



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS
BACHARELADO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS

VINÍCIUS RAFAEL MORAES

**MAPEANDO A INFLUÊNCIA ESTRUTURAL: um estudo sobre a projeção
sino-americana nas redes globais de produção**

João Pessoa, 2026

VINÍCIUS RAFAEL MORAES

**MAPEANDO A INFLUÊNCIA ESTRUTURAL: um estudo sobre a projeção
sino-americana nas redes globais de produção**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Sociais Aplicadas como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Relações Internacionais pela
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Lucas Milanez de Lima
Almeida

Co-orientador: Henrique Zeferino de
Menezes

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M827m Moraes, Vinicius Rafael.

Mapeando a influência estrutural: um estudo sobre a
projeção sino-americana nas redes globais de produção /
Vinicius Rafael Moraes. - João Pessoa, 2026.
46 f. : il.

Orientação: Lucas Milanez de Lima Almeida.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Cadeias globais de valor. 2. ; Redes de
insumo-produto. 3. Redes complexas. 4. Influência
estrutural. 5. Produção global. 6. Dinâmica
sino-americana. I. Almeida, Lucas Milanez de Lima. II.
Título.

UFPB/CCSA

CDU 327(043)

VINICIUS RAFAEL MORAES

"MAPEANDO A INFLUÊNCIA ESTRUTURAL: um estudo sobre a projeção sino-americana nas redes globais de produção"

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Relações Internacionais do Centro de
Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) da
Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como
requisito parcial para obtenção do grau de
bacharel(a) em Relações Internacionais.

Aprovado(a) em 2 de abril de 2026

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS MILANEZ DE LIMA ALMEIDA**
Data: 06/04/2026 09:54:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Lucas Milanez de Lima Almeida - (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Documento assinado digitalmente
 **KAIO GLAUBER VITAL DA COSTA**
Data: 02/04/2026 17:20:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Kaio Glauber Vital da Costa - (Membro 2)
Instituto de Economia da UFRJ

Documento assinado digitalmente
 **ELIA ELISA CIA ALVES**
Data: 02/04/2026 18:58:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Elia Elisa Cia Alves - (Membro 3)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é produto de muitas mãos, vozes e afetos. Seria desonesto assinar essas páginas sem reconhecer a intervenção de todas as pessoas elencadas abaixo. Portanto, antes de qualquer coisa, agradeço:

À minha mãe Izabel (ou "tia bels"), pela atenção e amor irredutível, por ser minha referência de realização por meio da educação. A confiança monoparental, associada a um esforço homérico quando manifestei minha atração pelos estudos, além do bem-estar proporcionado em cada uma das fases, são inestimáveis. Muito obrigado por tudo.

À minha "irmã" Natália, pela compreensão, afeto e responsabilidades assumidas de forma precoce. Para mim, é importante lembrar que meu esforço também é fruto do seu trabalho não-remunerado (uma menina fazendo comida, me cuidando, manejando uma casa toda). Essa condição me proporcionou tempo e qualidade de vida necessária para conhecer parte do mundo, várias coisas que até hoje me encantam. É difícil demais enxergar felicidade sem a sua parceria. Agradeço por tanto carinho e cuidado, que resiste ao tempo e distância. Nada que brilha cega mais que você!

Ao meu irmão Roberto Moraes Júnior (só falta o sangue para ser filho da mesma mãe) e cunhados Vitor Trevisan e Jéssica Mayume, pela atenção, cuidado emocional e físico com a "tia bels" durante momentos difíceis. Quando a falta aperta, dá vontade de berrar pela janela, fugir. Obrigado por serem esse abrigo.

Aos meus sobrinhos, Otávio, Theo e Ísis, por me lembrarem todos os dias o porque a vida é maravilhosa e vale a pena.

Às amigas, em particular, à minha irmã e camarada Vinícius Lima, pelo companheirismo inabalável durante seis anos de "simbiose", entre: angústias, acolhimento e valiosas felicidades. É difícil não lembrar, com muito amor, dos vários sorrisos que você tirou de mim, especialmente daqueles nos instantes em que a realidade parecia insuficiente. Qualquer pior não seria atravessado sem você ao meu lado.

Agradeço também as amigas que datam um longo período (costumeiramente árduo, hoje não tanto): Erika Okamoto, João Marcos Cristan, Camila Andrade, Gustavo Medri, Letícia Araújo, Rafael Amaral, Vinícius Moraes (Kirby), Alice Rocha, Felipe Vasconcellos, Eduardo Mazetti, Marcos Moreira, Luiz Pedro, Luah Ishikawa e Rafael Pascutti. Viver distante de casa é bem desafiador, a coragem e apoio que vocês me deram para enfrentar o percurso, desde o início, foi essencial.

Às amigadas universitárias e pessoenses que tornaram a pressão acadêmica bela e suportável: Manoel Soares, Maria Luiza Dantas, Eduardo Batista, Daniel Gomes, Caio Batista e Vitor Meira. Também às pessoas com quem dividi moradia e partilhei a maior parte do tempo ao longo desse período, pelas vivências e um conjunto de trocas enriquecedoras: Jovino Gomes, Serena Ceccio e Enzo Bucalam.

À minha maestrina, professora Márcia Paixão, pelo esforço inestimável e confiança em abrir várias portas do universo acadêmico -mesmo pertencendo ao Departamento de Economia. Os caminhos e descaminhos deparados ao longo da minha trajetória como graduando não seriam alcançados e superados sem o seu apoio. Agradeço profundamente pelo carinho e vários momentos de atenção e cuidado, sobretudo, por fortalecer minha atração pela realização no trabalho por meio da criação e desenvolvimento de bens públicos. Por ora, só consigo pontuar minha gratidão e dizer que minha admiração e respeito são infindos. Mas, algum dia, espero ser capaz de retribuir e propagar sua luta em relação à economia e à projeção da nossa rica Paraíba.

Ao meu orientador e professor Lucas Milanez, por me ajudar a redescobrir e acreditar na minha direção dentro da academia. Quando enxergamos a infinitude da materialidade, alguns encontros subsidiados pelo acaso parecem pouco plausíveis. Tenho certo que a experiência na graduação seria bem diferente sem a sua presença, especialmente nesses últimos anos. A dedicação e atenção ao meu aprendizado e autoconhecimento profissional; incentivo e apoio em passos desafiadores, são exemplares pra mim. Não consigo encontrar uma palavra exata, capaz de mediar o que tudo isso simboliza. Talvez seja gratidão, mas falta algo. Acho que a expressão mais próxima é: um dia posso me tornar docente; se me acontecer, quero me aproximar do que você foi pra mim -profissional, crítico e humano. Um grande amigo.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para estudos sobre os Estados Unidos (INCT-INEU/CNPq) que, sob tutela do professor Henrique Menezes, me concedeu uma bolsa de iniciação científica, vários encontros agradáveis e prósperos. Quanto ao professor, acredito que olhamos para direções distintas dentro do escopo das Relações Internacionais. Contudo, o que tange a "psicodelia" que desvendamos juntos, sua experiência e perspicácia foram fundamentais. Sou muito grato pela oportunidade de aprender e somar contigo nesse campo.

Ao corpo docente do Departamento de Relações Internacionais (DRI) por me convidarem a enxergar a realidade das RI sob uma ótica responsável e singular, segundo a qual hoje me sinto capaz de perceber e intervir. Em especial, além dos professores

pontuados anteriormente, destaco: Eliane Superti, Elia Cia, Marcos Alan Shaikhzadeh e Pascoal Teófilo. Adicionalmente, agradeço aos profissionais servidores da UFPB, concursados e terceirizados, por proporcionarem um ambiente acessível e confortável, apesar das adversidades em que a educação brasileira se encontra. Também à todos os brasileiros que, por meio das respectivas contribuições materiais e imateriais, me condicionaram a oportunidade de aprimoramento educacional qualificado e gratuito através do ensino superior público.

Em memória, agradeço e dedico este trabalho a duas pessoas. Primeiro, ao meu avô João Batista, por ter creditado e incentivado meus passos. Foram inúmeras orações, mensagens calorosas e atos de conforto físico. Minha estadia em João Pessoa não teria sido possível sem a ajuda dele. Em segundo, à minha irmã Lorenzo Starling, cuja nobreza de espírito e intervenção pessoal foram fundamentais e admiráveis. Diversos momentos de carinho e compreensão mútua jamais serão esquecidos. Dentre eles, hoje e sempre, me lembrarei das abundantes discussões sobre arte e política, além das reflexões sobre possibilidades de uma vida bem vivida para todos, livre de dor e da opressão que a realidade nos impõe.

Por fim, agradeço à mim pela força, ousadia e resiliência. "Quem, por medo do terrível, prefere o caminho prudente de fugir do risco, já nesse ato estará morto. Porque o medo lhe terá roubado aquilo que de mais precioso existe na vida humana: a capacidade de se arriscar para viver o que se ama. O medo não é uma perturbação psicológica. Ele é parte da nossa própria alma. O que é decisivo é se o medo nos faz rastejar ou se ele nos faz voar. Quem, por causa do medo, se encolhe e rasteja, vive a morte na própria vida. Quem, a despeito do medo, toma o risco e voa, triunfa sobre a morte. Morrerá, quando a morte vier. Mas só quando ela vier" (ALVES, 2017). A pena valeu.

RESUMO

Qual a posição estrutural dos Estados Unidos e China em relação à propagação de estímulos nas redes globais de produção? Este trabalho analisa a projeção desses países nesse arranjo relacional-produtivo a partir de uma abordagem que combina análise do insumo-produto, redes complexas e economia política internacional. Utilizando as tabelas *Inter Country Input-Output* (ICIO) da OCDE (1995–2022), foram construídas redes direcionadas e ponderadas com base nas inversas de Leontief e de Ghosh; as relações fundamentais foram extraídas pelo método *disparity filter* e a influência estrutural dos setores na rede mensurada pela centralidade de *PageRank*. Os resultados indicam que a distribuição do poder estrutural é profundamente assimétrica entre os participantes da produção global: menos de 2% das relações produtivas concentram mais de 80% do peso total das redes. No que tange à competição sino-americana, em média, embora os Estados Unidos seja líder nas duas redes, especialmente pelo lado da oferta (concentrados em serviços avançados de alto valor agregado), a China demonstra ampla influência pela demanda, com presença distribuída em indústrias de base e manufatura intensiva em insumos. A atuação americana, embora qualitativamente relevante, revela-se estruturalmente frágil por depender de um conjunto restrito de nós. O poder estrutural da China na *Backward network* é permanente desde 2011; na *Forward network* a economia chinesa consolida um desempenho comparável ao dos Estados Unidos em 2020, evidenciando uma trajetória progressiva da influência estrutural. Adicionalmente, pelo lado da demanda, os resultados sugerem que a política externa recente de ambos os países busca fortalecer seus setores mais influentes: a China por meio da *Belt and Road Initiative*, que dinamiza o setor de construção civil; os Estados Unidos por meio de incursões militares e apoio bélico a aliados, que estimulam o complexo industrial-militar estadunidense.

Palavras-chave: Cadeias Globais de Valor; Redes de Insumo-Produto; Redes complexas; Influência estrutural; Produção Global; Dinâmica sino-americana

ABSTRACT

What is the structural position of the United States and China regarding the propagation of incentives in global production networks? The present study analyzes the role of these countries in this relational-productive framework using an approach that combines input-output analysis, complex networks, and international political economy. Using OECD's *Inter-Country Input-Output tables* (ICIO) (1995–2022), directed and weighted networks were constructed based on the Leontief and Ghosh inverse matrices; fundamental relationships were extracted using the disparity filter method, and the structural influence of sectors within the network was measured by *PageRank* centrality. The results indicate that the distribution of structural power is profoundly asymmetric among participants in global production: less than 2% of productive relationships account for more than 80% of the networks' total weight. Regarding Sino-American competition, on average, although the United States leads in both networks, especially on the supply side (concentrated in advanced, high-value-added services); China demonstrates broad influence on the demand side, with a widely distributed presence in basic industries and input-intensive manufacturing. The U.S. presence, while qualitatively significant, proves structurally fragile as it depends on a limited set of economic nodes. China's structural power in the *Backward network* has been steady since 2011; in the *Forward network*, the Chinese economy achieved performance comparable to that of the United States in 2020, demonstrating a progressive trajectory of structural influence. Additionally, on the demand side, findings suggest that the recent foreign policies of both countries aim to strengthen their most influential sectors: China through the *Belt and Road Initiative*, which boosts the construction sector; the United States through military interventions and military support for allies, which stimulate the U.S. industrial-military complex.

Keywords: Global Value Chains; Input-output networks; Complex networks; Structural influence; Global production; US-China dynamics

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. TRANSNACIONALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO	9
2.1. Efeitos da transnacionalização da produção sobre a economia global	10
3. METODOLOGIA	12
3.1. Base de dados	12
3.2. Os indicadores da análise do insumo-produto e a arquitetura das redes	13
3.3. Extração de backbones	16
3.4. PageRank Centrality	17
3.4.1. Passeios aleatórios e matriz de transição	18
4. VISLUMBRANDO A INTERDEPENDÊNCIA	19
4.1. Encadeamentos intersetoriais e modelos de insumo-produto	20
4.1.1. Efeitos diretos	21
4.1.2. Efeitos indiretos	22
4.1.3. Efeitos sistêmicos	23
4.2. Redes de insumo-produto: mapeando o "através"	25
4.3. O poder e a origem dos setores influentes: centralidade em redes produtivas	26
4.3.1. PageRank	28
5. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO	28
5.1. Extração de backbones	28
5.2. PageRank	30
5.2.1. Panorama geral: setores e países geradores de estímulos sistêmicos	31
5.2.2. Projeção de influência: Estados Unidos vs China	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A globalização e a transnacionalização da produção reconfiguraram profundamente a economia mundial nas últimas décadas, dando sentido à uma Nova Divisão Internacional do Trabalho (DIT) (Almeida, 2018). Nesse contexto, as Cadeias Globais de Valor (CGVs) emergem como um pilar da organização produtiva global, conectando países, setores e empresas em uma teia de interdependência. Ao mesmo tempo que gerou ganhos de produtividade, essa integração também produziu vulnerabilidades sistêmicas, inclusive para economias centrais (Baldwin et. al, 2022). Algumas se explicam pelos riscos associados a choques externos (Acemoglu, 2012), responsáveis por rupturas produtivas importantes, mas também em razão do aumento da dependência externa em relação a fornecedores críticos, ensejando respostas por segurança econômica e produtiva.

Além do poder sobre o conhecimento, segurança e finanças, a literatura de Economia Política Internacional interpreta a produção como uma das dimensões essenciais do poder estrutural, uma vez que a influência neste campo confere aos Estados a capacidade de determinar o que é produzido, por quem, para quem e sob quais condições (Strange, 2015), podendo assim induzir variações sistêmicas via sua posição na rede produtiva. Compreender quais economias ocupam posições centrais na organização da produção global é, portanto, antes de tudo, uma questão de poder estrutural. Dentro dessa lógica, a crescente instrumentalização da interdependência como recurso geopolítico (Farrel et. al 2018) despertou o interesse em compreender a estrutura da produção global, motivando o surgimento de trabalhos a partir de abordagens baseadas em redes. Grande parte dessa literatura concentra-se na análise da intensidade dos fluxos produtivos, enquanto a posição estrutural dos setores em termos de propagação de estímulos econômicos ao longo da rede produtiva global permanece sub-explorada (Acemoglu, 2012; Baldwin et. al 2015; Farrel et. al, 2018; Gereffi et. al, 2021).

Buscando superar essa lacuna, este trabalho parte de uma abordagem que combina a análise do insumo-produto, redes complexas e economia política internacional. Nessa perspectiva, o objetivo é compreender a estrutura das cadeias globais de valor a partir da modelagem da rede global de insumo-produto, investigando como diferentes interpretações da direção dos fluxos produtivos (*backward* ou *forward linkages*) influenciam a posição estrutural dos setores e sua capacidade potencial de difusão de estímulos econômicos. Com base nestes arcabouços teóricos e metodológicos, o estudo busca mensurar e avaliar a maneira com que os Estados Unidos e a China projetam sua influência nas redes globais de

produção, considerando a posição desses países em relação à propagação de estímulos econômicos -uma dimensão material, especificamente, produtiva, do poder estrutural.

No que tange ao escopo do trabalho, estabelecemos dois propósitos específicos: (1) avaliar como a influência desses países está distribuída, inclusive à nível setorial; (2) identificar os setores que possuem maior potencial de gerar choques (positivos ou negativos) na produção global, qualificando o comportamento observado à luz da literatura sobre redes de insumo-produto, economia política e relações internacionais.

Esse estudo se divide em quatro seções. Inicialmente, elencamos os principais antecedentes históricos que condicionaram a formação das redes globais de produção, além dos efeitos sobre a economia global. Na segunda seção, apresentamos a abordagem metodológica utilizada para sistematizar a estrutura da produção global conformada por essas interdependências setoriais. Em seguida destacamos as razões pelas quais as posições estabelecidas pelos setores nas redes globais de produção são fundamentais para compreender a influência estrutural dos países nesse arranjo. Finalmente, expomos os resultados da análise, elencando os setores de países mais influentes na rede (com foco na comparação entre os setores chineses e estadunidenses) abordando e discutindo as implicações econômicas e geopolíticas do fenômeno.

2. TRANSNACIONALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos nos setores de transportes e comunicação observados na segunda metade do século XX permitiram o surgimento de uma das dimensões mais importantes da globalização: a transnacionalização da produção (Baldwin, 2016). Nesse movimento, cada etapa do processo de produção necessária para compor um bem ou serviço final se relaciona com outras atividades em múltiplos países (Gereffi, 1996), unindo diversas empresas, através do *offshoring* (filiais) ou do *outsourcing* (empresas terceirizadas). Como resultado dessa dinâmica, em que tecnologia, capital e trabalho se articulam para posterior comercialização e distribuição em escala global, observou-se nas últimas décadas um duplo movimento: a desintegração dos processos produtivos locais e a crescente integração comercial entre países (Gereffi et. al, 2005). Na sua dimensão institucional, esse processo foi acompanhado, dentre outros fatores, de políticas de liberalização comercial - para reduzir os custos aduaneiros da integração - e da globalização das regras de propriedade intelectual, para dar segurança às empresas proprietárias de tecnologias acopladas a este processo produtivo global.

A construção das chamadas Cadeias Globais de Valor (CGVs) inicia-se, sobretudo, entre países desenvolvidos, tendo as empresas multinacionais como vetores de fragmentação produtiva (Dos Santos, 1977). Depois dos anos 1980s, os fluxos internacionais de bens intermediários ampliaram-se globalmente, com a entrada dos novos países independentes e dos países em desenvolvimento, conformando uma nova divisão internacional do trabalho (Fröbel et al, 1980; Starosta, 2016). Atravessados por processos retardatários de industrialização, estes países foram, ao mesmo tempo, cativados pelos benefícios da integração a um modelo de industrialização orientado às exportações.

As vantagens da transnacionalização da produção eram vastas para as corporações transnacionais, destacando-se, além dos baixos custos laborais e da baixa concorrência nos mercados domésticos das economias em desenvolvimento, o acesso facilitado a recursos naturais, a existência de regimes regulatórios mais flexíveis, a possibilidade de recorrer a jurisdições internacionais favoráveis e a desmobilização sindical (Smith, 2024). Esses fatores funcionavam como ativos estratégicos, capazes de reduzir significativamente os custos de produção e viabilizar a reprodução e acumulação de capital em escala transnacional (Forsgren, 2017; Smith, 2024). Por meio desses mecanismos, as empresas multinacionais poderiam minimizar os custos de produção, distribuindo as etapas produtivas e insumos necessários em múltiplos países, ao passo que se empenhavam em atividades que se apropriam da maior parte do maior valor agregado, como os serviços técnicos especializados, pesquisa e desenvolvimento, design e a construção e controle de redes de distribuição (Baldwin, 2016).

2.1. Efeitos da transnacionalização da produção sobre a economia global

Entre os elementos centrais para o desenvolvimento das CGV, é válido destacar a liberalização comercial, aprofundada nos anos 1990 sob os marcos da agenda de reformas do Consenso de Washington. Sob essa perspectiva, a liberalização do comércio levaria a maior eficiência na alocação de recursos, proporcionando ganhos de produtividade e crescimento econômico para todas as nações. No entanto, esse processo impôs custos econômicos, produtivos e sociais relevantes, inclusive para os seus criadores - Estados Unidos e outros países desenvolvidos (Rodrik, 2019). Esse movimento conduziu grande parte do descontentamento dos países do Norte no que tange à globalização (Stiglitz, 2017).

Considerando o Sul Global, esse modelo de produção orientado às exportações prometia impulsionar o desenvolvimento econômico, representando uma oportunidade para superar a histórica dependência externa dessas economias. Contudo, na prática, apesar do crescimento, poucos países conseguiram romper com o subdesenvolvimento por meio da inserção nas Cadeias Globais de Valor (CGVs), uma vez que a industrialização continuava condicionada a interesses externos e mantinha um conjunto de efeitos típicos de economias periféricas (Selwyn, 2019; Selwyn et al, 2020).

Em consequência da terceirização e dispersão da produção, grande parte da manufatura das economias desenvolvidas foi transferida para países emergentes e em desenvolvimento, que se industrializaram a um ritmo inédito, com a absorção de parte substancial da indústria de transformação global (Smith, 2024; Dos Santos, 1977; Stiglitz, 2017). Neste cenário, China, Coreia do Sul e Taiwan foram exceções dentre as nações que alcançaram um nível satisfatório de desenvolvimento através deste modelo. Entretanto, a trajetória de desenvolvimento desses países foi amparada pela implementação de políticas industriais e de desenvolvimento tecnológico; estratégia de atração de investimento estrangeiro com transferência e absorção de tecnologias; pelo papel ativo de empresas estatais ou grande conglomerados apoiados pelo Estado; o amplo investimento público em pesquisa e desenvolvimento e uma política comercial menos ortodoxa (Stiglitz, 2017).

Devido à transferência das empresas para nações periféricas, além do progresso tecnológico e crescimento econômico, os países em desenvolvimento passaram a ocupar um papel fundamental para a indústria e a produção global como um todo. A participação dos países do G7 na produção manufatureira global reduziu de dois terços, em 1990, para menos da metade em 2010. A maioria dessas fábricas foram deslocadas para países emergentes, principalmente a China (Baldwin, 2022).

Como resultado, milhares de trabalhadores do Norte Global, que antes desfrutavam de remunerações significativas no pós-guerra, perderam suas ocupações, pereceram em termos econômicos, ou foram induzidos à economia informal (Stiglitz, 2017), em um processo que não se restringiu aos trabalhos de baixa qualificação técnica. Simultaneamente, médias e pequenas empresas nacionais interromperam as atividades, visto que eram incapazes de superar a concorrência internacional, deteriorando parte significativa da produção doméstica dos países desenvolvidos, que em sua maioria acumulam déficits na balança comercial. Como efeito, essa conjuntura permitiu a ascensão econômica de mercados emergentes, em particular, da China e sua dominante participação

na produção global, com crescimentos expressivos de 10% ao ano na última década, mesmo em períodos sensíveis, como a crise de 2008 (Stiglitz, 2017; Baldwin et. al 2023).

No que tange à tensão sino-americana, em particular, a realidade por trás dessa competição parece desafiadora quando observamos o comportamento progressivo dos *inputs* chineses na economia mundial. Em 2005, a China era responsável por 14% da produção global de bens intermediários manufaturados, mas, uma década depois, passou a concentrar 42% (Baldwin et. al, 2023). Notando especialmente a realidade estadunidense, considerando o papel da indústria, este fenômeno é ainda mais sensível: cerca de 5% dos setores dos Estados Unidos tinham a China como principal fornecedor de bens intermediários, valor que progrediu para 60% em 2018 (Baldwin et. al, 2023). A dependência em relação à China tornou-se ainda mais evidente durante a pandemia da Covid-19, quando o nacionalismo econômico estadunidense projetou-se não somente em matéria de política industrial e securitização das cadeias globais de suprimentos (durante o governo Biden), mas também através da política comercial, reforçada pela ofensiva tarifária de Donald Trump. Sob a ótica estrutural, esses esforços observados refletem a competição entre os dois países em setores particulares, além disso, a busca por maior influência estrutural. Para os acadêmicos, o desafio é entender como identificar e avaliar a influência dentro de um arranjo formado por atores interdependentes, como as cadeias globais de valor. Tendo esses elementos em vista, a seguir, apresentamos a metodologia utilizada para compreender o fenômeno em questão.

3. METODOLOGIA

Adotamos uma abordagem que permite compreender o fenômeno da transnacionalização de forma abrangente, contemplando dimensões quantitativas e qualitativas. Para introduzir essa proposta de maneira intuitiva, de início, detalhamos a base de dados utilizada; a seguir, demonstramos como o cálculo dos indicadores da análise do insumo-produto e arquitetura das redes foram realizados. Posteriormente, apresentamos o processo de extração das relações mais relevantes e o cálculo da medida *PageRank*.

3.1. Base de dados

A base escolhida para esta pesquisa foram as *Inter-Country Input-Output Tables* (ICIO) em versões regulares, publicadas pela Organização para a Cooperação e

Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 2025. A razão pela qual utilizamos esse conjunto de dados é porque, ao contrário dos registros convencionais sobre comércio internacional fornecidos pelo International Trade Centre (ITC) ou Banco Mundial, por exemplo, esta base desagrega o consumo intermediário da demanda final. Tendo em vista o nosso objeto de estudo, as matrizes de insumo-produto são fundamentais por permitir uma visão mais precisa das interdependências setoriais. A escolha desta base, em particular, deve-se à amplitude, tanto a nível setorial (50 setores)¹ e temporal (cobertura de 1995 a 2022), quanto global (80 países)². Também é válido pontuar que, entre as bases gratuitas subsidiadas por organizações internacionais, no momento de publicação deste trabalho, ela é a mais atual³. Nossa amostra considera todos os anos disponíveis, uma vez que a série histórica é uma nuance valiosa para comparar a projeção dos Estados Unidos e da China ao longo do tempo. Contudo, quando avaliamos o *PageRank* de setores, ou a matriz de influência sino-americana, reduzimos o espaço temporal entre 2015 e 2022, buscando capturar fenômenos recentes com mais clareza.

3.2. Os indicadores da análise do insumo-produto e a arquitetura das redes

A análise de redes foi aplicada considerando os multiplicadores da produção oriundos dos modelos inter-regionais de Leontief e de Ghosh. Esses indicadores foram calculados de acordo com o método sugerido por Miller e Blair (2009) para modelos que envolvem setores de duas ou mais regiões (países, no nosso caso). Dessa forma, duas redes direcionadas ponderadas (*forward network* e *backward network*) foram construídas para cada ano da série, com vértices representando setores de países e as arestas ponderadas pelo peso dos multiplicadores, sem auto-interações.

As matrizes de insumo-produto, como a ICIO, fornecem informações acerca da oferta setorial dos insumos necessários à realização da produção em todos os setores da economia. Ela é construída de forma que, nos vetores linhas (*i*), registram-se a oferta de insumos de cada setor e, nos vetores colunas (*j*), a demanda por insumos de cada setor. Como argumenta Dietzenbacher (2002), existem duas formas de analisar esses dados. A primeira é pelos modelos *demand-driven*, como é o caso do modelo de Leontief. Neste, através de mudanças na quantidade, estima-se os impactos que os setores exercem sobre a

¹ Consideramos 49 setores, exceto o setor T (Activities of households as employers; undifferentiated goods-and services-producing activities of households for own use), uma vez que é irrelevante nesta análise.

² Na realidade, a base também contempla um agregado geral dos países que não estão incluídos, chamado de “Resto do Mundo”, levando a 81. No entanto, este grupo foi descartado para reduzir o ruído nos resultados

³ Os metadados estão disponíveis no site da OCDE.

economia a partir da sua demanda por insumos. Em vista desse modelo, os multiplicadores estimados são chamados de multiplicadores para trás (ou a montante), uma vez que demonstram a influência de um setor sobre a cadeia produtiva que está por trás do seu funcionamento. A segunda maneira de analisar uma matriz de insumo-produto é pelo modelo *supply-driven*, desenvolvido por Ghosh. Dentro desse pensamento, através da propagação de mudanças nos preços dos insumos primários ofertados por cada setor, estima-se os impactos que este exerce nos demais setores da economia. Nessa perspectiva, os multiplicadores oriundos deste modelo são chamados de multiplicadores para frente (ou a jusante), uma vez que retratam a potencial influência de um setor sobre a cadeia produtiva que está à frente dele (seus consumidores).

Pelo modelo de Leontief, é possível estimar a quantidade total de insumos necessários à produção de uma unidade monetária em um determinado setor. Assim, quantifica-se o efeito multiplicador que a demanda por insumos de um determinado setor “ j ” exerce sobre cada um dos “ i ” setores produtores da economia (incluindo “ j ”). Em outras palavras, temos uma estimativa do poder que determinado setor “ j ” tem, como demandante de insumos, de influenciar toda a economia. Por outro lado, é possível saber o quanto um setor “ j ” depende dos demais para existir, ao passo que identificamos o quanto este setor “ j ” se conecta como demandante (através da compra de insumos) com outro setor “ i ”.

Pelo modelo de Ghosh, é possível estimar o poder de propagação do aumento nos preços de toda a economia a partir do aumento de uma unidade monetária nos preços de um determinado setor. Nesses termos, através dos preços, quantifica-se o efeito multiplicador que a oferta de insumos de um determinado setor “ i ” exerce sobre cada um dos “ j ” setores demandantes da economia (incluindo “ i ”). Dentro desta lógica, temos uma estimativa do poder que determinado setor “ i ” tem, como ofertante de insumos, de influenciar toda a economia. Por sua vez, pela magnitude da propagação dos preços, conseguimos avaliar o quanto um setor “ i ” depende dos demais para existir, ao passo que identificamos o quanto este setor “ i ” se conecta como ofertante (através da venda de insumos) a outro setor “ j ”.

Seguindo esta lógica, na construção das redes, estabelecemos os fluxos partindo da atividade receptora do estímulo, como origem da aresta, em direção àquela geradora do estímulo, como destino da aresta. Nosso objetivo foi compreender o quanto determinado setor depende dos demais para existir, como demandante e como ofertante. Este foi o

procedimento realizado por Xu et al (2019) e Cerina (2015)⁴, por exemplo, para o modelo de Leontief. Essa mesma arquitetura foi utilizada para a construção das redes analisadas no presente estudo. Desta forma, pudemos quantificar a influência direta e indireta de um nó na produção global.

Embora pareça contraintuitiva à primeira vista, esta convenção reflete o fato de que, nos modelos de Leontief, a matriz dos coeficientes técnicos (A) relaciona o total dos insumos oriundos de cada setor “*i*” consumidos pelo setor “*j*” (q_{ij}) e o valor bruto da produção deste setor “*j*” (x_j). Assim, cada elemento dos vetores-coluna de “A” é o quociente entre o total dos insumos do setor “*i*” consumidos pelo setor “*j*” e a produção total do setor “*j*” ($a_{ij} = q_{ij}/x_j$). Ou seja, o setor “*j*” demanda insumos do setor “*i*”, sendo “*j*” a origem dos estímulos e “*i*”, o setor estimulado. Por sua vez, $L = (I - A)^{-1}$ é a matriz Inversa de Leontief e I é uma matriz identidade de proporções apropriadas. Desta forma, l_{ij} fornece uma estimativa da influência total, direta e indireta, de um setor (*j*) ao longo da cadeia de vendedores de insumos a este setor (*i*). Dentro do pensamento expresso acima, na construção da *Backward network*, cada setor aponta para aqueles dos quais depende para funcionar. Em termos técnicos, isso significa que as conexões partem da linha “*i*” (o setor que oferta insumos e recebe o estímulo) em direção à coluna “*j*” (o setor que demanda esses insumos e gera o estímulo). No caso do modelo de Ghosh, a matriz dos coeficientes de alocação dos insumos (B) relaciona os insumos ofertados pelo setor “*i*” ao setor “*j*” (q_{ij}) com o valor bruto da produção do setor “*i*” (x_i). Assim, cada elemento dos vetores-linha de “B” é o quociente entre o total dos insumos do setor “*i*” consumidos pelo setor “*j*” e a produção total do setor “*i*” ($b_{ij} = q_{ij}/x_i$). Ou seja, o setor “*i*” oferta insumos ao setor “*j*”, sendo “*i*” a origem dos estímulos e “*j*”, o setor estimulado. Por sua vez, $G = (I - B)^{-1}$ é a matriz Inversa de Ghosh. Dessa maneira, g_{ij} fornece uma estimativa da propagação total, direta e indireta, dos preços dos insumos ofertados por um setor (*i*) ao longo da cadeia de compradores deste setor (*j*). Seguindo esse pensamento, as conexões da *Forward network* foram estabelecidas da coluna “*j*”, como atividade demandante e receptora do estímulo, para a linha “*i*”, como atividade ofertante e geradora do estímulo. Nessa lógica, em cada

⁴ Estudos anteriores que modelam redes globais de insumo-produto, como Cerina et al (2015), concentram-se principalmente na análise da estrutura agregada das interdependências produtivas, representando os fluxos intermediários entre setores como ligações direcionadas na rede global de produção, ou estímulos dos demandantes (Xu et al, 2019). O presente trabalho dialoga com essa literatura, mas propõe uma abordagem complementar. Além de analisar a posição estrutural em termos de difusão de estímulos tendo em vista as relações produtor-demandante (sendo o demandante o gerador de estímulos ao produtor), também analisamos a relação consumidor-ofertante (considerando o ofertante como gerador de estímulos ao consumidor). Essa complementação permite explorar como diferentes interpretações da direção dos fluxos produtivos podem revelar diferentes padrões de centralidade estrutural nas CGVs.

uma das redes, os setores de um país (receptores dos estímulos) apontam para os atores dos quais dependem para existir (geradores dos estímulos), seja pelo lado da demanda (*Backward network*) ou da oferta (*Forward network*). Na prática, essa arquitetura permite rastrear quais setores sustentam a produção dos demais e, portanto, quais países teriam maior capacidade de provocar rupturas sistêmicas caso sua produção fosse interrompida.

Por fim, na construção de cada rede, foram excluídas as diagonais principais das matrizes inversas de Leontief e de Ghosh. O motivo é que, nessas células, estão as relações de autoconsumo de cada setor. Isto, por sua vez, enviesaria a análise aqui desejada, que é mensurar a influência, direta e indireta, de um setor de um país sobre os demais (setores e países) a partir da análise de redes. Caso a diagonal principal das matrizes L e G fossem consideradas, isto traria uma sobrecarga ao peso que pondera os nós de cada setor de cada país, acarretando na distorção das medidas avaliadas.

3.3. Extração de *backbones*

Em geral, as pesquisas existentes extraem medidas das redes considerando todas as relações possíveis, levando a distorções em várias métricas. No caso do *PageRank*, em particular, como será visto adiante, é possível notar que parte da equação é ponderada pelo grau dos nós. Dentro dessa lógica, a quantidade de relações que determinará parte da medida afeta a pontuação que um ator receberá, podendo modificar o resultado da métrica. Xu et al (2019) já utilizou o mesmo método de filtragem, propondo um encadeamento diferente e considerando *auto loops*.

Buscando superar essa limitação, escolhemos o método *disparity filter*, proposto por Serrano et al (2009) para extrair os *backbones* (relações e entes fundamentais) das redes de insumo-produto. Esta abordagem oferece vantagens significativas sobre outros métodos, preservando propriedades estruturais relevantes e a heterogeneidade local das conexões (Jiang et al, 2020). Assim, podemos filtrar as arestas de acordo com a importância relativa para cada vértice da rede, em diferentes escalas (Serrano et al, 2009). Além de proporcionar um cálculo mais acurado das conexões mais relevantes de cada ator, este método evita distorções nos cálculos das métricas. Outro benefício da abordagem é permitir cálculos eficientes, uma vez que os dados são reduzidos (Xu et al, 2019).

A extração das conexões essenciais proposta por Serrano et al (2009) fundamenta-se em um modelo nulo, no qual as arestas seguem uma distribuição uniforme aleatória. Para cada nó da rede, calculamos o grau (conexões) de entrada k^{in} e saída k^{out} .

Considerando esses conjuntos separadamente, o peso de cada aresta foi normalizado (x) e seu p-valor (α_{ij}) avaliado de acordo com a hipótese nula de distribuição uniforme aleatória, conforme a equação 1, apresentada por Serrano et al (2009).

$$\alpha_{ij} = 1 - (k - 1) \int_0^{p_{ij}} (1 - x)^{k-2} dx < \alpha \quad (1)$$

Dentro dessa lógica, são inseridas ao *backbone* as arestas que não atendem à hipótese nula para ao menos um dos nós aos quais está ligada. Xu et al (2019) desenvolveu um método de validação dos *backbones*, comparando a porcentagem de conexões em relação ao peso total remanescente da rede para diferentes valores de α . Desta forma, na medida em que o nível de significância se torna mais restritivo (menores valores de α), uma proporção maior de links é removida e a estrutura da rede gradualmente se reduz ao seu núcleo fundamental.

3.4. PageRank Centrality

Originalmente desenvolvido para classificar páginas da *internet* (Newman, 2010), o *PageRank* é uma medida de centralidade de posição espectral que vem sendo amplamente aplicada para identificar atores importantes em redes de insumo-produto (Cerina et al 2015; Xu et al, 2019; Zhang et al, 2022). Essa medida captura a importância de um nó considerando não apenas o número de conexões que ele possui, mas também a importância dos nós aos quais está conectado por meio de relações produtivas representadas pelos coeficientes técnicos. Nessa perspectiva, o *PageRank* pode ser interpretado como o resultado de um processo de passeios aleatórios ao longo da rede (Newman, 2010), no qual um estímulo econômico se desloca entre setores seguindo as conexões produtivas existentes.

De acordo com essa interpretação, setores que recebem estímulos provenientes de setores estruturalmente relevantes tendem a acumular maior importância nesse arranjo relacional-produtivo. É válido pontuar que não se trata de contabilizar o número ou peso de conexões de um setor, mas de avaliar a importância estrutural das conexões dos setores de países dentro da rede global de produção, com base na qualidade das suas conexões. Em virtude dessa condicionante, setores de países tornam-se influentes à medida em que são reconhecidos por outros setores que dependem dele para realizar sua produção, em

particular, quando esses setores ocupam posições estruturalmente relevantes na rede (ou seja, também são influentes). Assim sendo, essa propriedade permite identificar setores estruturalmente relevantes no potencial de difusão de estímulos produtivos e foi utilizada neste trabalho como *proxy* para influência estrutural.

3.4.1. Passeios aleatórios e matriz de transição

Tendo em vista que a representação da rede é uma matriz de adjacência construída a partir das inversas de Leontief (*backward*) e Ghosh (*forward*), é possível derivar uma matriz de probabilidades de transição, que descreve a dinâmica potencial de propagação de estímulos ao longo da rede produtiva. A matriz de transição é obtida por meio da normalização das linhas da matriz de adjacência da rede, de modo que a soma dos elementos em cada linha seja igual a 1. Formalmente, cada elemento da matriz de transição representa a fração do fluxo total de saídas de um nó (setor) que é direcionada a outro nó. Considerando um estímulo econômico “caminhando” na rede, se ele estiver localizado no setor i , pode se mover para o setor j com probabilidade P_{ij} (Page et al, 1999; Newman, 2010). Depois de muitas etapas, a probabilidade de estar em cada setor converge para uma distribuição estável. Dessa forma, com base na difusão de estímulos provocados pela interdependências produtivas entre setores, cada linha da matriz passa a representar uma distribuição de probabilidades que descreve como um estímulo econômico localizado no setor i pode ser transmitido aos setores j conectados na rede.

Através dessa perspectiva, um estímulo econômico localizado em um setor pode se deslocar probabilisticamente para setores conectados, seguindo a estrutura das relações produtivas estabelecidas. Nesse contexto, o número reflete a probabilidade de um estímulo econômico estar associado a cada setor após um grande número de iterações do processo de difusão na rede. Isso nos permite interpretar a pontuação de *PageRank* como a probabilidade de um estímulo econômico circular pela rede produtiva global e estar associado a determinado setor. Como resultado desse processo probabilístico, a soma das pontuações da distribuição estacionária do *random walk* (estímulo) -ou simplesmente *PageRank*- de todos os nós conjunto será 1 (Page et al, 1999; Newman, 2010).

De início, ($t=0$) para calcular o *PageRank* ponderado, cada nó recebe uma pontuação “base” igual a $1/N$, onde N é o número total de nós na rede (Cerina et al, 2015). A cada iteração, o *PageRank* de um nó i é atualizado usando equação abaixo, segundo Cerina et al (2015):

$$PR(i; t + 1) = \frac{1-d}{N} + d \sum_{j \in M(i)} \frac{PR(j; t) w_{ij}}{S(j)} \quad (2)$$

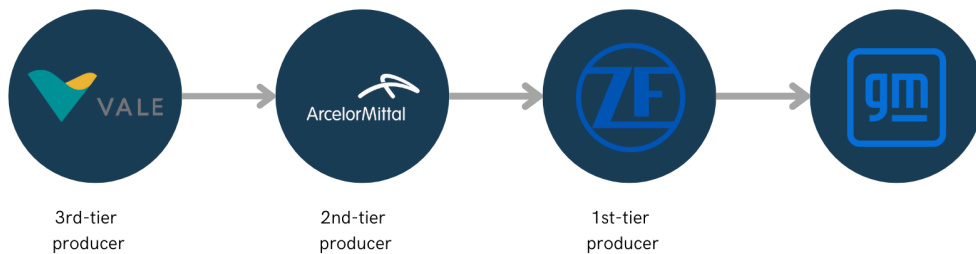
Onde:

- d é o fator de amortecimento⁵
- w_{ij} representa o peso normalizado da conexão do nó j para o nó i
- $S(j)$ é a soma dos pesos de todas as conexões que saem do nó j
- N é quantidade de nós na rede
- M são as conexões recebidas por i
- O somatório é calculado considerando todos os nós j que têm conexão direta para i

Estabelecidos os procedimentos que nos permitem mapear e mensurar a rede produtiva global, cabe agora compreender o contexto histórico e teórico dentro do qual essa rede se formou e por que as posições ocupadas pelos países nesse arranjo têm consequências políticas. No próximo capítulo, apresentaremos um *framework* simplificado para compreender esse fenômeno de forma intuitiva, apontando suas principais valias.

4. VISLUMBRANDO A INTERDEPENDÊNCIA

Figura 1 - Cadeia de produção fictícia dos motores da General Motors



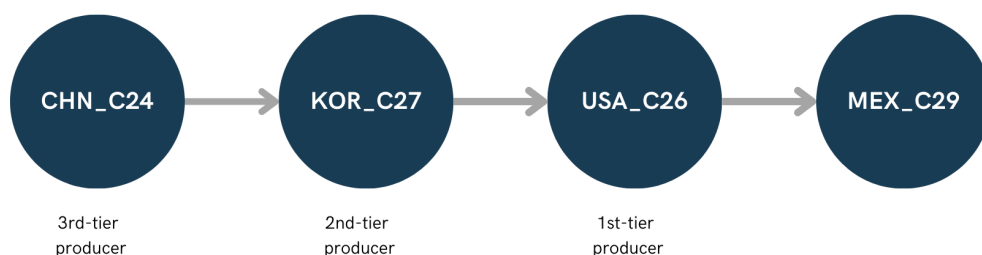
Fonte: elaboração própria

⁵ Na equação, esse mecanismo garante que um nó sem arestas de saída (*dumpling nodes*) não interrompa a convergência do algoritmo (o passeio fique travado em um nó). Contudo, como temos uma rede em que todos os nós possuem ao menos uma aresta de saída, optamos pelo o valor padrão utilizado pelo Google (Newman, 2010).

Na literatura sobre as CGVs, os produtores e fornecedores de bens e serviços intermediários são classificados em tiers (Gereffi et al, 2021), com base na proximidade da “empresa líder” da cadeia. Produtores Tier 1 fornecem diretamente para a empresa líder; Tier 2 diretamente aos Tier 1 e assim sucessivamente. Acima (Figura 1) apresentamos um exemplo fictício, onde os nós são empresas e as arestas relações de fornecimento de insumos: a empresa Vale S.A fornece minérios semiprocessados à Arcelormittal S.A, que produz aços especiais para indústria automotiva utilizados pela ZF Friedrichshafen, fabricante de motores da General Motors.

Tendo esse processo em vista, a dependência é evidente. Contudo, uma dúvida permanece: como podemos mensurá-la? Em uma realidade onírica, onde temos acesso a uma matriz inter-regional de insumo-produto, com registros de todas as empresas e produtos do mundo, poderíamos avaliar esse comportamento com mais clareza. No entanto, as matrizes atuais não são capazes de capturar esse nível de resolução, de modo que as informações disponíveis atualmente costumam estar agregadas por atividades econômicas de países⁶. Combinando esse conjunto de dados com ferramentas de análise do insumo-produto, podemos medir a interdependência produtiva à nível de setores de países.

Figura 2 - Exemplo de Cadeia de Produção



Fonte: elaboração própria

4.1. Encadeamentos intersetoriais e modelos de insumo-produto

Em análises do insumo-produto, a interdependência setorial é avaliada em função dos efeitos que a produção de um setor provoca sobre a produção ou distribuição dos demais setores, inclusive sobre si mesma. Em outras palavras, dada a construção dos coeficientes que compõem as matrizes de Leontief e de Ghosh, podemos observar a

⁶ Incluídos de acordo com o sistema ISIC rev.4 de classificação.

interação entre os setores de forma relativa: como cada setor de cada país atua em relação às necessidades de produção de outros setores e, também, de outros países.

Uma fração significativa dos trabalhos na área de CGVs que utilizam a análise do insumo-produto as investigam por meio dos *demand-driven models*, como Baldwin (2023) e Acemoglu et al (2016). Contudo, essa abordagem isolada nos oferece uma avaliação parcial dos encadeamentos intersetoriais. Apesar de ser pouco explorada, quando comparada aos *demand-driven models*, uma segunda forma de avaliar as relações intersetoriais é através dos *supply-driven models*, utilizando o modelo de Ghosh (Miller et al, 2009). A combinação desses indicadores produz uma análise mais ampla e rica. Entretanto, para entender a utilidade por trás desta combinação é importante introduzir a ideia de encadeamentos “*backward*” e “*forward*” e como eles estão associados às posições dos atores na produção global.

Por exemplo, o setor de eletrônicos tem uma extensa rede de fornecedores, desde indústrias extrativas até manufaturas de alta tecnologia. Um aumento na demanda desse setor estimula a produção da manufatura e mineração, demonstrando a capacidade de estimular a produção desses setores posicionados “atrás” dele. Esse comportamento é capturado pelas *backward linkages*. A indústria eletrônica, por sua vez, tem um papel importante no fornecimento de insumos críticos, como semicondutores, para setores posicionados à frente dela na cadeia produtiva. Considerando o excedente produtivo, mais fatores de produção estarão disponíveis para serem absorvidos por outras indústrias (Miller et al, 2009), a exemplo do setor automotivo e de telecomunicações. Nesse cenário, as *forward linkages* refletem como a oferta do setor de eletrônicos afeta os demais setores através dos seus preços.

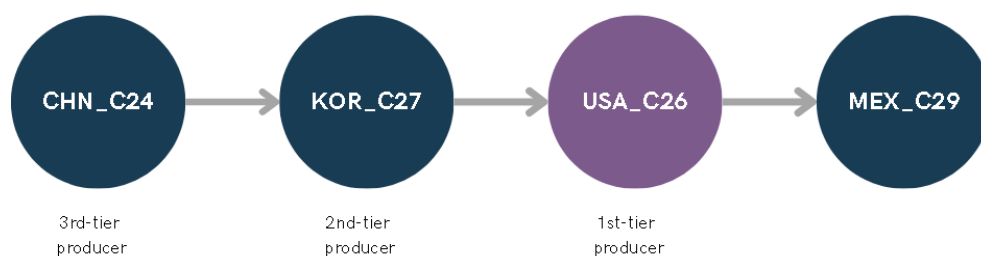
Devido a essas nuances, quando combinamos esses dois tipos de encadeamentos, é possível ter uma análise mais abrangente dos efeitos diretos e indiretos provocados pelos setores de cada país, tendo em vista as duas perspectivas fundamentais: oferta e demanda.

4.1.1. Efeitos diretos

Como vimos, numa matriz inter-regional de insumo-produto, a dependência direta por insumos pode ser capturada pela matriz de Leontief, onde q_{ij} representa os fluxos monetários de bens intermediários entre os setores de países. Os efeitos diretos são mensurados através da matriz de coeficientes técnicos **A** (pelo lado da demanda), ou pela matriz de alocação de insumos **B** (pelo lado da oferta) (Miller et. al, 2009). Dentro dessa

perspectiva, podemos medir os efeitos diretos que a indústria automobilística mexicana (MEX_C29) exerce sobre o setor USA_C26, por exemplo.

Figura 3 - Efeitos diretos



Fonte: elaboração própria

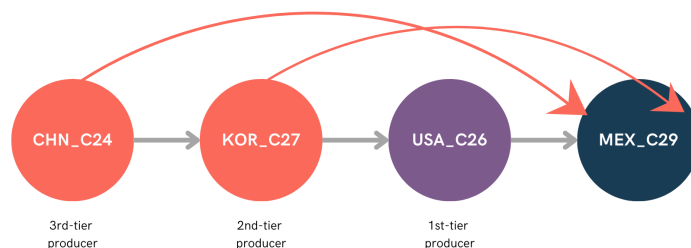
4.1.2. Efeitos indiretos

Ao avaliar a dependência de bens intermediários da economia estadunidense em “Hidden Exposure”, Baldwin et.al (2023) desenvolveu o conceito de “*look through*”⁷, para ilustrar este processo proporcionado por intermediadores, alertando sobre essa dinâmica que muitas vezes é despercebida por *policy makers*.

Os efeitos diretos e indiretos podem ser obtidos para ambos encadeamentos. Pelo lado da demanda, calculamos essas informações através da inversa de Leontief: $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$, onde $\mathbf{A}$ é a matriz de coeficientes técnicos e $\mathbf{I}$ é uma matriz identidade com proporções adequadas. Para a oferta, o processo para mensurar ambos efeitos é análogo, mas calculado por meio da inversa de Ghosh $\mathbf{G} = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}$, que considera a matriz de alocação de insumos $\mathbf{B}$. Nesses termos, podemos avaliar os efeitos diretos e indiretos da geração de estímulos de um setor, seja pelo lado da oferta ou demanda. A Figura 4 demonstra como o setor automotivo do México estimula os setores (em laranja) indiretamente e o setor estadunidense de forma direta.

Figura 4 - Efeitos indiretos

⁷ Neste contexto, o autor deduziu os efeitos diretos da inversa de Leontief ($\mathbf{L}-\mathbf{A}$) para obter somente os indiretos.



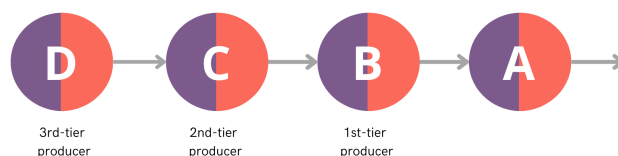
Fonte: elaboração própria

4.1.3. Efeitos sistêmicos

Embora valiosa, essa visão linear das CGVs na qual nos baseamos no início da seção para construir o *framework* da abordagem ignora alguns fatores importantes. Primeiro, o fato de que cada fornecedor participa de várias cadeias simultaneamente; possui múltiplos fornecedores em cada tier, dependentes de muitos outros fornecedores com tiers variados, conectados de forma direta e indireta ao mesmo tempo, o que nos levaria à uma lógica aparentemente infinita e não-linear, dada a complexidade dos encadeamentos multissetoriais (Baldwin et al, 2023). De acordo com a literatura sobre análise do insumo-produto, no limite, todos os setores econômicos de todos os países estão conectados, mesmo que indiretamente. Sob essa perspectiva, o termo “cadeias” parece pouco plausível para ilustrar o fenômeno das CGVs, uma vez que essa perspectiva oculta elementos sensíveis da divisão internacional do trabalho, que mais se assemelha a uma rede assimétrica (Xu et al, 2019; Carvalho, 2014; Cerina et al, 2015), em particular, quando consideramos a heterogeneidade dos setores e relações para o dinamismo do sistema.

Conforme ilustrado anteriormente, por mais que relações possam apresentar magnitudes comparáveis, nem todas as relações comerciais são iguais. Pelo contrário, são altamente específicas, de modo que os efeitos sofridos por um setor de algum país nesse arranjo estão fortemente condicionados às conexões que estabelece com outros atores nesse sistema complexo (Gereffi, 2021). Em outras palavras: dentro desse arranjo relacional-produtivo as posições estabelecidas entre os setores da economia são determinantes, inclusive no que tange à evolução de micro-choques em macro-choques (Carvalho, 2014; Acemoglu, 2012).

Figura 5 - Efeitos sistêmicos



Fonte: elaboração própria

Com base na Figura 5, por exemplo, notamos que diferente do cenário anterior, aqui temos em vista as relações técnicas diretas e indiretas, sendo o setor A o vetor inicial da propagação de estímulos. Dentro dessa lógica, devido às posições, os setores B e C precisam atuar como propagadores de choques, permitindo a intermediação entre A e D para que se possa observar uma expansão na produção de D resultante de um aumento da demanda de A, uma vez que não há uma relação direta entre eles. Essa perspectiva se aplica tanto pelo lado da oferta quanto da demanda.

Tendo em vista esses elementos, devido à necessidade da coordenação entre agentes “autônomos” (Gereffi, 2020), o conjunto de relacionamentos que se desenvolvem dentro de uma estrutura formada por entes interdependentes possuem graves consequências políticas, especialmente no contexto sistematizado pelas CGVs. Nesse cenário, defendemos que a dimensão estrutural, a forma com que essas conexões estabelecidas entre os atores em rede, são tão importantes quanto os próprios setores de países que compõem a economia global. Em virtude dessas premissas, surge a pergunta: como cada setor de cada país está posicionado nessa rede produtiva global? Até o momento sabemos pouco sobre essa dimensão relacional e de que forma essas conexões estão sistematizadas (Baldwin et al 2023; Gereffi et al, 2021).

Essa lacuna, em parte atribuída à complexidade dos métodos computacionalmente intensivos e informações agregadas (Baldwin et al, 2023; Miller et al, 2009) ainda é limitada, embora seja fundamental para compreender o fenômeno e como os atores podem ser afetados (Acemoglu, 2012; Baldwin et al 2015; Farrel et al, 2018; Gereffi et al, 2021). Apesar de evidências concretas, a exemplo do trabalho conduzido por Acemoglu et. al (2016) e Carvalho (2014), os estudos em Relações Internacionais ou CGVs subestimam como os Estados podem utilizar esses mecanismos relacionais. Por outro lado, se concentram em interações limitadas a pares atomizados (Farrel et al, 2018), eventualmente, nos efeitos multiplicadores provocados pelo movimento de cada ator nesse arranjo relacional-produtivo. Nessa perspectiva, embora a teoria econômica admita a existência

desses choques agregados atrelados à sincronização da produção, algumas questões permanecem ocultas, como a estrutura dentro da qual ele se propaga, ou quais atores desempenham um papel central (Carvalho, 2014).

Em função desses fatores, a promessa das redes de insumo-produto é poder revelar algo próximo de uma “caixa preta” da produção global no que tange à propagação de estímulos, diretos e indiretos, entre os setores da economia (Carvalho, 2014). Assim sendo, na próxima seção apresentaremos essa abordagem segundo a qual podemos revelar a estrutura subjacente de uma matriz insumo-produto (Miller et al, 2009) e sistematizar a geração de estímulos entre setores da produção global.

4.2. Redes de insumo-produto: mapeando o através

A análise de redes tem sido aplicada à economia como ferramenta para representar sistemas complexos caracterizados por interdependências estruturais (Jackson, 2008; Newman, 2010). Nesse contexto, sob a ótica produtiva, matrizes insumo-produto podem ser interpretadas como redes direcionadas e ponderadas nas quais os setores representam nós e os fluxos de insumos correspondem às ligações entre eles, formando as redes insumo produto (Cerina et al, 2015). Apesar da modelagem dentro do campo ser difusa, no geral, uma rede de insumo-produto consiste em um modelo baseado onde os nós (vértices) correspondem a setores de países, países, ou empresas; conectados por arestas direcionadas ponderadas⁸. Essas relações podem representar um conjunto amplo de indicadores, em especial, os relacionados à análise do insumo-produto: valor adicionado, fluxo de bens intermediários, ou relações técnicas (Vital Da Costa, 2019; Cerina et al, 2015)⁹. Por meio dessa ferramenta, podemos sistematizar a estrutura desse arranjo formado pelos setores de uma matriz insumo-produto (Miller et al, 2009) multipaíses, como as WIOD, EORA, ICIO, AMDB, além de revelar inúmeras propriedades importantes sobre seus componentes e as relações que o constitui.

Grande parte dos esforços se concentram na análise de medidas topológicas, quando se dedicam a compreensão da estrutura como totalidade. Nesses termos, existem inúmeros aspectos relevantes a serem dimensionados, por exemplo: a transitividade,

⁸ Embora a maioria dos trabalhos utilizem essa arquitetura, outras pesquisas, como a desenvolvida por Aroche (2006), são constituídas por redes binárias. Nesses termos, considera-se somente a relação existente, e não sua magnitude (peso), o que é recebido com crítica pela maioria dos economistas da área de análise do insumo-produto. Para mais informações ver Miller et al (2009) e Vital Da Costa (2019)

⁹ No modelo desenvolvido neste trabalho, a matriz de adjacência que fundamenta a rede é formada por multiplicadores de produção/relações técnicas.

caracterizada pela tendência de que vizinhos de um nó possuam relações entre si; a densidade, representada pelas relações estabelecidas no sistema em relação às relações possíveis entre os atores; e o diâmetro da rede, que demonstra a maior distância entre dois setores nesse arranjo-relacional produtivo (Newman, 2010). Outro aspecto substancial neste modelo são as medidas de centralidade, que avaliam a importância do nó de acordo com sua relevância sistêmica.

Independente dessas nuances a serem exploradas, uma perspectiva estritamente positivista é predominante, o que com frequência reduz a potência dessas análises a uma análise puramente descritiva, subliminarmente “dissociada” dos elementos políticos (Xu et al, 2019). Além desse fator, há uma inconsistência no que tange às relações que compõem a totalidade e as relações entre as partes que determinam o todo, o que eventualmente distorce observações relevantes. Essa nuance converge com evidências recentes demonstrada pelo trabalho de Xu et al (2019), por exemplo, responsável por avaliar as relações fundamentais do sistema produtivo global, também conhecidas como *backbones*. Dentro dessa lógica, o mesmo processo de extração foi incorporado a este trabalho. Apesar destes pontos, o surgimento da seguinte pergunta é natural: sob o ponto de vista estrutural, como os setores se tornam influentes? Pensando nisso, no próximo capítulo detalhamos essa condição.

4.3. O poder e a origem dos setores influentes: centralidade em redes produtivas

Sob o ponto de vista da análise de redes, uma forma de imaginar a influência ou importância de um setor dentro da divisão internacional do trabalho é traçar um paralelo com um sistema social em que atores mais ou menos influentes se relacionam. Nesse arranjo, alguns setores de determinados países são amplamente reconhecidos e considerados indispensáveis, já que outros dependem deles para produzir, seja enviando ou recebendo insumos intermediários. Por isso, esses setores com elevada centralidade se tornam populares e exercem uma influência determinante nos processos coletivos (Freeman, 1978). Essa premissa fundamenta grande parte dos estudos em ciência de redes, por meio do conceito de centralidade e medidas derivadas, que buscaram desvendar a importância de atores dentro de sistemas complexos.

Em diálogo com a teoria de redes e o amadurecimento da nova divisão internacional do trabalho, em conjunto, notamos o desenvolvimento de um consistente processo de concentração e centralização da produção, tal qual enunciado na lei geral da

acumulação capitalista (Marx, 2015). Algumas razões que justificam esse fenômeno foram categorizadas dentro do *mainstream* da economia, sendo as mais tradicionais: as vantagens proporcionadas pelos clusters, economias de escala, além da clássica especialização ricardiana. Entretanto, apesar da virtude ao sugerir uma interpretação para esse comportamento, essas teorias ocultam uma vulnerabilidade substancial desse movimento que, em muitos momentos, (Terremoto em Fukushima, no Japão, em 2011; Pandemia de Covid-19; Guerra Rússia vs Ucrânia) entrou em conflito com a própria dinâmica do sistema (Carvalho et al, 2021). Em contraste com essas interpretações tradicionais, algumas evidências apontam para uma direção um pouco diferente.

Nota-se que a concentração da produção permitiu que alguns setores de países categorizados como “*hubs*” passassem a centralizar uma quantidade massiva de ligações/conexões quando comparado a outros pares (Acemoglu et al, 2016), conformando uma rede profundamente assimétrica (Cerina et al, 2015; Xu et al, 2019). Por sua vez, esse fenômeno encurtou a distância¹⁰ entre os setores, permitindo que a propagação de choques de produtividade (benéficos ou não) pudessem se ampliar devido a assimetria da rede. Nessa perspectiva, em redes simétricas, onde as ligações dos nós seguem uma distribuição equilibrada, os choques tendem a ser absorvidos localmente e têm menor impacto agregado (Carvalho, 2014; Acemoglu, 2012). Em contrapartida, em redes assimétricas, devido a presença de *hubs*, choques idiossincráticos¹¹ em setores centrais propagam-se sistematicamente (Carvalho, 2014; Grazzini et al, 2015; Acemoglu, 2012; Barabási, 2013)¹².

Em virtude dessa condição, flutuações na produção desses nós que concentram muitas ligações são relativamente mais determinantes e podem afetar toda estrutura, grande parte das vezes regulando os ganhos e perdas de todo sistema (Grazzini et al, 2015; Carvalho, 2014). Dentro dessa lógica, apesar do conceito “*hub*” estar fundamentado na quantidade de conexões que um ator possui -conhecido como “*grau*” sob o ponto de vista das redes- medidas mais sofisticadas podem ser utilizadas para identificar esses nós, como a centralidade de *PageRank*.

¹⁰ A distância entre dois setores da economia reflete a quantidade de relações intersetoriais que os unem de forma indireta.

¹¹ Choques idiossincráticos afetam um setor de um país específico no que se refere ao conjunto da produção econômica global.

¹² Alguns exemplos desse fenômeno incluem o terremoto no Japão em 2011, que impediu o fornecimento de diversos insumos fundamentais para a indústria automobilística global, e a crise energética na Europa provocada pelo conflito Rússia-Ucrânia.

4.3.1. *PageRank*

O *PageRank* é uma medida de centralidade que no campo de redes de insumo-produto avalia a importância de um setor com base na importância dos nós que fornecem *inputs* para ele (Cerina et al 2015; Newman, 2010). A pontuação na métrica pode ser vista como a importância do nó como gerador de estímulos e reflete a posição do nó nesse sistema hierárquico. De acordo com Zhang et al (2022), setores com alto *PageRank* tornam-se influentes por meio de quatro fatores. Em complemento, consideramos também uma quarta condicionante.

Primeiramente, se recebe insumos de muitos setores de países, o que ilustra a importância do mesmo para o consumo da produção dos demais. Em segundo lugar, se os nós que fornecem insumos ao setor também são influentes. Em terceiro, também se o peso das conexões que estabelece com os demais setores é elevado. Por fim, se esses setores se conectam a poucos nós, indicando uma dependência exclusiva.

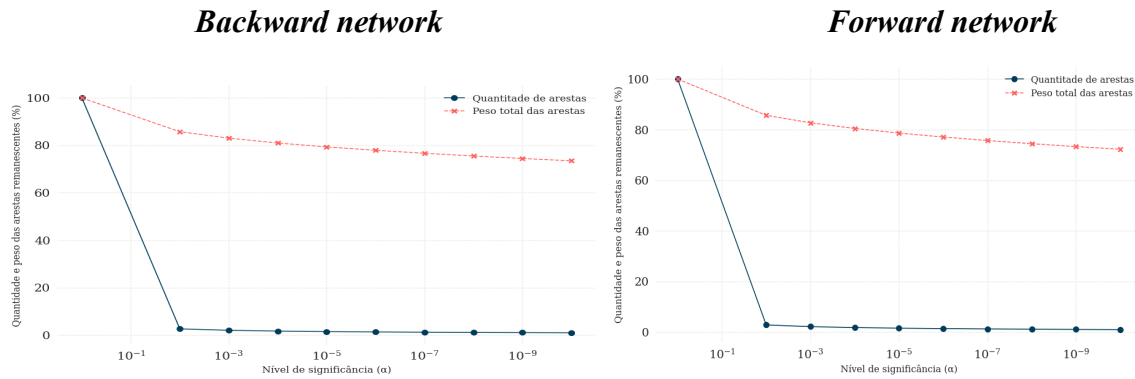
Sob o ponto de vista das cadeias, essa posição indicaria o “domínio de mercado” no setor em questão por duas razões. De início, por indicar que o mesmo é capaz de ‘terceirizar’ múltiplas fases do processo produtivo para outros nós relevantes. Mas, também, como ‘força motriz’ da produção global, visto que esses nós são vetores de estímulos, recebendo *inputs* de setores de países importantes para a economia global, que possuem relações com outros setores relevantes, e assim por diante.

5. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

5.1. Extração de *backbones*

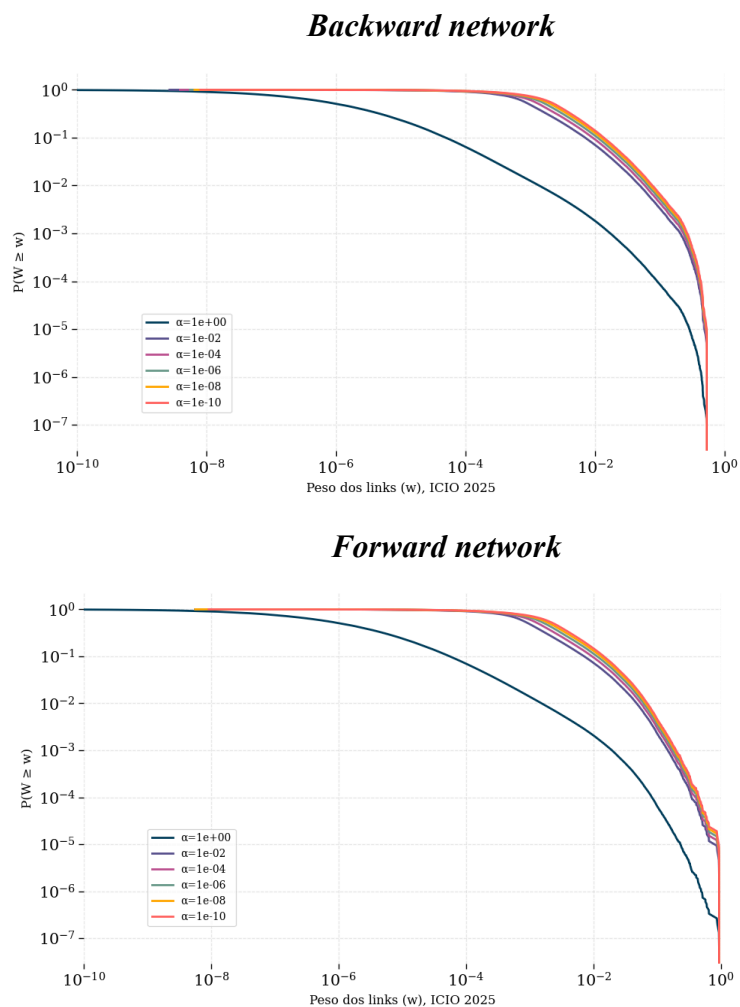
Diante do comportamento observado, decidiu-se por utilizar $\alpha = 0.0001$ como critério, pois, conforme indicado no gráfico, o peso dos links estabiliza a partir desse ponto. Valores maiores para α , por um lado, não cumprem a função de reduzir significativamente o tamanho da rede (quando $\alpha = 0.1$) e, por outro, ainda aponta um espaço para redução da rede sem perda significativa de informações relevantes (quando $\alpha = 0.01$ e $\alpha = 0.001$). Acima do valor crítico selecionado, por sua vez, o ganho marginal se tornou cada vez menos relevante. As Figuras 6 e 7, destacadas abaixo, ilustram o processo de validação dos *backbones*. Estes resultados revelam um processo sintomático do atual nível de centralização do capital: menos de 2% das relações produtivas estabelecidas entre todos os setores de países agregam mais de 80% do peso total da rede.

Figura 6 - Percentual de links e pesos totais retidos no backbone da rede em diferentes níveis de significância



Fonte: elaboração própria

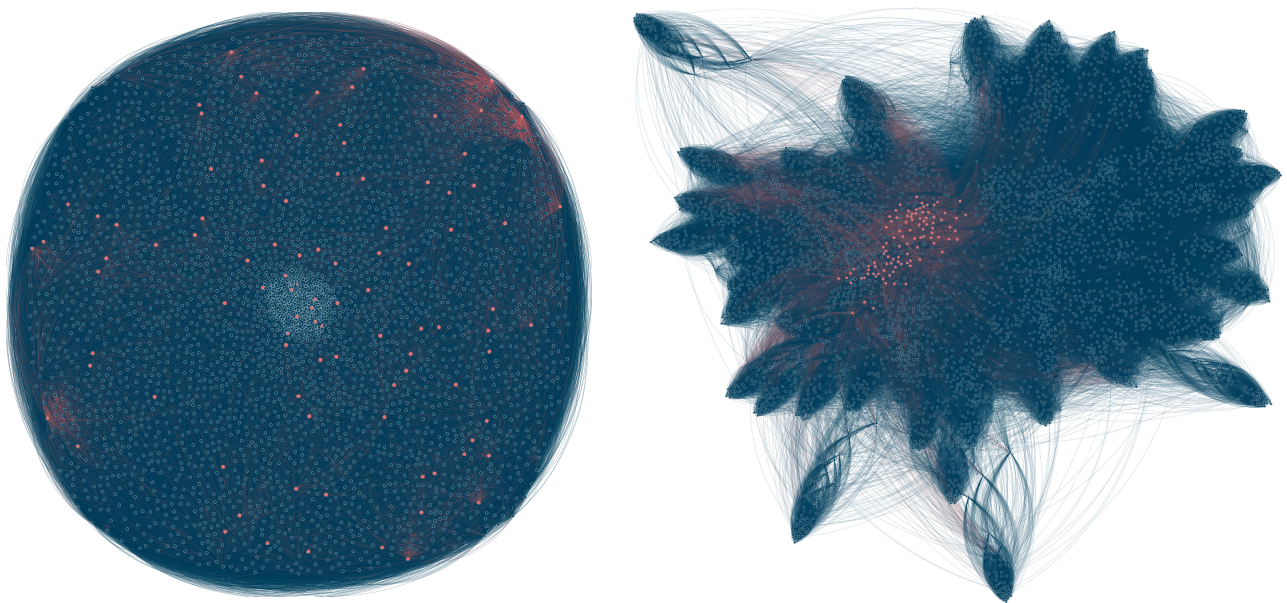
Figura 7 — Função de Distribuição Cumulativa Complementar (CCDF) do peso dos links no backbone da rede em diferentes níveis de significância



Fonte: elaboração própria

A figura 8 ilustra um exemplo da *Backward network* em 2022, comparando a rede com as relações integrais -mais de 15 milhões de conexões, com o *backbone* que agrega pouco menos de 250 mil

Figura 8 - Rede completa e Backbone

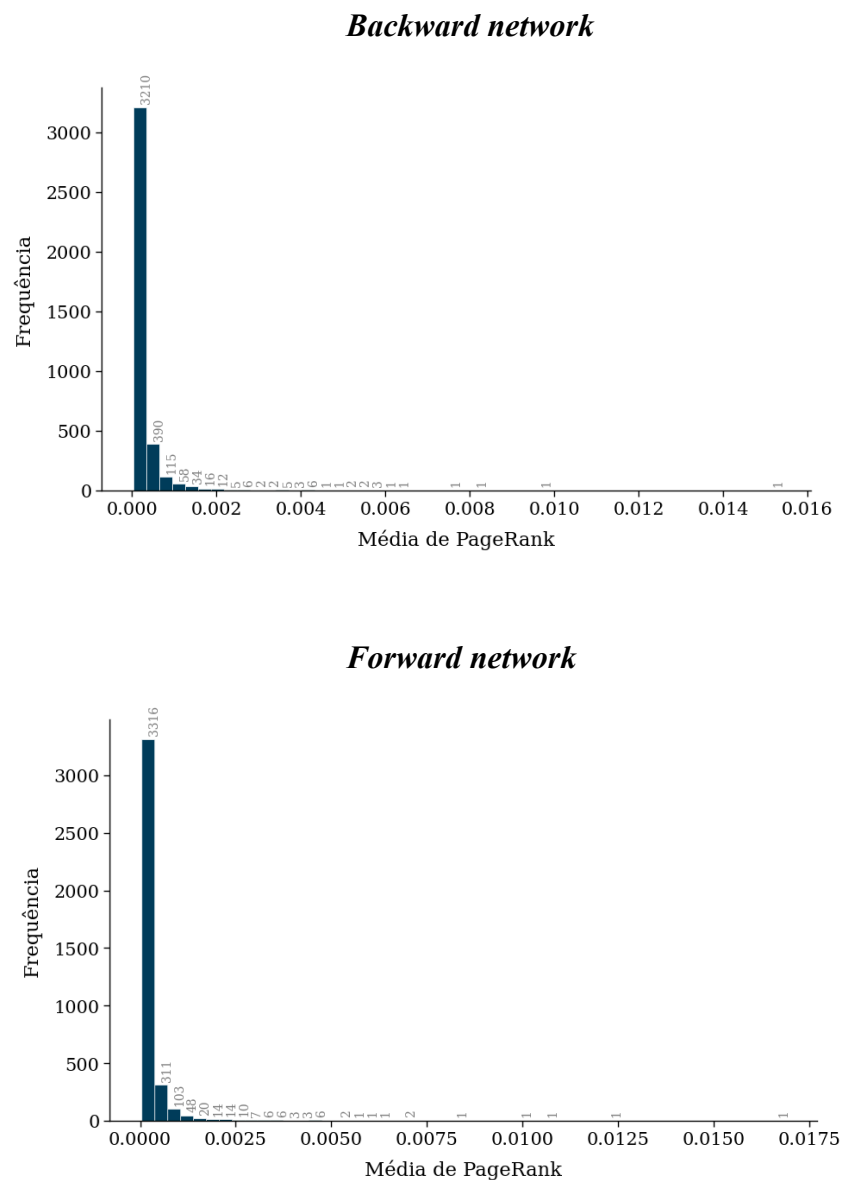


Fonte: elaboração própria. Software: Gephi

5.2. PageRank

Recapitulando, setores com maior pontuação tendem a ocupar posições estruturalmente mais influentes na rede, desempenhando papel relevante na difusão potencial de estímulos econômicos, uma vez que medida reflete a probabilidade de um estímulo sistêmico estar associado a determinado setor. Nesse sentido, identificamos que a distribuição das pontuações de *PageRank* é altamente assimétrica, conforme as ilustrações abaixo.

Figura 9 - Distribuição da média de *PageRank* (2015-2022)



Fonte: elaboração própria

Como pode ser observado, para ambas, as redes, para trás e para frente, a esmagadora maioria dos setores dos países têm influência quase nula no restante da rede. Vejamos em detalhes quais e de que países são as principais atividades econômicas.

5.2.1. Panorama geral: setores e países geradores de estímulos sistêmicos

Devido ao fato de cumprir a função de fazer circular a maior parte das mercadorias produzidas, é esperado que o setor *Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles* (setor G) seja o maior responsável por gerar estímulos às economias, visto que, na maioria das vezes, as atividades comerciais e de distribuição operam como pivôs entre os setores de múltiplas economias. Adicionalmente, uma vez que este trabalho se propõe a analisar particularmente os aspectos produtivos, temos a intenção de elencar informações sobre este setor somente quando conveniente, de modo que nos concentramos em outras atividades.

Pelo lado da demanda, notamos que setores com alto potencial de propagação de estímulos são aqueles que normalmente apresentam muitos efeitos de ligação para trás, como construção civil, alimentos e bebidas, e administração pública e defesa. Em contrapartida, com exceção de algumas atividades associadas ao setor energético, pelo lado da oferta observa-se uma elevada influência dos serviços, especialmente *Professional, scientific and technical activities; Financial and insurance activities* e *Administrative and support services*. As tabelas 1 e 2 apontam as 10 principais atividades em cada rede.

Tabela 1 - Média de Pagerank Backward (PRB) por atividade produtiva (2015-2022)

Rank	Industry	PRB
1	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	0,0969%
2	Construction	0,0880%
3	Manufacture of food products; beverages and tobacco products	0,0811%
4	Public administration and defence; compulsory social security	0,0587%
5	Accommodation and food service activities	0,0496%
6	Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers	0,0470%
7	Professional, scientific and technical activities	0,0444%
8	Real estate activities	0,0437%
9	Financial and insurance activities	0,0432%
10	Agriculture and hunting	0,0409%

Tabela 2 - Média de Pagerank Forward (PRF) por atividade produtiva (2015-2022)

Rank	Industry	PRF
1	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	0,1149%
2	Professional, scientific and technical activities	0,0908%
3	Financial and insurance activities	0,0804%
4	Administrative and support service activities	0,0664%
5	Extraction of crude petroleum and natural gas	0,0533%
6	Manufacture of coke and refined petroleum products	0,0508%
7	Land transport and transport via pipelines	0,0468%
8	Real estate activities	0,0461%
9	Electricity, gas, steam and air conditioning supply	0,0450%
10	Computer programming and information service activities	0,0401%

Fonte: elaboração própria

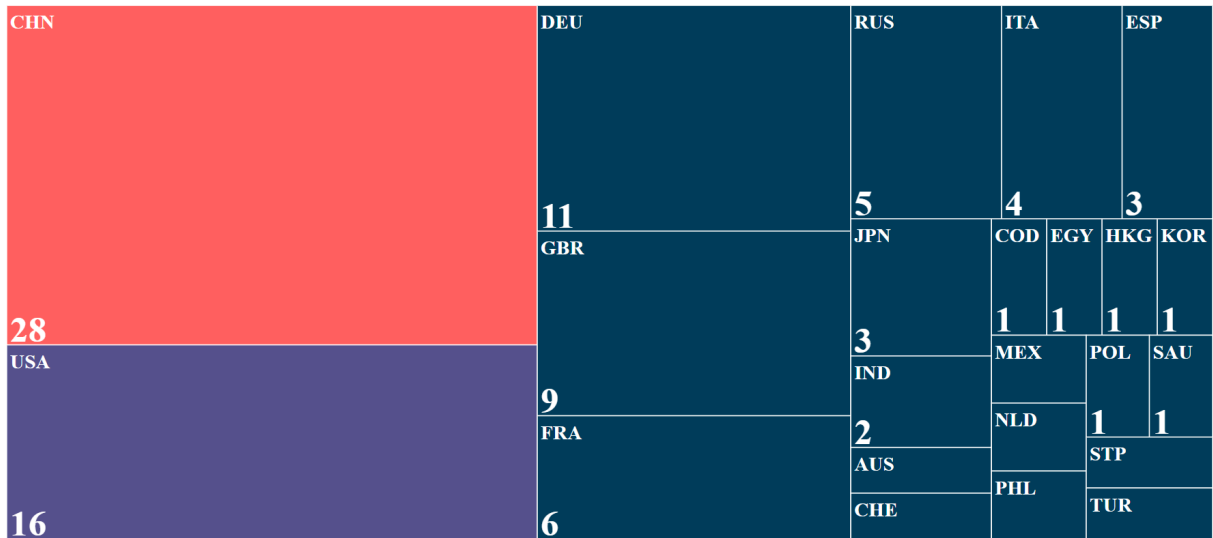
A partir da média dos setores de cada país no período analisado, foi possível perceber que, em ambas redes, China e EUA disputam a liderança, seguidos por alguns países do G7 exceto a Rússia. Os Estados Unidos é líder em ambas redes, mas a economia chinesa, em média, é mais influente na *Backward network*. As Tabelas 3 e 4 registram os dez países que mais geraram estímulos em cada rede entre 2015-2022.

Tabela 3 - Média de Pagerank Backward (PRB) por país (2015-2022)			Tabela 4 - Média de Pagerank Forward (PRF) por país (2015-2022)		
Rank	Country	PRB	Rank	Country	PRF
1	United States	0,1780%	1	United States	0,22461%
2	China, People's Republic of	0,1633%	2	China, People's Republic of	0,19275%
3	Germany	0,1041%	3	Russian Federation	0,11029%
4	United Kingdom	0,0713%	4	Germany	0,09722%
5	Japan	0,0699%	5	United Kingdom	0,06656%
6	Italy	0,0665%	6	France	0,05357%
7	France	0,0617%	7	Saudi Arabia	0,04427%
8	Spain	0,0451%	8	Italy	0,04132%
9	Russian Federation	0,0410%	9	Japan	0,04117%
10	India	0,0405%	10	Australia	0,03832%

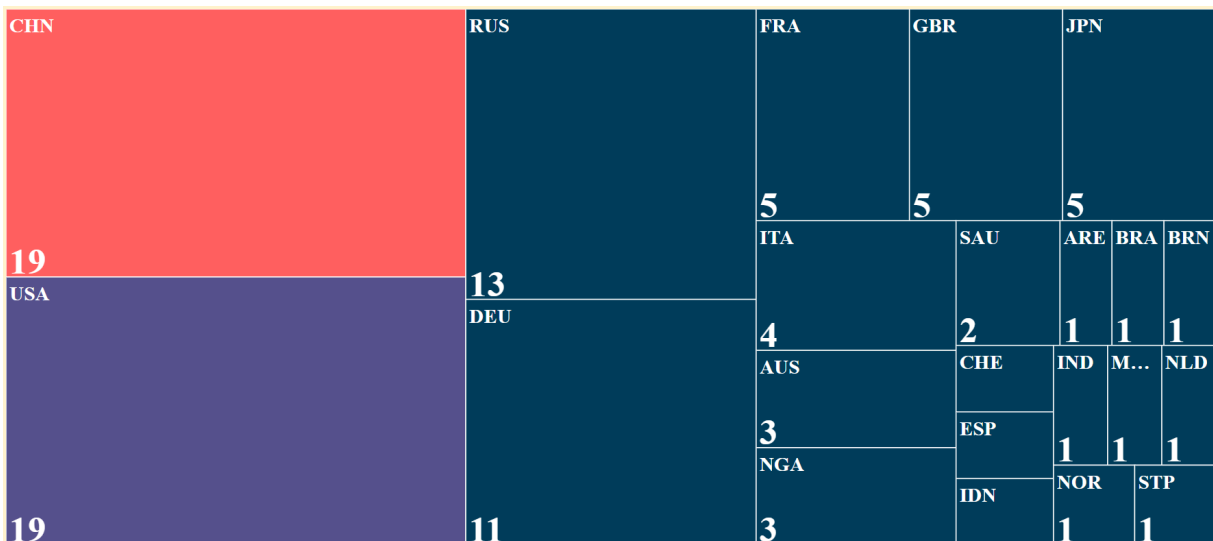
Fonte: elaboração própria

Figura 10 - Contagem de setores entre os Top 100 *players* com maior média de *PageRank* (2015-2022)

Backward network



Forward network



Fonte: elaboração própria

Quanto aos setores de países com o PageRank mais elevado, consideramos uma lista com Top 100 *players* com melhor pontuação na medida em cada um dos encadeamentos para avaliar a distribuição entre os países. Tendo em vista a métrica de *PageRank* na *Backward network*, 41% dos nós estão na Europa. A Ásia (exceto a China) possui 7% dos nós, seguida pelo Oriente Médio 3% e África com 2%. Considerando somente as duas maiores economias, a China possui 28% de participação, enquanto os Estados Unidos 16%. Por outro lado, considerando a pontuação da *Forward network*, a

Europa participa com 42% dos nós, Ásia com 9%, seguida pela África (4%). Nessa rede, Estados Unidos e China estão empatados com 19% dos nós cada.

5.2.2. Projeção de influência: Estados Unidos vs China

Observando a competição sino-americana por atividade produtiva (qual país possui a maior centralidade de *PageRank* em cada setor), os resultados indicam que determinados setores ocupam posições estruturais mais centrais na rede produtiva global, caracterizando-se por elevada capacidade potencial de difusão de estímulos ao longo das cadeias produtivas internacionais. A Figura 11 ilustra a pontuação dos Estados Unidos e China nas duas redes em cada um dos 49 setores. A borda do visual foi escalada para retratar, além da pontuação dos países em cada setor, os países que possuem a maior pontuação na atividade em questão¹³. Embora existam lacunas (B09 - *Mining support service activities*, por exemplo) - indicando a liderança de um outro país no setor em questão-, percebemos que o conjunto de nós mais influentes está praticamente dividido entre China e Estados Unidos. Pelo lado da demanda, a China está à frente dos Estados Unidos em 25 dos 49 setores e, pelo lado da oferta, em 31 dos 49 setores. Quando avaliamos esse aspecto em ambos encadeamentos, simultaneamente, os Estados Unidos estão à frente em 12 setores face a economia chinesa com 20.

Figura 11. - Distribuição setorial da média de *PageRank* (2015-2022) - Comparativo EUA vs China

¹³ Ao readequar o visual de acordo com os nós de maior pontuação em cada atividade produtiva, a área no radar expressa especialmente o quão próximo a economia está da pontuação mais elevada naquela atividade, mas não em relação à toda rede. Nesse sentido, é importante notar que a magnitude dos valores não foi capturada no gráfico. Portanto, para uma visão completa das distâncias absolutas entre os setores de todos os países, acessar o repositório disponível em <https://www.kaggle.com/vinciusrafaelmoraes>.



Fonte: elaborado pelo autor

Decompondo essas nuances, pelo lado da demanda, as atividades mais importantes da China são *Construction; Computer, electronic and optical equipment; Basic metals; Machinery and equipment, nec e Food products, beverages and tobacco*. No caso dos Estados Unidos, as seguintes atividades são as mais centrais: *Public administration and defence; compulsory social security; Wholesale and retail trade; Real estate activities; Human health and social work activities, Food products, beverages and tobacco*. Considerando a *Forward network*, os setores mais influentes para Pequim são *Wholesale and retail trade; Chemical and chemical products; Basic metals; Computer, electronic and optical equipment e Agriculture, hunting, forestry*. Tendo em vistas a economia estadunidense, *Professional, scientific and technical activities; Financial and insurance activities; Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles; Administrative and support services e Real estate activities*. Esse conjunto de setores dos Estados Unidos também são os que apresentam a maior média de *PageRank* no período, entre todos os 3920 nós.

Também notamos alguns setores de atrito, em que é possível perceber uma similaridade na pontuação dos dois países, independente da rede: *Other transport equipment; Motor vehicles, trailers and semi-trailers; Other services activities; Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles e Coke and refined petroleum products*. No caso da atividade *Professional, scientific and technical activities*, a China é mais relevante pelo lado da demanda, enquanto os Estados Unidos é líder pelo lado da oferta, sendo o nó mais

importante da rede. Esses fatores apontam para uma possível competição por influência nesses setores.

Em suma, a China domina quase todas as atividades associadas à produção de bens, particularmente as indústrias de base e em atividades intensivas em insumos (Construção, Computadores e Eletrônicos, Indústrias Químicas e Metais Básicos). Por outro lado, a projeção dos Estados Unidos na produção global através da maioria dos serviços de maior valor agregado coincide com o previsto por Baldwin (2016), embora a indústria de defesa desempenhe um papel primordial. Contudo, neste contexto, é válido ressaltar a assimetria da importância dos setores em cada economia.

Nos Estados Unidos, poucos setores concentram a maior parte da capacidade de gerar estímulos produtivos. Dentro dessa lógica, o país exerce protagonismo sistêmico por meio de um conjunto restrito de atividades de alto valor agregado, mas sua capacidade de difundir efeitos multiplicadores pela economia global e doméstica é limitada: se esses nós forem removidos ou enfraquecidos, a influência americana é reprimida. Por outro lado, no caso da China, a importância dos setores é mais distribuída, especialmente na *Backward network*, o que confere ao país maior difusão dos efeitos multiplicadores. Em termos geopolíticos, isso se traduz em uma forma de influência mais resiliente e difícil de contornar.

A economia norte-americana se destaca na *Forward network*, em especial, pelo prestígio dos cinco primeiros nós. A influência estrutural desses nós, em particular, decorre da predominância de setores de serviços avançados, cuja produção opera como insumo essencial para múltiplas cadeias produtivas. Nesse sentido, embora a amplitude da influência seja limitada - em termos de quantidade de setores entre os mais centrais -, eles são qualitativamente indispensáveis quando observamos a estrutura das cadeias produtivas, especialmente aqueles que movimentam elevado valor adicionado (*P&D*, serviços financeiros e distribuição).

O fenômeno em questão dialoga com a forma como a economia estadunidense foi estruturada desde o surgimento das CGVs - especialização em serviços de alto valor agregado. No entanto, embora os serviços sejam capazes de elevar a captura de valor e contribuam efetivamente para elevação da renda estadunidense, o potencial de distribuição e consumo podem acabar sendo limitados e aglutinados, uma vez que esses postos de trabalho geralmente agregam uma força de trabalho com elevada qualificação técnica - a minoria da população. Essa lógica nos permite afirmar que a capacidade de consumo de uma fração expressiva da força de trabalho dos Estados Unidos foi negativamente afetada

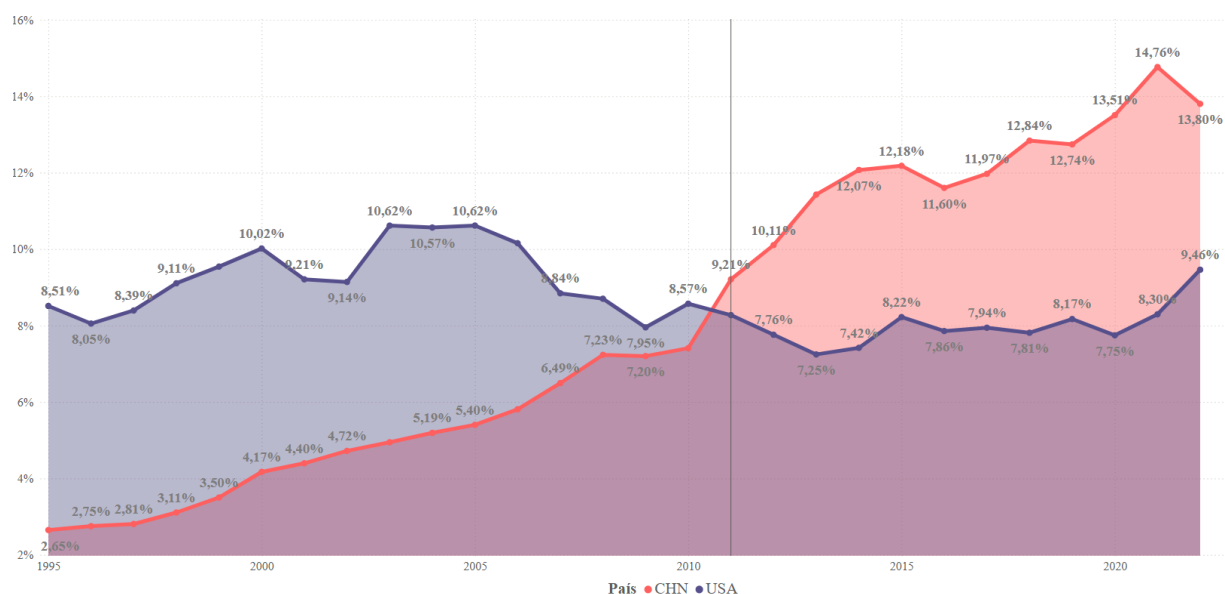
quando a manufatura e indústria estadunidense se dissipou em função do *offshoring* e *outsourcing*. Sob essa ótica, além de diminuir a intensidade dos efeitos de ligação entre setores da economia doméstica, também influenciaram negativamente a distribuição de renda através da concentração da produção em alguns serviços.

Em contraste, a economia chinesa é mais influente na *Backward network*, de modo que uma vez que um bom desempenho de sua produção, seja destinada ao mercado externo ou doméstico, é capaz de promover um crescimento econômico geral, tendo em vista que o país demanda insumos de vários nós importantes. Dentro dessa lógica, a menor centralidade de *PageRank* dos EUA na rede orientada à demanda (PRB), por outro lado, sugere que sua economia demanda menos insumos de setores altamente integrados à estrutura produtiva global. Opostamente, a centralidade chinesa no PRB indica uma posição estrutural mais central pela demanda por insumos provenientes de setores de países centrais, *core* dentro a economia global. Esses elementos representam maior influência no que diz respeito à interdependência setorial global e também uma projeção de liderança nas etapas futuras (dentro do mesmo encadeamento), uma vez que o país recebe *inputs* de vários setores relevantes (também recebem muitos *inputs*). Nesse sentido, podemos apontar a defasagem produtiva dos Estados Unidos no que tange à produção de bens.

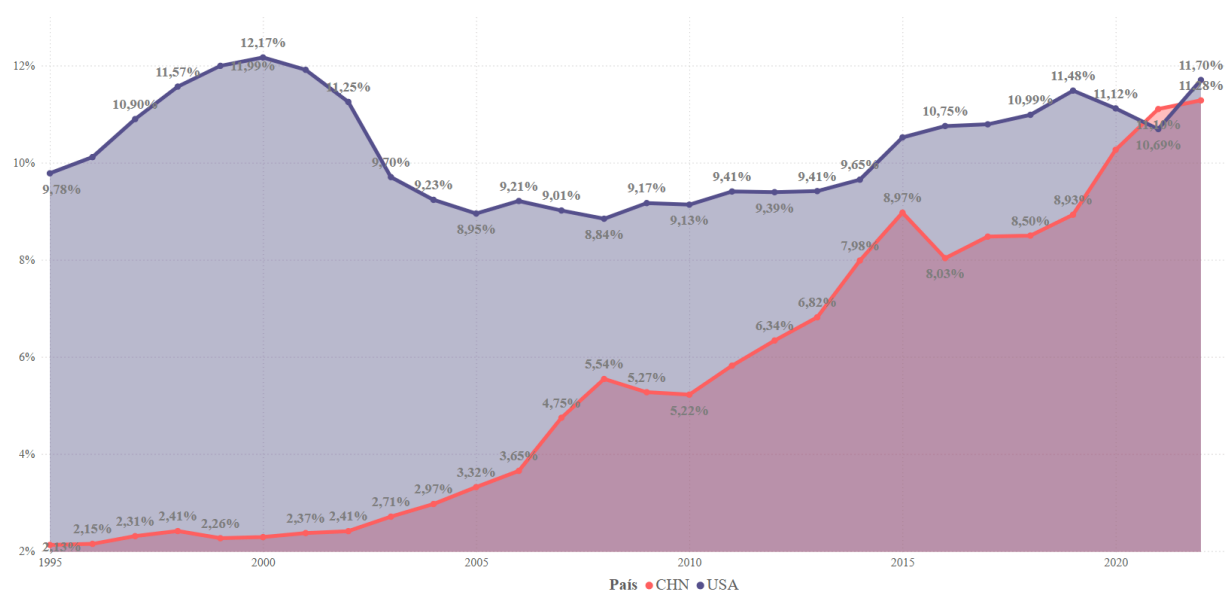
Apesar da elevada importância dos Estados Unidos em ambas as redes, as evidências indicam a hipótese de decadência como gerador de estímulos à produção global, que se expressa em sincronia à ascensão chinesa. Na rede orientada à demanda, essa ruptura se deu em 2011. Em contrapartida, na rede orientada à oferta, a primeira vez que a China apresentou uma performance similar foi em 2015, antes mesmo do Governo Trump. Porém, em 2020 ela ultrapassou os EUA. A Figura 12 retrata este processo.

Figura 12 -Comparativo da soma de *PageRank* da China e Estados Unidos por ano (1995-2022)

Backward network



Forward network



Fonte: elaborado pelo autor

Esse processo demonstra estar associado a um regresso topológico¹⁴ multissetorial em relação à China, inclusive em indústrias/bens *high-tech* historicamente importantes e sensíveis para os EUA, como: *Pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products; Motor vehicles, trailers and semi-trailers e Computer, electronic and optical equipment*; até mesmo em *P&D* pelo lado da demanda. Nesse sentido, a conjuntura em questão não se traduz necessariamente em função de uma “inferioridade tecnológica bruta”, mas na diminuição da capacidade de receber *inputs* de setores relevantes, que

¹⁴A topologia é um sinônimo para estrutura dentro de análise de redes, quando observamos o 'todo' e não a posição particular de um ator.

também terceirizam parte significativa da produção. Em virtude dessa influência limitada sobre os geração de estímulos produtivos sistêmicos, notamos que a capacidade estadunidense de instrumentalizar a interdependência produtiva como um recurso geoeconômico tem sido extraviada.

Como efeito, dada a posição dos setores desses países, os dados sugerem que a política externa recente de ambas economias parecem buscar estimular a demanda de insumos dos setores mais importantes, com alta capilaridade para trás, em termos de efeitos de ligação. No caso da China, financiando vastos projetos de infraestrutura que fortalecem o setor de construção através da *Belt and Road Initiative (BRI)*. Por outro lado, os Estados Unidos aparentam conduzir vetores ao setor *Public administration and defence; compulsory social security* de duas formas: (1) concedendo apoio bélico a incursões de aliados militares, especialmente Ucrânia e Israel nos últimos anos, o que pressupõe-se um aumento da produção no complexo industrial-militar estadunidense, capaz de “puxar” a produção de todos outros setores -não só da economia doméstica, mas principalmente; e (2) a própria presença militar dos Estados Unidos em outros países. Esses dois setores são os maiores vetores de estímulos que elevam a produção global pelo lado da demanda.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho partiu da seguinte questão: em termos estruturais, qual é a posição dos Estados Unidos e da China nas redes globais de produção? A centralidade de *PageRank*, nesse sentido, funcionou como proxy empírico dessas posições de influência estrutural, capturando a capacidade potencial de cada setor de difundir estímulos produtivos ao longo da rede global

Em termos metodológicos, a contribuição deste trabalho se manifesta em função da compreensão da difusão de estímulos nas redes globais de produção, por meio de três pontos. Primeiro, a combinação das inversas de Leontief e Ghosh em duas redes direcionadas distintas, superando a abordagem unilateral predominante na literatura. Segundo, a aplicação do *disparity filter* antes do cálculo do *PageRank* evita distorções métricas que boa parte dos trabalhos existentes ignoram. Terceiro, a arquitetura das arestas orientada pelo receptor do estímulo, que permite rastrear a dependência estrutural de forma mais fiel à lógica dos multiplicadores.

Entre as contribuições para o campo das Relações Internacionais, linearmente, destaca-se que a distribuição de conexões na rede global de produção é profundamente

assimétrica - cerca de 2% das relações produtivas concentram mais de 80% do peso total da rede, o que por si só evidencia uma que o poder estrutural é altamente desigual. Adicionalmente, dentro desse arranjo, a distribuição da influência estrutural em termos globais, também é extremamente assimétrica. Quanto à avaliação da projeção de influência dos Estados Unidos e China, os resultados indicam que ambos os países ocupam posições centrais, mas de origem distinta. A dinâmica sino-americana em função da influência estrutural nas redes insumo-produto se manifesta por modos particulares, que podem ser categorizados em três eixos. Nesse sentido, quanto a projeção dos dois países, demonstramos que China domina pela demanda - com influência mais distribuída setorialmente, especialmente em indústrias de base e manufatura intensiva em insumos, enquanto os Estados Unidos lideram pela oferta, concentrados em um conjunto restrito de serviços avançados de alto valor agregado. O segundo achado é que a influência americana, embora qualitativamente indispensável nos setores em que se concentra, é estruturalmente frágil por essa mesma razão - poucos nós sustentam a projeção dos EUA na rede global, o que a torna estruturalmente menos influente que a China. O terceiro é a dimensão temporal: a ruptura na rede orientada à demanda é permanente desde 2011, enquanto na rede de oferta a China só consolida uma performance comparável em 2020. Dentro dessa lógica, nota-se que a ascensão chinesa não é um fenômeno recente, mas resultado de uma trajetória progressiva. O quarto é que, pelo lado da demanda, a política externa dessas nações busca fortalecer seu nós com maior influência estrutural: BRI e Construção Civil no caso da China; Incursões militares dos Estados Unidos e o setor de Defesa. Em conjunto, esses achados sugerem que a disputa sino-americana nas redes globais de produção não se resolve apenas no plano comercial ou tecnológico, mas se manifesta na própria estrutura da produção global. Dessa forma, acreditamos que compreender quem ocupa determinadas posições nesse arranjo relacional-produtivo é condição necessária para qualquer análise sobre poder e conjuntura do sistema internacional.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, Daron et al. The network origins of aggregate fluctuations. **Econometrica**, v. 80, n. 5, p. 1977-2016, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.3982/ECTA9623>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- ACEMOGLU, Daron; AKCIGIT, Ufuk; KERR, William. Networks and the macroeconomy: an empirical exploration. **NBER Macroeconomics Annual**, v. 30, n. 1, p. 273-335, 2016. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/685961>. Acesso em: 15 mai. 2025.
- ALMEIDA, Lucas Milanez de Lima. A desindustrialização à luz da teoria econômica marxiana: conceitos, definições e um estudo do caso da economia brasileira pós-1990. 2018. Dissertação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/26950>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- ALVES, Rubem. A eternidade numa hora. 1. ed. São Paulo: **Planeta**, 2017.
- BALDWIN, Richard. The great convergence: information technology and the new globalization. Cambridge: **Harvard University Press**, 2016.
- BALDWIN, Richard; FREEMAN, Rebecca. Risks and global supply chains: what we know and what we need to know. **Annual Review of Economics**, v. 14, n. 1, p. 153-180, 2022. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-economics-051420-113737>. Acesso em: 12 out. 2024.
- BALDWIN, Richard; FREEMAN, Rebecca; THEODORAKOPOULOS, Angelos. Hidden exposure: measuring US supply chain reliance. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 2023, n. 2, p. 79-134, 2023. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/935416>. Acesso em: 8 jul. 2024.
- BALDWIN, Richard; LOPEZ-GONZALEZ, Javier. Supply-chain trade: a portrait of global patterns and several testable hypotheses. **The World Economy**, v. 38, n. 11, p. 1682-1721, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/twec.12189>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- BARABÁSI, Albert-László. Network science. **Network Science Book**, 2013. Disponível em: <https://networksciencebook.com>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- CARVALHO, Vasco M. From micro to macro via production networks. **Journal of Economic Perspectives**, v. 28, n. 4, p. 23-48, 2014. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.28.4.23>. Acesso em: 12 jun. 2025.
- CARVALHO, Vasco M. et al. Supply chain disruptions: evidence from the great east Japan earthquake. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 136, n. 2, p. 1255-1321, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/qje/qjaa044>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CERINA, Fabio et al. World input-output network. **PloS One**, v. 10, n. 7, e0134025, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0134025>. Acesso em: 10 jan. 2024

DIETZENBACHER, Erik. Interregional multipliers: looking backward, looking forward. **Regional Studies**, v. 36, n. 2, p. 125-136, 2002. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00343400220121918>. Acesso em: 12 set. 2024.

DOS SANTOS, Theotonio. Imperialismo e corporações multinacionais. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 1977.

FARRELL, Henry; NEWMAN, Abraham L. Weaponized interdependence: how global economic networks shape state coercion. **International Security**, v. 44, n. 1, p. 42-79, 2019. Disponível em: <https://direct.mit.edu/isec/article/44/1/42/12237/Weaponized-Interdependence-How-Global-Economic>. Acesso em: 7 out. 2024

FORSGREN, Mats. Theories of the multinational firm: a multidimensional creature in the global economy. Cheltenham: **Edward Elgar Publishing**, 2017.

FREEMAN, Linton C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1978. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7). Acesso em: 2 mar. 2025.

FRÖBEL, F.; HEINRICHS, J.; KREYE, O. The new international division of labour: Structural employment in industrial countries and industrialisation in developing countries. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1980. Disponível em: <https://www.cambridge.org/hk/universitypress/subjects/economics/labour-economics/new-international-division-labour-structural-unemployment-industrialised-countries-and-industrialisation-developing-countries?format=PB&isbn=9780521287203>. Acesso em: 8 mar. 2026.

GEREFFI, Gary. Global commodity chains: new forms of coordination and control among nations and firms in international industries. **Competition & Change**, v. 1, n. 4, p. 427-439, 1996. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/102452949600100406>. Acesso em: 18 abr. 2024.

GEREFFI, Gary. What does the COVID-19 pandemic teach us about global value chains? The case of medical supplies. **Journal of International Business Policy**, v. 3, n. 3, p. 287-301, 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7360894/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

GEREFFI, Gary; HUMPHREY, John; STURGEON, Timothy. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, v. 12, n. 1, p. 78-104, 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09692290500049805>. Acesso em: 4 jul. 2025.

GEREFFI, Gary; LIM, Hyun-Chin; LEE, Joonkoo. Trade policies, firm strategies, and adaptive reconfigurations of global value chains. **Journal of International Business Policy**, v. 4, n. 4, p. 506-522, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7961166/>. Acesso em: 27 mai. 2025.

GRAZZINI, Jakob; SPELTA, Alessandro. An empirical analysis of the global input-output network and its evolution. **EconStor**, 2015. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/170628>. Acesso em: 5 set. 2025.

JACKSON, Matthew O. et al. Social and economic networks. Princeton: **Princeton University Press**, 2008.

MARX, Karl. O Capital-Livro 1: Crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital. **Boitempo Editorial**, 2015.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. Input-output analysis: foundations and extensions. Cambridge: **Cambridge University Press**, 2009.

NEWMAN, Mark. Networks: an introduction. Oxford: **Oxford University Press**, 2010.
PAGE, Lawrence et al. The PageRank citation ranking: bringing order to the web. Stanford: **Stanford InfoLab**, 1999. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1370004230092430083>. Acesso em: 19 nov. 2024.

RODRIK, Dani. Globalization's wrong turn. **Foreign Affairs**, v. 98, n. 4, p. 26-33, 2019.
SELWYN, Benjamin. Poverty chains and global capitalism. **Competition & Change**, v. 23, n. 1, p. 71-97, 2019. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26798223>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SELWYN, Benjamin. Poverty chains and global capitalism. **Competition & Change**, v. 23, n. 1, p. 71-97, 2019.

SELWYN, Benjamin; MUSIOLEK, Bettina; IJARJA, Artemisa. Making a global poverty chain: export footwear production and gendered labor exploitation in Eastern and Central Europe. **Review of International Political Economy**, v. 27, n. 2, p. 377-403, 2020. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/taf/rripxx/v27y2020i2p377-403.html>. Acesso em: 20 fev. 2026

SERRANO, M. Ángeles; BOGUNÁ, Marián; VESPIGNANI, Alessandro. Extracting the multiscale backbone of complex weighted networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 16, p. 6483-6488, 2009. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0808904106>. Acesso em: 23 ago. 2024.

SMITH, John. Imperialismo no século XXI: globalização da produção, superexploração e a crise do capitalismo. São Paulo: **Expressão Popular**, 2024.

STAROSTA, Guido. The new international division of labour: Global transformation and uneven development. **Springer**, 2016. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1057/978-1-137-53872-7_4. Acesso em: 05 mar. 2026.

STIGLITZ, Joseph E. Globalization and its discontents revisited: anti-globalization in the era of Trump. New York: **W. W. Norton & Company**, 2017.

STRANGE, Susan. States and markets. **London: Bloomsbury Academic**, 2015.

VITAL DA COSTA, Kaio Glauber. Análise estrutural da economia brasileira entre 2000 e 2015: um enfoque a partir da teoria das redes. 2019. **Discussion paper**, Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE-UFRJ), Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.ie.ufrj.br/images/IE/TDS/2019/TD_IE_002_2019_VITAL%20DA%20COSTA.pdf. Acesso em: 20 mai. 2025.

XU, Ming; LIANG, Sai. Input–output networks offer new insights of economic structure. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 527, 121178, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121178> . Acesso em: 10 jun. 2024.

ZHANG, Panpan; WANG, Tiandong; YAN, Jun. PageRank centrality and algorithms for weighted, directed networks. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 586, p. 126438, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437121007111>. Acesso em: 24 mar. 2024.