



Conectividade Digital e Influência nas Cadeias Globais de Valor: Uma Análise com Regressões em Painel e Metodologia de Rede

Resumo

O presente estudo busca avaliar a evolução recente das Cadeias Globais de Valor (CGVs) e verificar em que medida sua expansão, impulsionada pelas tecnologias digitais, é influenciada pela infraestrutura digital dos países. Assim, com base em dados da OCDE (1995–2020), aplicam-se métricas de redes e regressões em painel para identificar os determinantes da centralidade internacional dos países. Os resultados obtidos sinalizam que o acesso à internet emerge como um fator estatisticamente relevante para explicar o grau de centralidade dos países nas redes globais de produção, enquanto o efeito direto dos insumos de Tecnologia da Informação (TI) na manufatura perde significância quando a infraestrutura digital é considerada. Esse resultado sugere uma mudança no papel das TI, que passam de instrumentos de automação produtiva para vetores de conectividade e coordenação global. Ademais, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e a presença de indústrias com maior sofisticação tecnológica contribuem para reforçar a centralidade dos países nas redes globais de produção.

Palavras-chave: Centralidade Internacional; Tecnologias da Informação; Cadeias Globais de Valor; Teoria dos Grafos.

Digital Connectivity and Influence in Global Value Chains: An Analysis with Regresses in Painel and Network Methodology

Abstract

This study examines the recent evolution of Global Value Chains (GVCs) and investigates to what extent their expansion, driven by digital technologies, is influenced by countries' digital infrastructure. Using OECD data for the period 1995–2020, network analysis metrics and panel regressions are applied to identify the determinants of countries' international centrality within global production networks. The results indicate that internet access emerges as a statistically significant factor explaining countries' degree of centrality, while the direct effect of Information Technology (IT) inputs in manufacturing loses significance once digital infrastructure is considered. This finding suggests a shift in the role of IT, from a tool primarily associated with production automation to a broader driver of connectivity and coordination in global production systems. Additionally, GDP per capita and the presence of technologically sophisticated industries contribute to strengthening countries' positions within global production networks. Overall, the results highlight the growing importance of digital infrastructure as a structural factor shaping the organization and dynamics of contemporary GVCs.

Keywords: Global value chains; International Centrality; Digital Infrastructure; ICTs; Network analysis

JEL: F14; F60; O33.

1. Introdução

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), a partir da década de 1970, reduziu drasticamente os custos de transmissão de dados, ampliou a confiabilidade das redes comerciais e eliminou barreiras geográficas, favorecendo a expansão das Cadeias Globais de Valor (CGVs) (Müller; Zenker, 2001; Freeman; Louçã, 2001). Nas últimas décadas, esse processo foi intensificado pelo surgimento das plataformas digitais, que viabilizaram a prestação de serviços personalizados e em tempo real, fortaleceram a interdependência entre manufatura e serviços e ampliaram a flexibilidade produtiva (Silva *et al.*, 2022; Gawer, 2021; Wirtz, 2019).

Em resposta a esse novo contexto, empresas manufatureiras passaram a adotar estratégias de terceirização e modularização da produção (Coe; Yeung, 2015). A partir das décadas de 1980 e 1990, consolidou-se o fenômeno do *offshoring*, entendido como a realocação transnacional de atividades anteriormente executadas no país de origem (Doh *et al.*, 2009; Pisani; Ricart, 2015). Essa transformação foi viabilizada pelo avanço das TICs e pela globalização produtiva, permitindo que tarefas produtivas fossem executadas em locais com mão de obra menos qualificada e custos operacionais mais baixos (Apte; Mason, 1995; Bunyaratavej *et al.*, 2007).

Contudo, crises financeiras, tensões geopolíticas e a pandemia de Covid-19 evidenciaram a vulnerabilidade de CGVs fragmentadas e distantes geograficamente (Bolter; Robey, 2020). Este quadro favoreceu a adoção de estratégias de *reshoring*, definidas como o retorno parcial ou total de processos produtivos para o país de origem (Fratocchi *et al.*, 2016; Ancarani; Di Mauro, 2018). Ademais, fatores como o aumento dos custos de produção na Ásia, riscos logísticos e políticos, preocupações com a propriedade intelectual, políticas de incentivo à produção doméstica e a adoção de tecnologias digitais e da Indústria 4.0 reforçaram essa tendência (Gupta; Wang; Czinkota, 2023; Wieland; Durach, 2021).

Nesse cenário, o avanço das tecnologias digitais assume papel central e ambíguo. Por um lado, ao viabilizar a produção descentralizada e a integração de conhecimentos produtivos oriundos de regiões distantes, elas sustentam o avanço das CGVs (Pegoraro *et al.*, 2021; Cosimato; Vona, 2021). Por outro, a automação, a conectividade em tempo real e o uso crescente de dados reduzem a dependência de longas cadeias internacionais, tornando possível a reinternalização de atividades produtivas, fenômeno compatível com o *reshoring* digital.

A literatura sobre CGVs tem enfatizado que a organização da produção global é condicionada por estruturas específicas de governança, que determinam como atividades produtivas são coordenadas entre firmas e territórios (Gereffi; Humphrey; Sturgeon, 2005). Nessas estruturas, firmas líderes desempenham papel central na coordenação das cadeias, definindo padrões tecnológicos, requisitos produtivos e formas de integração entre fornecedores. Dessa forma, a posição ocupada por países e empresas nas CGVs reflete não apenas vantagens de custo, mas também sua capacidade de participar de atividades com maior intensidade tecnológica e informacional, processo frequentemente associado às trajetórias de *upgrading* econômico.

Nesse contexto, o conceito de centralidade nas redes de produção tem sido utilizado para identificar países que desempenham funções estratégicas na coordenação das CGVs. Países mais centrais tendem a atuar como nós de articulação entre múltiplos fluxos de valor, tecnologia e informação, desempenhando funções que se aproximam do papel exercido por firmas líderes ou polos de coordenação das cadeias produtivas internacionais. Estudos recentes aplicam métricas derivadas da teoria das redes para mapear essas posições estratégicas, evidenciando que países mais centrais nas redes de comércio intermediário apresentam maior capacidade de difusão tecnológica, coordenação produtiva e influência sobre os fluxos globais de valor (Gereffi; Humphrey; Sturgeon, 2005; Cingolani *et al.*, 2017; Criscuolo; Timmis, 2018).

Apesar dos avanços recentes, ainda são relativamente escassos os estudos que investigam empiricamente como a infraestrutura digital influencia a posição dos países nessas redes globais de produção. Parte da literatura destaca que a digitalização altera os mecanismos de coordenação das CGVs, ao reduzir custos de informação, facilitar a integração de fornecedores e ampliar a capacidade de coordenação transnacional das atividades produtivas (Baldwin, 2016; UNCTAD, 2023; OECD, 2024). No entanto, poucos trabalhos buscam mensurar de forma sistemática como fatores tecnológicos, econômicos e estruturais, especialmente a conectividade digital, afetam a centralidade dos países nas

redes de produção ao longo do tempo, permanecendo essa relação ainda pouco explorada na literatura empírica sobre CGVs.

Diante dessa lacuna, o presente estudo busca caracterizar o avanço recente das CGVs e avaliar em que medida a posição dos países nessas redes é influenciada pelo grau de desenvolvimento da infraestrutura digital. Em termos empíricos, busca-se analisar como determinantes tecnológicos, econômicos e estruturais influenciam a centralidade dos países nas redes globais de produção, indicador que reflete sua posição e influência nas CGVs.

Para alcançar o objetivo proposto, o estudo utiliza dados da Inter-Country Input-Output (ICIO) Database (OCDE, 2021), para 31 países no período de 1995 a 2020. Assim, a partir da matriz de insumos intermediários são construídos grafos que representam os fluxos de valor adicionado entre países e setores. As métricas derivadas da teoria dos grafos (como grau médio, densidade e centralidade) são empregadas para identificar padrões de conectividade, hierarquia e influência no comércio internacional. Em seguida, regressões em painel são estimadas para identificar os determinantes da centralidade dos países, com ênfase na influência das TICs e da conectividade digital.

Adicionalmente, reconhece-se que as CGVs apresentam forte heterogeneidade setorial, uma vez que cadeias produtivas distintas diferem em termos de intensidade tecnológica, complexidade produtiva e formas de governança. Assim, embora o presente estudo analise padrões agregados de centralidade nas redes globais de produção, os resultados devem ser interpretados considerando que setores distintos podem apresentar dinâmicas específicas de integração e upgrading nas CGVs.

Além desta introdução, o artigo encontra-se estruturado em quatro seções adicionais. A seção dois apresenta a revisão de literatura, com estudos correlatos ao tema proposto. Por sua vez, a seção três traz os dados utilizados e detalha os procedimentos metodológicos. Em seguida, a seção quatro apresenta e discute os resultados obtidos. Por fim, a seção cinco traz as considerações finais.

2. Disseminação das Tecnologias Digitais e Consolidação das Cadeias Globais de Valor

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), a partir da década de 1970, marcou um ponto de inflexão na organização da produção global. A redução dos custos de comunicação e o aumento da confiabilidade das redes possibilitaram que atividades de serviços se tornassem parte integrante das cadeias industriais, favorecendo a emergência de novos arranjos produtivos e formas de especialização (Müller; Zenker, 2001; Freeman; Louçã, 2001).

Nas décadas seguintes, com a difusão das plataformas digitais e da conectividade em tempo real, consolidou-se um ambiente ainda mais favorável à expansão das CGVs, em que fluxos de informação, dados e conhecimento passaram a ser fundamentais para a competitividade dos países (Gawer, 2021; Wirtz, 2019; Silva *et al.*, 2022).

Nesse contexto, as empresas reconfiguraram suas estratégias produtivas. A terceirização e a modularização ganharam destaque, impulsionando a transferência de atividades antes internalizadas para firmas especializadas, como forma de ampliar a flexibilidade e acelerar a inovação (Coe; Yeung, 2015). Esse movimento de fragmentação produtiva esteve na base da expansão do *offshoring*, com a realocação de etapas produtivas para países com menores custos de produção, integradas em redes transnacionais de produção (Abecassis-Moedas *et al.*, 2012; Gawer, 2014, 2021).

O conceito de *offshoring* consolidou-se nas décadas de 1980 e 1990, quando o avanço da globalização e das TICs possibilitou a realocação internacional de atividades produtivas (Doh *et al.*, 2009; Pisani; Ricart, 2015). Esses processos trouxeram ganhos expressivos em termos de eficiência, aprendizado organizacional e difusão tecnológica, além de promoverem a disseminação de práticas globais de gestão e padronização produtiva (Apte; Mason, 1995; Bunyaratavej *et al.*, 2007; Contractor *et al.*, 2010; Iurkov; Benito, 2018).

Contudo, a partir da crise financeira de 2008 e, mais recentemente, da pandemia de Covid-19, a vulnerabilidade de CGVs longas e fragmentadas passou a ser amplamente reconhecida (Baldwin *et al.*, 2023; UNCTAD, 2023a). A reação de empresas e governos foi o fortalecimento de estratégias de *reshoring*, caracterizadas pelo retorno de etapas produtivas aos países de origem, motivado por razões econômicas, políticas e tecnológicas (Fratocchi *et al.*, 2016; Ancarani; Di Mauro, 2018; Wieland; Durach, 2021). Essa nova configuração foi viabilizada pelo avanço das tecnologias digitais, que permitiram a reintegração produtiva em bases automatizadas e conectadas, reduzindo a dependência de

cadeias transnacionais excessivamente extensas.

Nesse cenário, regiões com maior densidade de serviços intensivos em conhecimento, universidades e *hubs* tecnológicos tornaram-se polos privilegiados de atração de investimentos e de realocação de atividades (Pegoraro *et al.*, 2021; Cosimato; Vona, 2021). Assim, o *reshoring* não representa apenas o retorno físico da produção, mas uma reconfiguração estrutural das CGVs, que se tornaram mais curtas, digitalizadas e intensivas em conhecimento (Di Berardino *et al.*, 2025).

Além dos estudos sobre *offshoring* e *reshoring*, uma vertente mais recente da literatura tem investigado o papel da posição dos países nas CGVs. Trabalhos como os de Criscuolo e Timmis (2018) e Cingolani *et al.* (2017) aplicaram métricas de centralidade derivadas da teoria dos grafos para mapear os *hubs* das cadeias produtivas internacionais, demonstrando que países mais centrais tendem a apresentar maior produtividade e capacidade de difusão tecnológica. Por sua vez, Ito (2023) reforça esse argumento ao mostrar que a centralidade em redes de produção está associada à velocidade e amplitude da difusão internacional de P&D, indicando que a estrutura das CGVs é um canal crítico de aprendizado tecnológico.

A literatura de CGVs também enfatiza que diferentes setores apresentam estruturas de governança distintas, variando entre formas de coordenação hierárquicas, relacionais ou modulares (Gereffi; Humphrey; Sturgeon, 2005). Essas diferenças condicionam a distribuição de poder entre firmas líderes e fornecedores e influenciam as oportunidades de upgrading produtivo e tecnológico. Dessa forma, a inserção internacional de países não depende apenas de sua participação nas CGVs, mas também do tipo de atividades desempenhadas e da posição ocupada na arquitetura produtiva dessas cadeias.

O presente estudo está relacionado ao trabalho de Vieira e Ceretta (2023), os quais buscam avaliar os efeitos da TICs no crescimento econômico global. Por sua vez, também está relacionado aos estudos de Manso e Hermida (2024) que salientam uma positiva e relevante relação entre o grau de sofisticação das exportações dos países e a participação nas CGVs.

Estudos recentes também enfatizam a influência das TICs e da infraestrutura digital sobre a posição dos países nessas redes. Pesquisas do UNU-WIDER (2020) e de Criscuolo e Timmis (2018) sugerem que a digitalização redefine a geografia da produção, permitindo novos padrões de especialização baseados em conectividade e não apenas em vantagens de custos. Ademais, evidências da UNCTAD (2023a) e da OCDE (2024) indicam que a transição para uma economia digital multipolar depende cada vez mais da capacidade dos países de integrar fluxos de dados, informação e conhecimento às suas estratégias produtivas.

Com base nos estudos recentes, observa-se que a literatura contemporânea converge para a ideia de que o avanço das tecnologias digitais redefine os mecanismos de integração global, deslocando o foco das trocas físicas de insumos para as conexões digitais que coordenam a produção mundial. Apesar desses avanços, ainda são escassos os estudos que quantificam sistematicamente os determinantes tecnológicos, econômicos e estruturais da centralidade internacional dos países.

Diante deste contexto, o presente estudo busca preencher essa lacuna, ao combinar métricas de redes e modelos econométricos em painel para avaliar se fatores como infraestrutura digital, capital humano, sofisticações tecnológicas e tamanho do mercado influenciam a posição dos países nas CGVs.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Base de Dados e Hipóteses Testadas

Buscando verificar os determinantes da centralidade dos países nas redes globais de valor, o presente estudo utiliza uma base de dados constituída por informações de diferentes fontes internacionais, abrangendo o período de 1995 a 2020, para 31 países. Em posse dos dados, adota-se a metodologia de dados em painéis. Precisamente, o estudo combina variáveis da Inter-Country Input-Output Database (OCDE, 2021), da Penn World Table, versão 11.0 (Feenstra *et al.*, 2015), e do Banco Mundial (World Bank, 2025), permitindo capturar aspectos tecnológicos, estruturais e macroeconômicos relevantes para o posicionamento dos países no sistema produtivo mundial. O Quadro um (1) apresenta as variáveis utilizadas, bem como a fonte dos dados.

Quadro 1 – Descrição das variáveis utilizadas

Sigla	Descrição	Fonte
Grau	Grau total de centralidade do país i no ano t	OECD (2021)
TI	Participação dos insumos de Tecnologia da Informação (TI) na manufatura	Feenstra <i>et al.</i> (2015)
Pop	População	World Bank (2025)
H	Capital Humano	Feenstra <i>et al.</i> (2015)
Estoque	Estoque de capital	Feenstra <i>et al.</i> (2015)
e	Taxa de câmbio	Feenstra <i>et al.</i> (2015)
Trade	Abertura comercial	World Bank (2025)
PIB	PIB per capita, Paridade Poder de compra (2021 internacional \$)	World Bank (2025)
Tech	Valor agregado da indústria de média e alta tecnologia (% do valor agregado da indústria) - Renda média-alta	World Bank (2025)
Internet	Indivíduos que usam a Internet (% da população)	World Bank (2025)

Fonte: Os autores.

Nota: países que compõem a base de dados: ARG, AUT, BEL, BRA, CAN, CHE, CHN, COL, CZE, DEU, DNK, ESP, FIN, FRA, IRL, ISR, ITA, JPN, KAZ, LUX, MEX, MYS, NOR, PRT, SVK, SWE, THA, UKR, USA, VNM, ZAF.

O grau de centralidade ($Grau_{it}$) foi construído a partir das matrizes insumo-produto multirregionais da OCDE (2021). Essa medida indica o número de conexões diretas e indiretas de um país i no sistema produtivo global no ano t , refletindo o seu nível de integração e influência nas CGVs. Para esta variável, a literatura aponta que países com posições centrais tendem a manter vantagens cumulativas ao longo do tempo (Cingolani *et al.*, 2017; Baldwin, 2016), justificando a expectativa de alta persistência temporal da variável.

A participação dos insumos de Tecnologia da Informação (TI) na manufatura foi extraída das matrizes ICIO e reflete o grau de incorporação de bens e serviços intensivos em tecnologia digital nos processos industriais de cada país. Timmer *et al.* (2014) e Gawer (2021) mostram que a digitalização aumenta a produtividade, coordenação intersetorial e integração internacional das firmas, de modo que se espera um efeito positivo sobre a centralidade.

A População (Pop) representa o tamanho do mercado doméstico e a disponibilidade de força de trabalho, obtida do Banco Mundial. Economias com mercados internos maiores tendem a apresentar maior capacidade de diversificação produtiva e economias de escala, fatores que favorecem a centralidade nas redes globais (Romer, 1990; Aghion; Howitt, 1992).

O Capital Humano (H), extraído da Penn World Table, corresponde à média ponderada de anos de estudo ajustada pela taxa de retorno da educação. O capital humano eleva a capacidade de absorção de tecnologias e aprendizado produtivo (Romer, 1990; Aghion; Howitt, 1992), contribuindo para maior sofisticação e interconexão das atividades produtivas de um país.

O Estoque de capital físico ($Estoque$), proveniente da Penn World Table, reflete a acumulação histórica de ativos produtivos tangíveis, como máquinas, equipamentos e infraestrutura. Economias com maior estoque de capital apresentam maior capacidade produtiva e conectividade industrial, reforçando a centralidade, especialmente em setores de média e alta tecnologia (Barro; Sala-I-Martin, 2004).

A Taxa de câmbio real (e), obtida da Penn World Table, captura a competitividade externa das economias. Uma taxa de câmbio depreciada pode estimular exportações e a integração em cadeias internacionais, mas efeitos extremos ou instabilidade podem reduzir investimento e sofisticação tecnológica, tornando o sinal desta variável potencialmente ambíguo (Hummels *et al.*, 2001).

A Abertura comercial ($Trade$), medida pela soma das exportações e importações em relação ao PIB, indica o grau de integração do país no comércio internacional. Hummels *et al.* (2001) e Baldwin (2016) sugerem que economias mais abertas participam mais ativamente das redes globais de produção, o que justifica a expectativa de efeito positivo sobre a centralidade.

O PIB per capita (PIB), em paridade de poder de compra (2021, em dólares), representa o nível de desenvolvimento econômico do país. Países com maior renda tendem a sustentar estruturas produtivas complexas, promover inovação e diversificação, o que reforça sua centralidade nas CGVs (Timmer *et al.*, 2014).

O valor agregado da indústria de média e alta tecnologia ($Tech$) reflete o grau de sofisticação produtiva e tecnológica de cada economia, medido como proporção do valor agregado da indústria total.

Economias com maior intensidade tecnológica estão mais bem posicionadas para assumir papéis centrais nas redes globais de produção (Gereffi *et al.*, 2005).

Por fim, a variável Acesso à Internet (*Internet*) representa a proporção de indivíduos conectados à internet na população total e captura a difusão das tecnologias digitais e da conectividade informacional. A literatura indica que a infraestrutura digital facilita a coordenação de fluxos produtivos transnacionais, reduz a dependência de insumos físicos e fortalece a posição central de países nas CGVs (Wieland; Durach, 2021; Cingolani *et al.*, 2017).

3.2 Análise de Redes

A rede e os indicadores utilizados para caracterizar os fluxos internacionais de insumos intermediários, extraídos da matriz Z , foram construídos com base nos conceitos e métricas oriundos da teoria dos grafos e da análise de redes complexas (Newman, 2010; Barabási, 2016).

Neste cenário, a matriz Z representa as transações de insumos entre setores de diferentes regiões, indicando a origem e o destino dos insumos. A partir dessa matriz, é possível calcular estatísticas descritivas e indicadores de conectividade econômica. Como a maioria dos países possuem fluxos de comércio entre atividades que envolvem volumes pequenos e de menor relevância, todas as métricas são construídas considerando-se somente 5% dos fluxos de comércio, sendo assim os mais relevantes entre os países.

Cada rede é representada por um grafo direcionado, ponderado e conexo, no qual os nós (V) representam os países selecionados e as Arestas (E) representam os fluxos bilaterais de comércio entre os países, com pesos correspondentes à magnitude das transações.

O grau de um nó i representa o número de conexões diretas com outros países, sendo dividido em grau de entrada (k_i^{in}) e grau de saída (k_i^{out}):

$$k_i^{in} = \sum_j A_{ji}, \quad (1)$$

$$k_i^{out} = \sum_j A_{ij}, \quad (2)$$

no qual A_{ij} é o elemento da matriz de adjacência ponderada, com $A_{ij} > 0$ indicando a existência de um fluxo de valor do país i para o país j . A densidade da rede mede a proporção de conexões existentes em relação ao número máximo possível de conexões. Precisamente:

$$D = \frac{m}{n(n-1)}, \quad (3)$$

sendo m o número de arestas existentes, e n o número de nós. O caminho Médio representa a distância média entre todos os pares de nós conectados. Formalizando:

$$L = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i \neq j} d_{ij}, \quad (4)$$

com d_{ij} indicando a menor distância (ou caminho mínimo) entre os nós i e j . O Diâmetro identifica o maior valor de todos os caminhos mínimos na rede. É definido por:

$$D_{max} = \max_{i,j} d_{ij}. \quad (5)$$

A Centralidade de Autovetor mede a influência de um nó na rede, considerando também a importância dos nós aos quais está conectado. Precisamente:

$$EC_i = \frac{1}{\lambda} \sum_j A_{ij} \cdot EC_j, \quad (6)$$

sendo λ o maior autovalor da matriz de adjacência. Essa métrica é útil para identificar países que não apenas têm muitos parceiros comerciais, mas que também estão ligados a outros países influentes

(Bonacich, 1987). Já a Centralização mede a desigualdade na distribuição de conexões (entrada ou saída) entre os nós, definida por:

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^n (k^* - k_i)}{\sum_{i=1}^n (n-1)(n-2)}, \quad (7)$$

sendo k^* o grau máximo observado na rede. Essa métrica é útil para mensurar a concentração dos fluxos em poucos países.

3.3 Regressões Estimadas

O modelo econométrico estimado busca avaliar os determinantes da centralidade dos países nas redes globais de produção, considerando aspectos tecnológicos, econômicos e estruturais. Para tanto, foi especificado um modelo em painel dinâmico, que permite capturar a dependência temporal da variável dependente, bem como controlar a heterogeneidade não observada entre países. O modelo de regressão estimado é formalizado por:

$$Grau_{it} = \alpha + \rho Grau_{i,t-1} + \beta_1 TI_{it} + \beta_2 H_{it} + \beta_3 Trade_{it} + \beta_4 PIB_{it} + \beta_5 Tech_{it} + \beta_6 Pop_{it} + \beta_7 Estoque_{it} + \beta_8 e_{it} + \beta_9 Internet_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}, \quad (8)$$

no qual $Grau_{it}$ representa o grau total de centralidade do país i no ano t , e $Grau_{i,t-1}$ é o termo defasado que captura a persistência dinâmica da centralidade no tempo. O termo μ_i representa os efeitos específicos de cada país (heterogeneidade não observada), e ε_{it} é o erro idiossincrático.

O modelo foi estimado em etapas complementares, precisamente: Inicialmente, foram estimados modelos de efeitos fixos e aleatórios como referência comparativa, permitindo avaliar a robustez dos resultados e a influência dos efeitos não observáveis entre países. O teste de Hausman foi aplicado para verificar a consistência dos estimadores sob as duas abordagens. Em seguida, foram estimados modelos *GMM-system*, adequados para lidar com endogeneidade potencial e autocorrelação serial, considerando a defasagem da variável dependente como instrumento interno.

Embora o estimador System-GMM seja frequentemente aplicado em painéis com grande número de unidades (N) e dimensão temporal reduzida (T), sua utilização neste estudo justifica-se pela presença da variável dependente defasada e pelo potencial problema de endogeneidade entre a centralidade nas redes globais de produção e algumas variáveis explicativas, como infraestrutura digital e comércio. Nessas condições, estimadores tradicionais de efeitos fixos podem produzir estimativas viesadas. Reconhecendo que a base utilizada apresenta número relativamente reduzido de países e série temporal mais longa, a estimação foi conduzida com um conjunto restrito de instrumentos internos, a fim de evitar proliferação de instrumentos (Roodman, 2009). Adicionalmente, os resultados foram comparados com modelos de efeitos fixos e aleatórios, permitindo avaliar a robustez das estimativas.

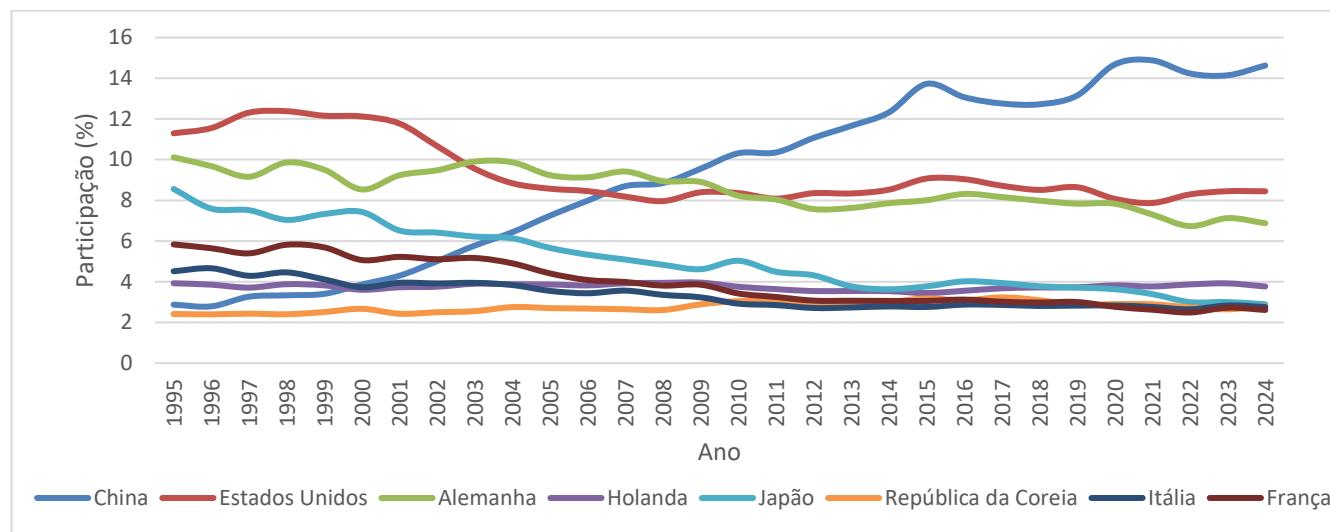
O teste de Sargan é aplicado ao modelo em painel dinâmico para identificar a adequação do modelo *GMM-system* e a ausência de sobreidentificação. O teste de Arellano-Bond é estimado para detectar autocorrelação de primeira ordem, esperada em modelos em diferenças, e a ausência de autocorrelação de segunda ordem, confirmando a validade das defasagens como instrumentos.

4. Resultados

4.1 Caracterização do Comercio Internacional

A participação da China nas exportações se eleva de 3% em 1995 para 15% em 2024, o que ocorre em detrimento dos países avançados, sobretudo do Japão, cuja participação retrocede de 9% para 3% no período (**Gráfico 1**). Também se observa queda das exportações dos Estados Unidos, Alemanha e França, com recuo de 3 pontos percentuais entre 1995 e 2024.

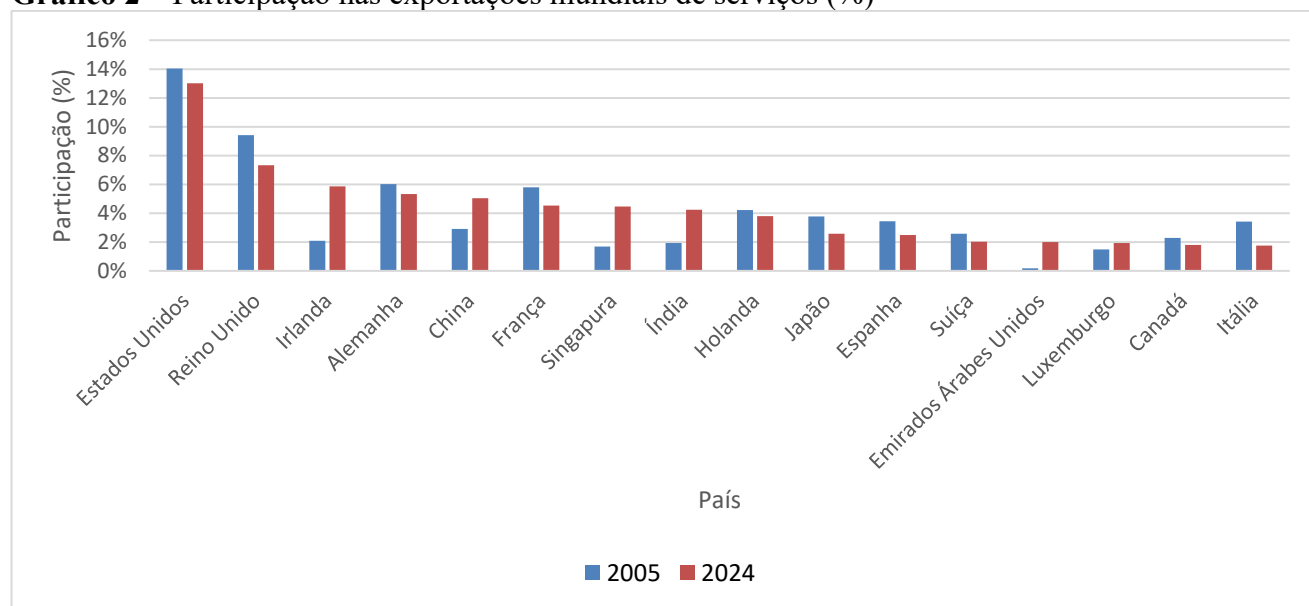
Gráfico 1 – Evolução da participação nas exportações mundiais de bens discriminadas por país



Fonte: UNCTAD (2023b)

Estados Unidos (13%), Reino Unido (7%) e Irlanda (6%) foram os países com maior participação nas exportações mundiais de serviços em 2024, seguidos por Alemanha (5%), China (5%) e França (5%), **Gráfico 2**. Entre os países com crescimento da participação nas exportações mundiais destacam-se a Irlanda, China, Singapura, Índia e os Emirados Árabes, sendo que a maioria dos países avançados registrou retração.

Gráfico 2 – Participação nas exportações mundiais de serviços (%)



Fonte: UNCTAD (2023b)

Assim, a trajetória observada aponta para uma redistribuição gradual da geografia dos serviços internacionais, marcada pela crescente inserção de países em desenvolvimento em segmentos de maior sofisticação tecnológica. No entanto, essa inserção ainda ocorre dentro de uma hierarquia global liderada pelos países do G7 e da OCDE. O padrão resultante é o de uma integração desigual, em que as economias emergentes asiáticas ampliam sua presença, mas as economias avançadas mantêm a primazia tecnológica.

4.2 Resultados Obtidos Para as Métricas de Rede

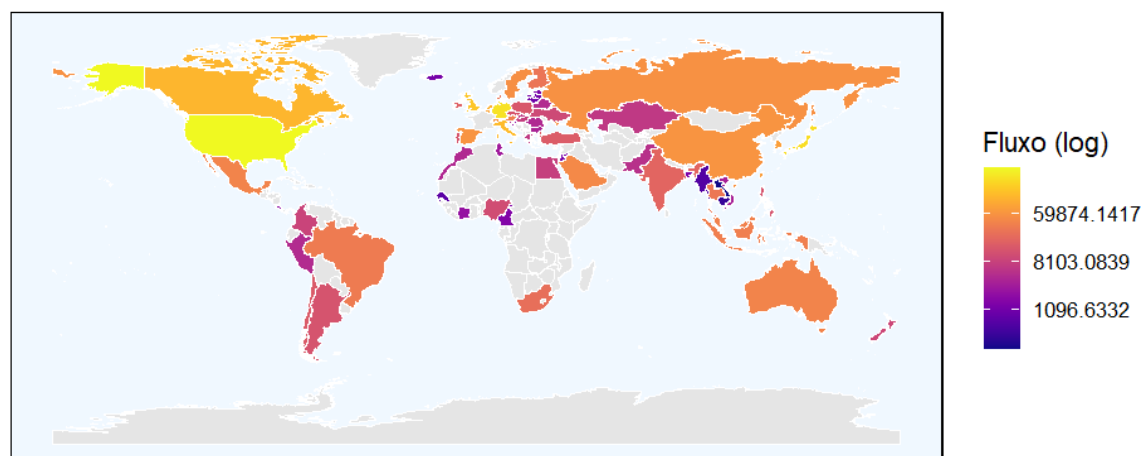
O indicador compilado na **Figura 1** corresponde ao valor adicionado total presente nas exportações. Assim, em 1995, os Estados Unidos e Alemanha se destacam como os principais *hubs* globais, seguidos por países da Europa Ocidental e Japão. Países emergentes, como China, Brasil e Índia, mostram fluxos relativamente menores, em linha com as evidências de Baldwin (2016) sobre a

concentração da rede produtiva global.

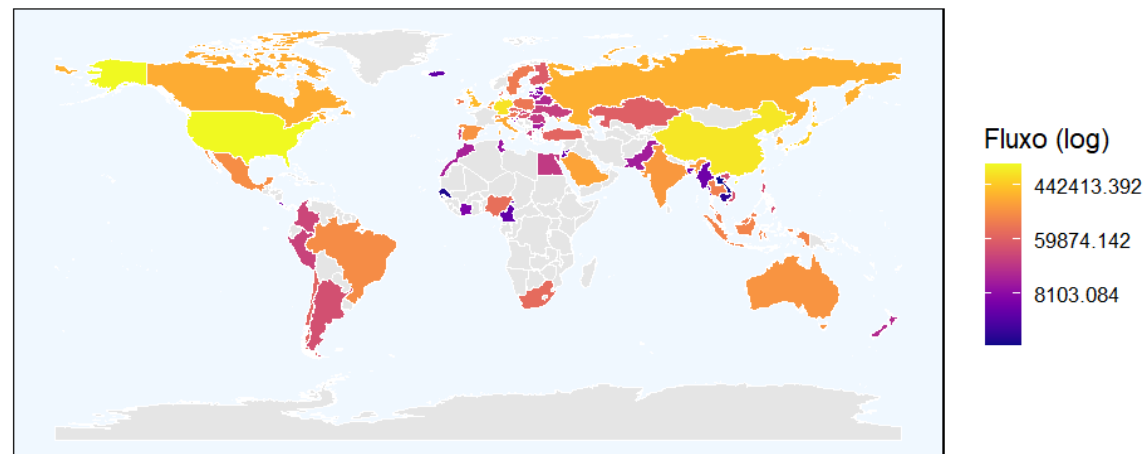
Em 2010, a China emerge claramente como um ator central. Alemanha e outros países da Europa mantêm relevância, mas já não são os únicos *hubs* globais dominantes. Países emergentes da Ásia e América Latina aumentam sua participação, evidenciando maior integração global e expansão em cadeias de valor mais complexas. Em 2020, essa tendência de multipolarização fica ainda mais evidente. A China consolida sua posição como maior exportador global, enquanto EUA e Alemanha continuam relevantes, mas com perda relativa de importância.

A Figura 1 também aponta que outros países emergentes, como Índia e Vietnã, mantêm crescimento moderado, indicando inserção mais consistente nas redes globais, mas ainda sem atingir os níveis dos *hubs* tradicionais. Países africanos e alguns pequenos países permanecem com fluxos menores, refletindo menor integração nas CGVs (Gereffi, 2018).

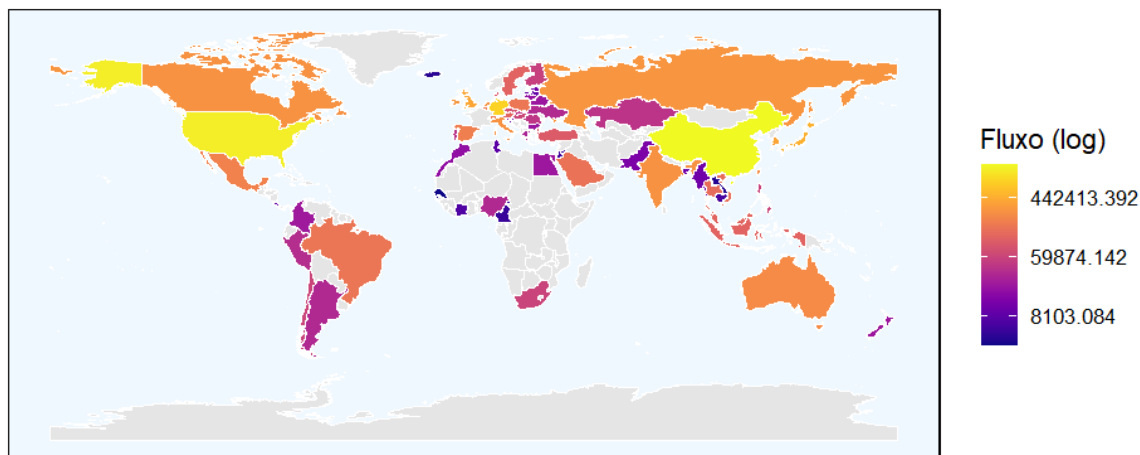
Figura 1 – Valor adicional nas exportações dos países
1995



2010



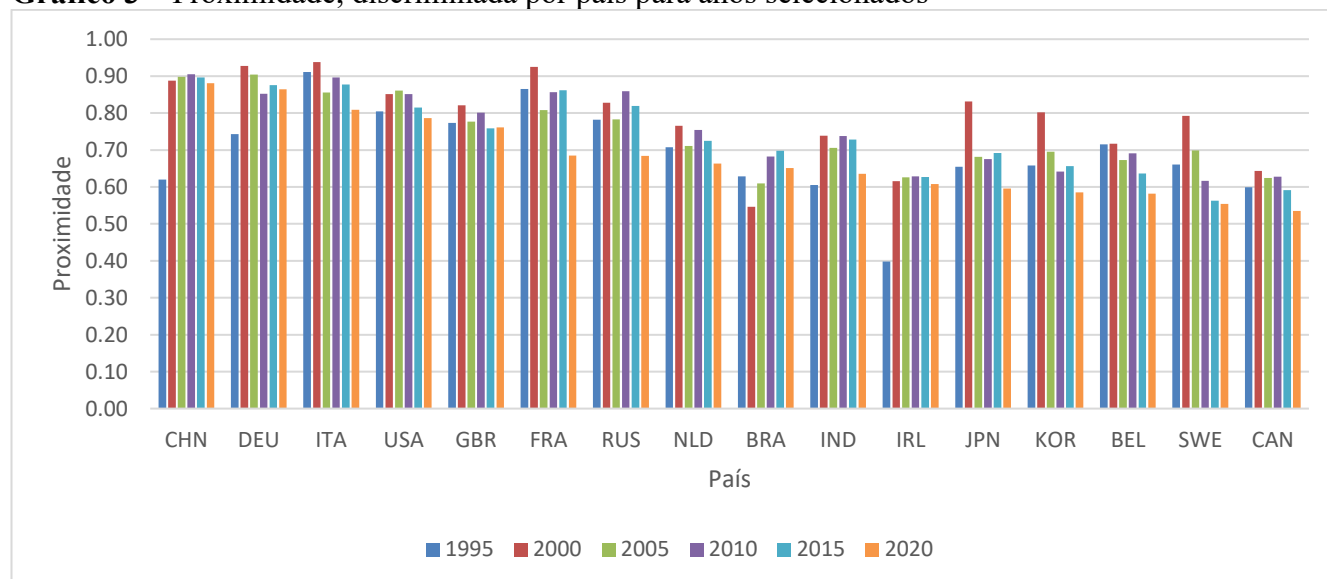
2020



Fonte: Os autores, baseado em OECD (2021)

A proximidade (**Gráfico 3**) revela uma elevação notável da China, de 0,62 em 1995 para 0,88 em 2020, evidenciando maior integração global e redução da distância relativa aos principais parceiros. Alemanha, Itália e Estados Unidos mantêm níveis elevados, refletindo capacidade histórica de conexão rápida a múltiplos mercados (Coe; Yeung, 2015; Baldwin *et al.*, 2023), enquanto países menores, como Irlanda e Luxemburgo, apresentam proximidade mais baixa, indicando posição periférica na rede.

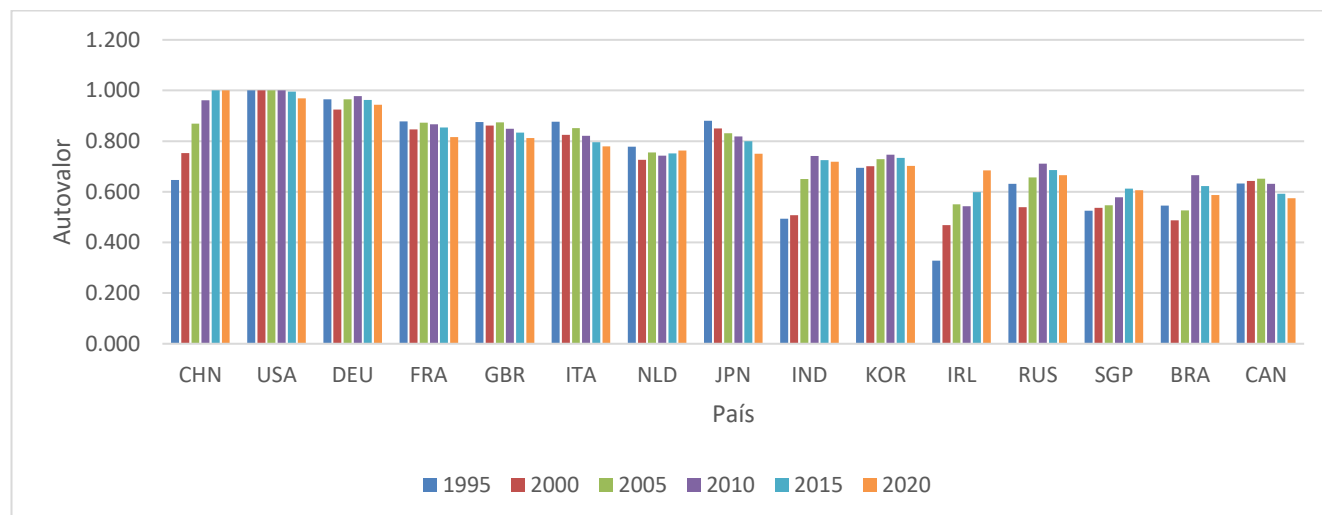
Gráfico 3 – Proximidade, discriminada por país para anos selecionados



Fonte: Os autores, OECD (2021)

O **Gráfico 5** mostra que a Centralidade da China passou de 0,647 em 1995 para 1,0 em 2015, evidenciando não apenas maior conectividade direta, mas também influência indireta crescente. Os Estados Unidos e os países europeus avançados, exceto Países baixos e Irlanda, apresentam ligeiro declínio ao longo do período, enquanto Brasil e Índia apresentam declínio no final da série, refletindo a dificuldade recente em se integrarem nas CGVs (Fratocchi *et al.*, 2016; Pegoraro *et al.*, 2021; Apte; Mason, 1995).

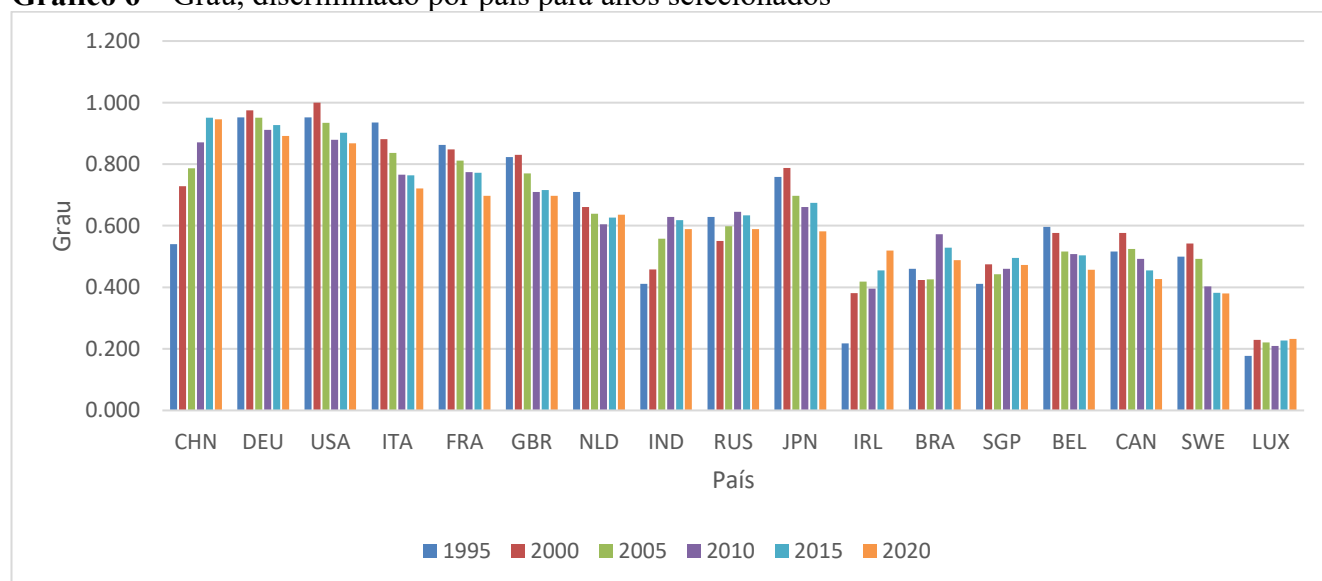
Gráfico 5 – Centralidade, discriminada por país para anos selecionados



Fonte: Os autores, OECD (2021)

O Grau, que mede o número de conexões diretas, reforça essa constatação (**Gráfico 6**). A China cresceu de 0,540 em 1995 para 0,946 em 2020, confirmando a expansão da rede bilateral de parcerias comerciais. Os países avançados mantêm valores elevados, embora com suave declínio, enquanto os países emergentes apresentam aumento moderado, corroborando Baldwin (2016) e Hummels *et al.* (2001) sobre a centralidade de hubs estratégicos e a importância da sofisticação comercial, não apenas do volume de comércio.

Gráfico 6 – Grau, discriminado por país para anos selecionados

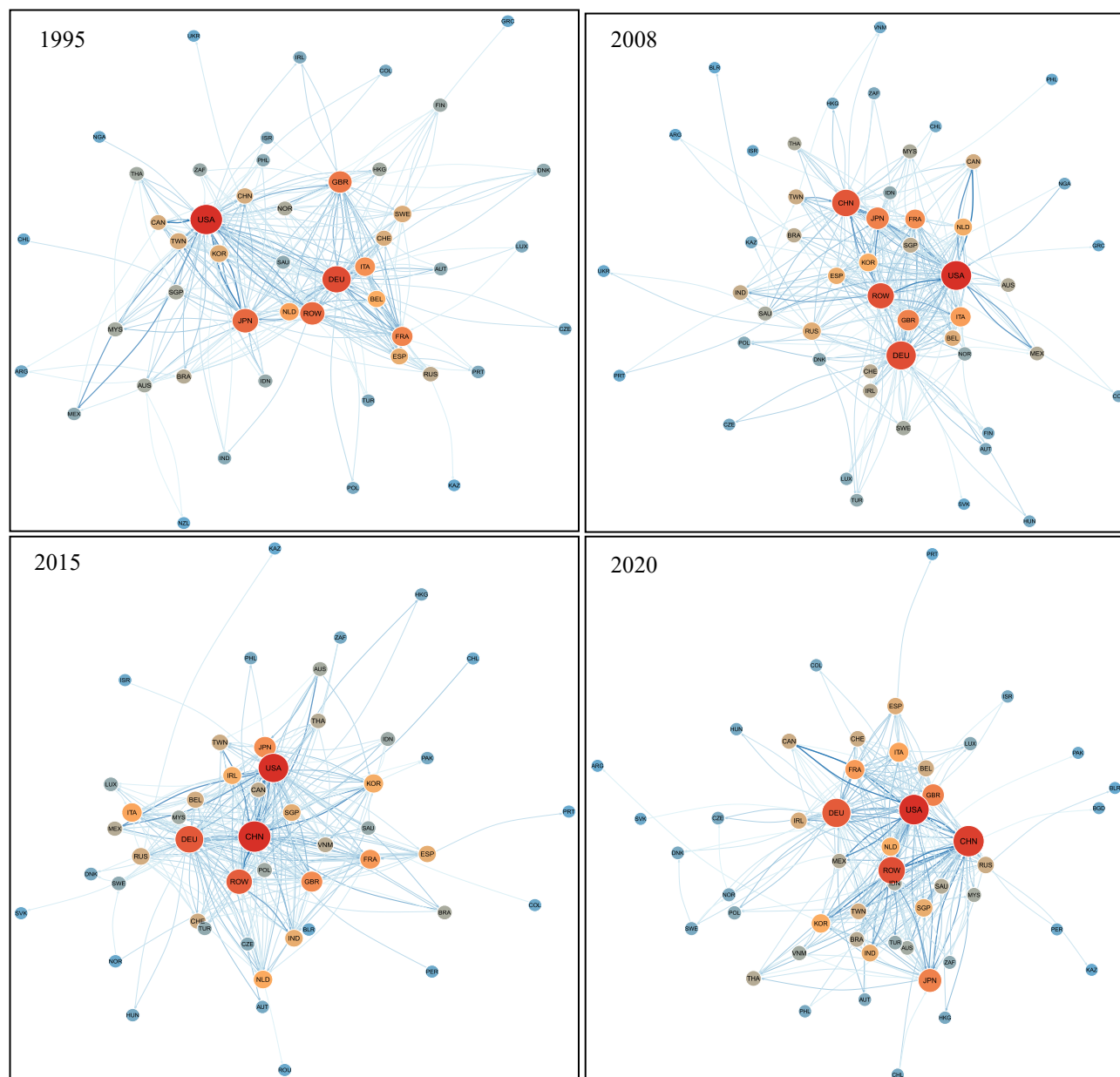


Fonte: Os autores, OECD (2021)

Assim, as métricas calculadas mostram que o comércio internacional segue um processo de multipolarização, caracterizado pelo surgimento de novos hubs, especialmente a China, pela manutenção relativa de atores históricos e pela integração crescente de países emergentes.

A **Figura 2** apresenta as redes geradas a partir do Fluxo de insumos intermediários. O tamanho dos nós (pontos) reflete o número de conexões que cada país mantém com os demais, o que indica sua inserção nas CGVs. Já a cor dos nós representa a centralidade de autovetor, uma métrica que leva em conta não apenas a quantidade de conexões, mas também a relevância dos países conectados, o que permite identificar os mais influentes na rede. Por sua vez, a espessura das arestas (linhas que conectam os nós) expressa a intensidade dos fluxos entre os países, quanto mais grossa for a linha, mais forte é a relação econômica.

Figura 2 – Rede de fluxos de insumos intermediários por país



Fonte: Os autores, OECD (2021)

A rede referente ao ano de 1995 apresenta uma estrutura relativamente concentrada no núcleo e mais dispersa nas extremidades, com destaque para os países que exibem maior influência no comércio internacional, representados em vermelho. Os demais países aparecem em azul, exibindo nós menores, conexões menos densas e posicionamento mais periférico. Entre os países centrais, os Estados Unidos (EUA) ocupam posição de destaque, com o maior nó da rede, acompanhados por Alemanha e Reino Unido, que também ocupam posições estratégicas.

Entre 1995 e 2008, observa-se uma maior dispersão desse núcleo, impulsionada, sobretudo, pela ascensão da China como novo polo de comércio internacional. A entrada da China na rede provoca um aumento significativo nos fluxos de *offshoring*, alterando a dinâmica global e a posicionando ao lado de potências já consolidadas, como os Estados Unidos e a Alemanha.

Em 2015, a rede se torna ainda mais fragmentada, com maior dispersão entre os nós. Nesse contexto, apenas Estados Unidos e China mantêm posições centrais. Em 2020, a China consolida-se como um dos principais centros produtivos globais e concentra parcela expressiva das conexões da rede. Por outro lado, países historicamente centrais, como os Estados Unidos e a Alemanha, apresentam uma queda relativa em seus graus de conectividade, o que pode indicar uma possível transição na liderança econômica global. O afastamento entre os nós e o enfraquecimento das relações reforçam a tendência observada desde 2008 de reconfiguração nas CGVs, conforme apontado por Gereffi (2018) e Baldwin *et al.* (2023).

A **Tabela 1** apresenta as métricas calculadas com base na literatura de redes. A densidade, que em 1995 era de 0,130, caiu para 0,115 em 2008 e manteve-se em níveis reduzidos até 2020, alcançando 0,125. Essa trajetória indica que, embora a rede de fluxos internacionais tenha se expandido, apenas um conjunto restrito de conexões manteve relevância estratégica, refletindo uma seletividade crescente nos vínculos mais intensos. O grau médio acompanha esse movimento, de 12,208 em 1995 recuou para 11,490 em 2008, estabilizando-se em torno de 12 até 2020. Esse comportamento sugere um padrão de reconcentração, no qual os fluxos mais significativos permanecem concentrados em poucos países.

Tabela 1 – Indicadores da Rede Internacional de Fluxos Offshoring e Reshoring

Ano/Indicadores	1995	2008	2015	2020
Densidade	0,130	0,115	0,120	0,125
Grau Médio	12,208	11,490	11,720	11,959
Grau Médio de Entrada	6,104	5,745	5,860	5,980
Grau Médio de Saída	6,104	5,745	5,860	5,980
Diâmetro	33,251	39,699	38,510	39,069
Caminho Médio	17,544	20,821	20,382	19,930
Componentes Fracos	1,000	1,000	1,000	1,000
Componentes Fortes	7,000	10,000	10,000	12,000
Assortatividade	-0,449	-0,459	-0,483	-0,481
Centralização de Entrada	0,572	0,465	0,431	0,542
Centralização de Saída	0,508	0,425	0,452	0,480

Fonte: Os autores, OECD (2021)

O diâmetro e o caminho médio também reforçam essa tendência. Ambos já apresentavam valores relativamente elevados em 1995, 33,251 e 17,544, respectivamente, e aumentaram ainda mais em 2008, para 39,699 e 20,821, mantendo-se próximos desses níveis até 2020. Essa evolução revela um processo de complexificação da rede, com cadeias produtivas mais longas e fragmentadas, dependentes de hubs específicos de intermediação. Quanto ao número de componentes fortes, observa-se um crescimento expressivo, de sete em 1995 para doze em 2020. Resultado que evidencia a diversificação nos polos de interconexão produtiva, em linha com a ascensão de novas economias nas CGVs (Gereffi, 2018).

Apesar dessa diversificação, a rede manteve um caráter hierárquico. Os valores de assortatividade foram consistentemente negativos, indicando que países altamente conectados continuaram a se vincular a parceiros com baixa conectividade, o que confirma a assimetria estrutural da globalização produtiva (Baldwin, 2016). Ademais, as centralizações de entrada e de saída aumentaram significativamente até 2020, o que evidencia a concentração do controle dos fluxos em poucos *hubs* internacionais, notadamente a China, que consolidou sua posição como fornecedora de insumos estratégicos (UNCTAD, 2023a).

As métricas tabuladas mostram que a rede evoluiu em três fases, a saber: (i) coesão inicial, com densidade moderada e núcleo restrito; (ii) fragmentação e reconfiguração até 2015, com aumento da complexidade e surgimento de novos centros produtivos; (iii) reconcentração em 2020, associada a choques externos, como pandemia, tensões geopolíticas e rupturas logísticas, estimulando reshoring e regionalização das CGVs (Baldwin *et al.*, 2023; UNCTAD, 2023a). A densidade reduzida e a manutenção de poucos componentes fortes refletem seletividade crescente nos vínculos econômicos, confirmando o caráter hierárquico e assimétrico da rede global (Baldwin, 2016).

A rede por atividade, **Figura 3**, confirma essa tendência. Em 2020, as atividades de TI passam a constar na rede, indicando que os fluxos de comércio associados a essa atividade se tornaram relevantes. A ascensão de TI como atividade central reforça a crescente relevância dos serviços intensivos em conhecimento na produção global (Apte; Mason, 1995; Bunyaratavej *et al.*, 2007), sugerindo que a digitalização e a sofisticação tecnológica se tornaram determinantes da posição estratégica dos países nas redes internacionais.

Figura 3 - Rede Internacional de Fluxos de insumos intermediários por atividade

Autocorrelação(1)	-2,537*	-	-	-	-	-
Autocorrelação(2)	0,271	-	-	-	-	-
Wald	24,155	-	-	-	-	-
Hausman	13,529	-	-	-	-	-

Sem China

Variável	Painel dinâmico		Efeitos fixos		Efeitos aleatórios	
	Coefficientes	Erro-padrão	Coefficientes	Erro-padrão	Coefficientes	Erro-padrão
Intercepto	-	-	-	-	-3,128	1,637
<i>Grau</i>_{<i>i,t-1</i>}	0,707*	0,187	-	-	-	-
TI	7,450	7,764	-6,822	4,401	-9,181	4,040
H	-0,856	0,443	-0,772*	0,097	-0,540	0,123
Trade	-0,246*	0,076	-0,121	0,072	0,079	0,079
PIB	0,656*	0,172	0,837*	0,098	0,536	0,116
Tech	0,007*	0,002	0,006	0,003	-0,004	0,003
Pop	0,299	1,277	0,350*	0,050	-0,389	0,227
e	3,74E-05	2,84E-05	1,48E-05	1,68E-05	1,53E-04	5,90E-05
R²	-	-	0,110	-	0,093	-
Sargan	12,870	-	-	-	-	-
Autocorrelação(1)	-2,581*	-	-	-	-	-
Autocorrelação(2)	0,237	-	-	-	-	-
Wald	532,871	-	-	-	-	-
Hausman	28,748	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria, *(*)Significativo ao nível de confiança de 95% (99%).

No modelo em painel dinâmico, o coeficiente associado à $Grau_{(i,t-1)}$ é positivo e altamente significativo, indicando forte persistência temporal da centralidade dos países, sugerindo que a posição de um país na rede global de produção tende a se reproduzir ao longo do tempo. Os países que ocupam posições mais conectadas mantêm vantagens cumulativas em termos de fluxos internacionais de valor. Essa forte persistência temporal reforça os argumentos de Coe e Yeung (2015) e Baldwin *et al.* (2023) sobre o caráter auto-reforçador das vantagens estruturais nas redes globais. Países bem posicionados mantêm sua centralidade ao longo do tempo, refletindo trajetórias de aprendizado e coordenação consolidadas.

Esse resultado permanece robusto quando a China é excluída da amostra. Embora o coeficiente da variável defasada apresente leve redução, de 0,783 para 0,707, ele permanece positivo e estatisticamente significativo, indicando que os mecanismos de persistência e dependência de trajetória na centralidade das redes globais não dependem exclusivamente da presença da economia chinesa.

A variável que mede a participação dos insumos de tecnologias da informação na manufatura (TI) não apresenta coeficiente estatisticamente significativo nas especificações do painel dinâmico, embora mantenha sinal positivo. Esse resultado sugere que o uso de insumos de TI pela manufatura não exerce influência estatisticamente robusta sobre a centralidade da economia nas redes globais de produção. A exclusão da China da amostra não altera esse resultado, uma vez que a variável continua sem significância estatística, indicando que o efeito limitado dessa variável não é impulsionado por um caso específico da amostra.

O capital humano (H) apresenta coeficiente negativo e estatisticamente significativo apenas no modelo de efeitos aleatórios da amostra completa, sugerindo que economias mais qualificadas podem tender a se especializar em atividades de maior valor agregado, concentradas em segmentos produtivos mais sofisticados, porém com menor número de conexões produtivas extensas. Esse resultado encontra respaldo parcial em Cosimato e Vona (2021), que destacam a tendência de especialização tecnológica de economias com elevado capital humano. Quando a China é excluída da amostra, observa-se que o capital humano permanece negativo, mas sua significância estatística se desloca para o modelo de efeitos fixos, indicando que o efeito pode variar dependendo da especificação econométrica adotada.

A abertura comercial (Trade) apresenta coeficiente negativo e estatisticamente significativo no modelo em painel dinâmico, sugerindo que, embora a abertura comercial amplie o acesso a mercados e insumos, ela pode não se traduzir automaticamente em maior centralidade na rede global. Portanto, reforça o argumento de que a qualidade e a sofisticação dos vínculos comerciais são mais determinantes para a integração global do que a quantidade pura de comércio (Hummels *et al.*, 2001; Baldwin, 2016).

Esse resultado permanece robusto quando a China é excluída da amostra, mantendo sinal negativo e significância estatística no modelo dinâmico.

Por outro lado, o PIB exerce efeito positivo e estatisticamente significativo nas estimativas do painel dinâmico e do modelo de efeitos fixos, indicando que economias maiores tendem a ocupar posições mais centrais nas redes de produção internacional. Esse resultado corrobora o padrão hierárquico da economia mundial, em que economias com maior renda e capacidade produtiva desempenham papéis de coordenação e intermediação nos fluxos globais de valor adicionado (Helpman, 1998; Barro; Sala-i-Martin, 2004). A exclusão da China não altera esse padrão no modelo dinâmico e no modelo de efeitos fixos, embora a significância da variável diminua no modelo de efeitos aleatórios.

Adicionalmente, a participação das indústrias de média e alta tecnologia no valor adicionado manufatureiro (Tech) apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo no painel dinâmico da amostra completa, sugerindo que o grau de sofisticação tecnológica da base industrial contribui para ampliar a centralidade do país, fortalecendo os encadeamentos internacionais. Esse resultado permanece qualitativamente semelhante quando a China é excluída da amostra.

Observa-se uma melhora no ajuste global das estimativas quando a variável Internet é incorporada às especificações (**Tabela 3**). No modelo com efeitos fixos, o coeficiente de determinação atinge 0,225, enquanto no modelo com efeitos aleatórios alcança 0,349, indicando maior capacidade explicativa em relação às estimativas anteriores. Esses resultados sugerem que a conectividade digital representa um fator relevante para compreender as diferenças na posição dos países nas redes globais de produção. Os resultados do teste VIF indicam ausência de multicolinearidade severa entre as regressoras, uma vez que todos os valores permanecem abaixo do limite crítico usualmente adotado na literatura.

Tabela 3 – Regressão estimada com todas as variáveis

Variável	Painel dinâmico		Efeitos fixos		Efeitos aleatórios		VIF
	Coeficientes	Erro-padrão	Coeficientes	Erro-padrão	Coeficientes	Erro-padrão	
Intercepto	-	-	-	-	-11,789*	1,500	-
<i>Grau_{i,t-1}</i>	0,771*	0,163	-	-	-	-	-
<i>TI</i>	6,540	10,938	-3,880	12,220	1,094	11,210	1,284
<i>H</i>	0,122	0,506	-0,190	0,363	-0,184	0,219	2,728
<i>Trade</i>	-0,157*	0,078	0,253	0,195	0,243	0,149	2,607
<i>PIB</i>	0,647*	0,237	0,906*	0,122	1,088*	0,141	4,156
<i>Tech</i>	0,006	0,004	0,001	0,005	0,008	0,005	1,707
<i>Pop</i>	-1,072	1,262	0,125	0,661	0,616*	0,068	-
<i>E</i>	2,59E-05	1,67E-05	1,05E-04	7,71E-05	1,96E-05	1,29E-05	1,162
<i>Internet</i>	-0,003*	0,001	-0,006*	0,001	-0,008*	0,001	1,976
<i>R²</i>	-	-	0,225	-	0,349	-	-
<i>Sargan</i>	14,326	-	-	-	-	-	-
<i>Autocorrelação (1)</i>	-2,752*	-	-	-	-	-	-
<i>Autocorrelação (2)</i>	0,265	-	-	-	-	-	-
<i>Wald</i>	14,326	-	-	-	-	-	-
<i>Hausman</i>	110,61	-	-	-	-	-	-

Sem China

Variável	Painel dinâmico		Efeitos fixos		Efeitos aleatórios	
	Coeficientes	Erro-padrão	Coeficientes	Erro-padrão	Coeficientes	Erro-padrão
Intercepto	-	-	-	-	-13,826*	2,457
<i>Grau_{i,t-1}</i>	0,704*	0,187	-	-	-	-
<i>TI</i>	3,287	11,044	-3,935	12,354	0,568	10,885
<i>H</i>	0,132	0,918	-0,200	0,382	-0,241	0,237
<i>Trade</i>	-0,201*	0,076	0,229	0,223	0,213	0,169
<i>PIB</i>	0,796*	0,234	0,885*	0,399	1,314*	0,222
<i>Tech</i>	0,006*	0,003	0,001	0,005	0,008	0,005
<i>Pop</i>	-0,996	2,004	0,107	0,675	0,605*	0,090
<i>E</i>	2,27E-05	2,83E-05	1,07E-04	8,35E-05	3,36E-05*	1,20E-05
<i>Internet</i>	-0,003*	0,001	-0,006*	0,001	-0,008*	0,001
<i>R²</i>	-	-	0,120	-	0,292	-
<i>Sargan</i>	15,512	-	-	-	-	-
<i>Autocorrelação (1)</i>	-2,598*	-	-	-	-	-

Autocorrelação (2)	0,227	-	-	-	-
Wald	71,399	-	-	-	-
Hausman	15,512	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria, *(*)Significativo ao nível de confiança de 95% (99%).

Quando a China é excluída da amostra, observa-se redução no poder explicativo das estimativas, com o R^2 do modelo de efeitos fixos caindo para 0,120 e o do modelo de efeitos aleatórios para 0,292. O que a elevada influência da economia chinesa na variação observada para a centralidade nas redes globais de produção, embora os principais resultados permaneçam qualitativamente semelhantes.

A inclusão da variável Internet altera a significância estatística de alguns determinantes previamente considerados relevantes. Em particular, a variável TI, que anteriormente apresentava um efeito positivo e significativo sobre a centralidade, deixa de ser estatisticamente relevante em todas as especificações, sendo esse um sinalizador da importância da infraestrutura digital como determinante da integração e coordenação da produção mundial (Gawer, 2021; Wirtz, 2019). A conectividade digital emerge como um novo ativo estrutural capaz de substituir parcialmente o papel integrador dos insumos físicos e redefinir as hierarquias da globalização contemporânea.

Com o objetivo de avaliar a robustez desses resultados, estimou-se adicionalmente o modelo excluindo a China da amostra, considerando o papel singular desempenhado pelo país na estrutura contemporânea das CGVs. A Internet mantém coeficiente negativo e estatisticamente significativo em todas as especificações, enquanto a variável TI continua sem significância estatística. Esse resultado sugere que o papel da infraestrutura digital como determinante da centralidade nas redes globais de produção não depende exclusivamente da presença da economia chinesa na amostra. Além disso, os principais determinantes estruturais preservam seus sinais e níveis de significância, em particular o PIB, que permanece positivo e estatisticamente significativo, indicando que economias maiores tendem a ocupar posições mais centrais nas redes produtivas internacionais.

Esses resultados reforçam e ao mesmo tempo ampliam a literatura existente sobre *offshoring*, *reshoring* e o papel das tecnologias digitais na reorganização das CGVs. Enquanto estudos anteriores destacaram a importância das TICs para a integração internacional e a fragmentação produtiva (Apte; Mason, 1995; Bunyaratavej *et al.*, 2007; Gawer, 2021), as evidências encontradas indicam que a infraestrutura digital (Internet) atua como um determinante emergente da centralidade, substituindo parcialmente o efeito dos insumos diretos de TI. Ademais, o efeito negativo do capital humano e da abertura comercial sugere que economias mais qualificadas e integradas comercialmente podem optar por estratégias de especialização e automação, concentrando-se em vínculos produtivos sofisticados, porém mais seletivos, corroborando evidências recentes sobre *reshoring* digital e especialização em atividades de maior valor agregado (Fratocchi *et al.*, 2016; Pegoraro *et al.*, 2021; Cosimato; Vona, 2021).

Assim, este estudo contribui para a compreensão da dinâmica contemporânea das CGVs ao evidenciar como a digitalização e a infraestrutura tecnológica redefinem as conexões internacionais, oferecendo um olhar mais refinado sobre os determinantes da posição dos países nas CGVs, ao mesmo tempo em que demonstra que esses resultados permanecem robustos mesmo quando se controla pela influência de uma economia central como a China.

5. Considerações finais

O presente estudo buscou caracterizar o avanço recente das Cadeias Globais de Valor (CGVs) e avaliar em que medida a expansão destas cadeias, alimentada pelas tecnologias digitais, é afetada pela infraestrutura digital dos países. Para alcançar o objetivo levantado, foram utilizados dados em painel de 31 países para o período de 1995 a 2020, provenientes da *Inter-Country Input-Output (ICIO) Table*. O estudo adotou métricas de análise de redes para representar de forma precisa as interconexões comerciais entre os países, captando os padrões de centralidade, densidade e interdependência comercial.

Os resultados indicaram que o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação continua exercendo papel decisivo na estruturação das CGVs, especialmente por meio da ampliação das possibilidades de coordenação e integração entre segmentos geograficamente dispersos. A infraestrutura digital exerce influência significativa sobre a centralidade dos países nas redes globais de produção, sugerindo que a expansão da conectividade digital altera a forma como as economias se inserem e se articulam nas CGVs.

Contudo, o contexto recente de instabilidade geopolítica e de vulnerabilidades introduziu uma dinâmica de reconfiguração das CGVs, marcada pela coexistência de movimentos de *offshoring* e *reshoring*. Nesse contexto de maior incerteza comercial, as tecnologias digitais continuam a influenciar a organização das redes produtivas internacionais. A capacidade de um país em se beneficiar dessa integração depende cada vez mais de fatores domésticos, como infraestrutura tecnológica e grau de sofisticação produtiva. Em outras palavras, a digitalização ampliou o potencial de inserção internacional, mas também aprofundou a dependência das bases locais de conhecimento e capacidade produtiva.

Adicionalmente, a estimação de modelos alternativos excluindo a China da amostra indica que os principais resultados permanecem qualitativamente semelhantes, sugerindo que os determinantes identificados para a centralidade nas redes globais de produção não são impulsionados exclusivamente pela presença dessa economia na amostra. Embora a exclusão da China reduza parcialmente o poder explicativo das estimativas, os sinais e padrões gerais dos coeficientes permanecem consistentes.

Em termos de políticas públicas, esses resultados indicam que a competitividade nas CGVs contemporâneas é definida pela capacidade em gerar, absorver e difundir conhecimentos e não apenas em termos de custos de produção. As políticas industriais e tecnológicas devem conferir maior importância ao fortalecimento da base de conhecimentos domésticos, por meio de incentivos à inovação, à digitalização e à produção de conhecimentos produtivos locais, inclusive encapsulados na forma de serviços de alto valor agregado. Ademais, para maior eficiência das políticas públicas, deve-se buscar investimentos em infraestrutura digital e conectividade, garantindo que as empresas possam participar de plataformas produtivas globais e utilizar tecnologias emergentes para impulsionar a inserção internacional.

A promoção de políticas de *reshoring* seletivo, voltadas à reinternalização de segmentos estratégicos da produção industrial, especialmente aqueles com alto potencial de geração de conhecimentos estratégicos e de difusão tecnológica, também deve ser considerada pelos formuladores de políticas públicas. Assim, essas políticas devem articular instrumentos de política industrial, comercial e de inovação, evitando abordagens protecionistas e priorizando a criação de ecossistemas produtivos resilientes.

Destarte, a economia digital não elimina as CGVs, mas redefine sua natureza e seu conteúdo tecnológico. A adoção de políticas públicas orientadas à infraestrutura tecnológica e à expansão da base de conhecimentos produtivos mostra-se decisiva para transformar a digitalização em vetor de desenvolvimento produtivo e não em mecanismo de dependência tecnológica.

Por fim, algumas limitações do estudo devem ser destacadas. O percentual da população com acesso à internet, constitui uma proxy para a infraestrutura digital, mas pode não refletir de forma direta a digitalização produtiva ou o grau de incorporação de tecnologias digitais nos processos industriais. Dessa forma, parte dos efeitos associados à transformação digital das CGVs pode não ser plenamente capturada por essa medida. Estudos futuros podem avançar nessa agenda ao incorporar indicadores mais específicos de digitalização produtiva, como o uso de tecnologias digitais nas empresas, a adoção de plataformas industriais ou indicadores de intensidade digital nos setores manufatureiros.

Referências Bibliográficas

ABECASSIS-MOEDAS, C. *et al.* Key resources and internationalization modes of creative knowledge-intensive business services: The case of design consultancies. **Creativity and Innovation Management**, v. 21, n. 3, p. 315-331, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2012.00646.x>

ANCARANI, A.; DI MAURO, C. Reshoring and Industry 4.0: How to make the most of the reverse relocation trend. **Operations Management Research**, v. 11, n. 3-4, p. 86-92, 2018. [10.1109/EMR.2018.2833475](https://doi.org/10.1109/EMR.2018.2833475)

APTE, U. M.; MASON, R. O. Global disaggregation of information-intensive services. **Management Science**, v. 41, n. 7, p. 1250-1262, 1995. <https://doi.org/10.1287/mnsc.41.7.1250>

BALDWIN, R. **The great convergence: Information technology and the new globalization**. Cambridge: Harvard University Press, 2016.

- BALDWIN, R.; FREEMAN, R.; THEODORAKOPOULOS, A. Hidden exposure: Measuring US supply chain reliance. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 2023, n. 2, p. 79–167, 2023. [10.1353/eca.2023.a935416](https://doi.org/10.1353/eca.2023.a935416)
- BALDWIN, Richard. **The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization**. Cambridge: Harvard University Press, 2016.
- BARRO, R. J.; SALA-I-M., X. **Economic Growth**. 2. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.
- BOLTER, K.; ROBEY, J. Strategic reshoring: a literature review. **Upjohn Institute**, prepared for The Fund for our Economic Future, 2020. <https://research.upjohn.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1257&context=reports>
- BONACICH, P. Power and centrality: A family of measures. **American Journal of Sociology**, v. 92, n. 5, p. 1170–1182, 1987. <https://doi.org/10.1086/228631>
- BUNYARATAVEJ, K.; HAHN, E. D.; DOH, J. P. International offshoring of services: A parity study. **Journal of International Management**, v. 13, n. 1, p. 7-21, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2006.05.002>
- CINGOLANI, I.; PANZARASA, P.; TAJOLI, L. Countries' positions in the international global value networks: Centrality and economic performance. **Applied Network Science**, v. 2, n. 1, p. 21, 2017. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41109-017-0041-4>
- CONTRACTOR, F. J.; KUNDU, S. K.; HSU, C. C. A three-stage theory of international expansion: The link between multinationality and performance in the service sector. **Journal of international business studies**, v. 34, n. 1, p. 5-18, 2003. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.840000>
- COSIMATO, Silvia; VONA, Roberto. Digital innovation for the sustainability of reshoring strategies: A literature review. **Sustainability**, v. 13, n. 14, p. 7601, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13147601>
- CRISCUOLO, C.; TIMMIS, J. **GVC centrality and productivity: Are hubs key to firm performance?** Paris: OECD Science, Technology and Industry Working Papers, n. 5, 2018. https://www.oecd.org/en/publications/gvc-centrality-and-productivity_56453da1-en.html
- DI BERARDINO, C. *et al.* How regional is the manufacturing value chain of the main European countries? **Economics of Innovation and New Technology**, p. 1–18, 2025. <https://doi.org/10.1080/10438599.2024.2342949>
- DOH, J. P.; BUNYARATAVEJ, K.; HAHN, E. D. Separable but not equal: The location determinants of discrete services offshoring activities. **Journal of International Business Studies**, v. 40, n. 6, p. 926-943, 2009. <https://doi.org/10.1057/jibs.2008.89>
- FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. The next generation of the Penn World Table. **American economic review**, v. 105, n. 10, p. 3150-3182, 2015. <https://doi.org/10.1257/aer.20130954>
- FRATOCCHI, L. *et al.* Motivations of manufacturing reshoring: an interpretative framework. **International journal of physical distribution & logistics management**, v. 46, n. 2, p. 98-127, 2016. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2014-0131>
- FREEMAN, C.; L. F. **As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution**. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- GEREFFI, G. **Global value chains and development: Redefining the contours of 21st century capitalism**. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. <https://doi.org/10.1017/9781108559423>

GEREFFI, Gary; HUMPHREY, John; STURGEON, Timothy. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, London, v. 12, n. 1, p. 78-104, 2005.

GUPTA, S.; WANG, Y.; CZINKOTA, M. Reshoring: A road to industry 4.0 transformation. **British Journal of Management**, v. 34, n. 3, p. 1081–1099, 2023. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12731>

HELPMAN, E. **General Purpose Technologies and Economic Growth**. Cambridge, MA: MIT Press, 1998. <http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&tid=12234>

HUMMELS, D.; ISHII, Jun; YI, K. M. The nature and growth of vertical specialization in world trade. **Journal of international Economics**, v. 54, n. 1, p. 75-96, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(00\)00093-3](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(00)00093-3)

ITO, R. **Centrality in Production Networks and International Technology Diffusion**. arXiv preprint arXiv:2306.06680, 2023. <https://arxiv.org/abs/2306.06680>

IURKOV, V.; BENITO, G. R. G. Domestic alliance networks and regional strategies of MNEs: A structural embeddedness perspective. **Journal of International Business Studies**, v. 49, n. 8, p. 1033-1059, 2018. <https://doi.org/10.1057/s41267-017-0089-5>

Manso, R. C. C.; Hermida, C. D. C. Global value chains, technological sophistication and economic complexity: panel data for 58 economies from 2006 to 2015. **Economia e Sociedade**, v. 34, n. 1, 2025. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2025v34n1.266660>

NEWMAN, M. E. J. **Networks: An Introduction**. Oxford: Oxford University Press, 2010.

OECD. **Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables**. OECD, 2021. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/ind/inter-country-input-output-tables.htm>. Acesso em: Out. 2025. <https://www.oecd.org/en/data/datasets/inter-country-input-output-tables.html>

OECD. **OECD Digital Economy Outlook 2024**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2024. Disponível em: <https://www.oecd.org/digital>. Acesso em: 12 mar. 2026.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Digital Economy Outlook 2024**. Paris: OECD Publishing, 2024. <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>

PEGORARO, Diletta; DE PROPRIIS, Lisa; CHIDLOW, Agnieszka. Regional factors enabling manufacturing reshoring strategies: A case study perspective. **Journal of International Business Policy**, v. 5, n. 1, p. 112, 2021. [10.1057/s42214-021-00112-x](https://doi.org/10.1057/s42214-021-00112-x)

PISANI, N.; RICART, J. **Offshoring of Services: A Review of the Literature and Organizing Framework**, p. 385–424, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11575-015-0270-7>

ROODMAN, David. A note on the theme of too many instruments. **Oxford Bulletin of Economics and statistics**, v. 71, n. 1, p. 135-158, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x>

SILVA, D.; *et al.* Internationalization potential in services: the case of T-KIBS in Brazil. **Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía**, n. 102, p. 218–241, 2022. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8793534>

UNCTAD. **World Investment Report 2023: Investing in sustainable energy for all**. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2023.

UNCTAD. **World Investment Report 2023: Investing in sustainable resilience**. United Nations, 2023a. https://unctad.org/system/files/official-document/wir2023_en.pdf

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **World Investment Report 2023: Investing in Sustainable Energy for All**. Geneva: United Nations, 2023b. <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/>

UNITED NATIONS UNIVERSITY – WORLD INSTITUTE FOR DEVELOPMENT ECONOMICS RESEARCH (UNU-WIDER). **Digital de-industrialization, global value chains, and structural transformation**. Helsinki: UNU-WIDER, 2020. (WIDER Working Paper, n. 2020/92). <https://doi.org/10.35188/UNU-WIDER/2023/373-4>

VIEIRA, M. A.; CERETTA, P. S. Impacto das tecnologias da informação e comunicação sobre o crescimento econômico em escala global. **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 33, n. 2, 2024. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2024v33n2.238408>

WIELAND, A.; DURACH, C. F. Two perspectives on supply chain resilience. **Journal of Business Logistics**, v. 42, n. 3, p. 315-322, 2021. <https://doi.org/10.1111/jbl.12271>

WORLD BANK. **World Development Indicators**. Washington, D.C.: The World Bank, 2025. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. Acesso em: out. 2025.