**, v. 41, n. 2, p. 123-150, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/44431>. Acesso em: 25 nov. 2023.

NAKABASHI, L.; CRUZ, M. J. V.; SCATOLIN, F. D. Efeitos do câmbio e juros sobre as exportações da indústria brasileira. **R. Econ. contemp**, v. 12, n. 3, p. 433-461, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rec/a/bgfc8HQnWDGR3RfrKvnSdrM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 nov. 2023.

ONGAN, O.; OZDEMIR, D; ISIK, C.T. The J-Curve Hypothesis for the USA: Applications of the Nonlinear and linear ARDL Models. **South-Eastern Europe Journal of Economics**, vol. 16, n. 1, p. 21-34. 2018.

PASCHOALINO, P. A. T.; CALDARELLI, C. E.; PARRE, J. L. Taxa de câmbio e renda externa como determinantes da balança comercial de produtos básicos no estado do Paraná, 2000 a 2015. **Revista de Economia**, v. 43, n. 2, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/51643>. Acesso em: 26 nov. 2023.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. J. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. **Journal of Applied Econometrics**, v. 16, n. 3, p. 289-326, 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2678547>. Acesso em: 26 nov. 2023.

RAMOS FILHO, H. S.; FERREIRA, M. E. P. A taxa de câmbio e os ajustes no saldo da balança comercial brasileira: uma análise setorial da Curva J. **Nova Economia**, v. 26, n. 3, p. 887-907, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/bTBpwmSH3tKVqWjGkTFp5Qc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2024

RIBEIRO, M. P.; VASCONCELOS, C. R. F.; DA SILVA, C. E. S. F. Exchange variation and non-linear effect on exports: a sectoral analysis by technological intensity. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 49., 2021. **Anais...** 2021. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2021/submissao/files_I/i7-554e90294ea75bd8f7064c396d8dbe0d.pdf. Acesso em: 26 nov. 2023.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of political economy**, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, 1986.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 2, 1990.

ROSE, A. K.; YELLEN, J. L. Is there a j-curve? **Journal of Monetary Economics**, v. 24, n. 1, 1989. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304393289900160>. Acesso em: 26 nov. 2023.

SACCARO, A.; ALVIM, A. M. Análise das exportações gaúchas, de acordo com a intensidade tecnológica, mediante um modelo VAR. **Indic. Econ. FEE**, v. 44, n. 3, p. 61-78, 2017. Disponível em:
<https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/view/3899>. Acesso em: 26 nov. 2023.

SCALCO, P. R.; CARVALHO, H. D.; CAMPOS, A. C. Choques na Taxa de Câmbio Real e o Saldo da Balança Comercial Agropecuária Brasileira: evidências da Curva J entre 1994 e 2007. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 595-610, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/wCSmqhRZN3yVckFVhG3GdsC/?lang=pt>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SEIBERT, C. E. *et al.* Exportações agrícolas do centro-oeste brasileiro: evidências da condição Marshall-Lerner e Curva - J. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 21, n. 1, p. 1-20, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/14705>. Acesso em: 26 nov. 2023.

SHIN, Y.; YU, B.; GREENWOOD-NIMMO, M. Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In: **Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications**, p. 281-314, 2014. Disponível em:
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-8008-3_9. Acesso em: 30 nov. 2023.

SONAGLIO, C. M. *et al.* Evidências de desindustrialização no Brasil: uma análise com dados em painel. **Economia Aplicada**, v. 14, n. 4, p. 347-372, 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ecoa/a/smVyDhykzyq7nWYtzKqGGyR/?lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2024.

TEIXEIRA, F. O.; CORONEL, D. A.; OREIRO, J. L. C. Determinantes da intensidade tecnológica das exportações estaduais no período de ascensão do preço das *commodities*. **Revista de Economia Política**, v. 41, n. 1, p. 176-197, 2021. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rep/a/XNKkMd49knxtybddFDckpkD/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

VASCONCELOS, S. P.; VASCONCELOS, C. R. F.; JUNIOR, L. A. L. Influência da não linearidade da taxa de câmbio real sobre as exportações por fator agregado do Brasil para os Estados Unidos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 42., 2014, Natal. **Anais... Natal: UFRN**, 2014. Disponível em:
https://www.anpec.org.br/encontro/2014/submissao/files_I/i7-818e18df3195d5a5e0b66ea569fc47e6.pdf. Acesso em: 26 nov. 2023.

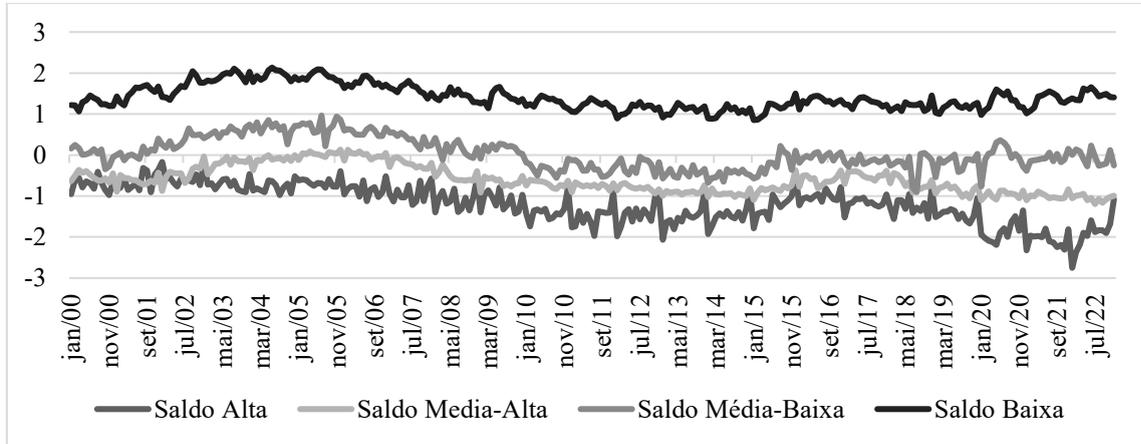
VERÍSSIMO, M. P.; DA SILVA, C. G. Taxa de câmbio, preços de commodities e exportações de produtos básicos nas Regiões brasileiras. **Revista Econômica do Nordeste**, v.

44, n. 3, p. 777–794, 2013. Disponível em:
<https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/88>. Acesso em: 11 jan. 2024.

YOUNG, A. Learning by doing and the dynamic effects of international trade. **The quarterly journal of economics**, v. 106, n. 2, p. 369–405, 1991

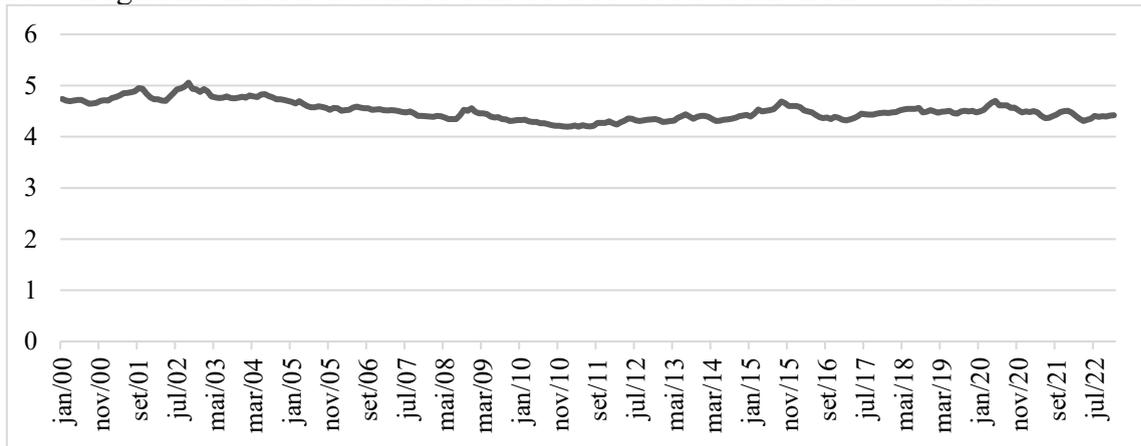
APÊNDICE A – GRÁFICOS DAS SÉRIES UTILIZADAS

Gráfico – Logaritmo natural do saldo da balança comercial brasileira por intensidade tecnológica 2000 – 2022



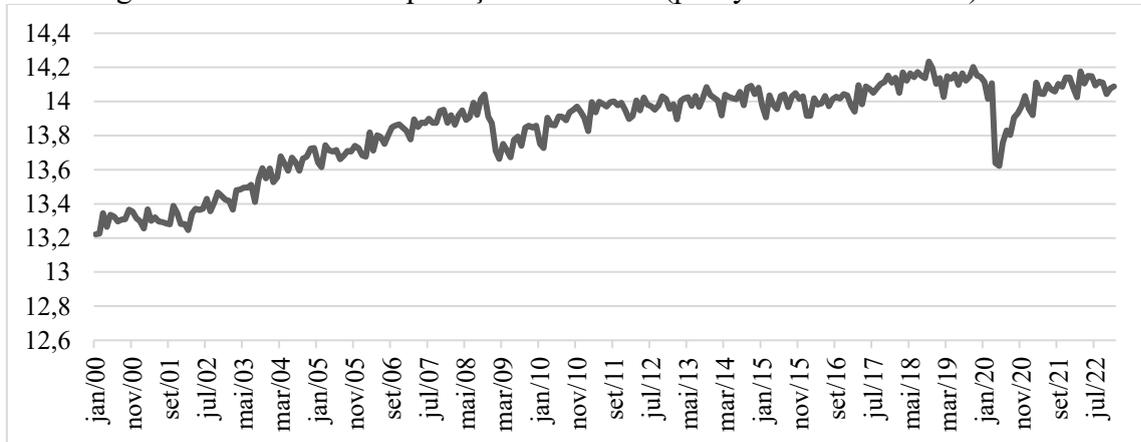
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico – Logaritmo natural da taxa de câmbio efetiva real brasileira 2000 – 2022



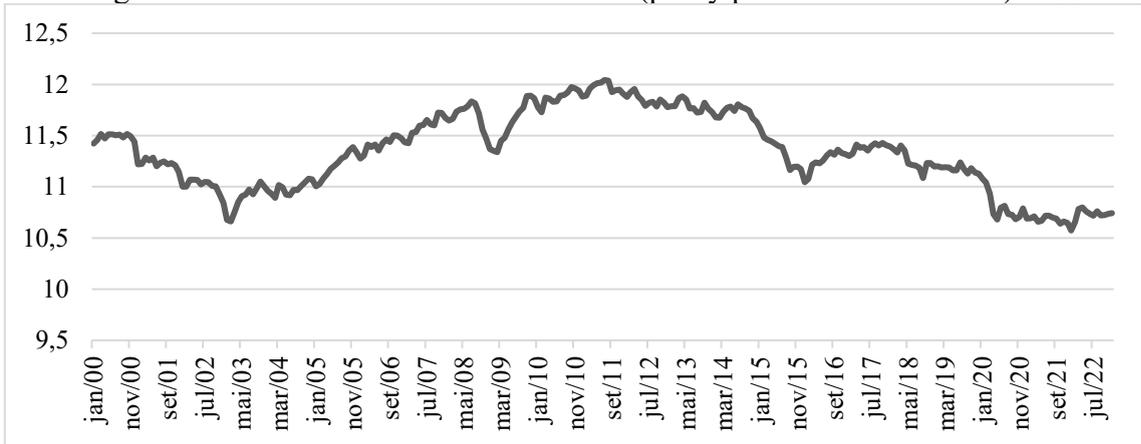
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico – Logaritmo natural das importações mundiais (proxy da renda externa) 2000 – 2022



Fonte: Elaboração própria.

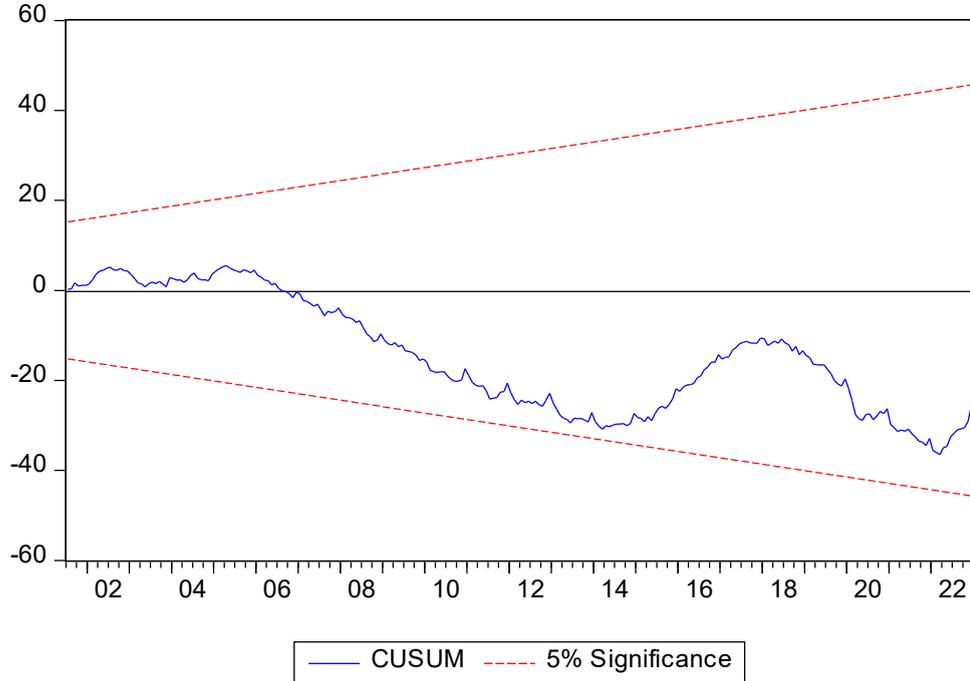
Gráfico – Logaritmo natural do PIB mensal do Brasil (proxy para renda doméstica) 2000 – 2022



Fonte: Elaboração própria.

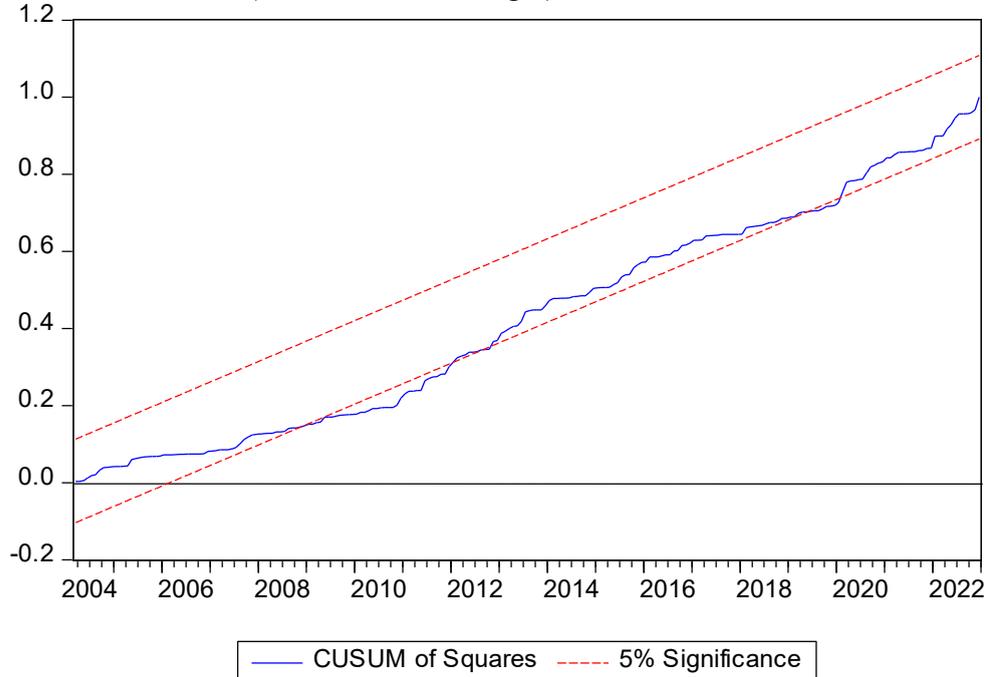
APÊNDICE B – TESTES DE DIAGNÓSTICO

Figura – Teste CUSUM (Saldo Alta Tecnologia)



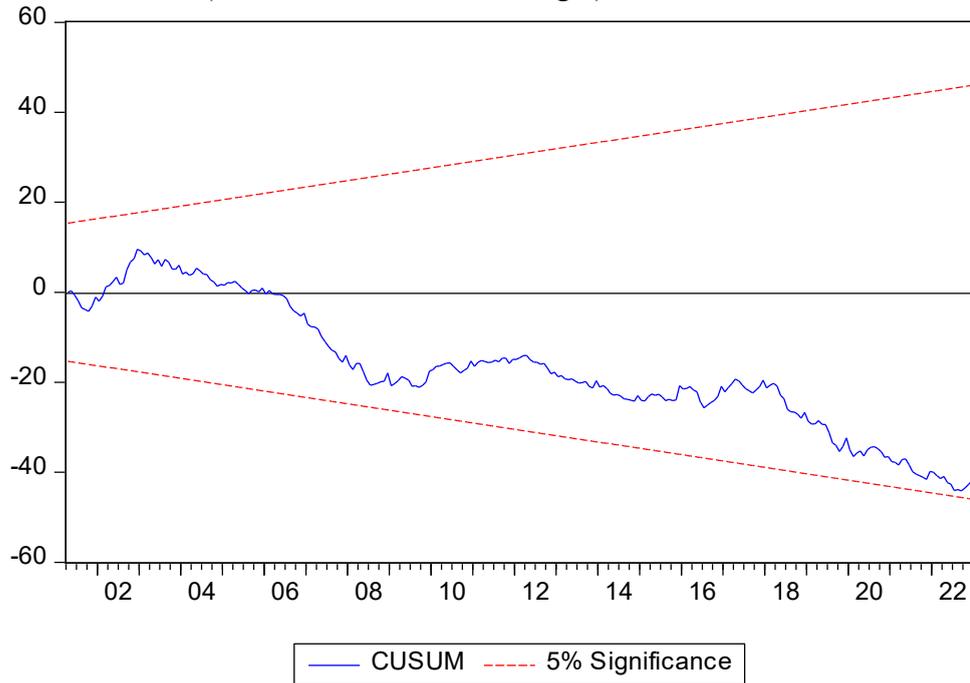
Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUMSQ (Saldo Alta Tecnologia)



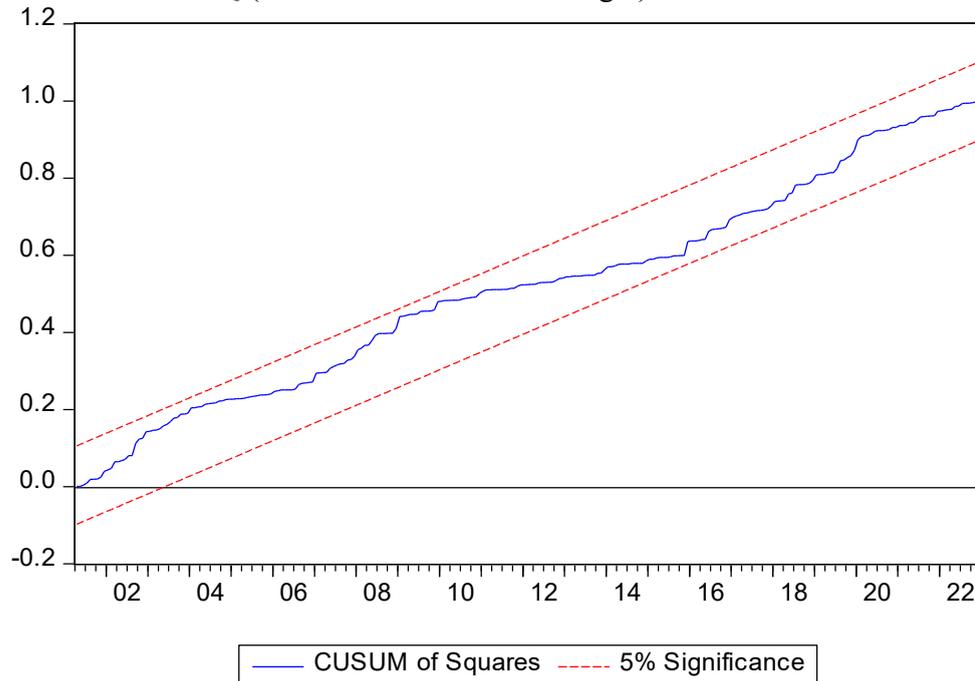
Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUM (Saldo Média-Alta Tecnologia)



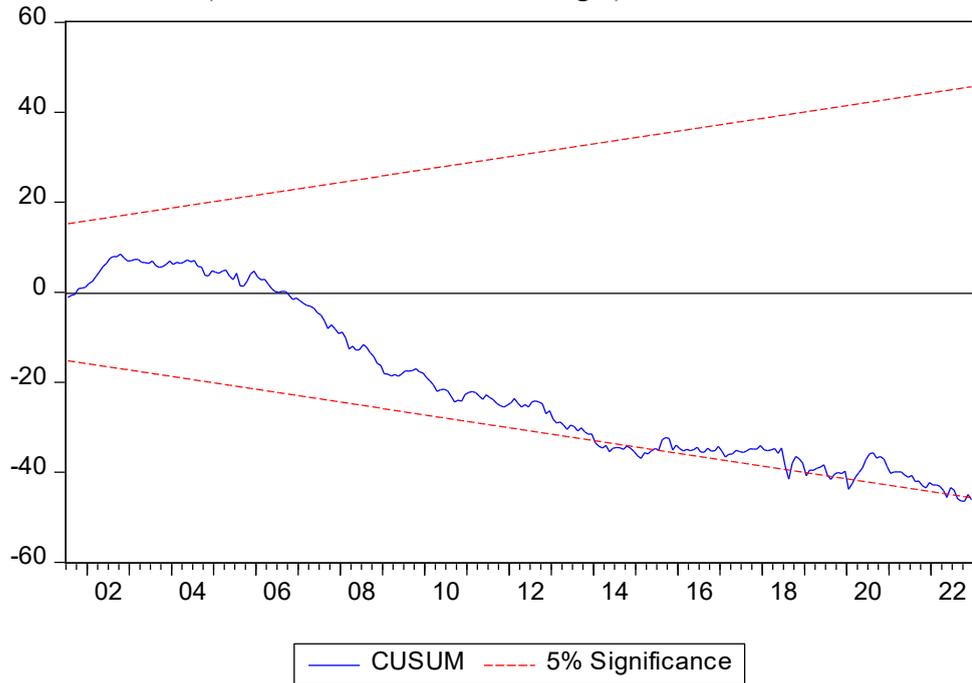
Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUMSQ (Saldo Média Alta Tecnologia)



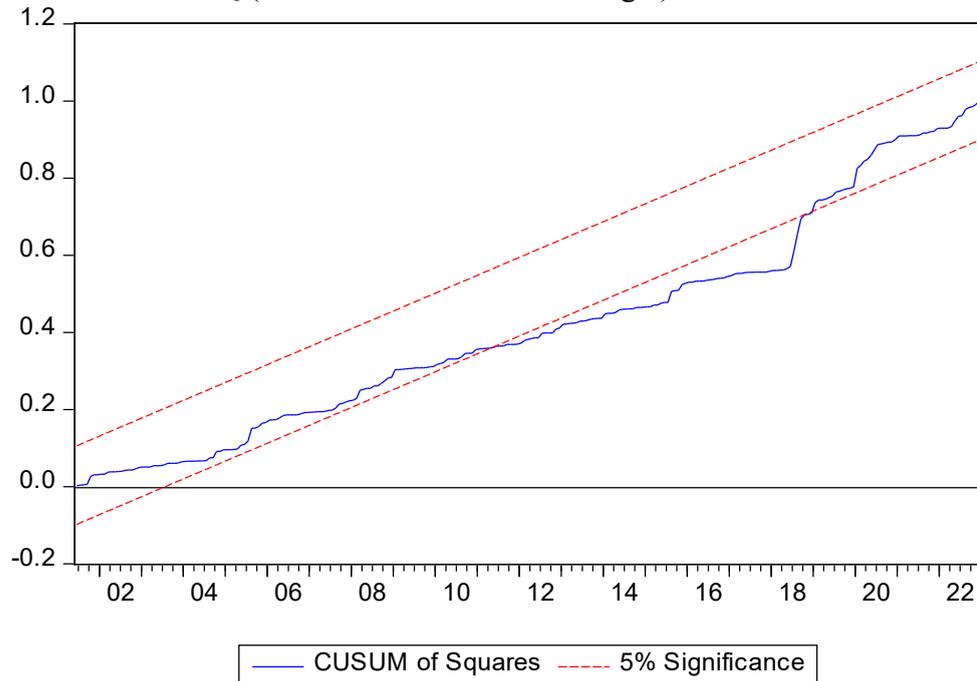
Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUM (Saldo Média-Baixa Tecnologia)



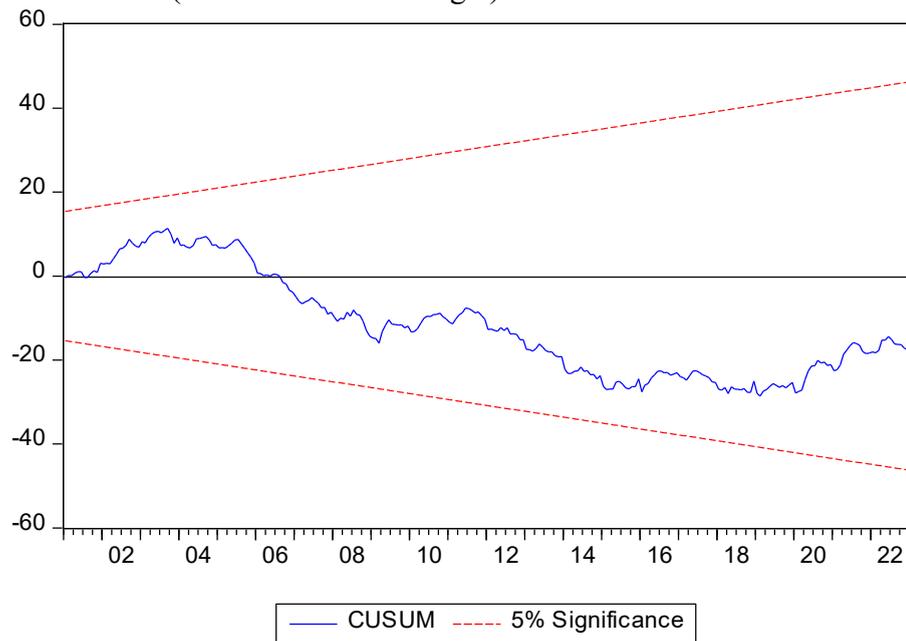
Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUMSQ (Saldo Média-Baixa Tecnologia)



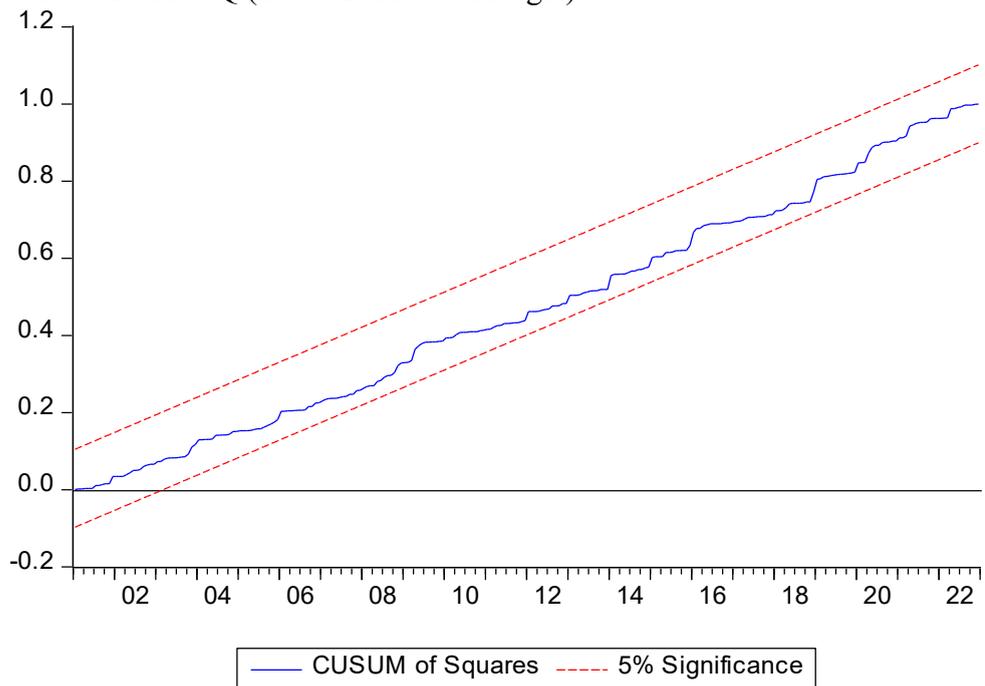
Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUM (Saldo Baixa Tecnologia)



Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Figura – Teste CUSUMSQ (Saldo Baixa Tecnologia)



Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.