

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARIANA GOMES DE OLIVEIRA SALES

**CADEIA PRODUTIVA: CONEXÕES INTERSETORIAIS E COMPLEXIDADE
ESTRUTURAL DA PRODUÇÃO BRASILEIRA**

Sorocaba

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARIANA GOMES DE OLIVEIRA SALES

**CADEIA PRODUTIVA: CONEXÕES INTERSETORIAIS E COMPLEXIDADE
ESTRUTURAL DA PRODUÇÃO BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Maria Aparecida Silva Oliveira

Sorocaba

2022

MARIANA GOMES DE OLIVEIRA SALES

**CADEIA PRODUTIVA: CONEXÕES INTERSETORIAIS E COMPLEXIDADE
ESTRUTURAL DA PRODUÇÃO BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Mestre em Economia.

Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba,
09 de setembro de 2022.

Orientador (a):

Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida Silva Oliveira
Universidade Federal de São Carlos

Examinador (a):

Prof^o. Dr^o. Alexandre Lopes Gomes
Universidade Federal de São Carlos

Examinador (a):

Prof^a. Dr^a. Márcia Istake
Universidade Estadual de Maringá

Sorocaba

2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Prof^ª. Dr^ª. Maria Aparecida Silva Oliveira, por ter aceitado orientar este trabalho e pelos ensinamentos tanto nas aulas do mestrado, como deste trabalho. Seu profissionalismo, dedicação e instruções foram valiosas.

Ao Prof^º. Dr^º. Alexandre Lopes Gomes e a Prof^ª. Dr^ª. Márcia Istake pela participação e ensinamentos que me permitiram concluir este trabalho.

Aos meus professores do Programa de Pós-Graduação em Economia e de todo o Departamento de Economia da UFSCar pelos ensinamentos e suporte para meu desenvolvimento acadêmico.

Aos meus companheiros de mestrado e amigos, pela parceria, bons momentos e passagem seguida juntos. Agradeço também meus amigos distantes, que mesmo de longe, puderam me ajudar.

À minha família que sempre me deram a estrutura e suporte para minha dedicação aos estudos. Pela força, amor e estímulo. Sem vocês eu não conseguiria chegar onde cheguei.

Agradeço a CAPES pelo suporte financeiro, para que eu pudesse me dedicar exclusivamente aos estudos do mestrado.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram nessa minha caminhada.

RESUMO

SALES, Mariana Gomes de Oliveira. Cadeia Produtiva: conexões intersetoriais e complexidade estrutural da produção brasileira. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2022.

Os arranjos da estrutura produtiva são divididos pelas ligações entre os setores que interligam o conjunto das cadeias produtivas e essas mudanças estruturais impactam nas transformações do desenvolvimento econômico. Apesar da literatura possuir ensaios sobre esses impactos, as terminologias da estrutura produtiva em termos de cadeia da produção sempre foram desconectadas, tornando-se necessário entender essa dinâmica do ponto de vista de que não apenas o tamanho dos vínculos setoriais é relevante, mas também a distância econômica entre setores. Assim, será apresentada uma interpretação sobre a dinâmica de transformações desses processos, buscando discutir a importância da estrutura produtiva, identificar as cadeias produtivas e os principais setores que fazem parte delas. Nesse contexto, o presente trabalho busca analisar as ligações da estrutura da cadeia produtiva brasileira através da análise de insumo-produto, bem como sua evolução para os anos de 2010-2018, por intermédio da metodologia de indicadores estimados a partir da MIP (matriz de insumo-produto): indicador de comprimento médio de propagação (Average Propagation Length – APL), indicador de complexidade estrutural (CE) e o indicador de força das ligações intersetoriais, desenvolvidos por Dietzenbacher, Romero e, Bosma (2005). Os resultados indicaram que a economia brasileira possui cadeias produtivas relevantes que se iniciam com os setores da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e Agricultura. Durante os anos de 2010-2018, a economia perdeu algumas intermediações mais longas nas suas cadeias, mas conseguiu manter sua composição. A taxa de crescimento da Complexidade Estrutural durante os anos manteve-se mínimas, com nenhuma alteração relevante nas mudanças estruturais de novos encadeamentos. Conclui-se que sua especialização contínua focada na produção dos setores da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e Agricultura, com um avanço positivo do setor da Indústria Baseada em Ciências, mas pouco avanço no seu desenvolvimento ao longo dos anos.

Palavras-chave: Cadeias de Produção; Complexidade estrutural; Economia Brasileira; Comprimento Médio de Propagação – APL; Estrutura Produtiva

ABSTRACT

The arrangements of the production structure are divided by the links between sectors that interconnect the set of production chains, and these structural changes impact on the transformations of economic development. Although the literature has essays on these impacts, the terminologies of the productive structure in terms of production chain have always been disconnected, making it necessary to understand this dynamic from the point of view that not only the size of sectorial links is relevant, but also the economic distance between sectors. Thus, an interpretation will be presented about the dynamics of transformations of these processes, seeking to discuss the importance of the production structure, identify the production chains and the main sectors that are part of them. In this context, the present work seeks to analyze the links of the Brazilian production chain structure through the input-output analysis, as well as its evolution for the years 2010-2018, through the methodology of indicators estimated from the IPM (input-output matrix): indicator of average propagation length (APL), indicator of structural complexity (EC) and the indicator of strength of intersectoral links, developed by Dietzenbacher, Romero and, Bosma (2005). The results indicated that the Brazilian economy has relevant production chains that start with the Natural Resource Intensive Industry and Agriculture sectors. During the years 2010-2018, the economy lost some longer intermediations in its chains, but managed to maintain its composition. The growth rate of Structural Complexity over the years remained minimal, with no relevant changes in structural changes in new linkages. It is concluded that its specialization continued to focus on production in the Natural Resource Intensive Industry and Agriculture sectors, with a positive advance in the Science-Based Industry sector, but little progress in its development over the years.

Keywords: Production Chains; Structural Complexity; Brazilian Economy; Average Length of Propagation – APL; Production Structure

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Cadeia Produtiva
- Figura 2. Esquema de Matriz Insumo-Produto para 2 setores
- Figura 3. Encadeamento da Cadeia Produtiva Brasileira para o ano de 2010
- Figura 4. Encadeamento da Cadeia Produtiva Brasileira para o ano de 2018

LISTAS DE TABELAS

- Tabela 1: Indicadores de APL entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2010
- Tabela 2: Indicador de Ligações Intersetoriais entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2010
- Tabela 3: Distâncias econômicas entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2010
- Tabela 4: Indicadores de APLs entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2018
- Tabela 5: Indicadores de Ligações Intersetoriais entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2018
- Tabela 6: Distâncias econômicas entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2018
- Tabela 7: Média do APL (FA) dos setores produtivos
- Tabela 8: Média do APL (BA) dos setores produtivos

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Índice de Complexidade Estrutural (CE) da Economia Brasileira
2010-2018

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APL	Propagação Média de Comprimento
FA	APL médio para frente
BA	APL médio para trás
CE	Complexidade Estrutural
ETNs	Empresas Transnacionais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NEREUS	Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
SCN	Sistema de Contas Nacionais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 Estrutura Produtiva e Desenvolvimento Econômico.....	5
2.2 Encadeamentos Setoriais e Cadeia Produtiva.....	12
3. METODOLOGIA	20
3.1 Fonte de Dados.....	20
3.2 Agregação dos Setores.....	20
3.3 Matriz Insumo-Produto.....	21
3.4 Indicadores.....	28
4. RESULTADOS	33
5. CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	62
ANEXOS	69

1. INTRODUÇÃO

A estrutura produtiva é estabelecida pelas ligações inter-setoriais e atua no grau de interações dos setores da cadeia produtiva. A análise dessa estrutura fornece a identificação de potenciais de arrastamento dos setores e os classifica pelos graus de articulação, atribuindo informações para o planejamento do composto produtivo. Assim, o crescimento produtivo é alcançado quando os esforços nas indústrias transformadoras e nas políticas indústrias são aplicadas (REVILLA et al., 2015). Autores como Lewis (1954), Nurke (1953), Singer (1950), Hirschman (1958), Prebish (1949) e Furtado (1961), pensadores da literatura clássica e estruturalista, destacam a relevância da estrutura produtiva e sua importância nos progressos industriais e no desenvolvimento econômico.

Os arranjos da estrutura produtiva são divididos em vários setores e indústrias que compõem os modos de produção. Sendo assim, um produto específico pode fluir por vários setores para chegar até a sua produção final, adicionando valor a cada nova etapa e todo esse processo sendo denominado de cadeia de produção (DIETZENBACHER et al., 2005). Em vista disso, a análise setorial é pertinente e relata a dinâmica da capacidade de encadeamentos e multiplicadores produtivos (SESSO FILHO et al., 2021). As principais determinações das relações dessas circularidades seguem o arcabouço dos estudos fundamentados no exame da matriz insumo-produto. Desse modo, existe uma extensa literatura que trata sobre a questão de medir as interdependências das estruturas produtivas dessa forma.

Mas, ocorre que as técnicas empregadas em geral utilizam as abordagens para as inter-relações da estrutura produtiva desconectadas das cadeias produtivas. Como inicialmente estudadas por Hirschman-Rasmussen (1956) com seu indicador de setores-chave, seguido de Chenery e Watanabe (1958) com índices de interconexões setoriais, Miller e Lahr (2001) com mensuração das ligações por extrações e Dietzenbacher e van der Linden (1997), com links setoriais e espaciais. Para os trabalhos aplicados para a economia brasileira tem-se os autores Passoni et al. (2017), Santos Júnior et al. (2020), Guilhoto et al. (1995), Marcato et al. (2015) e entre outros.

Para além dessas delimitações, existe potencial para a investigação das cadeias produtivas da economia como um todo. Desse modo, trazendo outro ponto de vista sobre as ligações, esse estudo permite utilizar novas ferramentas analíticas para a

averiguação dos processos produtivos. E, para uma identificação mais ampla das ligações da cadeia produtiva, dois aspectos importantes devem ser utilizados. Esses aspectos incluem as distâncias econômicas entre os setores produtivos e as forças das suas ligações. Sua combinação determina a observação da análise da estrutura produtiva em termos de cadeia de produção.

Essa análise é realizada, como relata Yang et al. (2021) através do indicador de APLs (Average Propagation Length) de comprimento médio de impulso que apontam se os setores possuem dependência direta ou indireta entre si, o indicador de Ligações Intersetoriais que identificam essas associações mais relevantes e o indicador de Complexidade Econômica (CE) demonstrando a evolução dessas relações. Dessa forma, os setores se intercalam por links de relações fortes de impacto, criando ligações por setas entre eles e formando a cadeia produtiva (DIETZENBACHER et al., 2005). As setas indicam como um choque exógeno de um setor pode se propagar e afetar outros setores. Um exemplo aplicado para seis países da Europa indicou a existência de ligações relevantes de força da agricultura para o setor de processamento de alimentos e seguindo para o setor de hotéis e restaurantes. Ou seja, a indústria agrícola abastece com sua produção (impulso direto) o processamento no setor de alimentos, que fornece para o setor de hotéis, que possuem vínculos indiretos com a agricultura (DIETZENBACHER et al., 2007).

Essa análise pode contribuir para auxiliar na compreensão da forma como os setores são impulsionados e impulsionam o desenvolvimento dos demais e no desenho das principais ligações da cadeia produtiva, podendo colaborar para o aprimoramento de políticas públicas sobre as cadeias produtivas brasileiras e as estratégias de decisões sobre o progresso das relações entre as indústrias. Além disso, a análise será orientada para uma escala de tempo, para um exame da evolução e observação dos ganhos e perdas de elos produtivos da economia brasileira.

Por isso, como objetivo propõe-se identificar as ligações da cadeia produtiva brasileira através da matriz insumo-produto para os anos de 2010-2018, com os indicadores de APL (Average Propagation Length), Ligações Intersetoriais e Complexidade Estrutural (CE), desenvolvidos por Dietzenbacher et al. (2005) e aplicado por Dietzenbacher et al. (2007), Romero et al. (2009) e Yang et al. (2021). Embora essa tipologia tenha sido aplicada para setores específicos (como Morrone e Valiati (2019) aplicaram para o setor

cultural) e para relações bilaterais (como Costa (2017) aplicou para o Brasil e México), não se encontram ensaios aplicados para a economia brasileira com matrizes nacionais e de todos os setores da estrutura brasileira e se torna uma lacuna a ser explorada.

A respeito da estrutura produtiva para a economia brasileira, sua trajetória após o período de abandono da política de substituição de importação, com políticas industriais e econômicas que priorizavam a proteção da indústria nacional e o avanço na abertura comercial, mostrou que o país se inseriu no comércio internacional com desvantagens mercantis e com baixa em setores de inovação e tecnologia. Com um cenário interno desfavorável com taxas de juros altas, tendência à apreciação do câmbio e pouco investimento em políticas industriais e setoriais, o composto produtivo seguiu incertezas e vulnerabilidades comerciais (ARAÚJO et al., 2013).

Assim, torna-se relevante examinar como se encontram essas estruturas para períodos atuais. Após a perda de dinamismo brasileiro nas exportações de produtos da indústria de produtos manufaturados e de produtos de commodities, o país voltou a ter um debate sobre a industrialização brasileira nas esferas acadêmicas de linhas estruturalistas. Isso ocorreu muito por conta da presença das estruturas produtivas da China que avançaram para a América Latina, a caracterizando como uma potência e a se destacar como um país competitivo com o Brasil (PEREIRA et al., 2017).

Dessa forma, traz-se a problemática estabelecida para esse estudo através de duas perguntas: Como as mudanças estruturais vêm impactando a economia brasileira após esse processo? E, como isso se reflete na composição dos setores produtivos da indústria, suas especializações e densidade? A hipótese principal destaca que as transformações mundiais e políticas adotadas no período determinado aprofundaram as deteriorações e vem abrindo um déficit nas interligações das cadeias produtivas brasileiras. Fazendo-se necessário, para o ambiente doméstico brasileiro, estratégias de estrutura econômica para avançar nas transformações e desenvolvimento.

Inicialmente, será feita a análise através do indicador de APLs, determinando o comprimento médio de propagação dos setores, pelos efeitos de distância econômica, analisando se a ligação de um setor sobre os outros é refletida por uma dependência direta ou indireta. E seguindo através do indicador de Ligações Intersetoriais, verificando os efeitos dos links com maiores impulsos (força) para a formação da cadeia produtiva (Dietzenbacher et al., 2005). E, ainda, será empregado o indicador de

Complexidade Estrutural (CE) que conecta a média dos indicadores de APLs e indica a composição total da estrutura produtiva, apresentando a composição dos arranjos das redes e mensurando a complexidade do sistema de produção para o período de tempo (ROMERO et al., 2009).

O trabalho contém, além desta introdução, mais cinco seções. A segunda parte trata-se do referencial, com a delimitação teórica dos conceitos relacionados à estrutura e cadeia produtiva, encadeamentos setoriais e complexidade estrutural, e a composição para a economia brasileira. No terceiro capítulo procura-se verificar a literatura pertencente às delimitações do trabalho, com os principais trabalhos que contribuíram para essa abordagem de estudo. O quarto capítulo é composto pela metodologia, com o ferramental necessário para a realização das análises pertinentes, através da aplicação na matriz insumo-produto dos indicadores de APL e CE e do indicador de Ligações Intersetoriais. Na quinta parte procura-se verificar os resultados obtidos e suas especificações de análise empíricas dos componentes. Por fim, a disposição das conclusões e referências bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão apresentados os elementos de delimitação do referencial teórico a respeito da concepção da estrutura produtiva em termos de cadeia produtiva. O objetivo é buscar desenvolver a partir das principais abordagens teóricas um entendimento desse fenômeno, relacionando as modificações do comércio mundial e as novas transformações das cadeias produtivas estão relacionadas a esse processo.

2.1 Estrutura Produtiva e Desenvolvimento Econômico

A evolução dos sistemas econômicos na atualidade, a partir do início da revolução industrial, demonstrou que as mudanças vistas nos níveis das principais variáveis macroeconômicas como PIB, consumo, investimento e emprego, estão relacionadas com alterações nas composições e dinâmicas da estrutura (PASINETTI, 1993). Na literatura econômica, muitos autores identificaram evidências de que a estrutura produtiva importa e influenciam os padrões de crescimento e desenvolvimento econômico das nações (NAKABASHI et al., 2010).

A definição de estrutura econômica diz respeito à composição das atividades produtivas, em associação com determinações de padrão de especialização, capacidades inovativas e tecnológicas, pelo aumento do nível capacitacional e educacional da mão de obra, assim como, pelas características dos fatores produtivos e suas propriedades. Além disso, relacionado ao desenvolvimento das bases institucionais e o grau de evolução dos mercados que operam entre os setores e entre outros (OCAMPO et al., 2009).

Assim, por estrutura pode-se entender como um processo de circularidade de partes interrelacionadas, com cada parte desempenhando um papel específico, que agregado em um conjunto possuem um objetivo comum. Desse modo, famílias, empresas, setores e indústrias de um país possuem uma estrutura, onde cada qual induz na atividade econômica partes inter-relacionadas, de capital, trabalho, entre outros, que orientam a estrutura de modo que um movimento em uma fração afete as demais. Sendo assim, as mudanças nas novas partes e nas linhas de organizações são caracterizadas por mudanças nas partes interdependentes de todo o componente e cada unidade aumenta a magnitude do crescimento total (KUZNETS, 1959).

Os primeiros autores que começaram a pensar sobre essa temática, buscavam aprofundar seus conhecimentos associando o estudo do estruturalismo ao

desenvolvimento econômico. Nesse sentido, autores como Paul Rosenstein-Rodan (1943), Ragnar Nurkse (1961), Arthur Lewis (1954), Albert Hirschman (1958), Gunnar Myrdal (1968) e Hollis Chenery (1975) foram uns dos pensadores iniciais a refletir sobre o desenvolvimento e estruturalismo, abandonando a visão neoclássica de eficiência de mercado e contribuíram para a visão de que a indústria transformadora detém papel principal para impulsionar vantagens positivas.

Gala, Rocha e Magacho (2018) relatam que a visão estruturalista dá importância para a industrialização das economias e a relacionam com mudanças estruturais que suprem os obstáculos dos fatores da estrutura produtiva com o desenvolvimento econômico. Além de salientarem que a indústria traz ganhos de ampliação do emprego, produtividade e de redução da pobreza, apontam a necessidade de ampliação dos setores de alta produtividade frente aos de baixa nas economias, com o avanço dos retornos crescentes de escala.

Rosenstein-Rodan (1943) realizou seu estudo que apontava as características da estrutura produtiva mundial e os aspectos de industrialização e desenvolvimento. Dessa forma, demonstrou que após o avanço da industrialização dos países desenvolvidos como Estados Unidos e Alemanha, ocorreu uma transferência para os países menos desenvolvidos das indústrias ditas pesadas (de estradas, tração e locomotivas) necessárias para o avanço dos seus desenvolvimentos, apontando a necessidade para as indústrias dos países menos desenvolvidos iniciarem investimentos em setores bases e de serviços para servir como capital para novas oportunidades nessas indústrias mais avançadas, em função de sua capacidade ociosa e de população agrária em excesso (ROSENSTEIN-RODAN, 1943).

Chenery (1975) relata que a abordagem estruturalista busca identificar as dificuldades e defasagens das estruturas das economias para melhorar o caminho da busca pelo desenvolvimento econômico, buscando o ajustamento e melhoria das políticas adotadas. É certo que não será possível determinar todas as mazelas, mas as imperfeições podem ser incorporadas aos modelos estudados e com isso sendo possível procurar sanar os desequilíbrios internos e externos em conformidade mais realistas com as mudanças das economias.

A busca pelo desenvolvimento econômico não é uma barreira fácil de ser superada como o crescimento econômico. Após as mudanças nos anos 1970 nas economias

mundiais, se tornou mais difícil resolver os desequilíbrios que cada vez mais novas crises vêm gerando para a estrutura produtiva. Por isso, a necessidade de se dar importância para os ajustamentos do comércio e fluxos das atividades econômicas (CHENERY, 1975).

Uma outra contribuição diz respeito aos autores intitulados por uma abordagem estruturalista latino-americano, composto por estudos nos anos 1950 a partir da Comissão Econômica para América Latina (Cepal), cujos trabalhos se destacaram pelos autores Prebisch (1949) e Furtado (1961). Após mudanças mundiais no período do pós-guerra, ocorreram novas preocupações com os estudos relacionados ao desenvolvimento e subdesenvolvimento das nações. Essa corrente desafiou teorias estabelecidas com novos ângulos de pensamento, fazendo parte da heterodoxia da teoria econômica (FILIPPO, 2009).

Embora a América Latina tenha passado por uma expansão econômica e conseguido passar por vulnerabilidades externas e por diversas crises, as barreiras do desenvolvimento econômico não foram superadas. Isso ocorreu muito por conta dos desequilíbrios sociais, tensões governamentais e pelo fracasso de determinadas políticas que fizeram os países atingirem os avanços do crescimento, mas não os objetivos de desenvolvimento da produção. O que levou ao debate sobre determinadas estratégias alternativas, para o controle do sistema distributivo (STREET, 1982).

Para Prebisch (1949), a América Latina não possuía um relacionamento benéfico nas suas transformações industriais, por conta do seu enfoque na produção de complexos menos prósperos na atividade estrutural. Pois, para que um país conseguisse ultrapassar a barreira intangível da separação de países desenvolvidos e de subdesenvolvimento, era preciso impulsionar seu processo de industrialização e modernização do sistema produtivo, ao passo que criasse mecanismos de progresso industrial de maquinaria e de instrumentos tecnológicos, assim como regulação de suas correntes de renovação de progresso, conseguindo transpassar as barreiras produtivas e sociais de melhoria de vida.

A concepção do conceito centro-periferia foi um panorama de abordagem para as características estruturais das economias mundiais, que foi o ponto de partida dos ensaios dos estruturalistas latino-americano (FILIPPO, 2009). O perfil do processo de crescimento dos países emergentes (qualificados como periferia) conseguiu criar

mecanismos de industrialização e ganhos de produção muito acelerado em comparação aos países já desenvolvidos (qualificados como centro), mas sua composição se tornou muito dependente das relações com esse mercado exterior. Tal qual, as vantagens que a periferia alcançou foram transmitidas em certa parte para os países do centro, que passaram a absorver essas vantagens proporcionadas pelo sistema econômico mundial (PREBISCH, 1949).

Isso ocorreu muito por conta da necessidade, após esse avanço, das economias periféricas de terem uma grande parcela de importações de bens de capital dos países do centro, necessários para seu crescimento. Ou seja, o processo incipiente de industrialização dos países em desenvolvimento precisou de maquinaria e produtos da indústria intermediária, para, a partir desse aporte essencial para o aperfeiçoamento das suas cadeias industriais, avançar nas suas estruturas de transformações. E para que isso se realiza-se, os países em desenvolvimento precisaram concentrar suas forças na ampliação das estruturas produtivas de exportações de produtos primários (PREBISCH, 1949).

Prebisch concluiu que, a produção de bens manufaturados dos países industrializados, cada vez mais oligopolizados, ultrapassaram os preços dos produtos primários fornecidos pelos países de periferia, não conduzindo aos países subdesenvolvidos os benefícios prometidos de maior produtividade do centro. Dessa forma, as condições adversas criadas pelo comércio privaram os países subdesenvolvidos de rendimentos prolongados, como de novas técnicas de transformações da estrutura e meios financeiros para o crescimento interno (STREET, 1982).

Furtado (2000) relata que a periferia (economias subdesenvolvidas) possui origem na conformidade com a abertura para o processo de divisão internacional do trabalho, e da penetração dos padrões de consumo dos países do centro, que acabou gerando uma dissemelhança para as mudanças estruturais e composição das relações. Outro aspecto que culminou nessas divisões de mecanismo, foi o imobilismo social da periferia.

Quando as economias passam pelo processo de industrialização, alguns sinais podem dificultar e frear os caminhos de evolução e dimensão do comércio, fator preponderante para decréscimos da modernização. São eles, dificuldades com o rendimento decrescente e capacidade ociosa na indústria, por parte da diversificação pressionada da demanda e por características de produtividade da estrutura produtiva e da mão de obra;

e pelo excedente entre o custo produtivo populacional e o salário, que podem ser modificados nessas transformações (FURTADO, 2000).

Em resumo, a estrutura produtiva possui importância nas conexões e ela impacta os ganhos de crescimento e inserção na divisão internacional do trabalho, dando à indústria um papel central para esse processo, com os processos de encadeamentos dos setores para frente e para trás com os demais. Por isso, as estratégias de desenvolvimento econômico dos países subdesenvolvidos devem ser investigadas. As dinâmicas dessas economias, ao contrário do dito em teorias tradicionais, podem desempenhar um papel de avanço de suas cadeias produtivas por um crescimento desequilibrado, com investimentos dos países desenvolvidos (HIRSCHMAN, 1958).

Hirschman (1958) define que para que os países subdesenvolvidos alcancem o desenvolvimento econômico é necessário a busca por encadeamentos para frente, com objetivos de amplificação e renovação contínua de novas negociações e atividades, além de balancear pressões organizacionais. Tendo como fonte de estabilização ações de capital estrangeiro, para estratégias de crescimento e desenvolvimento econômico.

Quando se compara a investigação da industrialização e crescimento, os estudos realizados por Kaldor (1967) são apontados. Esse autor elaborou um conjunto de leis que buscavam estudar essa dinâmica e as mudanças no crescimento das economias no mundo. Kaldor (1967) elaborou ideias que relacionam a indústria como um componente muito importante para que as economias pudessem obter seus ganhos de desenvolvimento. Essa prática foi intitulada como leis de crescimento (THIRLWALL, 1983). Seus estudos sobre esse processo, estabeleceram pontos que seriam contribuintes para esse debate. Kaldor (1967) determinou que o crescimento econômico implica em crescimento da indústria do setor de manufatura. Nesse sentido, as taxas de crescimento da indústria do setor de manufatura implicaram no aumento das taxas de avanço de maior produtividade.

A primeira lei de Kaldor relata que a industrialização influencia o crescimento econômico e essa lei é embasada nos aspectos da indústria de manufatura. Inicialmente, no processo de industrialização, as economias possuem baixa produtividade e disponibilidade de mão de obra, criando capacidade de progresso inicial de seus setores e indústria. E, a partir do crescimento e evolução da indústria, as economias passam a ter ganhos nesses campos de produtividade e retornos crescentes de escala. Isso foi

corroborado em seu estudo com doze países desenvolvidos de 1952-54 a 1963-64 (THIRLWALL, 1983).

A segunda lei de Kaldor descreve que existe uma relação positiva entre o crescimento da produtividade da indústria manufatureira e da própria produção, por conta de sua produção ser mais elástica e possuir compensação pelos processos de crescimento das exportações (Thirlwall, 1983). E por fim, a terceira lei de Kaldor relata que ocorre uma transferência de mão de obra dos setores menos complexos para os da manufatura, quando ocorrem seus processos de crescimento de produção (THIRLWALL, 1983).

As idéias de Kaldor se resumem na argumentação de que existem rendimentos crescentes à escala na indústria, elásticos e dinâmicos. A elasticidade está de acordo com os ganhos de escala que mudanças nos insumos podem impactar mais que proporcionalmente a produção e dinâmicos pela incorporação de novos encadeamentos inovativos e de aprendizagem. Portanto, os ganhos desses avanços são positivos para o crescimento da economia. E a partir disso, as economias começam a entrar em processo de amadurecimento produtivo, gerando um aumento da demanda por recursos e mão de obra, mas não reduzindo a atividade produtiva, por conta do aumento da produtividade desse setor (ARAÚJO et al., 2018).

Outros autores destacaram o papel dos ganhos das atividades estruturais inovativas de tecnologia para o processo de desenvolvimento econômico. Autores como Dosi (1982), Pavitt (1984), Rosenberg (1976) e Fagerberg (2000) trazem o debate sobre a relação entre o crescimento econômico e a mudança estrutural realizadas através de sistemas inovativos e de especialização produtiva (NAKABASHI, 2010).

Pavitt (1984) estudou o impacto das atividades inovativas sobre variáveis econômicas, com bases de estatísticas com encadeamentos setoriais. Suas descobertas, relatam que existe um padrão internacional das atividades intensivas em tecnologia e isso impacta os efeitos de comércio e produção, assim como para as atividades desempenhadas pelas empresas, com desenvolvimento de estruturas industriais firmes. Isso acaba relacionando diferentes ligações inovativas entre setores básicos e industriais, como entre a ciência e a tecnologia, que definem as possibilidades de ganhos das economias perante novas dinâmicas nas suas cadeias produtivas através da inovação.

Fagerberg (2000) relata que países que focaram suas forças na busca de melhorias na capacidade tecnológica e inovações na sua indústria, teriam uma resposta positiva nas taxas de crescimento econômico. Os resultados de seus estudos revelou que os países (amostra de 39 países e 24 indústrias, para o período de 1973 a 1990) mostraram que suas transformações concentradas em políticas de ampliação da capacidade tecnológica e de seus ramos de inovações estruturais produtivas, como do setor de eletrônica, conseguiram avançar o desenvolvimento de suas produtividades em comparação com economias que não atuaram.

Para a economia brasileira, o debate, iniciado pelos pensadores estruturalistas sobre a estrutura produtiva, industrialização e desenvolvimento, voltou a ser motivo de questão quando o país começou apresentar nos anos de 1980 taxas de queda do crescimento do seu produto interno bruto (PIB), juntamente com a desaceleração industrial. Por isso, a preocupação com as mudanças estruturais que a economia começou a passar, refletindo a importância da indústria para as nações (NAKABASHI, 2010). Autores esses como Palma (2005), Carneiro (2008), Arend (2009), Nassif (2008), IEDI (2007), Bresser-Perreira e Nakano (2003) investigaram esse tema.

Palma (2005) descreveu a evolução da relação entre a industrialização e o crescimento no país como um “U invertido”, como fases de crescimento, constância e decaimentos produtivos, por conta da ocupação de sua capacidade ociosa e exploração plena das economias de escalas. Definindo a classificação de ‘U invertido’ como um gráfico de evolução do desenvolvimento econômico e da industrialização. Baseado em três fases que esse crescimento influi sobre o emprego, com pico de evolução, estabilização e queda.

Em seu estudo Romero (2011) expõe que o desenvolvimento dos países periféricos como o Brasil emperram em algumas dificuldades principais, como um percentual elevado de heterogeneidade estrutural, onde por seu processo evolutivo histórico, desencadeou aspectos angulares e sistemas diversos de particularidades para seu crescimento; pouca capacidade de longevidade tecnológica de inovação; restrição externa, derivada da especialização produtiva e desigualdade de renda.

Os fluxos estrangeiros e produtivos no Brasil aprofundaram sua especialização em produtos de setores intensivos em recursos naturais, *commodities* industriais e baixas

tecnologias. Desse modo, a indústria no país apresentou uma imobilidade de sua estrutura e cadeia produtiva, muito em função de perdas nas políticas industriais, com a liberalização comercial, financeira e a sobrevalorização cambial, assim como, redução de processos inovativos (AREND, 2015).

Existe a necessidade de mudanças estruturais que impulsionam o desenvolvimento econômico, sendo essa a grande questão (no tocante aos indispensáveis estudos de curto e longo prazo, dos custos e especialização produtiva) e desafio a ser enfrentados pelas economias nos anos à frente, pois os exemplos vividos indicam que as especializações em produtos de recursos naturais não geram grandes dinâmicas nas produtividades, no mercado de trabalho e atividades econômicas (CEPAL, 2014).

2.2 Encadeamentos Setoriais e Cadeia Produtiva

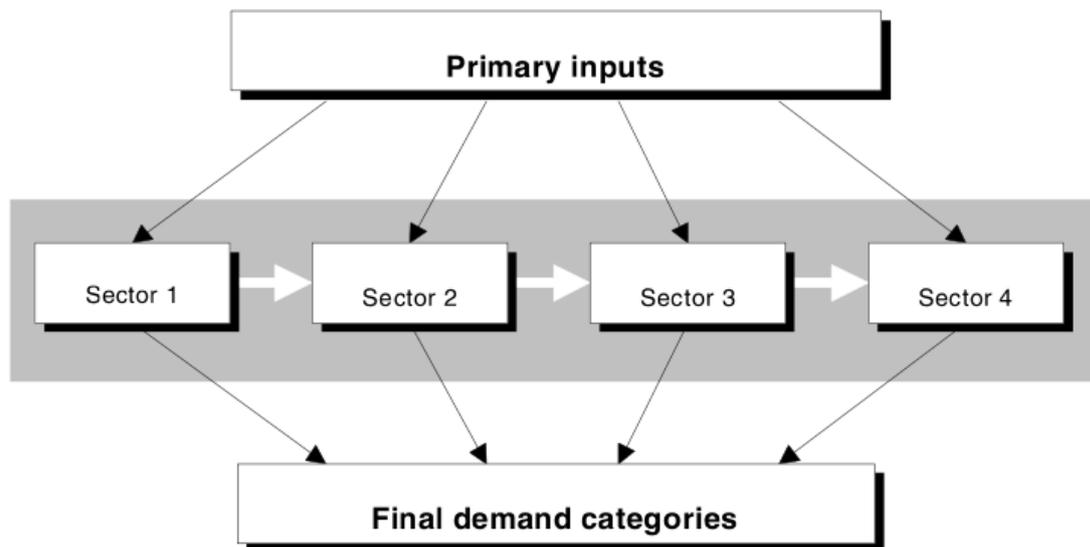
A conformidade de uma estrutura descreve uma totalidade de conjuntos e ligações entre fatores e conexões que compõem o bloco total da cadeia produtiva. Buscar entender suas dinâmicas e inter-relações faz parte de investigar toda a complexidade estrutural produtiva, as formas e regras que são capazes de averiguar seus encadeamentos e, assim, dispor das decorrências informativas para examinar as observações da cadeia produtiva para as economias (FURTADO, 2000).

A economia possui vários setores e indústrias na sua composição estrutural produtiva, com suas determinadas características de comércio e de produto. Pressupõe-se que cada setor produz determinados produtos, podendo eles serem classificados como serviços ou bens. Sua produção pode satisfazer tanto a demanda final dos consumidores, como servir de insumo intermediários para outros demais setores. Dessa forma, a maioria das mercadorias passa por várias indústrias e setores antes de se tornar um produto final, com cada fase sendo acrescido valor a esse produto (DIETZENBACHER et al., 2005).

Todo esse processo é determinado como cadeia produtiva, sendo ilustrada na Figura 1 abaixo. E a partir disso, pode-se analisar o processo das ligações intermediárias da cadeia de produção (DIETZENBACHER et al., 2005). Cada transação significa uma ligação entre os setores e essas ligações criam medidas de contribuição. Os principais métodos utilizados para medir essa dinâmica e seus deslocamentos setoriais envolvem a análise a partir da utilização das tabelas de matrizes de insumo-produto. Com análises

em termos de indicadores e métodos que ajudam na tentativa de compreender as dimensões das suas conectividades (Johnson, 1996).

Figura 1: Cadeia Produtiva



Fonte: Dietzenbacher et al., 2005.

Leontief (1985) descreveu a economia nacional como um processo de circularidade contínuo. Onde a interdependência dos setores segue uma rota produtiva (com cada setor interligado a outros) através da demanda de insumo fornecido para o abastecimento e incrementos das atividades produtivas dos setores conectados. Desse modo, os indicadores suprem a necessidade de um estudo sobre as interdependência econômica dos setores. Os primeiros indicadores que examinaram essa dinâmica foram desenvolvidos por trabalhos de Rasmussen (1956) estudando os encadeamentos inter e intrasetoriais das nações e a partir disso, novos ensaios foram desenvolvidos como os indicadores de Hirschman (1958) que buscavam identificar os setores-chave das estruturas produtivas (MILLER; BLAIR, 2009).

Um dos indicadores mais conhecidos, que relacionam as conexões intersetoriais e que descreve os setores-chave é o índice de encadeamento para frente e para trás desenvolvido por Hirschman-Rasmussen. A análise desse indicador relata as ligações para frente (forward linkage), onde um aumento na produção da atividade ocorre quando um aumento unitário na demanda final de todos os setores acontece. Como, no caso das ligações para trás (backward linkage), que relatam o impacto do aumento

unitário na demanda final da atividade na produção total dos setores (MILLER; BLAIR, 2009).

Hirschman (1957) elaborou a ideia de que as cadeias produtivas estão relacionadas com os sistemas de encadeamentos para frente e para trás, onde a demanda por insumos e a criação de novas concepções de produtos detêm a capacidade de desenvolver novas indústrias com links relacionadas. Assim, criando novas atividades e ligações na estrutura produtiva e quanto mais encadeada ela se tornar maior será a capacidade de sua estrutura e cadeia ter uma produção maior.

Nassif (2015) utilizou o índice de Rasmussen-Hirschman com aplicação para a economia brasileira, nos anos de 1996, 2000, 2005 e 2009. Os seus resultados constataram que as tendências de importações de produtos intermediários não mostraram uma tendência homogênea, tornando a estrutura e os encadeamentos industriais rarefeitos para alguns setores e para outros não, nesse período. A tendência demonstrou que a economia passou a participar das mudanças da estrutura produtiva por uma remontagem produtiva e passando a ter uma evolução nos campos de densamento dos encadeamentos dos segmentos de serviços e queda nos industriais, o que está de acordo com as imagens internacionais, onde a produção está cada dia a mais concentrada em serviços intermediários.

Além disso, outros trabalhos foram desenvolvidos como os de Yan e Ames (1965) e Blin e Murphy (1974) com os índices de inter-relações, Finn (1976) com índices estruturais e Amaral et al. (2007) com o estudo sobre a complexidade e interdependência dos sistemas. Assim como, os estudos que utilizaram os indicadores que serão utilizados neste estudo, desenvolvido por Romero, Dietzenbacher e Hewings (2009), com índices de Comprimentos Médios de Propagação (APLs), indicador de força das Ligações Intersetoriais e Complexidade Estrutural (CE).

Morrone (2016) buscou contribuir com o debate sobre as mudanças estruturais que podem impulsionar a atividade econômica brasileira. Desse modo, classifica os setores brasileiros para o ano de 2013 buscando identificar os mais potenciais com um indicador desenvolvido por Dietzenbacher (1992), de encadeamentos com métodos de auto-vetor. Seus resultados apontaram a importância para a economia dos setores de petróleo, refinação e coque; fabrico de resinas, produtos químicos, para impulsionar a

recuperação do país frente a mudanças no campo recessivo. Ainda, alguns outros setores tradicionais tiveram efeitos moderados, como construção e fabrico de automóveis.

A utilização dos indicadores de Comprimento de Propagação Médio (APL), indicador de Força das Ligações Intersetoriais e Complexidade Estrutural (CE) correspondem a um ferramental pertinente para a determinação dos compostos das cadeias de produção e a complexidade da estrutura produtiva. A análise pode determinar algumas respostas para o entendimento das atividades do comércio em conformidade com as mudanças ocorridas nos processos de mercado, assim como as ligações intersetoriais e seus distanciamentos produtivos. Tanto para saber se a complexidade estrutural diminuiu durante o período a ser analisado, como para saber os efeitos dos encadeamentos para frente e trás, buscando compreender as propriedades das ligações setoriais e seus efeitos de alongamento (ou encurtamento) e sua dinâmica de impulso intersetorial, com as dimensões das ligações (ROMERO, DIETZENBACHER e HEWINGS, 2009).

A complexidade estrutural relaciona o nível de interrelações setoriais e ampliação da estrutura produtiva, que ocorrem através de mudanças estruturais econômicas. E o tamanho da complexidade estrutural de um país é influenciada pelos aspectos da composição da cadeia produtiva. Quando as estratégias de criação de novos encadeamentos dos setores da indústria, tanto para as ETNs (empresas transnacionais), como empresas nacionais, se tornam evidentes, os resultados para a incorporação de um novo processo produtivo, com novas redes, tornam a complexidade estrutural das economias expandida (COSTA, 2017).

E a estrutura produtiva relaciona o *modus operandi* dos setores. Ela estimula o desempenho tanto dos setores, principalmente o industrial, como os preços e custos de produção, além do lucro e do aumento da produtividade. Por isso a necessidade de se entender como as estruturas produtivas se comportam e os setores se interagem com as atividades operacionais, que influenciam o desempenho e a eficiência das empresas (Martins e Martinelli, 2009). A dinâmica setorial detém um papel relevante na tradição estruturalista, pois as transformações que uma organização estrutural produtiva possui sobre o crescimento é influenciada pelos processos de crescimentos setoriais em função de avanços tecnológicos e transformações internas de produção por eles induzidos (ARAÚJO et al., 2018).

A combinação de novas inter-relações de conexões dentro da estrutura produtiva acaba transformando o tecido produtivo e deixando as atividades mais complexas. Pois quando o sequenciamento e as interconexões se ampliam, os setores ficam mais dependentes e ampliam suas ligações com novos sistemas de fornecedores, gerando uma demanda intermediária maior e criando uma retroalimentação entre os setores e uma produção maior (COSTA, 2017).

A complexidade dos sistemas produtivos inovativos, juntamente com a demanda adicional gerada por recursos, tornam-se um desafio das novas organizações. Assim, para criar as competências de novos tipos de sistemas de inovações e redes de cadeia produtiva entre firmas e outras organizações, é necessário gerar para os setores e indústrias participação em novos campos de comércio de rede interna ou externa, para desenvolver novas habilidades e criar novos conhecimentos nessas relações, podendo absorver e causar um crescimento da densidade das cadeias (FIGUEIREDO et al, 2010).

A utilização desses índices passou por testes através dos estudos de Oosterhaven e Bouwmeester (2013) que indicaram que eles só podem ser considerados quando os dois aspectos estipulados para esse trabalho forem aplicados, o primeiro fazendo-se uma análise multisetorial e segundo para uma análise de apenas uma localidade. Eles indicaram no seus estudos para diferentes ligações intersetoriais, que ocorre correlação significativa (inversa) entre o comprimento (indicador de APL) e a força desses ligações (indicador de Ligações Intersetoriais). Ou seja, analisar apenas um setor e entre muitos países tornam os índices menos robustos e com significância enviesada. Portanto, para comparar economias e setores individuais, os índices não têm valor.

Alguns trabalhos estudaram essas dinâmicas e desenvolveram ensaios para observá-los. Dietzenbacher, Romero e Bosma (2005) foram um dos pioneiros nos estudos acerca da busca de respostas para os sistemas da estrutura produtiva através da análise dos índices de APLs. Seus estudos focaram na identificação das cadeias produtivas da economia da região Andaluzia para o ano de 1995, através de 6 setores principais. Eles afirmaram que a determinação das estruturas produtivas poderia ser examinada através do estudo do tamanho dos vínculos setoriais, assim como suas distâncias.

Os resultados encontrados por eles para as cadeias produtivas da economia Andaluzia foram informações relevantes para o mapa do comércio dessa região. O elo localizado no início da cadeia produtiva foi determinado pelo setor da agricultura, possuindo

ligações entre o setor da manufatura e da construção. As cadeias produtivas localizadas nas etapas finais da demanda foram os setores da mineração, que se interligam aos setores de serviços e ao setor do comércio. Ocorrem outras ligações intermediárias entre esses dois elos, que são puxados pelos setores de serviços focados em manufatura. A agricultura ainda desempenhou dependência dos setores de alimentos e indiretamente do setor da hotelaria, pelos links de ligação com o setor de alimentos. Por fim, foram descritos elos importantes indiretos do setor de abastecimento de eletricidade, gás e água.

Em seu artigo, Yamada (2015), estudou a economia do Japão, da região denominada de Nagoya. Sua análise delimitou as variáveis chaves da estrutura como as regiões e não por setores, fazendo a aplicação do índice de APLs focado na análise das relações de ligações entre as regiões do Japão, ou seja apontando a distância geográfica e não econômica. Essas determinadas regiões detém uma das grandes empresas de automóveis do mundo, a Toyota Motors, focada na produção de equipamentos de transporte e máquinas. Eles apontaram correlação positiva para a distância geográfica, onde regiões maiores ao redor de Nagoya possuem fortes ligações e a área de Hida em outra província (Gifu) se mostrou pouco ligada para a relação do comércio local.

Outros trabalhos complementares salientaram sobre a correlação da cadeia produtiva com a complexidade estrutural. A partir das análises dos autores anteriores que buscaram identificar características das economias, novos autores ampliaram alguns aspectos dos estudos e tentaram identificar não só os distanciamentos dos setores produtivos e seus poderes de ligação, mas a composição final e efeito para a complexidade estrutural.

Romero, Dietzenbacher e Hewings (2009) analisaram a fragmentação produtiva e as determinações da complexidade estrutural para a economia regional de Chicago, nos Estados Unidos. Eles investigaram os indicadores de APLs e CE, a partir da matriz de insumo-produto para os anos de 1978 a 2014. Seus resultados indicaram que a economia de Chicago passou por uma perda de elos dos seus APLs durante os anos, o que ocasionou uma perda de setores de intermediação, assim como queda nas ligações relevantes e variedades de produção das cadeias produtivas, dos bens e serviços. Apesar disso, conseguiu uma porcentagem maior de especialização nos setores em geral.

No geral, Romero, Dietzenbacher e Hewings (2009) definiram que a evolução da economia de Chicago em relação à complexidade estrutural progrediu. Onde as relações entre as empresas e os setores se mostraram ampliadas para acomodar o impulso dos custos e atração da demanda final. Progrediu na produção, mas sua especialização ficou menos dependente dos insumos produzidos na mesma região.

Yang, Guan, Fang e Xue (2021) utilizaram essa metodologia para entender as mudanças da indústria de construção da China. Seus resultados mostraram que a indústria de construção desempenha um papel importante para a economia chinesa. Os laços fortes ligados a essa indústria foram dos setores de Fabricação de produtos minerais não metálicos, Processamento de metais e produtos metálicos e da Indústria mineira, tendo uma potência de impacto no desenvolvimento maior no setor de Produtos minerais não-metálicos. Sua complexidade estrutural para os anos analisados (2007, 2010, 2012, 2015 e 2017) mostrou uma tendência positiva durante os anos analisados de 2007 a 2015 e uma diminuição no ano de 2017, demonstrando uma taxa de evolução durante os anos crescente e relativamente estável.

Castilho, Carvajal, Boassi e Vidal (2019) estudaram a cadeia produtiva da região de Los Rios no Chile, buscando entender a sua evolução e o seu desenvolvimento econômico. O período analisado foi de 2007-2016 e as suas estruturas produtivas em conformidade com a complexidade, demonstraram que para a evolução no ano de 2016 a região apresentou um APL de encadeamentos para frente maior para os setores de Alimentos, Têxteis, Floresta, Pecuária e Pesca. Para os APLs com encadeamento para trás, os resultados indicaram os setores da Silvicultura, Pecuária, Pesca, Mineração, Saúde e Administração Pública como os maiores valores, setores esses que condizem maiores processos de encadeamento indiretos e de retroalimentação.

Morrone e Valiati (2019) analisaram a evolução das mudanças na cadeia produtiva brasileira do setor cultural durante os anos de 2011 a 2015. Seus resultados indicaram que o setor cultural (atividades artísticas, criativas e de entretenimento) apresentou uma evolução das suas conexões e teve um impacto positivo no desenvolvimento da economia brasileira. A apresentação do setor o classificou como um demandante de insumo dos outros setores, com relevantes encadeamentos para trás, sendo demandante de insumos intermediários de outras atividades.

Por fim, Costa (2017), estudou os encadeamentos produtivos das cadeias globais de valor para a relação bilateral entre o Brasil e o México, no contexto das relações com o Mercosul. Identificou, para o período de 1995 a 2011, as coordenações de ligações dos APLs e a complexidade estrutural. Os resultados obtidos mostraram que as relações entre as economias do Brasil e México se apresentaram menos complexas, assim como uma diminuição nos comprimentos médios das cadeias produtivas. Esse resultado é relatado pelo autor como uma consequência da falta de perspectivas e de se criar novos encadeamentos das economia nos setores internos com o mercado mundial.

3. METODOLOGIA

Nesta seção, o referencial analítico será apresentado para a realização dos estudos empíricos que serão expressos no próximo capítulo. O primeiro passo exibido é definido pela fonte de dados, utilizada para a contabilização e exposição do modelo. Em seguida, a exposição do modelo que será empregado, aplicado à matriz de insumo-produto (assim como a agregação dos setores a ser utilizada), um ferramental com formulações das propriedades das atividades transacionais da economia brasileira. Logo após, são apresentados os indicadores para assim, se realizar a exploração em busca dos resultados almejados.

3.1 Fonte de Dados

Os dados que serão utilizados foram coletados a partir da Matriz de Insumo-Produto, divulgadas pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS) para os anos de 2010 a 2018 da economia brasileira. A partir da metodologia elaborada por Guilhoto e Sesso Filho (2010; 2005), as matrizes utilizadas foram estimadas pelo grupo NEREUS para os períodos desejados. As matrizes seguem um perfil de dados contabilizados a partir de duas disposições: a partir das contas nacionais e com publicação do SCN e IBGE, contendo 68 setores e 128 produtos. A metodologia empregada a seguir relata as principais características desse modelo.

3.2 Agregação dos Setores

O Sistema de Contas Nacionais contabiliza um amplo montante de setores catalogados de acordo com os padrões internacionais. Na composição disponível nas matrizes estimadas pelo NEREUS para os anos de 2010 em diante registram-se 68 setores e 128 produtos. Em função disso, foi necessário fazer uma agregação, para fins de exposição e melhor visualização da análise, com o objetivo de entender a estrutura produtiva das cadeias da economia brasileira, a um nível de agregação mais adequado. Como relata Dietzenbacher, Romero e Bosma (2005, p.413), “it is often the case that the details imply that one cannot see the wood for the trees”.

Será realizada a agregação elaborada pelo próprio Sistema de Contas Nacionais, onde é aplicado uma agregação dos 68 setores para um total de 12 setores, apresentada em Anexo – A. Essa agregação é utilizada pelo próprio IBGE, e outros autores como Neves (2013). Em seguida, a partir dessa primeira agregação, uma segunda abordagem de

agregação para a análise do setor da indústria se dará. Já que esse setor detém um papel importante na disposição das características da composição intersetorial, cadeia produtiva e detalhamento da atividade produtiva.

Os setores da indústria foram separados de acordo com as divisões por tipo de tecnologia elaborada pela OCDE (1987), com influências da taxonomia clássica proposta por Pavitt (1984). Esse modelo de agregação foi utilizado em trabalhos como de Lall (2000a) e Nassif (2008). A classificação delimita 5 setores para a junção dos setores industriais, como: setores com tecnologia Intensiva em Recursos Naturais; Intensivos em Trabalho; Intensivos em Escala; Indústria Diferenciada e Baseada em Ciência (em Anexo – B). Essa agregação será utilizada para o entendimento do estudo, contabilizando 15 setores no total.

3.3 Matriz Insumo-Produto

Os estudos precursores sobre matriz insumo-produto se deram inicialmente por Leontief (1936), como em uma de suas publicações intitulada '*Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States*', ao qual utilizou dados estatístico com o intuito, a partir do perfil econômico das despesas das famílias e empresas dos Estados Unidos, de expressar um sistema de contas interligado.

Para o Brasil, a matriz insumo-produto vem se desenvolvendo e hoje se tornou o modelo básico de estudos das contas sociais e nacional, que aferem os fluxos das dinâmicas das relações econômicas dos setores brasileiros (CARVALHEIRO, 1998). O estudo da matriz insumo-produto é focado na análise dos setores da indústria nacional em função dos seus fluxos de produção e suas cadeias de produtores, consumidores e suas ligações; um modelo com entrada e saída, que descrevem essas relações interindustriais. A seguir vê-se uma ilustração do esquema da matriz insumo-produto para 2 setores (MILLER; BLAIR, 2009).

Figura 2: Esquema de Matriz Insumo-Produto para 2 setores

		Setores de processamento				Produção			
		1	2	Demanda Final		Total			
Setores de processamento	1	z_{11}	z_{12}	c_1	i_1	g_1	e_1	x_1	
	2	z_{21}	z_{22}	c_2	i_2	g_2	e_2	x_2	
Entradas Primárias	Valor Adicionado	l_1	l_2	l_C	l_I	l_G	l_E	L	
	Imposto	n_1	n_2	n_C	n_I	n_G	n_E	N	
	Importações	m_1	m_2	m_C	m_I	m_G	m_E	M	
Produção Total		x_1	x_2	C	I	G	E	X	

Fonte: elaboração própria do autor, baseado na publicação de Miller e Blair (2009).

A tabela simplificada da matriz insumo produto elucida sobre os fluxos da economia. O quadro dos setores de processamento se interligam por distribuições das vendas realizadas pelos setores linhas e que são comercializadas aos setores colunas, e pelas colunas que se caracterizam pelas origens de compra dos setores feitas pelos setores linhas. As variáveis que compõem a demanda final correspondente a C, I, G e E são definidas respectivamente como: consumo, investimento, gastos do governo e exportações. As entradas primárias dizem respeito às remunerações dos empregados, impostos, juros, lucros, etc... Tem-se a contabilização das importações composta pela linha com valores m e a produção total contabilizando as entradas e saídas totais.

Os sistemas dos fluxos captados pela construção da matriz insumo-produto compõem um conjunto de informações que ajudam na compreensão de análises das transações interligadas dos produtos e compradores, ou seja, as inter-relações dos diversos tipos de setores que fazem parte da estrutura produtiva. Sendo assim, refletem vários segmentos dos setores da produção da economia e podem ser determinados tanto pelas relações de setores menores como a produção de pregos, como para setores mais compostos como a produção de aço, que podem tanto possuir ligações diretas como indiretas (MILLER; BLAIR, 2009).

Ingressando no modelo formal de matriz insumo-produto, aqui seguindo o trabalho de Miller e Blair (2009), descreve-se sua composição algébrica discorrida a seguir. Relacionando a produção total x_i do setor i com as relações de vendas e produtos dos

diversos setores, sua representação sobre a distribuição dessa produção, segue da seguinte forma:

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad (1)$$

em que x_i representa a produção total do setor i ; z_{ij} são os fluxos da produção intermediárias do setor i para o setor j e f_i é a demanda total final do setor i .

Distribuindo a equação para identificação por n setores, tem-se:

$$\begin{aligned} x_1 &= z_{11} + \dots + z_{1j} + \dots + z_{1n} + f_1 \\ &\vdots \\ x_i &= z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i \\ &\vdots \\ x_n &= z_{n1} + \dots + z_{nj} + \dots + z_{nn} + f_n \end{aligned} \quad (2)$$

Em seguida, é necessário transformá-las em vetores e matrizes (respectivamente, letras minúsculas e maiúscula), assim como será usada letra em negrito para essas definições, passando a:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \dots & z_{nn} \end{bmatrix} \quad e \quad \mathbf{f} = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

As informações da equação (2) podem seguir os passos de transformações matriciais, e, assim, tem-se:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z}\mathbf{i} + \mathbf{f} \quad (4)$$

A variável \mathbf{i} é um vetor unitário que se traduz em um vetor de soma, tanto coluna como linha. Ele é utilizado para a matematização de pré ou pós multiplicação (agregar linhas ou colunas, respectivamente), a partir da necessidade de operação (GUILHOTO; SESSO FILHO, 2010; 2005).

A equação (2) segue sendo reescrita levando em consideração a mudança de cada z_{ij} , por $a_{ij}x_j$ ($a_{ij} = z_{ij}/x_j$ representa o coeficiente técnico da produção, ele indica a

relação de ligação direta para trás ou dependência da produção industrial do setor j com os insumos do setor i):

$$\begin{aligned}
 x_1 &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1i}x_i + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \\
 &\vdots \\
 x_i &= a_{i1}x_1 + \dots + a_{ii}x_i + \dots + a_{in}x_n + f_i \\
 &\vdots \\
 x_n &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{ni}x_i + \dots + a_{nn}x_n + f_n
 \end{aligned} \tag{5}$$

Isso foi necessário para tornar dependentes os fluxos inter-industriais para os setores da produção total. Como os valores de f são conhecidos, é necessário encontrar os valores de x, para tornar a análise adequada. Então, o x da equação é passado para a esquerda:

$$\begin{aligned}
 x_1 - a_{11}x_1 - \dots - a_{1i}x_i - \dots - a_{1n}x_n &= f_1 \\
 &\vdots \\
 x_i - a_{i1}x_1 - \dots - a_{ii}x_i - \dots - a_{in}x_n &= f_i \\
 &\vdots \\
 x_n - a_{n1}x_1 - \dots - a_{ni}x_i - \dots - a_{nn}x_n &= f_n
 \end{aligned} \tag{6}$$

Passando a agrupar os x das três equações:

$$\begin{aligned}
 (1 - a_{11})x_1 - \dots - a_{1i}x_i - \dots - a_{1n}x_n &= f_1 \\
 &\vdots \\
 -a_{i1}x_1 - \dots + (1 - a_{ii})x_i - \dots - a_{in}x_n &= f_i \\
 &\vdots \\
 -a_{n1}x_1 - \dots - a_{ni}x_i - \dots + (1 - a_{nn})x_n &= f_n
 \end{aligned} \tag{7}$$

Pode-se apresentar essas relações através de uma compactação para matriz. O valor total da produção x é transformado com a notação algébrica determinada “chapéu”, que diagonaliza os elementos de seu vetor (\hat{x}), juntamente com sua matriz inversa (\hat{x}^{-1}), em que sua definição verifica o produto de $(\hat{x}).(\hat{x}^{-1}) =$ a matriz identidade I. A utilização desse mecanismo resulta em uma multiplicação.

Se apresenta o coeficiente técnico como sua matriz típica a seguir:

$$\mathbf{A} = \mathbf{Z}\mathbf{x}^{-1} \quad (8)$$

Para a equação (5), com os mesmos tratamentos em (3) e (8), seguem:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{f} \quad (9)$$

Agora, voltando aos conceitos algébricos matriciais, se utiliza uma matriz identidade (\mathbf{I}) $n \times n$, para estimar $(\mathbf{I}-\mathbf{A})$ e assim transformar as equações (7) em (10):

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = \mathbf{f} \quad (10)$$

Com modificações matemáticas para equações lineares padronizadas matricialmente, soluciona-se a equação (10):

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} = \mathbf{L}\mathbf{F} \quad (11)$$

em que $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{L} = [l_{ij}]$ é definida como a inversa de Leontief (os detalhamentos de l_{ij} seguem o raciocínio anterior visto, com desfecho de $x_n = l_{n1}f_1 + \dots + l_{nj}f_j + \dots + l_{nn}f_n$). Aqui fica clara a dependência exigida anteriormente, para as saídas dos valores de todas as demandas finais. A matriz inversa de Leontief representa a relação de dependência da produção total do setor com a demanda final de cada setor (MILLER; BLAIR, 2009).

A matematização do modelo utilizado, apresentado a seguir, baseia-se no trabalho inicial desenvolvido por Dietzenbacher, Romero e Bosma (2005). Considerando que os coeficientes de entrada não se alteram, uma variação em Δf (demanda final) exige uma variação em Δx (produção total), ou seja, $\Delta x = \mathbf{L}(\Delta f)$. Assim, para satisfazer a variação na demanda final no setor j , o elemento l_j fornece o produto (extra) no setor i . Primeiramente, a análise será uma abordagem voltada para trás (backward-looking).

A expansão da série de potências da matriz inversa de Leontief ($\mathbf{L} \equiv (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{I} + \mathbf{A} + \mathbf{A}^2 + \mathbf{A}^3 + \dots$) forma $\Delta \mathbf{x} = \mathbf{L}(\Delta \mathbf{f}) = (\mathbf{I} + \mathbf{A} + \mathbf{A}^2 + \mathbf{A}^3 + \dots)(\Delta \mathbf{f})$. Assim, o acréscimo de uma unidade monetária na produção total do setor i , em função do aumento da demanda final no setor j cria-se:

$$(12)$$

$$\Delta x_i = l_{ij} = a_{ij} + \sum_k a_{ik} a_{kj} + \sum_k \sum_m a_{ik} a_{km} a_{mj} + \dots$$

Dessa forma, l_j representa a produção aumentada no setor i , necessária para o aumento de uma unidade monetária da demanda final do setor j . Ou seja, o impacto que a variação da demanda final gera sobre a produção. Isso reflete o grau de dependência que o setor produz sobre os outros setores econômicos, através dos insumos e abastecimento de seus produtos como consumo.

A matriz L reflete a quantidade dos bens e serviços diretos e indiretos que produzem uma unidade a mais na produção total. Dessa forma, o termo a_{ij} relaciona o efeito direto e os próximos os efeitos indiretos. O termo $\sum_k a_{ik} a_{kj}$ relaciona o efeito indireto por duas etapas pelo setor k . Isto significa que o aumento na produção do setor k é aumentado pela demanda final do setor j (a_{kj}). O que necessita gerar entrada e produção adicionais no setor i (a_{ik}), o que impulsiona os efeitos indiretos em duas etapas pelos dois setores i e j desse setor, e assim sucessivamente.

Para o caso de $i = j$, o efeito inicial também é contabilizado, pois o adicional gerado pela demanda final é produzido em primeiro lugar pelo mesmo setor. Pela expressão anterior, tem-se:

$$\Delta x_j = l_{jj} = 1 + a_{jj} + \sum_k a_{jk} a_{kj} + \sum_k \sum_m a_{jk} a_{km} a_{mj} + \dots \quad (13)$$

Com isso se pode derivar o indicador de comprimento médio de propagação (APL) entre os setores. Com o número médio de etapas para a adição da demanda final no setor j afetar a produção total do setor i , faz-se:

$$\left(1 \times a_{ij} + 2 \times \sum_k a_{ik} a_{kj} + 3 \times \sum_k \sum_m a_{ik} a_{km} a_{mj} + \dots\right) / l_{ij} \quad (14)$$

No caso para setores $i = j$, o raciocínio é parecido. Como o efeito inicial da demanda final não reflete nenhuma informação sobre as dependências entre os setores, ela será negligenciada. Assim, o aumento de uma unidade monetária na demanda final do setor j

resulta em um aumento no produto deste setor de $\Delta x - 1 = l_{jj} - 1$. Utilizando a equação 8, tem-se o APL para $i = j$ igual a:

$$\left(1 \times a_{jj} + 2 \times \sum_k a_{jk} a_{kj} + 3 \times \sum_k \sum_m a_{jk} a_{km} a_{mj} + \dots\right) / (l_{jj} - 1) \quad (15)$$

O numerador apontado em (14) e (15) é expresso pela matriz $\mathbf{H} = 1 \times \mathbf{A} + 2 \times \mathbf{A}^2 + 3 \times \mathbf{A}^3 + \dots = \sum_{t=1}^{\infty} t \mathbf{A}^t$. Para o cálculo da matriz típica é preciso pré-multiplicar o elemento \mathbf{H} por $(\mathbf{I} - \mathbf{A})$ e portanto $(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{H} = \mathbf{A} + \mathbf{A}^2 + \mathbf{A}^3 + \dots = \mathbf{L} - \mathbf{I}$, ou seja, $\mathbf{H} = \mathbf{L}(\mathbf{L} - \mathbf{I})$. Os indicadores de APL para trás são obtidos pelo cálculo de divisão dos seus elementos pelas expressões h_{ij}/l_{ij} para $i \neq j$ e $h_{jj}/(l_{jj} - 1)$ para $i = j$.

Avançando, a análise será abordada voltada para frente (forward-looking). Os coeficientes de produção ficarão determinados como $b_{ij} = z_{ij}/x_i$ (com sua matriz típica $\mathbf{B} = \hat{x}^{-1}\mathbf{Z}$), sendo a porcentagem da produção do setor i que é vendida para o setor j . Ou seja, mostra o efeito de dependência direta do setor i das vendas ao setor j .

Com a abordagem voltada para o vendedor a equação base pode ser reinterpretada ($x' = i'Z + w'$) considerando o termo típico w_j do vetor de coluna w' , que representa os insumos primários do setor j . A equação base pode ser reinterpretada e reescrita, com os mesmos tratamentos em (3) e (8), como $x' = x'\mathbf{B} + w'$ e sua solução obtida como $x' = w'(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} = w'\mathbf{G}$. Esse modelo é caracterizado como um padrão de insumo-produto direcionado para a oferta, indicado por Ghosh (1958).

A matriz típica de $\mathbf{G} \equiv (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}$ que mostra o elemento da inversa de Ghosh, denota o componente g_{ij} . Ele demonstra a dependência total (somatória dos efeitos diretos e indiretos) do setor i do setor j . Assim, suas regras básicas para a derivação do APL consideram um aumento dos custos primários do setor i . E o aumento total da produção no setor j é ampliado por $\Delta x_j = g_{ij} = b_{ij} + \sum_k b_{ik} b_{kj} + \sum_k \sum_m b_{ik} b_{km} b_{mj} + \dots$, seguindo a mesma lógica anterior. Os efeitos de impulso direto e indireto passam pelas etapas contínuas e, por fim, o número médio de etapas que é necessário para uma pressão de custos do setor i em afetar o valor da produção total do setor j é dado por

$$\left(1 \times b_{ij} + 2 \times \sum_k b_{ik} b_{kj} + 3 \times \sum_k \sum_m b_{ik} b_{km} b_{mj} + \dots\right) / g_{ij} \quad (16)$$

Assim, o numerador da expressão (16) pode ser definido como o elemento \tilde{h}_{ij} e sua matriz típica $\tilde{\mathbf{H}} = \mathbf{G}(\mathbf{G} - \mathbf{I})$. Dando os indicadores de APLs para $i \neq j$ como \tilde{h}_{ij}/g_{ij} e quando $i = j$ serão dados por $\tilde{h}_{jj}/(g_{jj} - 1)$, tendo a mesma lógica para o caso voltado para trás (backward-looking).

Por fim, é importante mostrar que os APLs direcionados para frente e para trás são os mesmos valores. A partir da definição de $b_{ij} = a_{ij} x_j/x_i$, ou $\mathbf{B} = \hat{\mathbf{x}}^{-1}\mathbf{A}\hat{\mathbf{x}}$, tem-se $\mathbf{G} = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} = \hat{\mathbf{x}}^{-1}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\hat{\mathbf{x}} = \hat{\mathbf{x}}^{-1}\mathbf{L}\hat{\mathbf{x}}$ e $\mathbf{G} - \mathbf{I} = \hat{\mathbf{x}}^{-1}(\mathbf{L} - \mathbf{I})\hat{\mathbf{x}}$. Por consequência, $\tilde{\mathbf{H}} = \mathbf{G}(\mathbf{G} - \mathbf{I}) = \hat{\mathbf{x}}^{-1}\mathbf{L}(\mathbf{L} - \mathbf{I})\hat{\mathbf{x}} = \hat{\mathbf{x}}^{-1}\mathbf{H}\hat{\mathbf{x}}$. Dando o desfecho de $\tilde{h}_{ij} = h_{ij} x_j/x_i$ e $g_{ij} = l_{ij} x_j/x_i$. Fazendo a matematização da divisão para encontrar o APL (\tilde{h}_{ij}/g_{ij}), tem-se $APL = \frac{\tilde{h}_{ij} x_j/x_i}{l_{ij} x_j/x_i}$. Dessa maneira, se encontra $\tilde{h}_{ij}/g_{ij} = h_{ij}/l_{ij}$, com o APL para frente denominado como \tilde{h}_{ij}/g_{ij} e para o caso para trás como h_{ij}/l_{ij} .

3.4 Indicadores

O instrumento de APL tem a função de captar a propensão do efeito médio de etapas necessárias para um setor impulsionar o outro setor. Ou seja, representa o comprimento das cadeias produtivas através das ligações entre os setores. E seus efeitos podem ser classificados diretos ou indiretos. Por exemplo, o setor da agricultura pode afetar diretamente a produção total do setor de alimentos e indiretamente o setor de hotéis e restaurantes. O setor da agricultura fornece insumo para a produção do setor de alimentos, que possui atuação no setor de hotéis e restaurantes (o setor da agricultura possui efeito indireto pelo processamento de alimentos no setor de hotéis e restaurantes), por isso a diferenciação entre efeitos diretos e indiretos (DIETZENBACHER E ROMERO, 2007).

Os indicadores de APLs exercem efeito de encadeamentos tanto para frente (forward average), onde o impulso ocorre do setor i para a produção do setor j , ao mesmo tempo, com os encadeamento para trás (average backward), com o comprimento médio da propagação direcionada do setor j para o setor i . Também pode ser considerada a média das distância dos setores do sistema produtivo, onde o n significa o número de setores

do modelo, tanto para encadeamentos para frente como para encadeamentos para trás. A definição do APL médio para frente, com efeito direto pode ser definido como FA_i :

$$FA_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n APL_{ij} \quad (17)$$

Para o caso do APL médio para trás, é definido da seguinte forma:

$$BA_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n APL_{ij} \quad (18)$$

Algumas informações definidas podem ajudar nas análises das estruturas das cadeias de produção. Quando advém um indicador FA maior e um indicador BA menor, isso pode ser encarado como um setor que está localizado no início do estágio produtivo. O contrário também se aplica, sendo a resposta para uma possível interligação por vários estágios dos setores (ROMERO, DIETZENBACHER E HEWINGS, 2009).

Além disso, os APLs entre os setores devem expressar um valor maior que um, o mesmo se aplica para os APLs quando os setores são os mesmos ($i = j$). Outra informação necessária é que os valores dos APLs das diagonais principais geralmente são os mais baixos, pois as relações entre o setor e ele mesmo sempre são mais diretas. Por fim, os subsetores dos setores podem ter forte dependência direta de outros subsetores, compondo outra fonte de ligação (DIETZENBACHER E ROMERO, 2007).

A partir das médias dos APLs definidas anteriormente, pode-se medir a complexidade estrutural das cadeias de produção. Seu conceito segue da seguinte forma:

$$CE = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n APL_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FA_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n BA_j \quad (19)$$

O indicador de complexidade estrutural indica a agregação das relações dos indicadores anteriores e indica a distância média entre os setores produtivos da indústria, estipulando o grau de integração ou dependência do conjunto total da composição da cadeia produtiva (DIETZENBACHER E ROMERO, 2007).

Nessa análise também será usado outro coeficiente para a visualização das interligações das estruturas produtivas da economia brasileira. O indicador da matriz F, a seguir, é usado para entender os tipos de ligações que existem entre os setores e seus encadeamentos em conexão de ramos, em função do tamanho total dos efeitos dos indicadores de encadeamentos para frente e para trás. Isso descreve a dimensão das transmissões das relevâncias dos segmentos interindustriais.

Assim, segundo Dietzenbacher e Romero (2007) serão medidas as ligações levando em consideração as duas direções dos índices de APLs. Desse modo, o coeficiente da matriz F é dada por:

$$F = \frac{1}{2}[(L - I) + (G - I)] \quad (20)$$

Isso representa a dimensão das ligações dos índices de encadeamentos para frente e para trás, que configuram os efeitos médios do aumento do custo do setor i sobre a produção total do setor j e os efeitos médios do aumento da demanda no setor j sobre a produção total do setor i (efeito para trás).

Para construir a matriz de análise se utilizam os indicadores do APLs e os tornam um valor inteiro, arredondado. E, a partir disso, usa-se um valor limiar y , no qual quando o coeficiente for maior que o limiar, seu valor é relevante e o APL é considerado. Desse modo tem-se uma relação matemática para essa configuração, que gera uma matriz S:

$$s_{ij} \begin{cases} \text{int}(v_{ij}) & \text{se } f_{ij} \geq y \\ 0 & \text{se } f_{ij} < y \end{cases} \quad (21)$$

onde $\text{int}(v_{ij})$ é determinado como o numerador selecionado quando um valor na matriz F é maior que o valor limiar definido, determinado pelo número inteiro pelo qual v_{ij} (valor arredondado do APL) foi identificado representando essa característica. Ou seja, quando um valor na matriz F é maior que y , esse valor é marcado e seu semelhante na matriz APL é arredondado e selecionado, caso contrário ele se torna nulo. Os valores arredondados seguem o padrão do ensaio de Dietzenbacher e Romero (2007), onde valores entre $1 \leq APL < 2$ serão arredondados para 1 e valores entre $2 \leq APL < 3$ serão arredondados para 2. Portanto, valores $f_{ij} \geq y$ são ligações relevantes, enquanto $f_{ij} < y$ são negligenciados.

O valor limiar de γ , é utilizado para filtrar as cadeias produtivas com maiores forças de encadeamento intersetorial. A definição do valor limiar leva em consideração as forças e vínculos de ligações importantes para a economia. Como definido anteriormente, a matriz F representa o coeficiente de ligação econômica entre os setores, isso reproduz maiores valores nas conexões dos setores $i = j$ (nas diagonais principais), onde os efeitos são essencialmente mais diretos. Ou seja, o setor é importante para ele mesmo e possui força de ligação na sua subseção.

A análise do indicador de Ligações Intersetoriais é examinada em encadeamento crescente que vai da auto-relação setorial para as relações entre os setores e isso pode ser representado por setas. O setor identificado como $i = j$ com os valores selecionados relevantes ($f_{ij} \geq \gamma$) terão suas relações de uma perspectiva para frente escolhidos, assim como, suas conexões com os outros setores linhas que também foram importantes, seguindo uma seta da auto-relação setorial com impulso para os outros setores. Esse efeito será determinado como principal das interligações indicando setas de saída.

As setas das relações colunas são classificadas como as relações de setas de entrada, onde mostram os impactos contrários ao anterior, com os encadeamentos com perspectiva para trás, que representam as conexões de apoio do sequenciamento principal. Indica o impulso para trás (average backward) das relações dos setores identificados como relevantes e selecionados com a relação do setor inicial da auto-relação setorial. As setas de saída (em negrito) representam as relações linha x coluna e as setas de entrada (coloridas) as relações coluna x linha. Um exemplo:

$$S = \begin{array}{c|ccccc} & \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} \\ \hline \text{A} & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \text{B} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \text{C} & 2 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \text{D} & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ \text{E} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \quad (22)$$

Portanto, inicialmente são determinados os valores relevantes do indicador de Ligações Intersetoriais e, assim, o setor $f_{1,1}$ (AxA) forte é selecionado iniciando o encadeamento por setas, a partir dele a setas de saída (em negrito) segue para o próximo setor coluna

relevante (C) e a partir disso, a seta caminha para a auto-relação ($i = j$) desse setor coluna e assim por diante, chegando ao último setor (E) dessa cadeia produtiva. As relações podem ter uma cadeia produtiva (seta) mais curta, com poucos valores relevantes em alguns setores, ou ela pode criar um encadeamento seguindo uma seta por quase todos os setores, criando, dessa forma, uma cadeia produtiva dessas ligações mais longa.

Caso um setor $i = j$ tenha outras relações colunas, todas elas serão consideradas, cada qual como uma cadeia diferente, e cada uma podendo ter um comprimento diverso também. Para o caso de encadeamento para trás, todos os valores relevantes do lado esquerdo da diagonal principal (perspectiva retrospectiva) serão considerados como os links de apoio, com setas de entrada (coloridas), na condução produtiva da cadeia formada. Em que, setas em negrito possuem APL 1 e setas coloridas têm um APL de valor arredondado 2 (DIETZENBACHER, 2005).

A partir das setas de saída, classificadas como principais, na literatura os estudiosos determinam o valor limiar relevante como o primeiro valor na matriz (primeiro valor da diagonal) selecionado como relevante (do indicador de Ligações Intersetoriais) da relação do setor $i = j$, sendo o primeiro ligamento por setas entre um mesmo setor, por conta da importância da relação de uma perspectiva para frente ser examinada desde do início (DIETZENBACHER; LUNA E BOSMA, 2005; DIETZENBACHER E ROMERO, 2007; YANG; GUAN; FANG E XUE, 2021).

Para que a investigação tenha uma visualização completa das estruturas produtivas em termos de cadeias de produção, é necessário utilizar tanto os cálculos da matriz F, como os indicadores de APLs e CE. Assim, tanto a força das ligações como as distâncias entre os setores serão analisadas, anulando as limitações que ambos os elementos possuem. Enquanto a matriz F obtém a força das ligações, mas não consegue distinguir se os efeitos são diretos ou indiretos, os indicadores de APLs conseguem fazer essa diferenciação, porém, não auferem a força das transmissões (DIETZENBACHER; ROMERO, 2007).

4. RESULTADOS

Para facilitar a apresentação dos resultados, foi necessário fazer uma abreviação dos nomes dos 15 setores, apresentados na Tabela em apêndice C. Serão apresentadas a seguir as tabelas dos indicadores de APLs, Ligações Intersectoriais e dos distanciamentos das cadeias produtivas. As últimas abreviações, das linhas e colunas (BA e FA) representam as médias dos APLs (forward average e average backward), visualizado na Tabela 1.

O indicador de APL mede a distância econômica pelas cadeias dos setores. O APL com encadeamentos para frente indica a duração média da propagação de um impulso de custos do setor *i* para afetar a produção do setor *j*. Enquanto, o APL com encadeamentos para trás indica o comprimento de propagação de uma tração de demanda do setor *j* para o setor *i*. Eles examinam as distâncias diretas e indiretas no caminho das conexões da estrutura da cadeia produtiva e representam o número de etapas de conexão entre os setores.

Tabela 1: Indicadores de APL entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2010

Nº	AG	IR	IT	ID	IE	IC	PE	CT	CM	TC	SI	IF	AM	OS	AS	FA
AG	1,57	1,52	2,13	2,94	2,89	3,46	3,05	2,67	2,18	2,79	2,33	3,51	3,40	3,49	2,58	2,70
IR	1,85	1,64	1,91	1,91	2,05	2,68	2,00	1,73	2,24	1,73	1,89	2,94	2,62	2,70	2,30	2,15
IT	2,35	2,11	1,30	1,63	1,83	1,70	2,07	1,64	1,96	2,59	1,70	2,08	1,95	1,90	1,91	1,91
ID	2,80	1,99	2,07	1,30	2,11	1,77	1,77	1,78	1,78	2,01	1,99	1,66	1,96	1,65	2,19	1,92
IE	1,56	2,37	1,92	1,91	1,46	1,88	2,65	2,10	1,80	1,95	2,45	2,86	2,67	2,51	2,41	2,17
IC	1,46	2,60	2,46	1,70	2,23	1,15	2,42	2,28	2,28	2,64	1,39	1,59	2,01	1,62	1,49	1,95
PE	1,74	2,16	2,11	2,54	2,17	2,56	1,32	2,99	1,69	2,41	1,67	2,09	2,07	2,48	1,61	2,11
CT	2,69	2,13	2,95	2,90	2,69	2,73	1,51	1,16	2,08	2,01	1,76	1,45	1,71	1,90	1,30	2,06
CM	1,76	1,85	1,68	1,65	1,80	1,51	2,21	1,88	1,82	1,87	1,68	1,80	2,13	1,82	1,83	1,82
TC	2,06	1,88	1,98	2,09	1,95	1,71	2,25	2,40	1,53	1,46	1,83	2,12	1,80	1,99	1,97	1,93
SI	2,94	2,47	2,34	2,18	2,32	1,90	2,00	2,45	1,52	1,78	1,33	1,42	1,41	1,97	1,30	1,96
IF	3,25	2,74	2,47	2,41	2,40	2,18	2,41	2,75	1,87	2,28	1,88	1,33	1,54	1,28	1,65	2,16
AM	2,27	2,09	2,13	2,08	2,08	1,70	1,97	2,21	1,48	1,94	1,68	1,68	1,27	1,74	1,49	1,85
OS	2,50	2,05	2,09	2,00	1,91	1,55	1,71	1,97	1,57	1,74	1,87	1,51	1,49	1,51	1,58	1,80
AS	2,36	2,02	2,17	2,09	1,88	1,54	1,90	2,38	1,53	1,92	1,61	1,58	1,44	1,46	1,66	1,84
BA	2,21	2,11	2,11	2,09	2,12	2,00	2,08	2,16	1,82	2,07	1,80	1,97	1,96	2,00	1,82	

Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados. As abreviações seguem: AG – Agricultura, IR - Indústria Intensiva em Recursos Naturais, IT - Indústria Intensiva em Trabalho, ID - Indústria Diferenciada, IE - Indústria Intensiva em Escala, IC - Indústria Baseada em Ciências, PE - Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, CT – Construção, CM – Comércio, TC - Transporte, Armazenagem e Correio, SI - Serviços de Informação, IF - Intermediação Financeira e Seguros, AM - Atividades Imobiliárias e Aluguel, OS - Outros Serviços, AS - Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade.

APLs menores indicam que ocorre uma menor distância entre os setores econômicos, e assim é necessário um número menor de ligações intermediárias para a produção entre eles. Quando os APLs são maiores suas conexões representam uma dependência indireta muito maior entre os setores, ou seja, a cadeia produtiva envolve efeitos maiores de retroalimentação e induz um peso maior nas relações.

O menor valor de APL para o ano de 2010 da economia brasileira é representado pelo auto-consumo do setor da Indústria Baseada em Ciências e requer 1,15 etapas, com auto-dependência direta. Para o caso do maior APL, foi encontrado na relação entre os setores de Intermediação financeira e seguros e Agricultura. Onde o efeito de impulso da Agricultura (pelo custo) para o setor de Intermediação financeira e seguros; e o efeito de impulso do setor de Intermediação financeira e seguros (de demanda) para o setor da Agricultura requer 3,51 etapas, com distância e conexões mais indiretas entre os setores.

Olhando para os encadeamentos dos valores maiores e menores e negligenciado no momento os encadeamentos de auto-dependência, pode-se encontrar informações relevantes sobre a cadeia produtiva brasileira. Os menores APLs aparecem nas ligações diretas dos setores da Indústria Baseada em Ciências com o setor da Agricultura; do setor de Atividades Imobiliárias e Aluguel, juntamente com o setor do Comércio e da Indústria Baseada em Ciências para o setor de Serviços de Informação.

Bem como, do setor de Intermediação Financeira e Seguros e o setor da Construção com o setor de Intermediação Financeira e Seguros; dos setores de Outros Serviços e Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade para o setor de Atividades Imobiliárias e Aluguel; do setor de Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade com o setor de Outros Serviços; e por fim, o setor da Indústria Baseada em Ciências, Construção, Serviços de Informação e Atividades Imobiliárias e Aluguel para o setor de Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade.

Essas informações demonstram que o setor da Indústria Baseada em Ciências possui relações mais diretas durante suas ligações de produção com os outros setores. Isso vai de acordo com as poucas etapas de intermediações na sua auto-dependência. Portanto, o setor possui poucas relações com os setores da estrutura produtiva e pode ser um setor com uma pequena produção na economia brasileira para o ano de 2010. Já para o caso do setor de Atividades Imobiliárias e Aluguel, existe uma divisão entre conexões mais diretas e outras indiretas, representando um setor mediano que possui relações mais

diretas com setores que já detém outras relações mais diretas como o setor de Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade e ligações mais indiretas como com o maior APL na relação com o setor de Agricultura.

Os maiores APLs aparecem das cadeias produtivas dos setores de Serviços de Informação e Intermediação Financeira e seguros para o setor da Agricultura; do setor da Construção para o setor da Indústria Intensiva em Trabalho e Indústria Diferenciada. Do setor da Agricultura com os setores, da Indústria Diferenciada, Intensiva em Escala, Intensiva em Ciências, Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, Intermediação Financeira e Seguros, Atividades Imobiliárias e Aluguel e Outros Serviços. Do setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais com o setor de Intermediação Financeira e Seguros; e do setor de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água com o setor da Construção.

Os setores com maiores intermediações das ligações das etapas produtivas são os setores de Agricultura e Construção. Esses setores se caracterizam como setores fornecedores de matérias-primas para os demais setores. Isso ocorre porque esses setores possuíam mais processos produtivos, de forma que o seu impulso na estrutura produtiva brasileira é maior. Logo, possuíam importância no desenvolvimento econômico produtivo da economia brasileira para o ano de 2010.

Analisando os valores na diagonal principal, eles refletem os menores valores dos indicadores de APLs. Isso significa que os setores se afetam de uma forma muito mais direta para sua própria indústria e possuem poucas etapas de intermediações. Assim como, suas relações possuem força de ligação, pois o setor é sempre importante para si mesmo e sua produção. Ou seja, as subseções setoriais dentro da própria indústria são mais curtas em comparação com uma relação de ligação que sai do setor para outro.

Em uma comparação dos resultados dos valores de APL encontrados neste trabalho para a economia brasileira com os ensaios desenvolvidos para os países desenvolvidos, pode-se perceber as diferenças existentes. Yang et al. (2021) realizou um estudo para a economia da China e seus resultados mostraram que em relação ao país, sua estrutura produtiva possui intermediações maiores entre os setores, com um índice maior de 4,96 etapas para a distância econômica da ligação dos setores de Fabricação e Processamento de Metais e Produtos de Metais com o setor de Fabricação de Têxteis, Vestuário e Produtos de Couro para o ano de 2017.

A economia de Chicago em 2009, apresentou um índice de 5,71 etapas para a relação dos setores de Madeira e Produtos de Madeira com o setor de Impressão e Editoração (ROMERO et al., 2009). Assim como, para o estudo de seis países Europeus (Germania, França, Itália, Países Baixos, Bélgica e Dinamarca) desenvolvido por Dietzenbacher (2005), com um valor de APL de 3,49 etapas para a relação entre os setores de Agricultura e Energia no ano de 1985.

As médias dos APLs são representadas pelas abreviações FA e BA (forward average e average backward) exibidos na Tabela 1. Quando um setor possui um valor de FA maior que o valor de BA, significa que o setor possivelmente faz parte das cadeias iniciais na estrutura produtiva, esse indício será confirmado quando, além dessa hipótese, se confirmar que o setor tem muitas conexões iniciais no indicador de Ligações Intersetoriais, no desenho da cadeia produtiva.

Para o caso da economia brasileira no ano de 2010, os setores que fazem parte dessa dinâmica são os setores da Agricultura, Intermediação Financeira e Seguros, Serviços de Informação e Indústria Intensiva em Recursos Naturais. Para o caso contrário, isso representa que os setores se localizam no final das cadeias produtivas. Para esse caso os setores são: Indústria Intensiva em Trabalho, Indústria Diferenciada, Construção e Outros Serviços.

A partir dos cálculos do índice de Ligações Intersetoriais, a Tabela 2 representa os números que indicaram um valor maior que o limiar estabelecido para o ano de 2010 de $y = 0,07$ (marcados em negrito) de acordo com a propriedade determinada na metodologia, sendo o valor inicial da matriz, $f_{1,1}$. E, a partir disso, pode-se iniciar o desenho das setas que representarão intuitivamente a cadeia produtiva.

Tabela 2: Indicador de Ligações Intersetoriais entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2010

Nº	AG	IR	IT	ID	IE	IC	PE	CT	CM	TC	SI	IF	AM	OS	AS
AG	0,07	0,44	0,05	0,02	0,04	0,01	0,02	0,05	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02
IR	0,09	0,38	0,12	0,12	0,14	0,03	0,08	0,19	0,05	0,15	0,08	0,02	0,02	0,02	0,03
IT	0,02	0,08	0,19	0,06	0,07	0,03	0,02	0,08	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
ID	0,01	0,11	0,03	0,17	0,06	0,02	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02
IE	0,11	0,12	0,08	0,07	0,32	0,04	0,02	0,06	0,05	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02
IC	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,12	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02
PE	0,05	0,14	0,05	0,02	0,07	0,01	0,27	0,03	0,07	0,03	0,08	0,02	0,02	0,01	0,07
CT	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,11	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03
CM	0,05	0,15	0,09	0,09	0,11	0,07	0,03	0,08	0,04	0,06	0,06	0,04	0,02	0,03	0,03
TC	0,04	0,21	0,07	0,05	0,11	0,05	0,03	0,05	0,10	0,15	0,07	0,03	0,03	0,02	0,04
SI	0,01	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	0,09	0,08	0,06	0,03	0,08
IF	0,01	0,06	0,03	0,03	0,05	0,02	0,02	0,03	0,06	0,03	0,05	0,18	0,09	0,19	0,07
AM	0,03	0,11	0,05	0,05	0,08	0,06	0,04	0,05	0,10	0,06	0,07	0,06	0,13	0,05	0,07
OS	0,02	0,16	0,05	0,04	0,10	0,05	0,05	0,07	0,09	0,07	0,06	0,07	0,07	0,05	0,07
AS	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

Dos valores que foram classificados como potenciais pelo indicador de Ligações Intersetoriais (em negrito na Tabela 2), os seus análogos nos indicadores de APLs (apresentados na Tabela 1) distribuídos entre $1 \leq APL < 2$ foram arredondados para 1 e entre $2 \leq APL < 3$, foram arredondados para 2. Considerando apenas as relações entre os setores, medidas pelo Indicador de Ligações Intersetoriais, (para os valores selecionados, maiores que o seu valor limiar), não foram verificados valores maiores que três no seu valor respectivo no índice de APL, o que indica que as relações ocorrem através de combinações mais diretas (curtas) para a economia brasileira e requerem poucos passos de intermédio. Essa análise leva em conta a distância entre os setores, ou seja, o comprimento das cadeias produtivas. Assim, quando as relações entre os setores possuem uma cauda maior, seus parâmetros seriam maiores, mas nesse caso seus valores indicaram uma cauda reduzida.

Tabela 3: Distâncias econômicas entre os setores da Economia Brasileira para o ano de 2010

Nº	AG	IR	IT	ID	IE	IC	PE	CT	CM	TC	SI	IF	AM	OS	AS
AG	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IR	1	1	1	1	2	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0
IT	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ID	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
IE	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PE	0	2	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
CT	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CM	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
TC	0	1	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
IF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
AM	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
OS	0	2	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

As distâncias das cadeias produtivas indicam a medida de comprimento das cadeias e isto representa o número de setores que estão conectados para a produção de determinados produtos e serviços. Sendo assim, quando as cadeias produtivas possuem maiores sequenciamentos de encadeamentos produtivos, maiores serão os efeitos circulares entre eles, captados. Quando os efeitos são mais diretos (ligações curtas) podem corresponder a uma força de impulso maior entre os setores e entre eles mesmos. Isso está de acordo com a relação inversa que existe entre os indicadores de APLs e Ligações Intersetoriais desenvolvido por Oosterhaven (2013), onde quando os APLs (com efeitos mais indiretos) forem maiores, menor será o indicador de Ligações Intersetoriais (efeito de força) e representa como as cadeias produtivas poderão ser compostas por ligações curtas (diretas) e ligações longas que se dividem em setores ligados por um caminho mais longo que possuem tanto efeitos indiretos entre os setores mais distantes na cadeia, mas conectados por ligações diretas entre os setores próximos nessa mesma cadeia da estrutura produtiva.

Como mencionado na metodologia, cada seta indica uma ligação importante que dá o arredondamento dos indicadores de APLs apresentados. As setas serão separadas entre as em negrito e as coloridas. As setas em negrito representam as ligações de efeito principal (com perspectiva para frente), como setas de saída e as setas coloridas indicam os links de apoio do sequenciamento de uma perspectiva para trás, como setas de

entrada. As ligações seguem duas vias. Primeiro se inicia com os ligamentos de perspectivas para frente, onde os encadeamentos (com setas de saídas e em negrito) impactam o custo da produção do setor que está à frente na cadeia de produção. Enquanto as setas de entradas coloridas representam o impacto do setor, em encadeamentos para trás da demanda nos setores atrás na cadeia de produção.

É necessário voltar a salientar que existe uma relação inversa entre os indicadores de APL e os indicadores de Ligações Intersetoriais, onde um APL grande demonstra conexões indiretas mais distantes com cadeias mais longas entre os setores, que acabam diluindo as forças de impacto do indicador de Ligações setoriais. E, no caso contrário, as conexões mais diretas de cadeias menores entre setores tornam as ligações mais fortes e o APL menor. Mas, os efeitos não se anulam, cadeias longas com APLs maiores são relevantes, assim como, a força de ligação mais direta que o indicador de Ligações Intersetoriais apresenta, ou seja, as relações diretas têm mais força e são detectadas no indicador de Ligações Intersetoriais e os caminhos mais longos da cadeia produtiva são sinalizados pelo indicador de APL, com importância igual.

Isso é exemplificado no estudo desenvolvido por Dietzendacher et al. (2007) da estrutura produtiva de seis países da Europa. Seus resultados indicaram uma cadeia produtiva entre os seguintes setores: Agricultura → Processamento de Alimentos → Hotéis e Restaurantes. Onde as relações de efeitos diretos, de forças de ligações existiram entre os setores de Agricultura e Processamento e entre os setores de Processamento de Alimentos e Hotéis e Restaurantes. Enquanto os efeitos indiretos detectados foram observados entre os setores da Agricultura e Hotéis e Restaurantes, que se conectam na cadeia produtiva, mas não lado a lado. Os setores finais da agroindústria de Processamento de alimentos e Hotéis e Restaurantes foram selecionados como potenciais no índice de Ligações Intersetoriais, mas, com índices de APLs menores entre 1.00 e 2.00, enquanto a Agricultura se destacou tanto como um valor potente selecionado pelo índice de Ligações Intersetoriais, como obteve os maiores APLs nas relações intersetoriais com a maioria dos setores, com valores >3.00. Assim, os setores da indústria agrícola possuem conexões forte e curta, enquanto a Agricultura forte e distante.

Para a análise, primeiramente, tem-se o exame das setas principais. A exposição dos valores dos links potenciais da economia brasileira são apresentados pelos valores da

Tabela 3, em negrito. A partir da apresentação metodológica descrita sobre os processos para o desenho da cadeia produtiva, tem-se as setas principais dos segmentos que se iniciam com as relações setoriais da diagonal principal de auto-dependência entre as indústrias, com os números arredondados para o valor igual a 1. A partir disso, as ligações se ampliam quando ocorrem formações de conexões dos traços do setor de auto-dependência para os setores que possuem impactos potenciais com valor igual a 1, de uma perspectiva para frente.

Os primeiros links de cadeia de produção são configurados como ligações curtas, com apenas uma ligação entre dois setores. Para o ano de 2010, a economia brasileira apresentou os encadeamentos curtos principais a partir do setor da Indústria Intensiva em Trabalho, com a fabricação de determinados produtos ligados a têxteis e agregação de trabalho em produtos advindos de extração para o setor de Indústria Intensiva em Escala, com produtos um pouco mais complexos, do setor da Indústria Intensiva em Trabalho para o setor de Construção para a produção de materiais de construção.

Outra ligação inicia pelo setor de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água para o setor de Comércio, dois setores de serviços, onde ocorre o impacto do custo de produtos de manutenção e fontes de energia para o setor de comércio; assim como, desse mesmo setor para os setores de Serviços de Informação e Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade. Por fim, tem-se as ligações curtas dos setores de Transporte, Armazenagem e Correio com o setor de Serviços de Informação, através do impacto de custos de deslocamento; e os setores de Intermediação Financeira e Seguros com o setor de Outros Serviços.

Para o caso de encadeamentos para trás de uma perspectiva retrospectiva, com os links de apoio os setores que possuem ligações relevantes curtas são dos setores de Transporte, Armazenagem e Correio para o setor da Indústria Intensiva em Trabalho e do setor de Outros Serviços para o setor de Indústria Intensiva em Recursos Naturais. Agora, observando as cadeias produtiva relevantes mais longas (com maiores encadeamentos) faz-se necessário desenhar sua imagem. A seguir, é apresentado a Figura A, que representa as principais cadeias produtivas longas de encadeamentos principais, com perspectivas para frente. Do mesmo modo, juntamente com essas ligações principais serão adicionadas as ligações de encadeamentos de uma perspectiva para trás, que fazem parte do conjunto de relações das cadeias produtivas.

E por fim, dão-se as ligações das cadeias especializadas em Recursos Naturais para os setores de serviços. Algo que pode não ser tão claro de explicação, por conta da pouca evolução dos produtos especializados no primeiro setor. Podendo ser atribuída à distribuição de compras e mercadorias, de materiais de consumo e reposição, do comércio de produtos de fabricação e metalurgia primária para por exemplo os produtos de telefonia. A partir disso ocorrem ligações, após o segmento do setor de Recursos Naturais para o setor de Serviços e informação para esse mesmo setor com o de Intermediação financeira e seguros, do setor de Intermediação financeira e seguros para o setor de Atividades imobiliárias e aluguel e o setor de Administração, saúde, educação pública e seguridade.

Nesse caso, a sequência de links de conexões da cadeia produtiva brasileira também segue distanciamentos de impactos diretos iguais a 1. O setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais possui ligações longas em uma cadeia produtiva de relacionamento com os setores de serviços. Passando do setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais para o setor de Serviços de informação; seguindo para o setor de Intermediação financeira e seguros; e seguindo para o setor de Administração, saúde, educação pública e seguridade.

O setor da Indústria intensiva em recursos naturais impacta os custos da distribuição produtiva do setor de Serviços de informação (atividades de televisão, rádio e som e imagem; edição integrada à impressão), através do suporte produtivo do comércio de mercadorias fabricados pelo setor primário para o consumo dos serviços, que impacta um distanciamento direto com o setor de Intermediação financeira e seguros. Esse setor possui a produção de atividades imobiliárias, jurídicas, contábeis e consultorias, sendo assim, o setor de serviços de informação impacta nos custos do setor. A próxima sequência é determinada pelo setor de Atividades imobiliárias e aluguel, onde o custo do setor de Intermediação financeira e seguros impacta sua produção na cadeia produtiva e, por fim, segue-se a sequência para a ligação do setor de Atividades imobiliárias e aluguel impactando o custo do setor de serviços de Administração pública, defesa e seguridade social, educação pública, saúde pública, pela produção de serviços de arquitetura, engenharia, P&D e outras atividades profissionais, científicas e técnicas.

As outras ligações representam a dependência retrospectiva da demanda das indústrias em relação à fabricação dos outros setores e serviços, indicando a produção que é o impulso de procura intermediária dos setores principais. Esses são caracterizados pelas ligações das setas coloridas (setas de entrada), onde cada setor possui uma determinada cor que simboliza o padrão de conexões de um determinado setor (cada seta de entrada é representada por uma cor determinada) e ajuda na visualização da cadeia produtiva.

O setor da Indústria intensiva em recursos naturais possui ligações relevantes de demanda de insumos com os setores de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água (com setas de saídas laranjas), para a produção de colheita, pecuária, floresta e aquicultura. Assim como, com o setor da Indústria Intensiva em Escala (com setas de saídas verdes).

O setor da Indústria intensiva em escala, possui ligação relevante com o setor de Indústria Intensiva em Recursos Naturais (com setas de saídas azuis), possuindo ligações de perspectiva para trás de uma demanda puxada do setor, com processo de retroalimentação entre ambos os setores, apresentadas seguidamente. Ainda, com relação de demanda relevante com setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais, tem-se o setor da Indústria Intensiva em Trabalho.

A seguir, ocorrem os links de encadeamentos para trás do setor de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, demandando dos setores da Indústria Intensiva em Escala e do setor de Indústria Intensiva em Recursos Naturais. E por fim, as relações dos setores de Atividades Imobiliárias e Aluguel com o setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e com o setor da Indústria Intensiva em Escala.

Anteriormente foram analisadas as médias dos indicadores de APLs (FA e BA) para a agregação dos 15 setores. Os resultados indicaram os setores de Agricultura, da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e Indústria Intensiva em Escala, e outros dois setores de Serviços (Intermediação Financeira e Seguros e, Serviços de Informação) como as possíveis cadeias iniciais dos encadeamentos produtivos das cadeias brasileiras.

Com esses resultados, foi possível verificar que os setores que se localizam e qualificam-se como indústria com as maiores forças de ligações dos encadeamentos principais de perspectivas para frente, firmados como as cadeias principais iniciais,

foram os setores da Agricultura e da Indústria Intensiva em Recursos Naturais, tendo a segunda maior relevância e força de impacto inicial com mais de uma cadeia. Além disso, o setor da Agricultura se qualifica como importante nas intermediações de efeitos indiretos, com valores maiores visto nos indicadores de APL.

Os demais setores e indústrias da economia se classificam como a produção intermediária da estrutura, possuindo tanto encadeamentos de setas principais (em negrito, como setas de apoio (em colorido)). Esses setores são determinados tanto como por encadeamentos relevantes de impacto de custo na produção final dos outros setores, como de encadeamentos de demanda retroativa dos setores.

Os resultados demonstram o setor da Indústria intensiva em recursos naturais como o principal setor com potências de ligação na produção (transmitida pelo impulso de custo) na dependência para frente e puxado pela demanda pelos encadeamentos para trás. Os setores da Indústria intensiva em escala e de Serviços de informação e Intermediação financeira e seguros também possuem ligações importantes com conexões diretas com outros setores, e também, se caracterizam como setores que tanto abastecem como são abastecidos, mas suas forças são menores. Suas relações têm influência de impacto tanto nas conjunções de ligações iniciadas por eles com outros setores, como encadeamentos secundários iniciado por outros.

A força de ligação na auto-dependência do próprio setor ocorre na maioria dos setores da economia brasileira para o ano de 2010. Exceto para os setores do Comércio, Outros Serviços e setor de Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade. Esses setores possuem poucas ligações mais relevantes com os outros setores. Por serem setores ligados a serviços, sua produção não possui tantos sub-encadeamentos de produção dentro do próprio setor, servindo mais como demanda de apoio e de comércio final.

Para o caso do setor da Indústria Baseada em Ciências, ocorre importante influência de auto-dependência do setor para ele mesmo, mas não possui ligações relevantes entre os outros setores da economia, tanto de perspectiva para frente como para trás. Essa indústria não possui tanto poder de impulso no caso das forças das interligações como na distância e comprimento médio de propagação. Podendo ser afetado pelo pouco dinamismo e pouca ampliação dessa indústria na produção e economia brasileira.

O reflexo do processo de industrialização na economia brasileira desde as políticas de substituição de importação nas perspectivas do progresso no desenvolvimento industrial e econômico vêm apresentando um processo de especialização regressiva da estrutura produtiva brasileira. Isso ocorre muito em função da perda de capacidade do país em acompanhar as mudanças inovativas industriais, se qualificando ainda como incipiente nesse paradigma produtivo, tendo começado a pouco iniciar o padrão de indústria 3.0, de microeletrônica. Esse resultado influenciará o reflexo, nos próximos anos, das dimensões da estrutura produtiva, comércio internacional, sistema de ciência e inovação, trazendo importância para a adoção de políticas industriais e tecnológicas por parte governamental na busca de avançar o estágio de desenvolvimento do país e o dinamismo de sua cadeia produtiva (RODRIGUES; SCHMIDT FILHO, 2017).

A tendência de não evolução tecnológica, de desindustrialização brasileira e a mínima ascensão na indústria 4.0 (de tecnologias avançadas) está fazendo a posição semiperiférica do país ser ameaçada. A economia brasileira pode-se configurar em um cenário de desempenho distante das economias desenvolvidas, levando o país à condição periférica (VIEIRA; OURIQUES; AREND, 2020).

Os resultados mostram que existe um efeito impulsionador da Indústria Intensiva em Recursos Naturais no desenvolvimento das principais indústrias da economia brasileira. Exibindo a dependência dos outros setores em relação à essa indústria. É preciso deixar claro que a economia brasileira possui muito mais ligações na sua cadeia produtiva, onde os resultados dispõem apenas das ligações mais fortes que existem nas inter-relações setoriais. Isto é consistente com os habituais gráficos para cadeias de produtos da economia brasileira. O setor da Agricultura possui cadeias mais longas de impactos indiretos entre os setores (análise através dos indicadores de APLs) assim como o setor da Indústria intensiva em recursos naturais possui as ligações mais relevantes para o desenvolvimento da produção da economia diretamente.

Hermida e Xavier (2017) relatam que a economia brasileira vem apresentando uma especialização na produção dos setores da Indústria baseada em recursos naturais. Sendo composta pela baixa intensidade de trabalho e pouco processo dos setores inovativos. Longe dos setores produtivos mais importantes que são representados pelos setores de Indústria Intensiva em Escala e Indústria Baseada em Ciências e que são responsáveis pelo crescimento econômico sustentável.

A Tabela 4 indica os APLs da economia brasileira para o ano de 2018. Analisando os resultados em comparação ao ano de 2010, o maior indicador de APL foi encontrado para a mesma relação apontada para o primeiro ano. Os setores da Agricultura e de Intermediação financeira e seguros continuam tendo o maior indicador com valor de 3,41, ou seja, esses dois setores detêm o maior valor do comprimento médio de propagação, com maiores encadeamentos indiretos (etapas) entre as diversas indústrias. Porém, seu valor em comparação ao ano de 2010 diminuiu 0,1 passos de impulso. Já para o caso do menor valor do indicador, também continua sendo o posto da auto-dependência do setor da Indústria Baseada em Ciências, mantendo o mesmo valor.

Tabela 4: Indicadores de APL entre os setores da economia brasileira para o ano de 2018

Nº	AG	IR	IT	ID	IE	IC	PE	CT	CM	TC	SI	IF	AM	OS	AS	FA
AG	1,64	1,53	2,07	2,94	2,98	3,36	3,18	2,64	2,10	2,79	2,31	3,41	3,32	3,38	2,67	2,69
IR	1,91	1,66	1,96	1,93	2,08	2,58	2,15	1,77	2,24	1,73	1,87	2,91	2,55	2,60	2,31	2,15
IT	2,40	2,09	1,29	1,60	1,83	1,77	2,10	1,62	1,97	2,68	1,69	2,15	1,94	1,85	1,96	1,93
ID	2,87	2,00	1,98	1,29	2,14	1,74	1,78	1,78	1,80	1,93	2,06	1,71	1,92	1,67	2,17	1,92
IE	1,52	2,40	1,95	1,98	1,46	1,95	2,73	2,03	1,87	2,07	2,49	2,97	2,59	2,51	2,56	2,21
IC	1,62	2,60	2,60	1,54	2,19	1,15	2,36	2,35	2,33	2,62	1,37	1,54	2,07	1,71	1,50	1,97
PE	1,92	2,32	2,25	2,60	2,25	2,67	1,40	3,06	1,76	2,52	1,75	2,11	2,05	2,45	1,73	2,19
CT	2,75	2,10	2,93	2,90	2,72	2,67	1,63	1,16	2,18	2,00	1,73	1,42	1,65	1,86	1,27	2,07
CM	1,78	1,88	1,68	1,62	1,77	1,49	2,27	1,84	1,85	1,94	1,65	1,83	2,10	1,78	1,83	1,82
TC	2,16	1,92	1,96	2,11	1,96	1,75	2,22	2,45	1,52	1,48	2,02	2,15	1,88	1,97	1,97	1,97
SI	3,00	2,49	2,30	2,09	2,31	1,89	2,04	2,53	1,52	1,83	1,33	1,37	1,41	1,89	1,29	1,95
IF	3,24	2,76	2,50	2,44	2,45	2,15	2,33	2,80	1,86	2,28	1,98	1,29	1,49	1,23	1,58	2,16
AM	2,33	2,14	2,14	2,13	2,08	1,70	2,02	2,26	1,48	1,98	1,69	1,60	1,25	1,70	1,51	1,87
OS	2,54	2,05	2,08	2,01	1,93	1,56	1,78	2,17	1,52	1,83	1,85	1,44	1,47	1,50	1,57	1,82
AS	2,37	2,04	2,10	2,02	1,84	1,59	1,90	2,43	1,54	1,91	1,63	1,55	1,45	1,45	1,54	1,82
BA	2,27	2,13	2,12	2,08	2,13	2,00	2,13	2,19	1,84	2,11	1,83	1,96	1,94	1,97	1,83	

Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

Os menores APLs para o ano de 2018 que se modificaram da imagem da cadeia produtiva do primeiro ano, foram apresentados pelos setores da Indústria baseada em ciências com o setor da Administração, saúde, educação pública e seguridade; do setor da Construção e de Administração, saúde, educação pública e seguridade. Com o setor do Comércio com a Indústria baseada em ciências; do setor de Atividades imobiliárias e aluguel e o setor do Comércio; do setor de Serviços de informação com Intermediação financeira e seguros; Atividades imobiliárias e aluguel e Administração, saúde, educação pública e seguridade. Do setor de Intermediação financeira e seguros com Atividades imobiliárias e aluguel; e Outros serviços e do setor de Outros serviços e Intermediação financeira e seguros. Diferentemente do ano de 2010 os setores da

Indústria Baseada em Ciências e da Agricultura, assim como o setor da Construção e o setor de Intermediação financeira e seguros, não foram apresentados como links de APLs menores relevantes.

Os maiores APLs que se destacaram foram os mesmos elos apresentados em 2010. As modificações ocorreram com o aparecimento de valores maiores de encadeamentos dos APLs no setor da Agricultura com o setor de Transporte, armazenagem e correio; do setor da Indústria Diferenciada com a Agricultura; do setor da Construção para o setor da Agricultura e Indústria intensiva em escala; do setor da Indústria intensiva em escala com o setor de Produção e distribuição de eletricidade, gás e água e Intermediação Financeira e seguros e, por fim, com o setor de Intermediação Financeira e seguros com os setores da Agricultura, da Indústria intensiva em recursos naturais e do setor da Construção. Tendo sido verificada apenas a perda do setor de Serviços de informação e Intermediação financeira e seguros.

Com os indicadores de FA e BA (que representam as médias dos APLs) pode-se verificar que as cadeias produtivas que são determinadas como iniciais no segmento produtivo, para o ano de 2018 continuam sendo para os setores de Agricultura e Intermediação Financeira. Para as cadeias produtivas finais, se manteve o setor de serviços e tornou o setor de Atividades imobiliárias e aluguel o segundo exemplar. Os cálculos do indicador de Ligações Intersetoriais, indicados na Tabela 5 representam os elos relevantes da cadeia produtiva brasileira para o ano de 2018. O valor limiar definido para esse ano foi de $y = 0,07$ (valores marcados em negrito) em determinação com a metodologia utilizada.

Tabela 5: Indicador de Ligações Intersetoriais entre os setores da economia brasileira para o ano de 2018

Nº	AG	IR	IT	ID	IE	IC	PE	CT	CM	TC	SI	IF	AM	OS	AS
AG	0,07	0,18	0,05	0,03	0,03	0,01	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
IR	0,15	0,39	0,18	0,18	0,17	0,06	0,11	0,25	0,07	0,26	0,10	0,03	0,02	0,04	0,03
IT	0,02	0,03	0,18	0,06	0,05	0,03	0,02	0,06	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01
ID	0,01	0,04	0,03	0,16	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01
IE	0,20	0,09	0,10	0,08	0,32	0,05	0,03	0,08	0,05	0,07	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
IC	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
PE	0,05	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,36	0,02	0,04	0,02	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03
CT	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02
CM	0,09	0,13	0,14	0,15	0,14	0,13	0,05	0,11	0,05	0,09	0,07	0,05	0,01	0,06	0,03
TC	0,05	0,11	0,08	0,07	0,09	0,07	0,04	0,05	0,08	0,17	0,04	0,03	0,01	0,04	0,02
SI	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,06	0,05	0,10	0,12	0,04	0,06	0,07
IF	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,14	0,03	0,24	0,03
AM	0,05	0,09	0,08	0,08	0,10	0,11	0,07	0,07	0,12	0,09	0,08	0,10	0,13	0,10	0,06
OS	0,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,05	0,02
AS	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00

Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

Os valores dos indicadores relevantes para o ano de 2018 continuaram a ficar entre 1 e 2 (apresentado na Tabela 6). Mantendo as relações da cadeia produtiva brasileira com encadeamentos diretos com poucos passos nos seus indicadores de APLs.

Tabela 6: Distâncias econômicas entre os setores da economia brasileira para o ano de 2018

Nº	AG	IR	IT	ID	IE	IC	PE	CT	CM	TC	SI	IF	AM	OS	AS
AG	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IR	1	1	1	1	2	0	2	1	2	1	1	0	0	0	0
IT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ID	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IE	1	2	1	1	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
IC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CM	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
TC	0	1	1	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
SI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
IF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
AM	0	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0
OS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

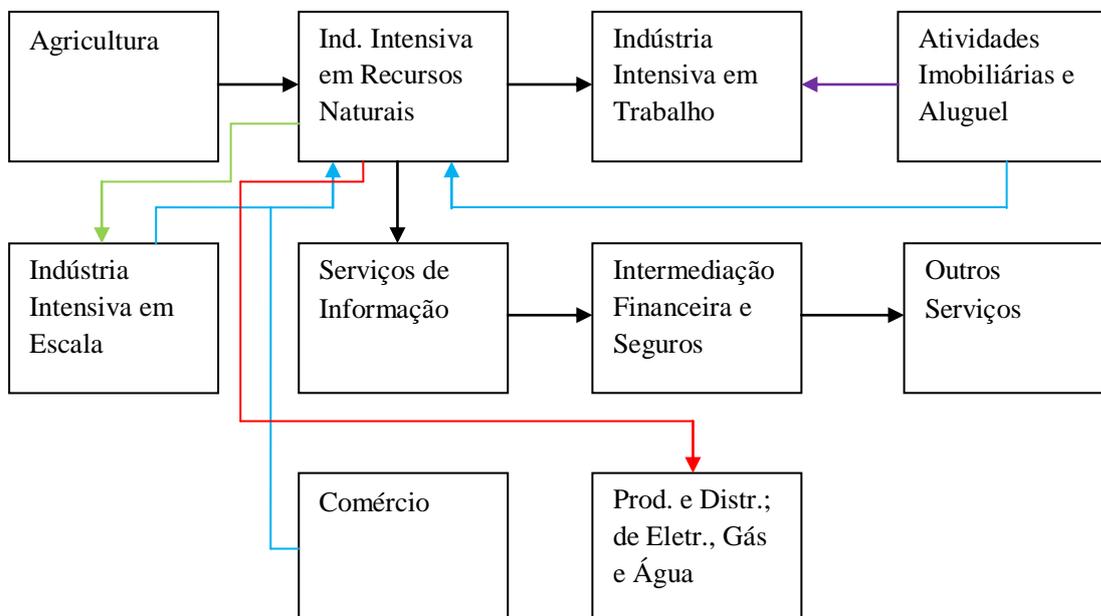
Para o ano de 2018 a economia brasileira apresentou como ligações curtas de encadeamentos de uma perspectiva para frente dos setores de Serviços de Informação para o de Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade; do setor da Indústria

Intensiva em Recursos Naturais com o setor da Indústria Diferenciada; e o setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais juntamente com o da Construção e do setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais com o setor de Transporte, Armazenagem e Correio.

De uma perspectiva para trás, os links de apoio curtos ficaram a par dos setores da Indústria Intensiva em Escala com o de Transporte, Armazenagem e Correio, do setor da Indústria Intensiva em Escala com o setor da Construção, do setor de Transporte, Armazenagem e Correio com a Indústria Diferenciada. Seguindo pelo setor da Atividades Imobiliárias e Aluguel com os setores da Construção, Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, Indústria Intensiva em Escala e Indústria Diferenciada.

Com esses resultados tem-se a ilustração da cadeia produtiva brasileira com seus elos de impulsos relevantes para o ano de 2018 para os 15 setores catalogados, a partir das distâncias produtivas. Na Figura 4, tem-se os principais encadeamentos da cadeia produtiva brasileira para o ano de 2018, para se observar as evoluções e diferenças enfrentadas pelos país durante os anos e seu efeito no período analisado.

Figura 4: Encadeamento da Cadeia Produtiva Brasileira para o ano de 2018



Fonte: Elaboração própria do autor.

A primeira cadeia produtiva longa apresentada para a economia brasileira para o ano de 2018 se inicia pelo setor da Agricultura, passando para o setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais, seguindo para o setor da Indústria Intensiva em Trabalho. Desse modo, a economia perdeu links relevantes com a Indústria Intensiva em Escala.

Outro link que foi modificado nesse período foi o links das relações da Indústria Intensiva em Recursos Naturais com os setores de serviços que ficou menor. O setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais segue uma ligação com o setor de Serviços de informação, o setor de Serviços de informação possuindo com o setor de Intermediação Financeira e seguros e do setor de Intermediação Financeira e seguros com Outros serviços. O que se pode ver é que o país perdeu fortes links dos setores de Atividades imobiliárias e aluguel e Administração, saúde, educação pública e seguridade e ganhando com o setor de Outros serviços (principalmente serviços domésticos).

As demais ligações representam a dependência para trás da demanda das indústrias em relação à fabricação dos outros setores, indicando a produção que é o impulso de procura intermediária dos setores principais. O setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais seguiu tendo ligações relevantes de demanda de insumos com os setores da Indústria Intensiva em Escala (setas de entrada verde) e Produção e distribuição de eletricidade, gás e água (setas de entrada vermelha). O setor da Indústria intensiva em escala segue com as ligações com o setor da Indústria intensiva em recursos naturais, com efeito em mão dupla.

O setor do Comércio manteve link relevante com o setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais. O setor de Atividades imobiliárias e aluguel manteve todos os seus links relevantes; sendo o setor que obteve o maior avanço de fortes relações com novos setores no ano de 2018. Passando a ter links relevantes com os setores da Indústria Intensiva em Trabalho e Indústria Intensiva em Recursos Naturais. O setor de Outros serviços perdeu seus links.

Tabela 7: Média do APL (FA) dos setores produtivos

Setor	Nº Setor	FA (2010)	FA (2014)	FA (2018)	FA Variação% (2010-2018)
Agricultura	1	2,70	2,71	2,69	-0,37
Indústria Intensiva em Recursos Naturais	2	2,15	2,18	2,15	0
Indústria Intensiva em Trabalho	3	1,91	1,92	1,93	1,04
Indústria Diferenciada	4	1,92	1,93	1,92	0
Indústria Intensiva em Escala	5	2,17	2,20	2,21	1,84
Indústria Baseada em Ciências	6	1,95	1,99	1,97	1,02
Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água	7	2,11	2,22	2,19	3,79
Construção	8	2,06	2,07	2,07	0,48
Comércio	9	1,82	1,82	1,82	0
Transporte, Armazenagem e Correio	10	1,93	1,95	1,97	2,07
Serviços de Informação	11	1,96	1,95	1,95	-0,51
Intermediação Financeira e Seguros	12	2,16	2,19	2,16	0
Atividades Imobiliárias e Aluguel	13	1,85	1,87	1,87	1,08
Outros Serviços	14	1,80	1,82	1,82	1,11
Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade	15	1,84	1,84	1,82	-1,08

Fonte: elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

A Tabela 7 descreve a média do APL direcionada para frente (FA) da distância do setor i a qualquer setor j do sistema produtivo e considera a variação no valor da produção do setor j em função do aumento nos custos do setor i . As alterações nas suas variações são interpretadas como o efeito médio ao longo dos anos para a economia brasileira.

A partir dela observa-se que no período de 2010 a 2018 os setores brasileiros apresentaram uma imagem heterogênea em relação aos encadeamentos diretos e indiretos, afetando mais alguns setores do que outros. Alguns setores passaram por um período de aumentos da intermediação produtiva das suas cadeias, enquanto outros concentraram suas ligações mais diretamente. Olhando para uma média dos resultados

encontrados para a variação de crescimento, os setores brasileiros mostraram pouco distanciamentos (menos etapas) dos seus segmentos produtivos durante os anos.

O setor da Agricultura apresentou uma variação de -0,37% da média de FA (perspectiva para frente) nesse período, demonstrando uma diminuição nos encadeamentos indiretos. Os setores da indústria de transformação não apresentaram nenhuma variação com os setores da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e Indústria Diferenciada, variação de 1,02% para o setor da Indústria Baseada em Ciências, de 1,04% para o setor da Indústria Intensiva em Trabalho e de 1,84% para o setor de Indústria Intensiva em Escala.

Para os setores de serviços, os setores que aumentaram seus efeitos indiretos foram o de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água com 3,79%, seguido do setor de Transporte, Armazenagem e Correio com 2,07%. Os demais mostraram pouca ou negativa mudança durante o período, com nenhuma variação para o setor de Comércio e de Intermediação Financeira e Seguros e variação de 0,48% para Construção, 1,08% para o setor de Atividades Imobiliárias e Aluguel, 1,11% para o setor de Outros Serviços. Assim como, efeitos negativo para os setores de Serviços de Informação (com -0,51%) e o setor de Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade (com -1,08%).

Tabela 8: Médias dos APLs (BA) dos setores produtivos

Setor	Nº Setor	BA (2010)	BA (2014)	BA (2018)	BA Variação % (2010-2018)
Agricultura	1	2,21	2,26	2,27	2,71
Indústria Intensiva em Recursos Naturais	2	2,11	2,16	2,13	0,94
Indústria Intensiva em Trabalho	3	2,11	2,13	2,12	0,47
Indústria Diferenciada	4	2,09	2,07	2,08	-0,47
Indústria Intensiva em Escala	5	2,12	2,13	2,13	0,47
Indústria Baseada em Ciências	6	2,00	2,01	2,00	0
Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água	7	2,08	2,22	2,13	2,40
Construção	8	2,16	2,17	2,19	1,38
Comércio	9	1,82	1,83	1,84	1,09
Transporte, Armazenagem e Correio	10	2,07	2,10	2,11	1,93
Serviços de Informação	11	1,80	1,83	1,83	1,66
Intermediação Financeira e Seguros	12	1,97	1,97	1,96	-0,50
Atividades Imobiliárias e Aluguel	13	1,96	1,96	1,94	-1,02
Outros Serviços	14	2,00	2,00	1,97	-1,5
Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade	15	1,82	1,85	1,83	0,54

Fonte: elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

A Tabela 8 descreve a média do APL direcionado para trás (BA) da distância do setor j a qualquer setor i do sistema produtivo e considera a variação no valor da produção do setor i em função da demanda puxada do setor j . As suas alterações também são interpretadas como efeitos da média de BA ao longo dos anos para a economia brasileira.

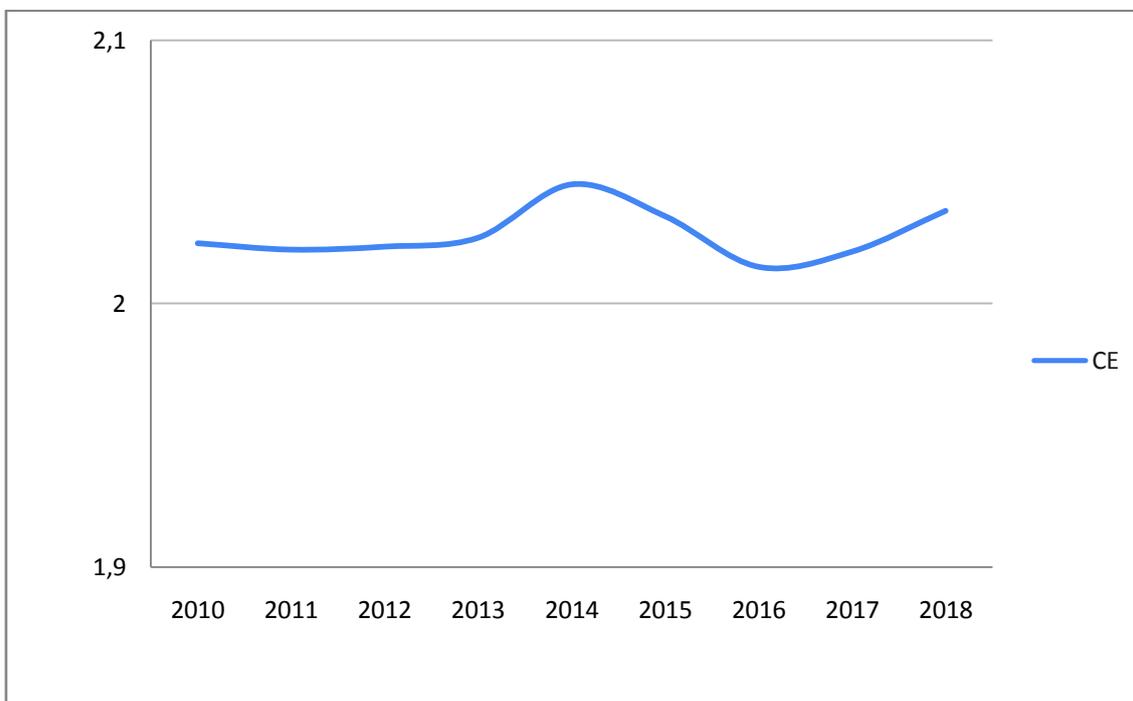
Para o caso da média de BA (perspectiva para trás) o setor de Agricultura representou uma variação positiva e maior durante o período de 2,71%. Para os setores da indústria de transformação, todos seguiram próximo de uma variação nula. O setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais apresentou uma variação de 0,94% e os setores da

Indústria Intensiva em Trabalho e Indústria Intensiva em Escala apresentaram uma variação de 0,47%. Enquanto, a Indústria Diferenciada apresentou -0,47%.

No caso dos setores de serviços, em comparação ao ano de 2010, os que apresentaram aumento das intermediações produtivas continuaram sendo compostos pelos mesmos setores, com o setor de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água com 2,40% e o setor de Transporte, Armazenagem e Correio com 1,93%. Os demais setores de serviços apresentaram pouca variação, com os setores de Serviços de Informação, com 1,66% e o setor de Construção, com 1,38%; e outros setores com pouca variação negativa, como os setores de Atividades Imobiliárias e Aluguel (-1,02%) e Outros Serviços (-1,5%).

Como Costa (2017) apontou, a economia brasileira possui pouca evolução de suas estruturas produtivas, frente a países como China, Coreia do Sul, Japão e Canadá. Com menores efeitos de retroalimentação entre os setores, gerou-se uma diminuição dos comprimentos médios das estruturas das suas cadeias produtivas. E isso pode acabar gerando uma vulnerabilidade externa, fazendo o país ser atingido mais rapidamente por um choque exógeno nos setores da economia, do que os países citados.

Gráfico 1 – Índice de Complexidade Estrutural (CE) da Economia Brasileira 2010-2018



Fonte: Elaboração própria do autor, a partir dos cálculos realizados.

Por fim, tem-se a configuração do Índice de Complexidade Estrutural elaborado para a economia brasileira para os anos de 2010 a 2018. O Gráfico 1 demonstra a evolução do Índice de Complexidade Estrutural (CE), que indica a média dos dois indicadores de APLs, tanto o FA como BA e, assim, relata a distância média entre quaisquer possíveis pares de setores, determinando a composição da cadeia produtiva setorial e seus graus de interligações.

A complexidade estrutural das cadeias produtivas brasileiras sofreu algumas alterações mínimas durante os anos analisados, com ciclos de crescimento e decréscimo suaves das ligações interindustriais durante os anos analisados. E suas mudanças caminharam de acordo com as mudanças ocorridas nos índices de APLs (comprimento médio de propagação) de encadeamentos para frente e para trás e em conformidade com possíveis determinadas mudanças na economia brasileira. Podendo-se separar essas mudanças em certos períodos específicos.

Inicialmente, o país alcançou um curto crescimento da sua complexidade estrutural ao longo do tempo entre 2010-2013. Os setores com encadeamentos para frente que contribuíram para esse desempenho foram os setores de Intermediação Financeira e Seguros, Indústria Intensiva em Escala e Indústria Baseada em Ciências. Para os encadeamentos para trás os setores que mais contribuíram foram os da Indústria Intensiva em Escala e Indústria Intensiva em Trabalho. Isso é acompanhado pelo crescimento da economia e pela rápida recuperação frente a crise financeira em 2008 (BNDES, 2018).

Como foi visto no desenho da cadeia produtiva brasileira no ano de 2010, os links de ligações mais fortes foram representados pelos setores da Agricultura e da Indústria Intensiva em Recursos Naturais, a partir disso as transformações na estrutura produtiva ganharam intermediações dos setores de Intermediação Financeiro, da Indústria Intensiva em Escala, Ciência e Trabalho. Esses resultados indicam que apesar da economia brasileira depender do crescimento de setores primários da sua cadeia produtiva (forte impulso), ela conseguiu ganhar campos em setores de tecnologia e inovação.

Assim como, de produção de setores ligados ao mercado de indústrias um pouco mais desenvolvidas. Nos anos seguintes, o país começou a apresentar diminuição da sua complexidade. Esse decréscimo foi influenciado por parte de setores ligados a Indústria Baseada em Ciências, Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade e Transporte, Armazenagem e Correio, para os encadeamentos para frente. Para os encadeamentos para trás, foram os setores da Agricultura, Atividades Imobiliárias e Aluguel e Serviços de Informação. Isso determina que certos setores são os que mais motivam as variações no ciclo da taxa de crescimento do índice CE, nos primeiros anos. Do mesmo modo, mostrando agora nesse período, uma tendência contrária à curva de crescimento que a economia brasileira vinha tendo (BNDES, 2018).

Mas, no ano de 2014 o país consegue ascender um aumento do seu Índice de Complexidade Estrutural, quando a economia brasileira passava pelo limite de seu crescimento econômico (BNDES, 2018). Isso ocorreu com influência dos setores com encadeamentos para frente da Agricultura, da Indústria Intensiva em Escala, da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e da Indústria Baseada em Ciências. Para os encadeamentos para trás foram os setores de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e da Indústria Intensiva em Trabalho, demonstrando como ocorreram variações dos setores fortes e com distâncias relevantes ao longo dos anos analisados.

A Indústria Extrativa, um setor que possui grande impulso de ligações na economia brasileira, começou a evoluir nesse ano. Juntamente com outros setores da Indústria Intensiva em trabalho e Indústria Intensiva em Escala e o setor com a maior ascendência, o de serviços de Produção e distribuição de eletricidade, gás e água. Após esse ano, o país voltou a ter uma queda suavizada em 2015, que percorreu os anos seguintes, até o ano de 2017. Nesses anos a economia brasileira começou a apresentar, tendências de recessões devido à deterioração do cenário político que o país enfrentava, com contrações no crescimento econômico.

No ano de 2017 os setores com encadeamentos para frente que influenciaram essa dinâmica foram os da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e da Indústria Baseada em Ciências. Para encadeamentos para trás foram os setores da Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade, da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e do setor de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, representando a queda mais

acentuada. Os setores que se mostraram potenciais para a economia avançar os limites do crescimento, de ciências e tecnologias, perderam dinamismo e seguiram o caminho demonstrado pelo desenho da cadeia produtiva brasileira do ano de 2018.

Chegando no ano de 2018 o índice de CE voltar a ter uma leve recuperação. Os setores que obtiveram participação nesse resultado, com os encadeamentos para frente foram os da Agricultura, da Indústria Intensiva em Recursos Naturais e Indústria Baseada em Ciências. Para o caso retrospectivo, ocorrem para os mesmos setores, incluindo o setor da Indústria Diferenciada. Isso demonstra que a economia brasileira, mesmo mantendo forte dependência e ligações relevantes dos setores bases, conseguiu criar relações fortes com setores de produto mais elaborados e de tecnologia. Contudo, durante o período de 2010 a 2018, o índice de complexidade estrutural apresentou uma taxa de crescimento da cadeia produtiva brasileira com variação de 0,006%, ilustrando mudança mínimas durante esses anos.

Durante 2010-2018 observa-se variação quase nula da complexidade estrutural da economia brasileira, indicando que a economia não conseguiu ter uma variação significativa nas suas relações intersetoriais. Apesar disso, apresentou uma inclinação positiva no último ano analisado, mesmo que mínima, indicando uma possível recuperação e criação de novos links interindustriais nos anos seguintes. Com os enfrentamentos da pandemia de saúde da COVID-19 que o mundo passou em 2020-2021, tornou qualquer possível melhora das atividades e estruturas econômicas da economia brasileira desaceleradas, e retroadas nos períodos atuais.

Esses resultados mostram que a estrutura produtiva da economia brasileira não conseguiu evoluir a densidade das suas cadeias, com elos significativos maiores para os anos estudados, apontando pouca variação da sua complexidade. Isso pode ser explicado por uma possível diminuição dos elos de ligações das atividades produtivas, ou destruição e criação de novas cadeias produtivas, que acabou mantendo a média do índice de CE constante durante os anos analisados dos segmentos estruturais. Assim como por parte de concentração de alguns encadeamentos setoriais e pela perda de outros links das cadeias brasileiras realocadas para outros blocos de países internacionalmente, e como observado nas mudanças das cadeias produtivas relevantes apresentadas para os anos de 2010 e 2018.

Costa (2017) relatou que esta tendência explicada pelo pouco nível de interligações entre os setores foi causada pela dependência produtiva da economia brasileira em relação à insumos intermediários e pela especialização do comércio de exportação de produtos dos setores primários de *commodities*. Sendo a dependência em especial dos setores de produtos como máquinas e equipamentos de transportes.

Também pode-se encarar a não evolução da complexidade da cadeia industrial, como o pouco desenvolvimento de cada setor, com as quedas nas interligações com as outras várias indústrias. Se uma indústria perde complexidade leva ao pouco crescimento de variadas indústrias complementares e vinculadas a ela, tornando menos efetivos os ganhos produtivos para a economia. E a ocorrência de uma fragilização da estrutura produtiva, além de uma perda da densidade, é a evolução da desindustrialização do país.

Costa (2017) realizou o mesmo estudo para o índice CE, mas, para a relação da economia brasileira em comparação com outros países, com uma matriz internacional dos anos de 1995 e 2011. Nesse estudo, o país já vinha com uma evolução negativa do seu índice de complexidade estrutural. Na variação entre os anos analisados, o país apresentou uma taxa de variação de crescimento de -2%. Em comparação com os resultados obtidos neste trabalho, tem-se a indicação de que a economia brasileira conseguiu melhorar o seu nível de complexidade, em comparação com anos anteriores, mesmo que ainda esteja com um nível quase nulo para o período de 2010-2018, de 0,006% de variação do crescimento.

Nesses mesmos anos, em comparação com outros países, ele encontrou que a taxa de crescimento do Índice de Complexidade Estrutural da China foi de 15%, enquanto, do Canadá foi de 8% e da Coreia do Sul de 6%, apontando o pouco desenvolvimento do índice no país frente às outras economias naqueles anos. Quando as estruturas produtivas se tornam menos complexas, no sentido que ocorre uma maior concentração das interligações e os setores dependem menos de outros setores como fornecedores de insumos para sua produção, os setores que compõem a demanda intermediária diminuirão na composição da produção total, diminuindo os efeitos de retroalimentação entre as cadeias produtivas dos setores.

5. CONCLUSÃO

Esta dissertação buscou analisar as ligações da cadeia produtiva brasileira através da matriz insumo-produto para os anos de 2010-2018, combinando os aspectos de distanciamento econômicos entre os setores produtivos e as forças das suas ligações. No segundo capítulo é apontada a importância da estrutura produtiva e sua influência no desenvolvimento econômico, com associações de impulso relevantes da indústria, especializações produtivas, e aspectos inovativos. Também, expõe-se sobre as cadeias produtivas e o desenho das suas ligações e encadeamentos nos elos entre os setores que representam as transações da economia e suas dinâmicas de produção inicial, intermediárias e finais, compondo a importância da circularidade das estruturas. Ainda, apontando os principais ensaios elaborados sobre essa metodologia, que demonstraram as características das economias globais e suas relevantes estruturas produtivas em função de cadeia produtiva.

A metodologia utilizada foi aplicada a partir da matriz insumo-produto com indicadores da literatura desenvolvidos por Dietzenbacher, Romero e Bosma (2005). Foram utilizados os indicadores de comprimento médio de propagação (Average Propagation Length – APL), que identificam os efeitos da distância econômica por dependência direta ou indireta entre os setores; o indicador de complexidade estrutural (CE), que combina a média dos indicadores de APLs para frente e para trás, caracterizando a composição total da estrutura, e sua evolução ao longo dos anos; e o indicador de força das ligações intersetoriais, verificando os efeitos das intermediações com maiores impulso ou força relevantes das cadeias produtivas. Buscou-se responder a problemática deste trabalho, a qual questionava quais são as principais cadeias produtivas relevantes dos setores da economia brasileira para os anos analisados e como se relacionam os efeitos diretos e indiretos entre eles.

Primeiramente, analisando os resultados encontrados para o índice de Complexidade Estrutural, a economia brasileira demonstrou que durante os anos de 2010 a 2018 ocorreu pouca evolução da sua taxa de crescimento de complexidade nas suas cadeias produtivas, com uma variação de 0,006%. Isso se traduz como mudanças estruturais mínimas de desenvolvimento de sua estrutura produtiva em função de cadeia produtiva e determina que o país não conseguiu evoluir na sua escala de transformação industrial e produtiva que seriam pontos chave para a evolução do seu desenvolvimento econômico.

As suas principais cadeias produtivas se iniciam com setores de forças da Agricultura e da Indústria Intensiva em Recursos Naturais que impulsionam a estrutura produtiva da economia de forma a produzir as capacidades de impulso de intermediações com os outros setores que pertencem aos encadeamentos produtivos dessas cadeias. Contudo, esses setores induzem pouco dinamismo e pouca complexidade de encadeamentos mais potentes, que ajudariam a economia brasileira a criar mais forças de crescimento de suas cadeias produtivas e um índice maior.

Esse resultado ainda indica que todos os setores que fazem parte da estrutura produtiva brasileira não conseguiram apresentar uma evolução cadencial nas suas transformações industriais, com quedas nas intermediações nos elos setoriais. Ou seja, quando os setores não ganham complexidade estrutural, todos os encadeamentos que possuem ligações complementares acabam não tendo ganhos produtivos e complexidade, desenvolvendo pouca densidade interindustriais.

No ano de 2010, os setores que criaram mais intermediações entre os outros setores foram os da Agricultura→Indústria Intensiva em Recursos Naturais→Indústria Intensiva em Trabalho→Indústria Intensiva em Escala; a da Indústria Intensiva em Recursos Naturais→Indústria Diferenciada→Construção e a da Indústria Intensiva em Recursos Naturais→Serviços de Informação→Intermediação Financeira e Seguros→Atividades Imobiliárias e Aluguel→Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade.

Com os setores de apoio produtivo com relevância sendo os setores da Indústria Intensiva em Recursos Naturais, com os setores da Indústria Intensiva em Trabalho, Indústria Intensiva em Escala, de Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água e Atividades Imobiliárias e Aluguel como demandantes. Assim como, os setores da Indústria Intensiva em Escala e Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, que possuem respectivamente como demandantes os setores da Indústria Intensiva em Recursos Naturais, Atividades Imobiliárias e Aluguel, Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água; e com o setor da Indústria Intensiva em Recursos Naturais.

O setor da Indústria Baseada em Ciências apresentou poucas intermediações relevantes com outros setores, além de não ser classificado como parte de nenhuma cadeia produtiva, como setor forte. Isso demonstra que esse setor detém tanto relações mais

diretas com outros setores, determinado por pouco encadeamento produtivo, como por uma produção menor na estrutura produtiva brasileira. Esse setor poderia ser mais explorado nas dinâmicas de incentivo governamentais e de estruturação para que futuramente a economia brasileira ganhe campos de pesquisa e desenvolvimento inovativos para acompanhar o desenvolvimento das grandes economias.

Já para o caso da Agricultura, tem-se as principais relações de encadeamentos indiretos e de força, impactando os outros setores em cadeias de longa duração, desempenhando tanto papel de setor forte na economia brasileira como de transpor efeitos para cadeias mais longas. Isso pode representar a pouca complexidade estrutural resultante para a economia brasileira no período analisado. Arend (2015) relatou que a especialização brasileira em setores de *commodities*, tornou sua estrutura imobilizada em termos de sua cadeia produtiva, com reduções de processo inovativos, impactando seu desenvolvimento.

Os links de cadeias produtivas curtas ficaram mais concentrados nos setores secundários e terciários, que apesar de não possuírem cadeias produtivas mais longas, demonstraram ter forças para serem classificados como parte de uma cadeia pelo índice de Ligações Intersetoriais. Isso foi observado em setores como da Indústria Intensiva em Trabalho, de Escala, setor da Construção e de Serviços. Essa poderia ser outra oportunidade de desenvolvimento de potenciais setores que apresentam capacidade de impulso que poderiam ser explorados para conseguirem contribuir e criar mais encadeamentos, se tornando cadeias produtivas com mais intermediações indiretas com mais setores da economia brasileira sendo impulsionados.

No ano de 2018 a composição das principais cadeias produtivas teve uma modificação com perda de alguns encadeamentos. As intermediações das cadeias foram da Agricultura→Indústria Intensiva em Recursos Naturais→Indústria Intensiva em Trabalho e da Indústria Intensiva em Recursos Naturais→Serviços de Informação→Intermediação Financeira e Seguros→Outros Serviços. Apesar das perdas de elos produtivos, a evolução de sua complexidade econômica se manteve quase inalterada ao longo dos anos analisados, com uma taxa de crescimento de 0,006% durante 2010-2018.

Os setores que contribuíram para essa evolução foram verificados pelas médias dos APLs para frente e para trás (FA e BA). Para os encadeamentos para frente, os setores que mostraram uma variação negativa durante os anos foram responsáveis pelos setores da Administração, Saúde, Educação Pública e Seguridade, Intermediação Financeira e Seguros e da Agricultura. Para os encadeamentos para trás, foram os setores de Outros Serviços, Atividades Imobiliárias e Aluguel, Intermediação Financeira e Seguros e Indústria Diferenciada.

Já os setores que apresentaram uma maior variação positiva durante os anos foram os setores, para encadeamentos para frente, da Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água, Transporte, Armazenagem e Correio, Indústria Intensiva em Escala e Outros Serviços. Para os casos de encadeamentos para trás, foram os setores da Agricultura, Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água e Transporte, Armazenagem e Correio.

Algumas ligações foram perdidas no ano de 2018, mantendo principalmente as cadeias produtivas com links de encadeamentos com os setores de Agricultura e da Indústria Intensiva em Recursos Naturais. Os caminhos de intermediações ficaram mais curtas, o que indica que apesar da economia brasileira perder alguns elos, outros se fortaleceram para que o índice de Complexidade Estrutural não se altere tanto.

Esse conjunto de resultados responde as problemáticas apresentadas inicialmente e confirma a hipótese estabelecida. A economia brasileira precisa encontrar novas transformações em suas estruturas produtivas para conseguir estabelecer um novo patamar de ligações entre os setores robusto que gere crescimento de todo o arcabouço das intermediações na cadeia produtiva e seu desenvolvimento econômico.

Um futuro trabalho poderá continuar essa pesquisa tentando determinar as cadeias produtivas brasileiras por regiões geográficas, através de matrizes regionais. O que acrescentaria e integraria as análises setoriais e regionais, podendo contribuir para além de entender os setores mais influentes e importantes para a economia, quais as regiões que desempenham em conjunto esse papel.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F.; DIAS, J.; LOPES, J. C. (2007). Complexity as interdependence in input output systems. *Environment and Planning A* 2007, volume 39, pages 1770-1782.
- AMES, E.; YAN, C-S. (1965). Economic Interrelatedness. *The Review of Economic Studies* - Vol. 32, No. 4 (Oct., 1965), pp. 299-310 (12 pages). Published By: Oxford University Press.
- ARAÚJO JR., J. T. (2013). Fragmentação da produção e competitividade internacional: o caso brasileiro. *Cadeias Globais de Valor*. RBCE – 115.
- ARAÚJO, E. C.; PERES, S. C. (2018). Política Cambial, Estrutura Produtiva e Crescimento Econômico: Fundamentos Teóricos e Evidências Empíricas para o Brasil no período 1996-2012. *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 36, n. 69, p. 67-107, mar. 2018. 67 DOI: [dx.doi.org/10.22456/2176-5456.57748](https://doi.org/10.22456/2176-5456.57748).
- AREND, M. 50 anos de industrialização do Brasil (1955-2005): uma análise evolucionária. 2009. 251 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- AREND, M. (2015). A industrialização do Brasil ante a nova divisão internacional do trabalho. *Texto para Discussão*, No. 2105, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília.
- BNDES. O Crescimento da Economia Brasileira 2018-2023. *Perspectivas DEPEC*, 2018.
- BRESSER-PEREIRA, L.C.; NAKANO, Y. Crescimento econômico com poupança externa? *Revista de Economia Política*, v. 23, n. 2, p. 3-27, 2003.
- CARNEIRO, R. M. Impasses do desenvolvimento brasileiro: a questão produtiva. *Campinas: Instituto de Economia/Unicamp (Textos para Discussão n. 153)*, 2008.
- CARVALHEIRO, N. (1998). Observações sobre a elaboração da matriz de insumo-produto. *PESQUISA & DEBATE*, SP, volume 9, número 2(14), p. 139-157.
- CASTILHO, CARVAJAL, BOASSI, VIDAL,. (2019). La Evolución Económica de la Región de los ríos desde su creación, a partir de um análisis input-output. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol. 3-1, 2019. Págs. 170-191.
- CEPAL. (2014). Mudança estrutural para a igualdade - Uma visão integrada do desenvolvimento. *Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)* Santiago do Chile, abril de 2014.
- CHENERY H. B. (1975). The Structuralist Approach to Development Policy. *The American Economic Review*, Vol. 65, No. 2, *Papers and Proceedings of the Eighty-seventh Annual Meeting of the American Economic Association* (May, 1975), pp. 310-316.

CHENERY, H. (1975). The Structuralist Approach to Development Policy. *The American Economic Review*, Vol. 65, No. 2, Papers and Proceedings of the Eighty-seventh Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1975), pp. 310-316.

COSTA, V. G. K. Entre similaridades e diferenças nos padrões de comércio exterior e de estrutura produtiva do Brasil e do México: uma análise a partir de matrizes de insumo-produto. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

DIETZENBACHER, E. (1992). The measurement of interindustry linkages - Key sectors in the Netherlands. 0264-9993/92/040419-19 © 1992 Butterworth-Heinemann Ltd.

DIETZENBACHER, E. and ROMERO, I. (2007): “Production Chains in an Interregional Framework: Identification by Means of Average Propagation Lengths”, *International Regional Science Review*, 30, 362-383.

DIETZENBACHER, E. LUNA, I. R. BOSMA, N. S. Using Average Propagation Lengths to Identify Production Chains in the Andalusian Economy. *Estudios de Economía Aplicada* – Vol.23-2, 2005.

DIETZENBACHER, E.; LINDEN, V. D. (1997). Sectoral and Spatial Linkages in the EC Production Structure. *Journal of Regional Science*, Volume 37, Issue 2. Pages 235-257.

DOSI, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*. Volume 11, Issue 3, June 1982, Pages 147-162.

FAGERBERG, J. Technological progress, structural change and productivity growth: a comparative study. *Structural Change and Economic Dynamics*, v.11, nº 4, Dec. 2000.

FILIPPO, A. D. (2009). Estructuralismo latinoamericano y teoría económica. *REVISTA cepal 98 • AGOSTO 2009*.

FINN, J. T. Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows. *Journal of theoretical Biology*, v. 56, n. 2, pp. 363-380, 1976.

FINN, J. T. Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows. *Journal of theoretical Biology*, v. 56, n. 2, pp. 363-380, 1976.

FURTADO, C. (1920). *Introdução ao Desenvolvimento - Enfoque Histórico Estrutural* - Rio de Janeiro - PAZ E TERRA, 2000.

FURTADO, Celso. *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961a.

GALA, P.; ROCHA, I.; MAGACHO, G. (2018). A vingança dos estruturalistas: complexidade econômica como uma dimensão importante para avaliar crescimento e desenvolvimento. *Brazil. J. Polit. Econ.* 38 (2) • Apr-Jun 2018 • <https://doi.org/10.1590/0101-31572018v38n02a01>.

GHOSH, A. Input-Output Approach in an Allocation System. Source: *Economica*, New Series, Vol. 25, No. 97, Feb., 1958.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005. *Economia e Tecnologia. UFPR/TECPAR*, ano 6, v. 23, pp. 53-62, out./dez. 2010.

GUILHOTO, J.J.M.; PICERNO, A. E. (1995). Estrutura produtiva, setores-chave e multiplicadores setoriais: Brasil e Uruguai comparados. *RBH RIO DHJANBIRD* 49,(1): 35-61 JAN./MAR.1995.

GUILHOTO, J.J.M.; SESSO FILHO, U.A. Estimação da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais. *Economia Aplicada*, v. 9, n. 2. pp. 277-299, abr./jun. 2005.

HERMIDA, C, C; XAVIER, C., L. (2017). Competitividade internacional do Brasil à luz da fragmentação da produção e das cadeias globais de valor. *Rev. Bras. Inov., Campinas (SP)*, 17 (2), p. 345-376.

HIRSCHMAN, A. O. *The strategy of economic development*. New Haven, Yale University Press, 1958.

HIRSCHMAN, A.O. (1958): *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven. THIRLWALL, A. P. A plain man's guide to kaldor's growth laws. *Journal of Post Keynesian Economics*, Taylor & Francis, v. 5, n. 3, p. 345-358, 1983.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Desindustrialização e os dilemas do crescimento econômico recente*. São Paulo, maio, 2007.

JOHNSON, T. G.; BASU, R. (1996). The development of a measure of intersectoral connectedness by using structural path analysis. *Environment and Planning A* 1996, volume 28, pages 709-730.

KALDOR, N. *Strategic factors in economic development*. New York State School of Industrial and Labor Relations, 1967.

KUZNETS, S. (1959). *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 7, No. 3, Apr., 1959. Part 2. Published by: The University of Chicago Press. <https://www.jstor.org/stable/i248293>.

KUZNETS, S. On comparative study of economic structure and growth of nations. In: *The Comparative Study of Economic Growth and Structure*. NBER, 1959. p. 162-176.

LALL, S. (2000). *The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98*. Oxford Development Studies, Vol. 28, No. 3.

- LEONTIEF, W. (1936). "Quantitative Input-Output Relations in the Economic Systems of the United States". *Review of Economics and Statistics*, 18, pp. 105-25.
- LEONTIEF, W. (1986). *Input-Output Economics*. Segunda Edição. New York: Oxford University Press.
- LEWIS, W. A. *Economic development with unlimited supplies of labour*. Manchester: Manch School, 1954. v. 22, p. 139–191.
- MARCATO, M. B.; ULTREMARE, F. O. (2015). Estrutura produtiva e o sequestro da produção doméstica: uma análise insumo-produto do vazamento de demanda. *Revista de Economia*, v. 41, n. 2 (ano 39), p. 175-200, mai./ago. 2015.
- MARTINS, T. M. MARTINELLI, D. P. Índice de desenvolvimento setorial: uma proposta para analisar o ciclo de vida dos setores industriais. *R.Adm.*, São Paulo, v.44, n.2, p.87-101, abr./maio/jun. 2009.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. *Input-output analysis: foundations and extensions*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2009. 464p.
- MILLER, R.E. AND LAHR, M.L. (2001) A taxonomy of extractions, in: M.L. Lahr and R.E. Miller (eds) *Regional Science Perspectives in Economic Analysis* (Amsterdam, North Holland), pp. 407-441.
- MORRONE, H. Which sectors to stimulate first in Brazil? Estimating the sectoral power to pull the economy out of the recession. In: *Anais eletrônicos... Encontro Nacional de Economia*, 43, Foz do Iguaçu, ANPEC, 2016.
- MORRONE, H.; VALIATI, L. (2019). The cultural sector's productive chain in Brazil: estimation and structural change from 2011 to 2015. *Nova Economia* - v.29 n.especial p.1171-1194 2019.
- MURPHY, F.; BLIN, J. M. (1974). On Measuring Economic Interrelatedness. *The Review of Economic Studies*. Vol. 41, No. 3 (Jul., 1974), pp. 437-440 (4 pages). Published By: Oxford University Press.
- MYRDAL, Gunnar. 1968. *Teoria Econômica e Regiões Subdesenvolvidas*. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Saga, 1968.
- NAKABASHI, L.; SCATOLIN, F. D.; CRUZ, M. J. V. (2010). Impactos da Mudança Estrutural da Economia Brasileira sobre o seu Crescimento. *R. Econ. contemp.*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 237-268, maio/ago. 2010.
- NASSIF, A. Há evidências de desindustrialização no Brasil? *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 28, n. 1, pp. 72-96, jan./mar. 2008.
- NASSIF, A., Feijó, C., and Araújo, E. (2015). Structural change and economic development: is Brazil catching or falling behind?. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 39, no. 5: 1307-1332, 2015.
- NURKE, R. (1953). *Problems of Capital Formation in Underdeveloped Countries*. Pp. vii, 163. New York: Oxford University Press, 1953.

NURKSE, R. (1961). *International Trade Theory and Development Policy*. Economic Development for Latin America pp 234–274.

OCAMPO, J. A.; RADA, C.; TAYLOR, L. (2009). *Economic Structure, Policy and Growth in Developing Countries*. New York: Columbia University Press.

OECD (1987) *Structural Adjustment and Economic Performance*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.

OOTERHAVEN, J. BOUWMEESTER, M. C. The Average Propagation Length: Conflicting Macro, Intra-industry, and Interindustry Conclusions. *International Regional Science Review* 2013 36: 481 originally published online 30 April 2013.

PALMA G. (2005) “Quatro fontes de desindustrialização e um novo conceito de Doença Holandesa”. Trabalho apresentado na Conferência de Industrialização, Desindustrialização e Desenvolvimento, FIESP e IEDI. Centro Cultural da FIESP, 28 de Agosto de 2005.

PASINETTI, L. L. (1993). *Structural Economic Dynamics . A theory of the economic consequences of human learning*. Cambridge University Press, 1993.

PASSONI, P. A.; FREITAS, F. (2017). Estrutura produtiva e indicadores de encadeamento na economia brasileira entre 2010 e 2014: uma análise multisetorial baseada no modelo insumo-produto. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação. JEL: C67, O14.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, Amsterdam, v. 13, n. 6, pp. 343-373, 1984.

PEREIRA, W., M. CARIO, S., A., F. Indústria, Desenvolvimento Econômico e Desindustrialização: Sistematizando o debate no Brasil. *Econ. e Desenv.*, Santa Maria, vol. 29, n.1, p. 587 – 609, jan. – jul. 2017.

PREBISCH, R. (1949). O Desenvolvimento Econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais. *Boletín económico de América Latina*, vol. VII, n° 1, Santiago do Chile, 1962. Publicação da Organização das Nações Unidas, n° de venda: 62.II.G.I.

RASMUSSEN, P. *Studies in inter-sectoral relations*. Copenhagen: Einar Harks, 1956.

REVILLA, D.; GARCIA-ANDRES, A.; SANCHES-JUAREZ, I. (2015). Identification of Key Productive Sectors in the Mexican Economy. *Expert Journal of Economics*, Volume 3 , Issue 1 , pp . 22 -39 , 2015 © 2015 The Authors. Published by Sprint Investif y. ISSN 2359 -7704.

RODRIGUES; C. F. S.; SCHMIDT FILHO, R. (2017). O Processo de Industrialização Brasileiro: Repercussões e Perspectivas. *A Economia em Revista - Volume 25 - Número 1 - Junho de 2017*.

ROMERO, I., DIETZENBACHER, E. HEWINGS, G. Fragmentation and complexity: analyzing structural change in the Chicago regional economy. *Revista de Economía Mundial*, nº 23, p. 263-282, 2009.

ROMERO, J. P., Silveira, F., & Jaime Jr, F. G. (2011). Brazil: Structural change and balance-of-payments constrained growth. *CEPAL Review*, 105, 173–195.

ROSENBERG, N. (1976) *Perspectives on Technology*. Cambridge, Cambridge University Press.

ROSENSTEIN-RODAN, P. N. (1943). Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe. *The Economic Journal*, Volume 53, Issue 210/211 (Jun. – Sep.; 1943), 202-211.

SESSO FILHO, U. A.; BRENE, P. R. A.; RANGEL, R. R.; SESSO, P. P. (2021). Estrutura Produtiva da Economia Brasileira e Setores Chave para o Desenvolvimento. *REPAE – Revista Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia* Volume 7, número 2 – 2021 ISSN: 2447-6129.

SINGER, H. W. U.S. Foreign Investment in Underdeveloped Areas: The Distribution of Gains between Investing and Borrowing Countries. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, v. 40, p. 473-485, 1950.

STREET, J. H; JAMES, D. D. (1982). Institutionalism, Structuralism, and Dependency in Latin America. *Journal of Economic Issues*, 16:3, 673-689, DOI: 10.1080/00213624.1982.11504027.

THIRLWALL, A. P. E; HUSSAIN, M. N. The balance of payments constraint, capital flows and growth rate differences between developing countries. *Oxford Economic Papers*, v. 34, n. 3, p. 498-510, 1982.

VIEIRA, P. A.; OURIQUES, H. R.; AREND, M. (2020). A posição do Brasil frente à Indústria 4.0: mais uma evidência de rebaixamento para a periferia?. *OIKOS* (Rio de Janeiro), Vol. 19, No 3 (2020).

WATANABE, T.; CHENERY, H. B. (1958). International Comparisons of the Structure of Production. *Econometrica*. Vol. 26, No. 4 (Oct., 1958), pp. 487-521 (35 pages). Published By: The Econometric Society.

YAMADA, M. (2015). Construction of a multi-regional input-output table for Nagoya metropolitan area, Japan. *Yamada Journal of Economic Structures* (2015) 4:11 DOI 10.1186/s40008-015-0022-7.

YANG, Z. GUAN, G. FANG, H. XUE, X. Average propagation length analysis for the change trend of China's construction industry chain. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 2021.

ANEXO:

ANEXO A – Agregação das classificações dos 68 setores para 12 setores

Classificação para 12 setores	Classificação para 68 setores
Agricultura	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita
	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária
	Produção florestal; pesca e aquicultura
Indústria Extrativa	Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos
	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio
	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração
	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos
Indústria de Transformação	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca
	Fabricação e refino de açúcar
	Outros produtos alimentares
	Fabricação de bebidas
	Fabricação de produtos do fumo
	Fabricação de produtos têxteis
	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios
	Fabricação de calçados e de artefatos de couro

	Fabricação de produtos da madeira
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
	Impressão e reprodução de gravações
	Refino de petróleo e coquerias
	Fabricação de biocombustíveis
	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
	Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos
	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos
	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos
	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças
	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores

	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
	Água, esgoto e gestão de resíduos
Construção	Construção
Comércio	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas
	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
Transporte, armazenagem e correio	Transporte terrestre
	Transporte aquaviário
	Transporte aéreo
	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
Serviços de informação	Edição e edição integrada à impressão
	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem
	Telecomunicações
	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
Intermediação Financeira e seguros	Intermediação financeira, seguros e

	previdência complementar
	Atividades imobiliárias
	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas
Atividades imobiliárias e aluguel	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D
	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
Outros serviços	Outras atividades administrativas e serviços complementares
	Atividade de vigilância, segurança e investigação
	Alojamento
	Alimentação
	Saúde privada
	Educação privada
	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos
	Organizações associativas e outros serviços pessoais
	Serviços domésticos
Administração, saúde, educação pública e seguridade	Administração pública, defesa e seguridade social
	Educação pública
	Saúde pública

Classificação para indústria	Classificação para 34 setores
Indústria Intensiva em Recursos Naturais	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos
	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio
	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração
	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos
	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca
	Fabricação e refino de açúcar
	Outros produtos alimentares
	Fabricação de bebidas
	Fabricação de produtos do fumo
	Fabricação de produtos da madeira
	Refino de petróleo e coquerias
	Fabricação de biocombustíveis
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	
Indústria Intensiva em Trabalho	Fabricação de produtos têxteis
	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios
	Fabricação de calçados e de artefatos de couro
	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos

	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas
Indústria Intensiva em Escala	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos
	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças
	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores
	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
Indústria Diferenciada	Impressão e reprodução de gravações
	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos
	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
Indústria Baseada em Ciências	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos

APÊNDICE C - Abreviação dos 15 setores da economia brasileira

Agregação para 15 setores	Nº	Abreviação
Agricultura	1	AG
Indústria Intensiva em Recursos Naturais	2	IR
Indústria Intensiva em Trabalho	3	IT
Indústria Diferenciada	4	ID
Indústria Intensiva em Escala	5	IE
Indústria Baseada em Ciências	6	IC
Produção e distribuição de eletricidade, gás e água	7	PE
Construção	8	CT
Comércio	9	CM
Transporte, armazenagem e correio	10	TC
Serviços de informação	11	SI
Intermediação Financeira e seguros	12	IF
Atividades imobiliárias e aluguel	13	AM
Outros serviços	14	OS
Administração, saúde, educação pública e seguridade	15	AS