

UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL
ESCOLA DE NEGÓCIOS
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

LORENZO REA

**A EVOLUÇÃO DOS SETORES INDUSTRIAIS INTENSIVOS EM
TECNOLOGIA NO BRASIL ENTRE 2000 E 2015: UMA ANÁLISE
DOS MULTIPLICADORES E DO ENCADEAMENTO ATRAVÉS DA
MATRIZ INSUMO-PRODUTO**

São Caetano do Sul

2022

LORENZO REA

**A EVOLUÇÃO DOS SETORES INDUSTRIAIS INTENSIVOS EM
TECNOLOGIA NO BRASIL ENTRE 2000 E 2015: UMA ANÁLISE
DOS MULTIPLICADORES E DO ENCADEAMENTO ATRAVÉS DA
MATRIZ INSUMO-PRODUTO**

**Monografia apresentada à
Graduação em Ciências
Econômicas da Universidade
Municipal de São Caetano do Sul
(USCS), como requisito parcial para
obtenção do Grau de Bacharel de
Ciências Econômicas.**

Orientador: Prof. Dr. Lucio Flavio da Silva Freitas

São Caetano do Sul

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Rea, Lorenzo

A evolução dos setores industriais intensivos em tecnologia no Brasil entre 2000 e 2015: uma análise dos multiplicadores e do encadeamento através da Matriz Insumo-Produto

Monografia: Universidade Municipal de São Caetano do Sul

Orientador: Prof. Dr. Lucio Flavio da Silva Freitas

PALAVRAS-CHAVE: DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, INTENSIDADE TECNOLÓGICA, MATRIZ INSUMO-PRODUTO, IMPACTO NA CADEIA

REITOR DA UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL – USCS

Prof. Dr. Leandro Campi Prearo

PRÓ-REITOR DE GRADUAÇÃO

Prof. Ms. Silton Marcel Romoboli

COORDENADOR DO CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Prof. Dr. Volney Aparecido Gouveia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meus agradecimentos a Deus, pela força que sempre me dá e pela sua presença em todos os momentos da minha vida. Agradeço ao Professor Lucio Freitas, que acompanhou minha trajetória na universidade desde o primeiro ano e com o qual tive o prazer de trabalhar na ocasião de duas iniciações científicas e nesta monografia: agradeço-lhe as preciosas e numerosas contribuições e sugestões, desde os anos anteriores até este, assim como a ampla disponibilidade sempre demonstrada. Agradeço aos demais professores, que me formaram como aluno e economista, inspirando-me a dar o melhor de mim por esta ciência. Agradeço à Universidade, pelas ferramentas colocadas à disposição, pelo ambiente de estudos, pelas bolsas que foram disponibilizadas. Agradeço à minha família, pelo apoio e pela presença fundamental e insubstituível. Agradeço também aos meus colegas, que fizeram parte deste caminho e que renderam mais divertidas nossas aulas na Universidade. Enfim, obrigado!

Lorenzo Rea

RESUMO

No contexto do desenvolvimento socioeconômico das nações, as teorias mais recentes, como aquela da complexidade econômica, evidenciam o papel fundamental exercitado pela tecnologia no processo de alcance das potências desenvolvidas. Para desenvolver-se, é necessário que os setores mais intensivos da economia cresçam, fazendo com que o sistema econômico se beneficie da inovação e da consequente maior produtividade, instaurando um ciclo virtuoso de crescimento de produto e salários. O grau de domínio tecnológico de uma cadeia produtiva é portanto sinal de quanto, no fundo, um país é economicamente desenvolvido. Na seguinte pesquisa, a partir desta constatação fundamental, buscou-se analisar a evolução do impacto na cadeia produtiva dos subsetores da indústria de transformação brasileira divididos segundo grau de intensidade tecnológica, para verificar se os subsetores mais intensivos no uso da tecnologia estão se tornando mais ou menos importantes na matriz econômica brasileira no período entre 2000 e 2015.

Palavras-chave: desenvolvimento econômico, indústria de transformação, intensidade tecnológica, Matriz Insumo-Produto, impacto na cadeia.

Códigos JEL: C67, O10, O14

ABSTRACT

In the context of the socioeconomic development of nations, the most recent theories, such as that of economic complexity, show the fundamental role played by technology in the process of reaching developed powers. In order to develop, it is necessary for the most intensive sectors of the economy to grow, making the economic system benefit from innovation and the consequent greater productivity, establishing a virtuous cycle of product and wage growth. The degree of technological mastery of a production chain is therefore a sign of how economically developed a country is. In the following research, based on this fundamental finding, an attempt was made to analyze the evolution of the impact on the production chain of the subsectors of the Brazilian manufacturing industry divided according to the degree of technological intensity, to verify whether the subsectors that are more intensive in the use of technology are becoming more or less important in the Brazilian economic matrix in the period between 2000 and 2015.

Keywords: economic development, manufacturing industry, technological intensity, Input-Output Matrix, impact on the chain.

JEL Codes: C67, O10, O14

LISTA DE ABREVIações

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MIP - Matriz Insumo-Produto

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média do Coeficiente de penetração dos insumos intermediários importados por intensidade tecnológica na indústria de transformação brasileira.....	29
Tabela 2 - Exemplo de Matriz de Leontief para 3 setores.....	33
Tabela 3 - Média dos multiplicadores para trás por setor.....	45
Tabela 4 - Participação dos setores nas MIPs do IBGE.....	46
Tabela 5 - Média dos índices de encadeamento para trás por setor (2000, 2005).....	47
Tabela 6 - Média dos índices de encadeamento para trás por setor (2010, 2015).....	48
Tabela 7 - Média dos multiplicadores para frente por setor.....	49
Tabela 8 - Média dos índices de encadeamento para frente por setor (2000, 2005).....	50
Tabela 9 - Média dos índices de encadeamento para frente por setor (2010, 2015).....	50
Tabela 10 - Média dos multiplicadores para trás por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação.....	51
Tabela 11 - Média dos índices de encadeamento para trás por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação.....	52
Tabela 12 - Média dos multiplicadores para frente por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação.....	53
Tabela 13 - Média dos índices de encadeamento para frente por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação.....	54
Tabela 14 - Quantidade de setores-chave por grupo de intensidade tecnológica.....	55
Tabela 15 - Classificação dos grupos tecnológicos da indústria de transformação por impacto para trás na cadeia.....	57
Tabela 16 - Classificação dos grupos tecnológicos da indústria de transformação por impacto para frente na cadeia.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação tecnológica da OCDE para os produtos da indústria de transformação.....	41
Quadro 2 - Classificação tecnológica da OCDE para os setores da indústria de transformação da MIP nível 55 do IBGE.....	42
Quadro 3 - Classificação tecnológica da OCDE para os setores da indústria de transformação da MIP nível 67 do IBGE.....	44
Quadro 4 - Resultados para o ano de 2000 na cadeia à montante.....	66
Quadro 5 - Resultados para o ano de 2000 na cadeia à jusante.....	68
Quadro 6 - Resultados para o ano de 2005 na cadeia à montante.....	71
Quadro 7 - Resultados para o ano de 2005 na cadeia à jusante	73
Quadro 8 - Resultados para o ano de 2010 na cadeia à montante.....	76
Quadro 9 - Resultados para o ano de 2010 na cadeia à jusante.....	79
Quadro 10 - Resultados para o ano de 2015 na cadeia à montante.....	82
Quadro 11 - Resultados para o ano de 2015 na cadeia à jusante.....	85

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. VISÃO ACERCA DO DESENVOLVIMENTO	15
3. COMO O PROGRESSO TÉCNICO PODE CONTRIBUIR PARA O DESENVOLVIMENTO?	22
4. ESTADO DA ARTE	26
5. METODOLOGIA	31
5.1 Construção da Matriz de Leontief.....	32
5.2 Variações da Matriz de Leontief.....	34
5.3 Indicadores.....	36
5.3.1 Multiplicador para trás (Backward Linkage).....	36
5.3.2 Multiplicador para frente (Forward Linkage).....	37
5.3.3 Índice de encadeamento para trás.....	39
5.3.4 Índice de encadeamento para frente.....	40
5.4 Classificação por grau de intensidade tecnológica.....	40
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1 Multiplicadores e índices de encadeamento para trás dos setores econômicos.....	45
6.2 Multiplicadores e índices de encadeamento para frente dos setores econômicos.....	48
6.3 Multiplicadores e índices de encadeamento para trás para os subsetores da indústria de transformação segundo o grau de intensidade tecnológica.....	51
6.4 Multiplicadores e índices de encadeamento para frente para os subsetores da indústria de transformação segundo o grau de intensidade tecnológica.....	53
6.5 Discussão sobre os resultados apresentados pelos quatro grupos de intensidade tecnológica e comparações.....	56
6.6 Os subsetores intensivos em tecnologia se tornaram mais ou menos importantes na cadeia produtiva?.....	58
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS E APÊNDICES	66

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é um país que se encontra em posição intermediária no processo de *catching-up* das potências desenvolvidas e complexas, conhecida como “armadilha da renda média”. Trata-se de uma armadilha porque considera-se um estágio do estado de desenvolvimento de difícil superação, que só poucos países foram capazes de ultrapassar nas últimas décadas, como Coreia do Sul, e Israel (ZAGATO et al., 2019). O Brasil, além de ter-se industrializado só parcialmente, dada a ausência de um setor de bens de capital robusto internamente, sofre com uma carência evidente de tecnologia aplicada ao processo produtivo. O Ranking da Complexidade (2019) coloca o Brasil na 53ª posição mundial de complexidade, tendo perdido 28 posições desde 1995, quando ocupava a posição n. 25. No mesmo período, a China ganhou 30 posições, do 46º lugar em 1995 até o 16º no ano de 2019.

A partir destas considerações acerca do estado intermediário do Brasil nesse movimento, a pesquisa objetiva indagar qual foi a evolução entre 2000 e 2015 dos subsetores industriais intensivos em tecnologia, averiguando se estes se tornaram mais ou menos importantes na cadeia produtiva nacional, com base na análise dos índices de encadeamento e de seus multiplicadores. Os índices de encadeamento e os multiplicadores, podem ser de dois tipos: para frente, se considera-se o impacto de um setor na cadeia a jusante, ou seja, nos demais setores que comprarão o produto deste setor com insumo; para trás, se considera-se o impacto de um setor na sua cadeia a montante, ou seja, nos setores que estão produzindo insumo para este setor, como consequência de uma demanda final para este.

Em geral, se os índices de encadeamento destes setores aumentam, isto quer dizer que estes possuem um peso maior na cadeia nacional, indicando um impacto acima da média na cadeia produtiva; alternativamente, se os índices de encadeamento destes setores diminuem, então aponta-se para um menor impacto da cadeia produtiva nacional. Para cálculo destes indicadores se fará uso das Matrizes Insumo-Produto disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A evolução do nível de encadeamento dos subsetores industriais intensivos em tecnologia ajudará a apontar para que direção estão indo os setores com maior incorporação tecnológica, que também devem ser os mais complexos, se usarmos a hipótese razoável de que os setores mais intensivos em tecnologia correspondem a aqueles de maior complexidade econômica. Assim, a análise dos índices de encadeamento dos setores industriais distintos por nível tecnológico, bem como de seus multiplicadores, deverá apontar se os setores mais complexos da economia estão caminhando na direção de tornar-se mais importante na cadeia produtiva nacional, ou, pelo contrário, menos importantes no sistema econômico brasileiro.

Ocorrerá inclusive uma comparação entre os setores mais intensivos em tecnologia, setores industriais de alta tecnologia e média-alta tecnologia segundo classificação da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

(OCDE) e os setores menos intensivos no uso da tecnologia, os setores industriais de média-baixa tecnologia e baixa tecnologia, com base na mesma classificação tecnológica. Esta comparação permitirá considerar as diferenças no tamanho do impacto na cadeia produtiva das atividades industriais com base no nível tecnológico de cada uma destas.

2. VISÕES ACERCA DO DESENVOLVIMENTO

A realidade é complexa e desafiadora. Encontrar soluções para problemas que se dão no meio das sociedades do século XXI é tarefa nada fácil. Problemas políticos, sociais, econômicos se apresentam e solicitam uma cura, no entanto, encontrar um remédio no campo das ciências sociais é uma questão nebulosa e que gera debates intermináveis.

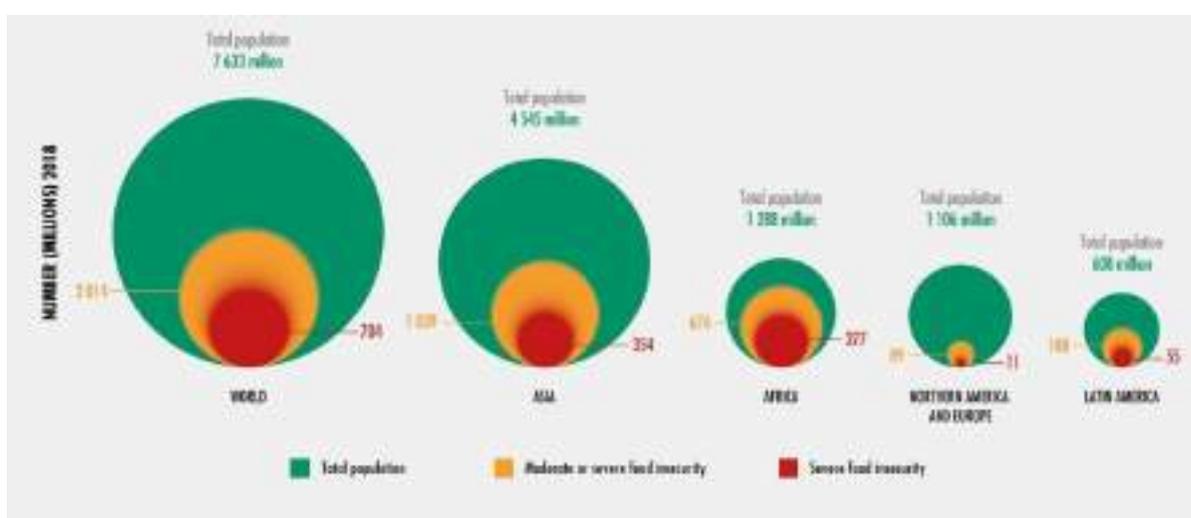
Todas as pessoas desejam algo melhor para si: viver bem, ter suas necessidades satisfeitas, claramente, só alguns conseguem. As sociedades do século XXI são complexas, multifacetadas e diversas. São também muito extensas, com uma população antes nunca vista no nosso planeta. E a grandeza da população mundial traz à tona uma dimensão sempre mais visível ao redor do mundo: a exclusão. Nem todos conseguem usufruir dos mesmos benefícios e conduzir uma vida agradável e digna. Satisfazer as necessidades de todos, nesse cenário, torna-se uma tarefa mais do que desafiadora. Como garantir que todos os países e suas populações tenham acesso a recursos básicos para sobreviver, tais como água, alimentação, saneamento, iluminação, quando os recursos são escassos e o crescimento populacional foi, pelo menos até agora, imparável? Segundo relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2019), em 2018 o número de pessoas em grave ou moderada insegurança alimentar no mundo foi de aproximadamente 2 bilhões, o que corresponde a mais de um quarto (26,4%) da população mundial. Destas, só 4,4% encontram-se na América do Norte e na Europa, enquanto 51,6% estão na Ásia, 33,6% estão na África e 9,3% habitam na América Latina. Comparando as populações, por exemplo, a Europa e a América do Norte possuem 14,5% da população mundial, o que é similar ao valor da África, cuja população representa 16,9% da população do planeta, no entanto, a participação destes continentes no total de pessoas malnutridas e desnutridas no mundo, como já visto, é muito diferente. Entende-se assim que existe uma clara discrepância entre os continentes no que diz respeito às possibilidades de prover alimentação para as pessoas (ver Figura 1). Essa discrepância, por sua vez, está inevitavelmente relacionada ao grau de desenvolvimento das sociedades existentes, mas o que se entende por desenvolvimento?

O termo desenvolvimento pode estar sujeito a diversas conotações e interpretações distintas. Para Amartya Sen, prêmio Nobel de Economia em 1998, o desenvolvimento corresponde à ampliação das liberdades substantivas do

indivíduo. Por liberdades substantivas entendem-se aquelas que garantem ao indivíduo a liberdade fundamental de viver, como evitar fome, desnutrição, doenças e mortalidade precoce, mas também os direitos de exercer a cidadania, participar da vida política e pública, ter acesso à educação e participar da força de trabalho (KANG, 2011). No conceito de desenvolvimento que Sen propõe, as sociedades desenvolvem-se quando as liberdades substantivas são ampliadas. Não existe desse ponto de vista, sociedades desenvolvidas e não desenvolvidas, mas existem nações que se encontram em diferentes estágios de desenvolvimento, aqui entendido como humano. Quanto mais essas liberdades forem ampliadas, maior será portanto o grau de desenvolvimento de um certo país.

Figura 1

Concentração e distribuição da insegurança alimentar nas regiões do planeta



Fonte: FAO, 2019

Afirma-se assim que para alcançar elevado nível de desenvolvimento humano ocorra prover liberdades básicas, mas, para prover tais liberdades, é indispensável ter acesso a recursos que permitam à estas de crescerem, é necessário articular a exploração dos recursos para obter melhorias para a sociedade. É impossível combater a fome sem a produção e distribuição adequadas de alimentos, assim como sem uma estrutura produtiva que garanta certo nível de renda. Em última instância, ainda que a melhoria das condições de vida de uma sociedade não seja exclusivamente dependente da dimensão econômico-produtiva, são as bases econômicas que determinam a possibilidade de expansão das liberdades humanas e a concretização do desenvolvimento. Essas bases podem ser vistas como o acesso adequado a recursos, a capacidade de uso destes para fins produtivos, a organização tecnológica da produção, a disponibilidade de capital humano e físico. Sociedades muito aquém das condições básicas de existência humana digna são geralmente sociedades onde faltam as bases acima mencionadas.

O desenvolvimento nesse sentido, como melhoria das condições de vida de uma sociedade, é um objetivo de todas as nações que para muitos permaneceu até agora somente como um sonho. Mas no fundo, o que explica o diferente estado de desenvolvimento social e econômico dos países? Ou seja, porque algumas nações conseguiram desenvolver-se, econômica e humanamente, e outras não? Quais são os fatores determinantes para o progresso e como fomentar esse processo?

Antes de tudo, na visão de Bresser-Pereira (2006) temos que:

O desenvolvimento econômico é um fenômeno histórico que passa a ocorrer nos países ou Estados-nação que realizam sua revolução capitalista; é o processo de sistemática acumulação de capital e de incorporação do progresso técnico ao trabalho e ao capital que leva ao aumento sustentado da produtividade ou da renda por habitante e, em consequência, dos salários e dos padrões de consumo de uma determinada sociedade. (BRESSER-PEREIRA, 2006, p. 2)

Esse conceito coloca visivelmente como resultado fundamental do desenvolvimento econômico o aumento da renda e a melhoria dos padrões de consumo de uma sociedade. Tem também, como instrumento para esse fim, a acumulação de capital e o progresso técnico da produção, com a aplicação de tecnologia ao processo produtivo, elevando a produtividade dos fatores de produção. Central, portanto, para a ocorrência do processo de desenvolvimento econômico é o fortalecimento dos determinantes do aumento da produtividade dos fatores. É preciso sofisticar a produção para que ela se torne mais eficiente e para isso se concretizar é necessário desenvolver tecnologias aplicáveis ao processo produtivo e qualificar o capital humano inserido no processo. O resultado deve ser um produto maior, acompanhado pela expansão dos salários e dos padrões de consumo dos trabalhadores.

Na visão clássica, a maneira mais eficiente para um país desenvolver-se é a exploração das vantagens comparativas com a especialização da produção em torno dos setores mais competitivos. Assim, na teoria econômica clássica é indiferente para o desenvolvimento a natureza da atividade produtiva em que um país se especializa, sendo a competitividade do setor, independentemente qual este seja, que determina a capacidade de crescimento de longo prazo de uma economia e, conseqüentemente, a elevação da renda e do consumo.

A Grande Depressão e a posterior ascensão do Keynesianismo no mundo econômico abrem uma época de discussões sobre a efetiva validade da teoria clássica e, sobretudo, decretam o fim da aparente impossibilidade de o governo intervir na economia. Entende-se que em tempos de crise esperar o mercado solucionar os problemas, enquanto milhões de pessoas permanecem desempregadas, não é uma solução econômica e politicamente inteligente.

Nascem assim as políticas anticíclicas de cunho keynesiano e os gastos governamentais, antes criticados, se tornam agora um instrumento poderoso para a retomada econômica, por meio de seu alto efeito multiplicador sobre a economia. A revolução keynesiana cria um ambiente propício para a reconsideração dos resultados dos modelos da economia clássica: no âmbito do desenvolvimento econômico, começa a ser questionado com maior vigor o efetivo benefício que um país teria de se especializar na produção de bens em que possua vantagens comparativas (alguns questionamentos já haviam sido apresentados, por exemplo, por Friedrich List, que defendia a proteção à indústria nascente). Começa-se a perceber, de fato, que países industrializados geram mais valor agregado nos seus produtos do que países não industrializados, o que deve provocar, nos primeiros, aumentos de renda e de poder de compra mais expressivos. Inicia-se então, a partir da década de 1940, uma linha de pensamento sobre o desenvolvimento econômico e como propiciá-lo, antes inexistente diante do imperialismo teórico do *laissez-faire* clássico.

O primeiro pioneiro na teoria do desenvolvimento econômico é o polonês Rosenstein-Rodan. Ele identifica por primeiro o distanciamento progressivo entre países industrializados e países agrícolas, individuando no progresso da indústria um fator indispensável para o desenvolvimento econômico, uma vez que a produtividade do setor industrial se mostra mais elevada e, portanto, capaz de criar mais empregos e gerar mais renda. Para ele, o planejamento da industrialização deveria ser, portanto, elemento central dos países que objetivam se desenvolver (REIS e CARDOSO, 2016). A industrialização é também elemento determinante do desenvolvimento para o estoniano Ragnar Nurkse, que vê na diversificação da pauta produtiva industrial um fator impulsionador do desenvolvimento econômico (REIS e CARDOSO, 2016). Esta mesma característica é também reproposta pelos economistas cepalinos, dentre os quais Raúl Prebisch e Celso Furtado. Para o primeiro, a deterioração dos termos de troca entre bens primários e bens industrializados é uma das causas mantenedoras do subdesenvolvimento dentro da América Latina, em uma dinâmica consolidada de relações econômicas entre um centro dinâmico (América do Norte, Europa Ocidental) e uma periferia dependente (situação na qual encontra-se o continente da América Latina), criando-se conceitualmente o sistema econômico denominado de “sistema centro-periferia” (COUTO, 2007). Para Furtado, essa condição de dependência externa com consequente reprodução do subdesenvolvimento latino-americano não é um estágio próprio do desenvolvimento do sistema capitalista pelo qual todos os países passam (e pelo qual teriam passado os países centrais), mas sim trata-se de uma condição própria dos países latino-americanos, capturados no sistema centro-periferia e portanto dependentes de recursos externos para o desenvolvimento (FURTADO, 1961 apud BIELSCHOWSKY, 2000). O que se substancia é de fato uma discrepância fundamental entre os países centrais, que empregam mais pessoas, pagam maiores salários e vendem no mercado internacional bens com maior valor agregado e os países periféricos, que empregam menos trabalhadores, remuneram mal e são obrigados a importar os

bens com maior valor agregado, transferindo inclusive os estímulos de um eventual crescimento para o centro do mundo econômico. Para a superação dessa condição de subordinação dos países latino-americanos na economia mundial ocorreria assim autonomizar o processo interno de industrialização, para superar o problema encontrado na deterioração dos termos de intercâmbio. Compreende-se então que as primeiras teorias desenvolvimentistas indicam como caminho para o progresso econômico a promoção da industrialização da economia nacional, sendo que não é algum exagero identificar no desenvolvimentismo teórico de fato um industrialismo. Cai por terra, então, para os desenvolvimentistas, a teoria clássica das vantagens comparativas: para a prosperidade econômica de uma nação, especializar-se na produção de bens nos quais se tenha vantagem comparativa não é mais uma opção aceitável.

Durante os anos do desenvolvimentismo o Brasil coloca de pé sua estratégia de industrialização. Processo começado ainda antes da teorização econômica sobre o desenvolvimento, com o Estado Novo de Vargas em 1937, o Brasil vive uma progressiva industrialização por etapas, que recebe o nome de Processo de Substituição de Importações (PSI): o objetivo é restringir as importações de bens industrializados como forma de obrigar a ativação do desenvolvimento industrial interno. Os primeiros investimentos direcionam-se à indústria pesada que produz bens intermediários: durante esta primeira fase tem-se a constituição de importantes estatais como Petrobras, Eletrobras, Companhia do Vale do Rio Doce (LACERDA et al., 2018). Vargas tentaria alcançar o desenvolvimento industrial com a quase total participação de capital nacional, mas isso mudaria na gestão sucessiva à sua morte. Juscelino Kubitschek abre espaço para o amplo uso do capital estrangeiro e durante a época do Plano de Metas as multinacionais começam a fazer sua entrada no país. O Brasil vê o crescimento de seus setores industriais de bens de consumo não duráveis e duráveis e a indústria automotiva é um dos centros dinâmicos desse movimento. Com o II Plano Nacional de Desenvolvimento (1974) o Brasil tenta completar seu PSI e alcançar uma plena maturidade industrial. A intenção é completar a industrialização propiciando o crescimento dos setores energético, siderúrgico, petroquímico e de bens de capital (LACERDA et al., 2018). Os resultados desse plano são objeto de discussão entre os economistas, uma vez que segundo alguns teria propiciado uma renovação estrutural efetiva da indústria e segundo outros teria apenas jogado o Brasil posteriormente na crise da dívida externa, uma vez que esta industrialização planejada foi construída a partir de financiamento com petrodólares em um regime de juros flutuantes, que tornar-se-iam altíssimos após o segundo choque do petróleo em 1979.

Independentemente das interpretações acerca do resultado do II PND, resta o fato que a industrialização brasileira nunca tenha se completado inteiramente. Para alcançar a plena maturidade do processo de industrialização ocorreria conseguir internalizar a produção de bens de capital, o que nunca foi obtido, nem mesmo após o último plano de desenvolvimento brasileiro. Oliveira e Mendonça (2021) mostram como desde a abertura econômica em 1990 o déficit na balança

comercial brasileira por bens de capital tenha sido crescente, alcançando em 2014 uma marca negativa em quase 50 bilhões de dólares. É evidente assim que as dependências externas da economia brasileira não foram completamente superadas pelo PSI. Como Furtado já afirmava (1961, apud BIELSCHOWSKY, 2000), os estímulos do crescimento brasileiro são transferidos para o centro dinâmico da economia, que no caso, consegue produzir eficientemente bens de capital. Nesses moldes de crescimento, a industrialização é restringida e não há possibilidade de instaurar um ciclo virtuoso de crescimento, já que parte importante dos estímulos de demanda agregada beneficiam produtores externos. Conseqüentemente, o espaço para o desenvolvimento econômico se reduz. Mas por que o Brasil sofre essa dependência histórica sem ser capaz de quebrar o estado de passividade das cadeias produtivas globais?

Um primeiro problema é a questão da competitividade. Para os Novos Clássicos diferenças no estado de desenvolvimento dos países são simplesmente explicadas em razão de diferentes níveis de competitividade entre as regiões. A abertura econômica brasileira se dá em um ambiente de desigualdade brutal em termos de competitividade frente às economias mais desenvolvidas tecnologicamente. A ausência de infraestrutura adequada e uma estrutura tributária burocrática e penalizante são alguns dos fatores que restringem a capacidade das empresas nacionais de competir com as demais. A possibilidade de importar produtos mais baratos provoca uma queda do produto da indústria nacional e amplia o fenômeno chamado de “desindustrialização” já visível na década de 80 com a crise da dívida externa (BRANDÃO, 2018).

Segundo a abordagem teórica da Nova Economia Institucional, que vê em Douglas North seu principal expoente, uma explicação para as dificuldades brasileiras no desenvolvimento econômico seria dada pela natureza das instituições e o ambiente institucional criado por elas. Nesse sentido, pode-se dizer que o ambiente institucional do Brasil seria precário, instável economicamente por causa da inflação, politicamente problemático e incerto e juridicamente ineficiente. No fundo, essa falta de competitividade brasileira, seria provocada por um ambiente macro-institucional nocivo e danoso, onde para os agentes econômicos é difícil encontrar um direcionamento certo quanto às suas decisões. No entanto, no âmago dessas abordagens, que possuem um certo poder explicativo, falta um fator determinante do processo de desenvolvimento econômico, segundo a definição proposta por Bresser-Pereira: trata-se do progresso tecnológico. Ainda que neo-institucionalistas, como Acemoglu, atribuam o aumento da inovação e, conseqüentemente, a incorporação da tecnologia à produção à melhora da qualidade das instituições de um País, Bresser-Pereira bem observou que no Brasil, a partir da década de 1980, houve contemporaneamente melhora das instituições vigentes e perda de competitividade e intensidade tecnológica da produção. Por exemplo, a produção de bens de capital é aquela que requer entre os bens industriais o maior nível de domínio tecnológico para ser executada. De fato, as importações de bens de capital aumentam quando ocorre atender a demanda interna na produção de bens em setores mais intensivos em tecnologia

(VERMULM, 2003; RESENDE, ANDERSON, 1999 apud OLIVEIRA e MENDONÇA, 2021). Emerge então que a restrição tecnológica é um impedimento fundamental para o sucesso da industrialização brasileira e, ao mesmo tempo, fator ausente para destrinchar a dinâmica virtuosa do desenvolvimento econômico no país.

A questão do domínio tecnológico é tema interessante porque trata-se de elemento que pode explicar os diferenciais de competitividade entre as regiões e colocar algumas dúvidas acerca da teoria da Nova Economia Institucional. Primeiramente, diferentes graus de capacidade tecnológica na produção estabelecem diferentes níveis de custos para as empresas produtoras, uma vez que o progresso técnico deve ser por definição poupador de recursos. Setores mais intensivos em tecnologia seriam portanto naturalmente mais competitivos. Secundariamente, ainda que seja inegável a importância do ambiente institucional no qual ocorre a organização produtiva, é possível propiciar o desenvolvimento econômico através do aperfeiçoamento tecnológico e sem um ambiente institucional particularmente saudável. É o caso da China, que tem conseguido internalizar o processo tecnológico dominando o *know-how* do uso das tecnologias estrangeiras que pertenciam às multinacionais e que claramente possui um ambiente institucional precário e não democrático, ainda que, desde a abertura econômica na década de 1980, esse ambiente tenha em parte melhorado. Assim, a visão que utilizaremos de agora em diante vê como elemento fundamental para o *catch-up* (alcançamento) dos países desenvolvidos o grau de domínio tecnológico na produção interna. É também importante ressaltar que a visão industrializante acerca do desenvolvimento econômico não deixa de ser importante, uma vez que são exatamente as indústrias as principais utilizadoras de tecnologia dentro do sistema econômico.

Uma das abordagens teóricas mais recentes e relevantes para entender o processo de desenvolvimento econômico nos países é a assim chamada abordagem da complexidade econômica.

A teoria da complexidade parte do pressuposto de que o grau de diversificação da pauta de exportação é um bom indicador do nível de capacidade produtiva de um país, com implicações positivas quanto à incorporação de tecnologia e à sofisticação da produção e, enfim, ao estágio de desenvolvimento de determinada nação. Na verdade, é uma abordagem que faz um passo adiante e propõe verificar empiricamente a validade desse desenho conceitual, através da utilização de técnicas de *Big Data* para análise dos fluxos de comércio internacional por tipo de produto. Responsáveis por essa abordagem inovadora são Hidalgo e Hausman (2009). Os resultados da aplicação dessa análise de dados mostram uma correlação negativa entre o grau de diversificação da pauta exportadora de um país e a ubiquidade dos bens internos transacionados internacionalmente. Isso quer dizer que geralmente a exportação de bens escassos é efetuada por países que possuem uma pauta de produção diversificada. Existe então um grau de associação relevante entre a exportação de bens escassos e a sofisticação da planta produtiva de um país. Nações economicamente complexas são então

aquelas que possuem ambas as características reportadas acima: não ubiquidade e diversidade dos bens exportados (GALA et al., 2017).

A ideia é que a propriedade de não ubiquidade (ou seja, que não é encontrado em todo lugar, fundamentalmente trata-se de escassez) dos bens exportados não seja por si só suficiente para estabelecer se um país é complexo produtivamente. Efetivamente, bens não ubíquos podem dividir-se entre bens com elevado conteúdo tecnológico (como aviões) e bens raros em natureza (como diamantes) mas de baixo conteúdo tecnológico. Os primeiros são escassos porque a articulação de sua produção é um processo complexo, enquanto os segundos simplesmente são raros por sua limitada disponibilidade no estado natural (GALA et al., 2017). Assim, entende-se que necessariamente para que um país seja complexo economicamente (ou seja, possua alto nível de sofisticação da planta produtiva) deve fabricar bens não ubíquos e diversificados.

Mas porque é importante tornar-se um país complexo? Países produtivamente sofisticados, com alto domínio de tecnologia, conseguem gerar empregos de melhor qualidade e maior renda, incentivando a qualificação do capital humano e elevando a produtividade dos fatores. Tornar-se um país economicamente complexo é, portanto, uma maneira de favorecer o crescimento de longo prazo baseando-se na elevação do quantum tecnológico aplicado à atividade produtiva como meio fundamental do aumento de produtividade da mão de obra. O resultado é a elevação dos salários reais, melhora dos padrões de consumo da sociedade e, possivelmente, bem-estar social e desenvolvimento socioeconômico. É interessante notar como a teoria da complexidade convirja para as conclusões dos pioneiros do desenvolvimento, que haviam exatamente pontuado a importância da diversificação e sofisticação produtivas para a superação do subdesenvolvimento dos países periféricos.

3. COMO O PROGRESSO TÉCNICO PODE CONTRIBUIR PARA O DESENVOLVIMENTO?

Se como consideramos, é o nível de domínio tecnológico de um País que determina prevalentemente seu grau de desenvolvimento e patamar de padrão de vida, é importante destrinchar as razões por trás desta ótica. Primeiramente, ocorre superar a visão já anunciada anteriormente de que o industrialismo é sinônimo de desenvolvimento econômico. Ainda que a indústria em geral produza maior valor agregado que os demais setores (e geralmente empregue mais tecnologia nos processos), o tamanho do valor agregado à atividade econômica varia conforme a aplicação de tecnologia a um certo processo produtivo: por exemplo, não temos muitas dúvidas sobre o fato de que uma indústria de semicondutores agregue mais valor do que uma indústria têxtil. Como poderia afirmar Marx, a aplicação de tecnologia ao processo produtivo gera uma mais-valia relativa, portanto, quanto

maior o grau tecnológico da produção, maior a mais-valia gerada e, conseqüentemente, maior o valor agregado da produção. Nesse sentido, a teoria desenvolvimentista de cunho cepalino errava ao afirmar que a industrialização ampla da economia ocasionaria por si só o alcançamento dos países centrais; são necessárias, evidentemente, outras condições (LOPES, 2018).

Essas condições podem ser a instauração de um câmbio competitivo, ou seja, desvalorizado, conforme teoria novo desenvolvimentista, ou a aquisição de tecnologias de ponta, segundo uma visão neoschumpeteriana (LOPES, 2018). É interessante pensar no fato que a China tenha se usado destes dois mecanismos ao longo das décadas passadas para promover seu crescimento extraordinário, o que faz-nos pensar que não se trata de uma escolha excludente. Se de um lado uma depreciação cambial eleva a competitividade internacional da indústria, barateando seus preços, por outro, trata-se de uma opção que traduz-se em perda de compra da moeda nacional no mercado externo, fazendo com que não seja uma escolha particularmente desejável no longo prazo, onde é evidentemente preferível que o aumento de competitividade da economia nacional se dê por fatores técnicos e elevação da produtividade interna, ou seja, por questões estruturais da economia. É claro também que a produtividade do trabalhador se eleva se este tiver à disposição equipamentos mais sofisticados para a produção, o que por sua vez exige maior treinamento e qualificação. Em outras palavras, compreende-se aqui que para uma economia crescer de forma sustentável ao longo do tempo, elevando renda e condições de vida, ocorre promover não um processo de industrialização em si, mas sim, um progresso técnico sustentado que eleve a produtividade dos trabalhadores e portanto a renda média de uma economia.

Este conceito é congruente com alguns modelos econômicos que tiveram bastante sucesso no último século, como o modelo de Solow. Para Robert Solow, o crescimento do estoque de capital não é uma condição suficiente para proporcionar crescimento sustentado de longo prazo. Trazendo para nossa discussão, a simples ampliação da indústria que acontece via aumento de seu capital, sem distinções quanto ao grau de intensidade tecnológica e sua produção, pode provocar crescimento até certo patamar, ou seja, até o ponto de equilíbrio em que a formação bruta de capital fixo iguala-se à depreciação do capital existente, onde a formação líquida de capital da economia é igual a 0 (BUENO, 2010). Assim, quando o estoque de capital em uma economia é tão relevante que a formação bruta do novo capital apenas consegue recompor a depreciação do velho, não é mais possível crescer via adição de novo capital e, portanto, por meio da ampliação do parque industrial de forma independente à seu grau de incorporação tecnológica.

Neste caso, a continuação do crescimento se dá graças ao progresso tecnológico, que no modelo de Solow é representado pelo resíduo, parte do crescimento não explicado nem pelo aumento de capital, nem pelo aumento da força de trabalho.

Com isso não advoga-se um menor grau de industrialização brasileira e menor criação de capital para setores fora da fronteira tecnológica, pois o Brasil está ainda longe de possuir um capital industrial tão relevante que a formação bruta de capital fixo simplesmente sirva para cobrir a depreciação do capital existente (olhe-se para as baixas taxas de formação bruta de capital fixo em relação ao PIB), mas quer-se chamar atenção para o fato que além de industrialização, é preciso progresso tecnológico relevante para se tornar um país economicamente desenvolvido.

Outra teoria que justifica esse olhar prioritário para o domínio tecnológico da produção é a teoria kaldoriana, que recebe o nome de Nicholas Kaldor, economista britânico. Kaldor identificou algumas leis para o crescimento econômico de uma nação, conhecidas como as Leis de Kaldor. Essas leis postulam algumas características essenciais do crescimento econômico em relação ao desempenho da indústria e afirmam que (CABRAL e CABRAL, 2018):

- o crescimento industrial puxa o crescimento econômico;
- o aumento da demanda agregada estimula economias de escala na indústria, aumentando a competitividade do setor e da economia;
- maiores taxas de crescimento das exportações provocam maior crescimento do produto;
- no longo prazo a principal restrição para expansão econômica é dada pela demanda.

Primeiramente destaca-se a completa inversão da lógica oferta-demanda em relação aos clássicos. Não é mais a oferta de longo prazo o principal determinante da produção, mas sim a demanda de longo prazo. Esta, por sua vez, é evidentemente condicionada por fatores como preço dos bens e renda dos consumidores; por isso, na análise kaldoriana adquirem importância inédita os conceitos de elasticidade-preço da demanda e elasticidade-renda da demanda. Particularmente, seria interessante incentivar a exportação daqueles bens que possuem uma elasticidade-renda positiva e maior do que 1, uma vez que para estes bens há aumento relevante de demanda quando ocorre um incremento da renda mundial (aumento mais do que proporcional ao aumento da renda internacional) (TEIXEIRA, 2018). É interessante notar que bens com maior grau de intensidade tecnológica são aqueles que apresentam um comportamento mais elástico em relação à renda, enquanto bens com menor grau de tecnologia incorporada possuem elasticidades-renda da demanda bem inferiores (TEIXEIRA, 2018), significando assim que o país que se especializar na produção de bens intensivos em grau tecnológico vai se beneficiar do crescimento econômico mundial de maneira mais expressiva.

Este resultado, no fundo, não deveria surpreender. Durante o período das primeiras crises externas brasileiras, que coincidiu também com aquele da política de defesa do café, um dos principais problemas, como observado por Furtado, era a baixa elasticidade-renda da demanda por café e, em geral, das demandas pelas

demais exportações primárias brasileiras. A economia brasileira tornava-se vulnerável ao cenário internacional porque, à medida que o Brasil crescia e os outros países também, as exportações (primárias) se expandiam a um ritmo menor que as importações (de bens duráveis). Por trás disso estava o diferente grau de intensidade tecnológica das exportações. Aumentos da renda em países desenvolvidos não estimulariam um aumento do consumo do café, mas sim um incremento da demanda por bens duráveis, como carros ou eletrodomésticos. Hoje, a situação não é diferente: à medida que os países desenvolvidos, que são os maiores demandantes do comércio internacional, tornam-se mais ricos, não demandam quantidades crescentes de soja ou de milho, mas sim, de computadores, robôs e outros itens intensivos em tecnologia, incrementando a procura por bens intermediários como semicondutores, que após a pandemia e a consequente desorganização das cadeias produtivas e de distribuição mundiais se tornaram os “vilões” para diversos setores industriais (automotivo, informático), uma vez que sua disponibilidade diminuiu de forma impactante.

Também, salienta-se que:

Kaldor não apenas reconhece a importância do setor industrial como fator de desenvolvimento econômico, pelos encadeamentos intra e intersetoriais que provoca, elevando o potencial do crescimento, mas destaca a importância da produção industrial de elevado conteúdo tecnológico para que o país consiga um desenvolvimento sustentável. É exatamente a ausência deste conteúdo tecnológico que indica a necessidade de desenvolvimento industrial brasileiro. MOLLO e TAKASAGO, 2019, p.901.

Ou seja, entende-se que para propiciar o desenvolvimento econômico e normalizá-lo no longo prazo, reproduzindo-o de forma sustentável, ocorre fomentar a produção industrial nos setores mais intensivos em tecnologia, não se tratando portanto apenas de incentivar a indústria de transformação como um todo, mas sim, de priorizar, por meio de política industrial, os setores mais complexos da economia. Faz-se necessário, nesse sentido, introduzir políticas pró-tecnologia, pró-inovação e pró-qualificação.

No caso do Brasil, o atraso tecnológico é também manifestado pelas baixas taxas de inversões em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das empresas brasileiras, mesmo daquelas mais próximas da fronteira tecnológica. A Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2022) analisou as taxas de inovação e os investimentos em P&D para o setor farmacêutico e farmoquímico (considerado de alta tecnologia) entre os anos de 2008 e 2017, analisando dados da Pesquisa de Inovação realizada pelo IBGE (Pintec). Os resultados mostraram que este setor possui taxas de inovação expressivamente maiores do que aquelas apresentadas pela indústria de transformação como um todo; por exemplo, entre 2015 e 2017, o setor farmacêutico e farmoquímico do Estado de São Paulo apresentou uma taxa de inovação igual a 59,4%, contra uma taxa de 31,3% da indústria de transformação do Estado como um todo, onde a taxa de inovação é a

relação entre o número de empresas que declararam ter efetuado inovação, de processo e/ou de produto, com o total de empresas pesquisadas na Pintec. Olhando para a percentual de gasto em P&D em relação à Receita Líquida de Vendas (RLV), registra-se que no ano de 2017 era igual a 2,7% para o setor farmacêutico e farmoquímico do Estado, contra 0,9% da indústria de transformação de São Paulo. Entretanto, ainda que os números mostrem uma nítida superioridade em termos de inovação para as empresas do ramo farmacêutico, que se encontram na fronteira tecnológica, ao se comparar estes resultados com aqueles dos países centrais e desenvolvidos nota-se uma disparidade gritante.

De fato, as grandes corporações farmacêuticas mundiais investiram em P&D em média um valor equivalente a 18% da RLV, ou seja, uma quantidade 6,7 vezes superior ao quanto foi investido pelas empresas farmacêuticas do Estado de São Paulo (SEADE, 2022). O setor farmacêutico dos demais estados brasileiros investiu, no ano de 2017, em P&D 2,3% da RLV, valor 7,8 vezes inferior à média das grandes firmas farmacêuticas mundiais (SEADE, 2022).

Evidencia-se portanto um retrocesso evidente em termos de inovação e intensidade tecnológica da produção brasileira, mesmo nos setores mais próximos à fronteira tecnológica, o qual será confirmado pelas pesquisas citadas no Estado da Arte a seguir. Aqui, limitamo-nos a afirmar o papel indutor do desenvolvimento econômico que a tecnologia possui. Não se trata portanto simplesmente de promover uma industrialização mais efetiva da economia nacional, mas sim, de induzir este processo em setores mais próximos da fronteira tecnológica, criando um sistema de inovação que propicie esta mudança estrutural. O benefício que o avanço tecnológico da indústria brasileira provocaria, se alcançado, seria a melhora da produtividade do trabalhador brasileiro com conseqüente incremento de sua renda, menor dependência externa para a economia como um todo, com menor volatilidade do produto e da balança comercial devido aos ciclos das commodities, uma trajetória de crescimento de longo prazo mais inclinada, pois taxas crescentes de inovação e desenvolvimento tecnológico traduziriam-se em taxas crescentes do crescimento econômico nacional.

Fundamentalmente, portanto, mais tecnologia e conhecimento significam mais renda, mais produto e mais desenvolvimento econômico, com conseqüente aumento do bem-estar da sociedade brasileira. Depreende-se disto, que o desempenho econômico dos setores mais intensivos em tecnologia é uma variável importante e que merece ser avaliada por meio de múltiplas metodologias.

4. ESTADO DA ARTE

Em relação ao Estado da Arte, buscou-se reunir um conjunto de pesquisas que tivessem relação ou com a metodologia da análise de Insumo-Produto da economia brasileira, que será aqui empregada, ou com a análise dos setores industriais com base nos diversos graus tecnológicos de suas produções. A procura por estes trabalhos se deu principalmente em repositórios acadêmicos

como Scielo, Econpapers e Google Acadêmico. A busca retornou algumas pesquisas que apresentam conclusões relevantes acerca da desindustrialização brasileira, bem como sobre a relevância da incorporação tecnológica para o crescimento e para o desenvolvimento econômico brasileiro, justificando a necessidade de demais pesquisas na área e da diversificação das metodologias empregadas para maior esclarecimento da discussão.

A principal referência para este trabalho é dada pela dissertação de Mestrado de Silva (2019). Nesta pesquisa, o autor indaga as ligações intersetoriais da indústria brasileira entre os anos de 1990, 2000 e 2010, utilizando as matrizes de insumo-produto do IBGE. O autor calcula os multiplicadores para frente e para trás dos setores da indústria (chamados de backward linkages e forward linkages), os índices de dispersão (que aqui serão chamados de índices de encadeamento para frente e para trás) e os coeficientes de variação dos impactos ao longo da cadeia produtiva. A análise é feita segundo uma classificação de Kupfer (1998), que distingue os setores industriais entre tradicionais, de commodities, duráveis e difusores tecnológicos. A conclusão do autor aponta que, entre os anos de 1990 e 2010, na análise das matrizes insumo-produto do IBGE, os setores que mostraram o melhor desempenho do ponto de vista dos indicadores analisados, foram aqueles tradicionais e de commodities. De fato:

Contudo, o que se observa no período analisado (1990, 2000 E 2010) é um fortalecimento nos elos produtivos dos bens tradicionais e das *commodities*, tanto na ótica do produto, quanto na ótica da despesa. O setor de duráveis apresentou bons resultados apenas em 2010 em dois indicadores da ótica da despesa: desencadeamento “para trás” na economia (BL) e com impacto acima da média para seus fornecedores dada uma variação na demanda (PD). Já setores que são difusores tecnológicos têm bons resultados apenas em PD no ano de 2010, revelando que o setor tem impacto acima da média para seus fornecedores, apesar de não apresentar bons resultados nos demais indicadores. SILVA (2019, p. 84)

onde, BL representa o Backward Linkage ou multiplicador para trás e PD o índice de Poder de Dispersão, ou índice de encadeamento para trás. Assim, nota-se de imediato a dificuldade que os setores industriais mais próximos da fronteira tecnológica têm de serem protagonistas dentro da cadeia produtiva brasileira.

Essa dificuldade é confirmada por uma série de outras pesquisas que investigam o comportamento da indústria nos diversos níveis tecnológicos. Teixeira (2018), que analisa através de métodos econométricos a evolução das exportações industriais dos estados brasileiros por categoria de intensidade tecnológica, entre os anos de 1998 e 2014, mostra que o País está progressivamente perdendo espaço nas exportações dos bens industriais de maior valor agregado. Ademais, ao mesmo tempo, está ganhando espaço nas exportações daqueles bens industriais ligados à exploração dos recursos naturais.

Em outras palavras, segundo esta análise, confirma-se uma tendência de reprimarização da pauta exportadora nacional (TEIXEIRA, 2018). Isto sugere perda de complexidade econômica da matriz produtiva brasileira, uma vez que, no comércio internacional, ocorre a diminuição da participação daqueles bens que são mais difíceis de produzir, que geram mais valor agregado e que envolvem maior grau tecnológico na produção.

Essa perda de importância dos setores industriais mais avançados em termos tecnológicos é apontada também por outros pesquisadores. Tenfen (2018) desenvolve uma análise da desindustrialização brasileira por nível de intensidade tecnológica: para isso, vale-se de alguns indicadores quais a evolução do Valor da Transformação Industrial (VTI) por intensidade tecnológica, a taxa de participação dos setores industriais no VTI, a razão entre o VTI e o Valor Bruto da Produção Industrial (VBPI), que, segundo Torres e Cavalieri (2015, apud TENFEN, 2018), indica a parcela da produção nacional que de fato corresponde ao valor adicionado localmente em relação ao total. O sentido de utilizar este indicador é que níveis menor deste índice demonstram uma maior importação de insumos por parte dos setores industriais. Demonstra, portanto, o quanto a indústria é no fundo desenvolvida, mostrando seu grau de independência quanto ao exterior. Os resultados da pesquisa mostram mais uma vez que a indústria de alta tecnologia sofre no Brasil. O autor afirma que:

O GIII corresponde ao grupo com maior intensidade tecnológica, e tem apresentado perdas constantes nos últimos anos. Tal fato evidencia uma trajetória de deterioração dos segmentos mais intensivos em tecnologia na indústria brasileira, e desde o ano de 2014, a economia brasileira tem apresentado tendência de redução relativa do principal grupo da indústria de transformação, evidenciando o agravamento dos segmentos industriais mais intensivos em tecnologia. (TENFEN, 2018, p. 83)

onde GII representa os setores produtores de bens de consumo predominantemente duráveis e de capital (TENFEN, 2018). Ao analisar a Pesquisa Industrial Anual (PIA), do IBGE, o autor também aponta para o fato que este grupo perdeu participação relativa na indústria de forma relevante no período que vai de 1996 a 2016, sendo que o setor de equipamentos informáticos e de produtos eletrônicos sofreu uma queda de VTI igual a 47,4% (TENFEN, 2018). Esta situação confirma-se ao considerar o indicador VTI/VBPI, com o pior desempenho sendo aquele registrado para os setores de alta tecnologia: para estes, o indicador sofreu uma queda de 53,4% para 43,0%, sendo assim uma perda da participação do valor adicionado localmente no total do valor produzido de mais de 10 pontos percentuais nas duas décadas entre 1996 e 2016 (TENFEN, 2018).

Evidencia-se portanto que o Brasil sofre de uma perda de importância clara de seus setores industriais mais complexos, modernos e tecnológicos. Demais

autores cujas pesquisas corroboram este resultado são Amaral et al. (2015) e Colombo, Felipe e Sampaio (2021).

Amaral et al (2015) analisam os coeficientes de importação da indústria por intensidade tecnológica nos anos de 2000, 2004 e 2009. Os coeficientes de penetração das importações são definidos como a soma dos insumos intermediários importados e da produção dividida pelos insumos intermediários importados. O emprego destes coeficientes tem o intuito de verificar quais setores estão deixando de ganhar mais produção em virtude de maiores taxas de importação no seu consumo intermediário (AMARAL ET AL, 2015). As taxas de participação dos insumos intermediários importados no total do consumo intermediários dos setores industriais já mostram que há diferenças significativas no uso de importações de insumos segundo o nível tecnológico do setor, sugerindo que setores mais intensivos em tecnologia devem recorrer de forma mais considerável a insumos produzidos no exterior. Quando olha-se para os coeficientes de importação calculados, tem-se então a confirmação de que indústrias mais tecnológicas recorrem mais ao uso de insumos importados.

Tabela 1 - Média do Coeficiente de penetração das insumos intermediários importados por intensidade tecnológica na indústria de transformação brasileira

Intensidade tecnológica	2000	2004	2009
Alta tecnologia	35,3%	38,6%	35,6%
Média-alta tecnologia	25,8%	24,0%	21,7%
Média-baixa tecnologia	9,7%	9,3%	9,2%
Baixa tecnologia	5,4%	4,3%	4,9%
Outros setores	6,6%	7,2%	6,1%

Fonte: Amaral et al, 2015

Os resultados indicam que há uma nítida superioridade destes coeficientes para os setores industriais de alta tecnologia e média-alta tecnologia, segundo categorização tecnológica da OCDE, que será empregada neste trabalho. A pesquisa portanto aponta para o fato de que indústrias de maior grau tecnológico são mais dependentes do uso de insumos externos. Isto pode se dar provavelmente por uma dificuldade das empresas deste ramo de encontrar no Brasil insumos adequados para a produção de alto nível tecnológico a preços competitivos, indicando baixa eficiência e grau de desenvolvimento da indústria mais próxima da fronteira tecnológica. Assim, infere-se a partir destes resultados que a indústria de maior incorporação tecnológica é ainda incipiente no País, pois não apresenta um grau de desenvolvimento tal capaz de endogeneizar a cadeia produtiva desta, possibilitando o fornecimento nacional de insumos de elevado

grau tecnológico para este setor. Além disso, segundo Amaral et al (2015), a alta importação de insumos faz com que não haja incentivos em P&D internamente, ocasionando o fim da produção destes insumos no território nacional, Ou seja, cria-se um círculo vicioso onde, quanto mais se importa, menos se produz internamente e mais se importará futuramente, aumentando o grau de dependência externa da indústria brasileira intensiva em tecnologia.

Colombo, Felipe e Sampaio (2021) abordam também o tema da desindustrialização brasileira a partir de uma perspectiva tecnológica. A metodologia utilizada envolve a análise das Pesquisas Industriais Mensais (PIM) do IBGE e dos coeficientes de importação e a conclusão principal aponta para uma desindustrialização relativamente mais forte nos setores de alta tecnologia e média-alta tecnologia, de acordo com os demais resultados reportados até o momento. Os autores reportam que no período entre 2008 e 2017 houve redução do conteúdo nacional do produto dos setores de média-alta e alta tecnologia.

Nassif, Teixeira e Rocha (2015) utilizam uma MIP para estudar os níveis de encadeamento dos setores da economia brasileira nos anos de 1996, 2000, 2005 e 2009. Ainda que não distingam os setores com base no nível tecnológico, os autores afirmam que parece haver, nos últimos anos, uma transformação dos centros dinâmicos da economia, que estariam se deslocando para segmentos mais de base da indústria. No entanto, é importante ressaltar que o trabalho não testa a hipótese da intensidade tecnológica e que não corrobora com a conclusão acerca de uma maior desindustrialização da economia brasileira. Não obstante isso, a conclusão acima reportada é importante para o nosso trabalho, uma vez que esperamos na análise da MIP multiplicadores maiores para setores industriais ligados à extração de recursos naturais.

Cabral e Cabral (2018), que utilizam uma abordagem kaldoriana conforme visto na seção anterior, empregam uma MIP para análise das exportações brasileiras por conteúdo tecnológico, concluindo que as exportações brasileiras se concentram em bens de baixo conteúdo tecnológico, sugerindo portanto, baixa complexidade da economia nacional e grande dependência econômica em relação aos ciclos externos. Também utilizam a metodologia da MIP Mollo e Takasago (2019), que verificam a importância da indústria de transformação como um todo no tecido econômico, Guilhoto e Filho (2011) que calculam os multiplicadores e os índices de Hirschman e Rasmussen para o ano de 2005, com a finalidade de comparar a matriz disponibilizada pelo IBGE com uma matriz por eles estimada, Takasago, Mollo e Guilhoto (2017), com o objetivo de debater qual variável entre investimento, consumo e exportações garantiria o maior impacto na economia se estimulada pelo governo e Morceiro (2012), que fornece um amplo quadro sobre a desindustrialização brasileira.

Estes últimos trabalhos, se bem que utilizem a MIP, diferem nos objetivos em relação ao que será buscado na seguinte pesquisa. Assim, a nossa pesquisa será particularmente semelhante à de Silva (2019), diferenciando-se na classificação tecnológica utilizada (pois aqui será empregada classificação da OCDE), nos anos

de referência, que serão os de 2000, 2005, 2010 e 2015 e na abordagem mais focada na análise dos resultados dos setores de média-alta e alta tecnologia.

Ressalta-se que esta seção foi fundamental para contextualizar a situação atual das pesquisas acerca do desenvolvimento da indústria de mais alta tecnologia no Brasil, sendo que estas apontam de forma consistente para uma baixo grau de desenvolvimento e importância deste ramo no sistema econômico nacional, substanciado no alto coeficiente de importação de insumos, na queda significativa do produto e na perda de participação nas exportações. O Atlas da Complexidade (2022), financiado pela Universidade de Harvard, aponta também para uma perda consistente da complexidade tecnológica da produção brasileira. Enquanto no ano de 2000, o Brasil situava-se no 26º lugar no ranking de complexidade econômica, com um Índice de Complexidade Econômica (ICE) de 0,85, em 2020, o Brasil precipitou para a 60º colocação, com um ICE igual a apenas 0,03.

É um cenário, portanto, de desindustrialização intensa dos setores mais próximos da fronteira tecnológica, que poderá, ou não, ser confirmado pela análise dos seus multiplicadores e índices de encadeamento que aqui será conduzida, analisando a evolução da importância relativa destes setores na cadeia produtiva nacional entre 2000 e 2015. A hipótese inicial que se adota após esta revisão é de que os setores industriais de média-alta e de alta tecnologia devem ter sofrido durante o período uma perda de importância (portanto, redução dos multiplicadores e do encadeamento) na cadeia produtiva nacional.

Enfim, a revisão da literatura aqui efetuada permite enfatizar a importância do estudo aqui proposto, uma vez que a abordagem de insumo-produto e os indicadores de encadeamento que serão usados são métricas diferentes das usuais para estudar o caso da desindustrialização brasileira (NASSIF, TEIXEIRA e ROCHA, 2015). Inclusive, existem críticas aos indicadores tradicionais da desindustrialização, como a participação da indústria no PIB e a relação VTI/VBPI: o primeiro, seria influenciado por mudanças metodológicas no Sistema de Contas Nacionais a partir de 1995, enquanto o segundo teria problemas por um certo nível de correlação com a taxa de câmbio, o que faria que em momentos de apreciação da moeda nacional, seria ironicamente possível elevar a razão VTI/VBPI por meio de um aumento da importação dos insumos (TORRES e CAVALIERI, 2015).

5. METODOLOGIA

A Matriz Insumo-Produto é um instrumento que permite uma análise acerca das relações de troca entre os setores de uma economia. Chamada também de Matriz de Leontief, em honra de Wassily Leontief que foi responsável por sua construção, trata-se de uma matriz que mostra de quais setores da economia cada setor compra seus insumos para produção de bens e serviços finais. É portanto uma matriz que permite a análise das relações intersetoriais na economia, bem

como do impacto que cada atividade setorial pode ter sobre o sistema econômico como um todo.

A base para construção da Matriz está no fluxo de atividades econômicas visualizáveis na tabela de transações da economia (SILVA, 2019) e é fundada nas seguintes identidades econômicas:

1. Produção = consumo intermediário + valor adicionado;
2. Produção = consumo intermediário + consumo final – importações;
3. Valor adicionado = soma das rendas primárias (FEIJÓ E RAMOS, 2013 apud SILVA, 2019).

5.1 Construção da Matriz de Leontief

As equações que levam à formação da Matriz de Leontief são as que serão apresentadas a seguir.

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

Onde x_i é a produção total do setor i , a qual se iguala à soma das demandas intermediárias da economia pelo produto do setor i ($\sum_{j=1}^n z_{ij}$) e à demanda final da economia pelos bens do setor i , representada por f_i . Matricialmente, tem-se que (MILLER E BLAIR, 2009):

$$x = Z_i + f \quad (1.1)$$

onde x é o vetor coluna da produção total do setor i , resultante da soma da matriz Z_i , que representa a soma das demandas intermediárias dos demais setores pelo produto de i com f , que é o vetor da demanda final da economia pelo bem produzido por i .

A partir dessa equação, conseguimos extrair os coeficientes tecnológicos relativos a cada setor da economia. O coeficiente técnico de um setor j é definido da forma que segue (MILLER E BLAIR, 2009):

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (1.2)$$

com a_{ij} sendo o coeficiente tecnológico do setor j em relação ao setor i , igual à razão entre a quantidade de insumos demandada pelo setor j ao setor i e o valor total da produção do setor j . É um coeficiente que portanto indica quantas unidades de insumo de certo setor precisa-se por unidade de produto do setor que está em análise. A matriz dos coeficientes tecnológicos é dada portanto pela seguinte fórmula (MILLER E BLAIR, 2009):

$$A = Z\hat{x}^{-1} \quad (1.3)$$

onde A é a matriz dos coeficientes técnicos, obtida através do produto matricial entre a matriz Z das demandas intermediárias e a matriz x (do produto total) diagonalizada e invertida. A matriz A assume essa fórmula uma vez que matricialmente é impossível realizar divisões, sendo necessária portanto a inversão da matriz para prossecução da operação matricial de produto.

Dadas a equações 1.1 e 1.3, temos então que:

$$x = Ax + f \quad (1.4) \Rightarrow$$

$$x - Ax = f \quad (1.5) \Rightarrow$$

$$(I - A)x = f \quad (1.6) \Rightarrow$$

$$x = (I - A)^{-1}f \quad (1.7)$$

em que a matriz $(I - A)^{-1}$ é a chamada Matriz de Leontief ou dos requerimentos totais e pode ser encontrada como L (MILLER E BLAIR, 2009):

$$x = Lf \quad (1.8)$$

Exemplificando, uma possível matriz de Leontief para uma economia simples de 3 setores é a seguinte:

Tabela 2 - Exemplo de Matriz de Leontief para 3 setores

	Setor 1	Setor 2	Setor 3
Setor 1	1,05	0,05	0,03
Setor 2	0,02	1,08	0,06
Setor 3	0,01	0,07	1,03

Elaboração própria

Os coeficientes matriciais fornecidos pela Matriz de Leontief indicam quanto uma mudança marginal na demanda final pelo setor j (coluna) impacta sobre a produção de um setor i (linha). Por exemplo, olhando para o coeficiente que relaciona Setor 2 (coluna) com Setor 1 (linha), tem-se que um incremento marginal (portanto unitário) na demanda final do produto do Setor 2 aumenta a produção do Setor 1 em 0,05. O canal de transmissão desse aumento de produção é a demanda intermediária. O que ocorre é que para produzir uma unidade a mais de seu produto em razão da alteração na demanda final, o Setor 2 deverá demandar mais insumos para os outros setores da economia. Nesse caso, para produzir uma unidade a mais de seu produto, o Setor 2 deverá demandar 0,05 unidades do produto do Setor 1. Nota-se que todos os coeficientes da diagonal da matriz deverão ser maiores do que 1 ou ao mínimo iguais a 1. De fato, se a demanda final pelo Setor x aumentar em 1, no mínimo, o produto do Setor x aumentará em 1 para atender inteiramente à elevação da demanda final. Como geralmente parte da demanda intermediária do Setor x destina-se ao mesmo setor, quase todos os coeficientes da diagonal da Matriz de Leontief são superiores a 1, uma vez que os coeficientes na diagonal mostram o impacto de um aumento na demanda final do Setor x no mesmo Setor x .

5.2 Variações da Matriz de Leontief

Um pressuposto simplificador importante do modelo de Matriz de Leontief apresentado acima é dado pelo fato que é necessário considerar que cada setor produza apenas um único bem (GUILHOTO, 2004). Essa hipótese claramente é limitadora das possibilidades de análise sobre os sistemas econômicos modernos, nos quais os avanços na organização produtiva permitiram uma crescente diversidade da pauta de produção de cada setor. Por isso, a teoria básica de Insumo-Produto apresentada não é aplicada nas matrizes divulgadas pelos órgãos nacionais no mundo (GUILHOTO, 2004), sendo necessárias algumas alterações.

Primeiramente, para avançar na construção de um modelo de Insumo-Produto realístico ocorre escolher entre duas hipóteses relativas à tecnologia. A tecnologia pode ser baseada na indústria (que usamos como sinônimo de setor) ou no produto. No primeiro caso, assume-se que o mix de produção de um certo setor pode ser alterado, mas sua participação no mercado deve permanecer fixa; no segundo caso, supõe-se o inverso, ou seja, mix de produção fixo e possibilidade de alterar a participação do setor no mercado. Considera-se a primeira hipótese mais realística, uma vez que no caso da tecnologia baseada no produto (segunda hipótese), caso um setor queira elevar em certo momento a produção de determinado bem, em resposta à alterações nos preços relativos, deveria fazer o mesmo com os demais bens ofertados, dada a condição de manter o mix de produção fixo (GUILHOTO, 2004). Assim, a hipótese subjacente aos modelos de Insumo-Produto oferecidos pelo IBGE é de que a tecnologia é baseada na indústria (setor).

A partir disto, podem-se construir pelo menos 4 tipos de modelos diferentes, que são: produto por produto, setor por setor, produto por setor, setor por produto (MILLER E BLAIR, 2009). Cada um desses modelos diz respeito a uma maneira diferente de olhar para os impactos e as relações de interdependência na economia. No modelo produto por produto, por exemplo, consegue-se inferir que tipo de impacto um aumento da demanda final por certo produto tem sobre a produção de outro, possivelmente utilizado como seu insumo. O modelo utilizado a partir das contas nacionais e, portanto, empregado pelo IBGE, é o modelo setor por setor. Neste caso, pode-se olhar para os impactos intersetoriais na economia, estabelecendo quais relações quantitativas têm-se entre os setores em termos de produção. Consegue-se assim visualizar, qual setor, recebendo um estímulo de demanda exógeno, poderia ser o mais estimulador para a produção dos demais setores e da economia como um todo. Assim, trata-se de um modelo sobretudo interessante pensando nas possibilidades de planejamento da economia e do direcionamento estratégico de recursos para setores-chave na cadeia produtiva.

Uma vez determinado que o modelo de Matriz de Leontief utilizado pelo IBGE é então um modelo setor por setor com tecnologia baseada na indústria, assim como brevemente explicadas as razões para isso, podemos entrar no detalhe de como essa versão da Matriz de Leontief se apresenta.

Definimos algumas matrizes.

$$B = U\hat{x}^{-1} \quad (1.9)$$

B é a matriz de coeficientes técnicos de cada setor em relação a cada produto usado como insumo (GUILHOTO, 2004). De fato, nota-se que a equação é bem semelhante à 1.3, que representa a matriz tecnológica A, sendo a única diferença a substituição da matriz Z pela a matriz U, chamada matriz de usos. A matriz U mostra quais são os usos dos bens produzidos como insumos para os setores da economia.

$$D = V\hat{q}^{-1} \quad (2)$$

D é a matriz de Market-Share, que determina a participação dos setores da economia para cada produto e é obtida a partir de V, que é a matriz de produção, a qual mostra os bens produzidos por cada setor e o vetor q, vetor da produção total por produto (x é o vetor de produção total por setor) (GUILHOTO, 2004).

Redefine-se então a Matriz de Leontief como (MILLER E BLAIR, 2009):

$$L = (I - DB)^{-1} \quad (2.1)$$

Pela 2.1 é possível verificar como a diferença dessa versão da Matriz de Leontief com aquela estabelecida pela teoria básica de Insumo-Produto é dada pela substituição da matriz dos coeficientes técnicos A pelo produto matricial entre a matriz de Market-Share (D) e a matriz dos coeficientes técnicos de cada setor em relação aos respectivos bens usados como insumos no processo de produção (B).

É fundamental pontuar que no caso da matriz tecnológica B , esta deve ser uma matriz que reflita o uso de insumos nacionais no processo produtivo, por isso o IBGE utiliza como nome para esta matriz B_n , onde o n lembra que se trata de uma matriz que toma em consideração somente os insumos nacionais para produção. A explicação para isto está no fato de que se estamos interessados no impacto total no produto da economia nacional a partir de uma alteração na demanda final, não podemos levar em conta produções externas de bens utilizadas como insumos no processo produtivo nacional. De fato, se os insumos forem produzidos externamente, os estímulos da elevação da demanda final transferem-se ao exterior, impactando no aumento do valor da produção externa e não interna. Como a matriz de Leontief deve retratar as relações intersetoriais da economia nacional, seria totalmente errôneo incluir em seus coeficientes o efeito de demandas intermediárias direcionadas a setores fora do País, pena, fazer a Matriz de Leontief perder completamente de significado e utilidade. Assim, a 2.1 pode ser escrita como:

$$L = (I - DB_n)^{-1} \quad (2.1.1)$$

5.3 Indicadores

Para análise dos setores dentro da Matriz de Leontief é oportuno recorrer ao uso de alguns indicadores que se prestem a avaliar quantitativamente qual é o impacto de cada setor na economia. Para a análise a ser efetuada, serão considerados os seguintes indicadores:

- Multiplicador para frente
- Multiplicador para trás
- Índice de encadeamento para frente
- Índice de encadeamento para trás

5.3.1 Multiplicador para trás (Backward Linkage)

Multiplicadores são índices que nos dizem quanto o aumento na demanda de determinado setor gera de produto na economia como um todo. Expressa assim o poder multiplicador do produto na economia de um incremento marginal na demanda de um setor em específico ou de alguns setores. Existem assim dois

tipos de multiplicadores: o multiplicador para frente e o multiplicador para trás. O multiplicador mais comum de ser usado é o multiplicador para trás, este refere-se ao poder multiplicador do produto de um incremento marginal na demanda pelos bens ofertados por um setor x . O canal de transmissão do efeito multiplicador se dá, portanto, através da demanda intermediária do setor x para os demais setores da economia, a qual é originada pelo estímulo recebido de elevação da demanda final, que faz com que o setor x produza mais e demande mais insumos. O multiplicador para trás, assim, dá-nos o impacto que um incremento marginal de demanda final por um setor específico gera na economia através do efeito indireto em sua cadeia a montante, aquela composta pelos fornecedores de insumos desse setor, que serão beneficiados indiretamente pela elevação da demanda final, daí o nome “para trás”, porque trata-se de um multiplicador que mede o impacto gerado pela alteração do nível de produção de um setor na sua cadeia para trás, uma vez que este deverá demandar mais insumos para seus fornecedores no intento de aumentar a produção. Matematicamente, o multiplicador para trás se apresenta assim (MILLER E BLAIR, 2009):

$$BL(t)_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (2.2)$$

onde BL corresponde a Backward Linkage (encadeamento para trás) e o t indica que este multiplicador compreende o efeito total que a alteração da demanda final pelo setor j tem na economia, contemplando o efeito direto que este aumento tem sobre o próprio setor j e o efeito indireto que tem sobre os demais setores da economia, que fornecerão insumos adicionais para que o setor j atenda a esta demanda. A equação 2.2 diz que o multiplicador para trás de um setor j é igual à somatória dos coeficientes (l) contidos na coluna j da matriz de Leontief. Exemplificando, recorrendo à tabela 2, o multiplicador para trás do Setor 1 seria igual a 1,08, que corresponde à somatória dos coeficientes contidos na coluna do Setor 1.

5.3.2 Multiplicador para frente (Forward Linkage)

O multiplicador para frente mede o impacto que um aumento marginal na demanda final para todo o sistema econômico tem sobre um certo setor x ; mostra, portanto, em que proporção aumenta a produção de um setor x dada uma variação marginal na demanda final para toda a economia. Trata-se de um indicador menos intuitivo do apresentado anteriormente, mas é bem visível se pensarmos, por exemplo, no setor energético. De fato, é fácil entender que quando a economia se aquece e aumenta o nível de atividade, deve-se ter um aumento na produção de energia para atender às necessidades de produção. Este tipo de comportamento refere-se exatamente ao multiplicador para frente, com a produção de um setor se

alterando em decorrência do aumento da demanda agregada na economia. Assim, define-se o multiplicador para frente da forma que segue (MILLER E BLAIR, 2009):

$$FL(t)_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (2.3)$$

onde FL está para Forward Linkage (encadeamento para frente) e t, assim como no caso do multiplicador para trás, indica que se está calculando o impacto total que tem-se sobre a economia em consequência de uma maior oferta do produto do setor i. Se no caso do Backward Linkage calculava-se a somatória dos coeficientes na coluna do setor j, agora, o Forward Linkage é calculado por meio da somatória dos coeficientes na linha do setor i. Voltando ao exemplo da Tabela 2, temos que o multiplicador para frente (FL) do Setor 1 seria igual a 1,13. No entanto, é preciso tomar cuidado e observar que na equação 2.3, o elemento da somatória não é o coeficiente l da Matriz L de Leontief, mas o coeficiente g de outra matriz, a assim chamada Matriz de Ghosh.

Miller e Blair (2009) sugerem para o cálculo do multiplicador para frente o uso da matriz de Ghosh. A Matriz de Leontief não seria adequada pois o cálculo do multiplicador para frente nessa matriz teria a consequência indesejada de implicar que um aumento do produto de um setor x teria como efeito um incremento na produção de todos os demais setores, o que é obviamente longe da realidade. Dessa maneira, optou-se por selecionar como base de cálculo para o Forward Linkage a Matriz de Ghosh, que não apresenta este inconveniente (BEYERS, 1976; JONES, 1976 apud MILLER E BLAIR, 2009).

A matriz de Ghosh basicamente propõe uma mudança na matriz dos coeficientes técnicos A. Ao invés de dividir cada coluna da matriz Z pelo produto total associado àquela coluna, como visto nas equações 1.2 e 1.3, divide-se cada linha da matriz Z pelo produto total associado àquela linha. Trata-se então de uma mudança que traz impacto relevante sobre a matriz dos coeficientes, que agora possui novo significado e que se apresenta desta forma (MILLER E BLAIR, 2009):

$$B_G = \hat{x}^{-1} Z \quad (2.4)$$

B_G é a nova matriz de coeficientes, agora chamada matriz dos coeficientes de alocação, onde os coeficientes b_{ij} encontrados representam a distribuição do produto do setor i (linha) entre os setores j (coluna), que atuam como demandantes deste produto como insumo. Os coeficientes calculados dizem então respeito a como se dá, entre os setores da economia, a alocação de uma unidade do produto ofertada pelo setor i. Respeito à matriz dos coeficientes técnicos A, que era útil do ponto de vista da ótica da demanda (cada coeficiente representava a parcela de insumo demandada por um setor para produção de uma unidade de produto), a matriz B_G é útil a partir da perspectiva da oferta, uma vez que cada coeficiente representa a parcela alocada nos demais setores de uma unidade de produto de um setor i, ou seja, é a parcela do produto ofertada pelo setor i aos demais setores j. A matriz de Ghosh, que substitui a Matriz A pela matriz B_G é logo a melhor opção para se avaliar o impacto de um setor como ofertante de insumos na economia e se apresenta nestes moldes (MILLER E BLAIR, 2009):

$$G = (I - B_G)^{-1} \quad (2.5)$$

na qual G é a Matriz de Ghosh, sendo a única mudança em relação à matriz de Leontief a matriz de coeficientes utilizada no cálculo. Ainda, temos que em relação com a Matriz de Leontief vale (MILLER E BLAIR, 2009):

$$G = \hat{x}^{-1}L\hat{x} \quad (2.6)$$

mostrando que é possível encontrar a Matriz de Ghosh a partir da Matriz de Leontief.

Assim, o multiplicador para frente de um setor i é calculado pela somatória dos coeficientes g_{ij} da linha i da Matriz de Ghosh, conforme equação 2.3.

5.3.3 Índice de encadeamento para trás

Uma vez determinados os multiplicadores para frente e para trás fica fácil calcular os correspondentes índices de encadeamento.

Primeiramente, o índice de encadeamento para trás é um número que tem o objetivo de revelar se um setor em específico tem um nível de encadeamento para trás maior ou menor do que a média. Assim, como para o multiplicador, sua construção matemática é bastante simples, obtendo-se a partir da razão entre o multiplicador para trás de um setor x e a média dos multiplicadores para trás da economia. Sua equação é a que segue (MILLER E BLAIR, 2009):

$$IET(t) = \frac{BL(t)_J}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n BL(t)_J} \quad (2.7)$$

$IET(t)$ é o Índice de Encadeamento Total para Trás, sendo que t indica que estamos tomando em consideração o multiplicador total para trás, que engloba o impacto direto e indireto de um aumento de uma demanda final na economia. O numerador é o multiplicador para frente total ou Forward Linkage e o denominador representa a média dos forward linkages da economia. A interpretação deste índice é de fácil compreensão: se for maior do que 1, então o setor em questão tem um impacto acima da média na economia do ponto de vista do multiplicador para trás. Significa que ao receber um aumento exógeno em sua demanda final, este setor demanda mais insumos da economia do que a média dos setores econômicos, proporcionando um impacto sobre o produto da economia mais expressivo do que o normal. Pelo contrário, se este número for menor do que 1, significa o oposto: o setor teria nesse caso impacto abaixo da média como demandante de insumos na economia uma vez recebido um estímulo externo de demanda.

Por precisão, é importante salientar na equação de Miller e Blair (2009) este índice está sob a sigla BL ; aqui, para evitar confusões com uma simples média dos multiplicadores para trás, optou-se por adotar a sigla IET . Enfim, este índice pode ser encontrado também com o nome de Poder de Dispersão ou índice de Rasmussen/Hirschman (GUILHOTO, 2004).

5.3.4 Índice de encadeamento para frente

O índice de encadeamento para frente apresenta o mesmo significado e a mesma fórmula do que o índice de encadeamento para trás, substituindo-se, claro, o multiplicador para trás com aquele para frente. Então, a partir da 2.7, podemos afirmar que:

$$IEF(t) = \frac{FL(t)_i}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FL(t)_i} \quad (2.8)$$

sendo $IEF(t)$ o Índice de Encadeamento Total para Frente. Como no caso do $IET(t)$, se o índice estiver acima de 1 tem-se um impacto acima da média do setor em consideração e se estiver abaixo de 1, um impacto menos expressivo do que aquele médio. Diferentemente de antes, no entanto, agora entende-se que o gerador deste impacto não é o setor, mas sim o sistema econômico. Assim, setores com $IEF(t)$ maior do que 1 são aqueles que se beneficiam mais de um aquecimento da economia, aumentando a produção em decorrência do aumento da demanda agregada de forma mais significativa do que a média dos setores econômicos, enquanto aqueles com $IEF(t)$ menor do que 1 seriam aqueles que em média aumentam menos a produção em resposta a estímulos de demanda agregada na economia. É também conhecido como Sensibilidade da Dispersão e índice de Rasmussen/Hirschman.

Cabe enfim colocar que são considerados setores-chave para a economia aqueles que possuem índices de encadeamento total para trás e para frente maiores do que 1 (PORSSE, HADDAD, RIBEIRO, 2003). Isto porque estes setores são aqueles que, ao mesmo tempo, impactam mais na cadeia produtiva como demandantes de insumos e são mais sensíveis à mudanças positivas no cenário econômico como produtores. Simplesmente, os setores-chave são aqueles que aumentam mais a produção quando a economia está aquecida e que estimulam mais o crescimento do produto quando recebem estímulos direcionados de demanda.

5.4 Classificação por grau de intensidade tecnológica

Para atingir os objetivos da pesquisa faz-se necessário estabelecer uma metodologia para classificação dos subsetores industriais presentes nas Matrizes Insumo-Produto oferecidas pelo IBGE, segundo nível de incorporação tecnológica no processo produtivo. O IPEA (2014) traz diversas metodologias de classificação por nível tecnológico do produto, entre elas está presente a classificação proposta pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a qual foi escolhida para o propósito que aqui quer ser explorado. A razão desta escolha reside no fato de se tratar de uma classificação oferecida por uma instituição econômica que é referência mundial e, além disso, por esta propor 4 níveis tecnológicos (alta tecnologia, médio-alta tecnologia, médio-baixa tecnologia e baixa tecnologia), os quais permitem uma melhor observação dos setores segundo a intensidade tecnológica do que outras classificações que geralmente adotam apenas

3 níveis (alta, média e baixa tecnologia).

A classificação tecnológica da OCDE para a indústria de transformação é apresentada no quadro a seguir.

Quadro 1 - Classificação tecnológica da OCDE para os produtos da indústria de transformação	
Intensidade Tecnológica	Setor
Alta	Aeronaves e naves espaciais
	Produtos farmacêuticos
	Equipamentos informáticos e de escritório
	Equipamentos de Rádio, TV e comunicação
	Instrumentos ópticos, médicos e de precisão
	Equipamentos e aparelhos elétricos
	Veículos a motor e reboques

Média-alta	Produtos químicos (excluindo farmacêuticos)
	Equipamentos ferroviários e demais equipamentos de transporte
	Outras máquinas e equipamentos
Média-baixa	Construção e reparo de navios e embarcações
	Produtos de plástico e de borracha
	Coque, petróleo refinado e combustível nuclear
	Metal básico e produtos de metal
	Outros produtos não metálicos
Baixa	Outras manufaturas e reciclagem
	Produtos de madeira, celulose, papel, impressão e publicação
	Produtos alimentícios, bebidas e produtos de fumo
	Produtos têxteis, de couro e calçados

Fonte: OCDE (2011, apud IPEA, 2014)

Assim, a partir desta classificação, foram categorizados os setores da indústria de transformação das matrizes insumo-produto do IBGE, da forma que segue.

Quadro 2 - Classificação tecnológica da OCDE para os setores da indústria de transformação da MIP nível 55 do IBGE	
Intensidade Tecnológica	Setor
Alta	Produtos farmacêuticos
	Máquinas para escritório e equipamentos de informática
	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico
Média-alta	Produtos químicos
	Defensivos agrícolas
	Perfumaria, higiene e limpeza
	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas
	Produtos e preparados químicos diversos
	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos
	Eletrodomésticos

	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
	Material eletrônico e equipamentos de comunicações
	Automóveis, camionetas e utilitários
	Caminhões e ônibus
	Peças e acessórios para veículos automotores
	Outros equipamentos de transporte
Média-baixa	Refino de petróleo e coque
	Álcool
	Fabricação de resina e elastômeros
	Artigos de borracha e plástico
	Outros produtos de minerais não-metálicos
	Fabricação de aço e derivados
	Metalurgia de metais não-ferrosos
	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
Baixa	Alimentos e Bebidas
	Produtos do fumo
	Têxteis
	Artigos do vestuário e acessórios
	Artefatos de couro e calçados
	Produtos de madeira - exclusive móveis
	Celulose e produtos de papel
	Jornais, revistas, discos
	Cimento
	Móveis e produtos das indústrias diversas

Fonte: Elaboração própria a partir de (OCDE, 2011, apud IPEA, 2014) e IBGE

Quadro 3 - Classificação tecnológica da OCDE para os setores da indústria de transformação da MIP nível 67 do IBGE	
Intensidade Tecnológica	Setor
Alta	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
Média-alta	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 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
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
Média-baixa	Refino de petróleo e coquearias
	Fabricação de biocombustíveis
	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
Baixa	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
	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
	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas

Fonte: Elaboração própria a partir de (OCDE, 2011, apud IPEA, 2014) e IBGE

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Multiplicadores e índices de encadeamento para trás dos setores econômicos

De forma preliminar, analisamos os resultados obtidos para os multiplicadores e para os índices de encadeamento por setor econômico, sendo estes: setor primário, setor de serviços, indústria de transformação e outras indústrias, entre as quais incluem-se indústria extrativa, indústria de construção e indústria energética.

Tabela 3 - Média dos multiplicadores para trás por setor

Setor	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Primário	1,72	1,86	1,61	1,63
Serviços	1,57	1,57	1,55	1,54
Indústria de transformação	2,06	2,12	2,08	2,07
Outras indústrias	1,84	1,86	1,75	1,83
Total da economia	1,90	1,95	1,81	1,81

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Partindo da observação dos multiplicadores para trás, o primeiro elemento interessante é o aumento do valor de todos os multiplicadores (com exceção daquele do setor de serviços) entre os anos de 2000 e 2005, o que contribui para uma elevação do multiplicador da economia no período de 1,90 para 1,95, com um incremento de 2,63%. No período que sucede, entre 2005 e 2010, é possível observar uma notável redução do multiplicador da economia, que vai de 1,94 para 1,81; no caso, é importante tomar muito cuidado em fazer qualquer tipo de

consideração sobre esta diminuição, uma vez que o IBGE modificou o nível de desagregação da matriz entre 2005 e 2010, alterando a participação dos setores na Matriz Insumo-Produto disponibilizada pelo órgão. Assim, até 2005 o maior nível de desagregação da matriz era de 55 setores, enquanto, a partir de 2010, aumentou para 67 setores, com uma mudança da participação dos setores na matriz, da maneira que segue.

Tabela 4 - Participação dos setores nas MIPs do IBGE

Setor	Até 2005	A partir de 2010
Primário	3,64%	5,97%
Serviços	25,45%	40,30%
Indústria de transformação	61,82%	43,28%
Outras indústrias	9,09%	10,45%

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Ou seja, houve aumento expressivo da participação dos serviços na matriz produzida pelo IBGE, em detrimento da participação da indústria de transformação. Esta mudança implicou na queda expressiva do multiplicador da economia, uma vez que o multiplicador do setor de serviços é substancialmente mais baixo do que o multiplicador da indústria de transformação, mantendo-se constantemente pelo menos 23% abaixo do nível do multiplicador da indústria no período. Evidentemente, não é possível então efetuar a comparação entre 2005 e 2010 para o multiplicador da economia como um todo.

Cabe antecipar que, no caso da análise dos índices de encadeamento, não será possível também a comparação dos diversos setores entre os anos de 2005 e 2010, já que pela sua construção, este índice indicaria um aumento do encadeamento de todos os setores, como consequência do multiplicador mais baixo após a mudança na estrutura da matriz (o índice de encadeamento de um setor i é calculado como a razão do multiplicador do setor i com o multiplicador médio de todos os setores; com a diminuição deste multiplicador por causa da alteração na matriz, todos os setores resultariam mais encadeados de forma puramente artificial).

Voltando para a análise, de 2010 para 2015 o multiplicador da economia permanece inalterado, com todos os setores mostrando uma relativa estabilidade no indicador, sendo que apenas a categoria outras indústrias exibe algum avanço.

Olhando para os setores do ponto de vista individual, de 2005 a 2010, há uma diminuição relevante do multiplicador do setor primário, mantendo-se relativamente no mesmo patamar em 2015. O multiplicador dos serviços demonstra estabilidade absoluta ao longo de todo o período, com variações apenas mínimas, enquanto ambas as categorias referentes à indústria vêm uma redução do multiplicador em

2015 frente a 2000. Após um aumento visível no ano de 2005, há redução para ambos os multiplicadores em 2010, com uma recuperação quase total que ocorre para a categoria de outras indústrias no ano de 2015, a qual não é vivida pela indústria de transformação, que continua diminuindo, ainda que pouco, o seu multiplicador.

Assim, resumidamente, este primeiro olhar mostra no período analisado um enfraquecimento na cadeia produtiva do setor agropecuário, uma estabilização dos serviços e das indústrias de construção, energia e de extração e, por fim, uma redução pequena do impacto das indústrias de transformação. Também ressalta-se que de 2005 a 2015, todos os setores, menos serviços, registraram queda de seus multiplicadores.

Observamos portanto agora os índices de encadeamento para trás dos setores da economia, comparando o ano de 2000 com 2005 e o de 2010 com 2015, uma vez que a mudança na matriz inviabiliza a comparação entre 2005 e 2010 pelas razões acima já explicitadas.

Tabela 5 - Média dos índices de encadeamento para trás por setor (2000, 2005)

Setor	Ano	
	2000	2005
Primário	0,90	0,95
Serviços	0,82	0,81
Indústria de transformação	1,08	1,09
Outras indústrias	0,97	0,95

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Nota-se no período a evolução positiva do nível de encadeamento do setor primário e uma pequena melhora no encadeamento da indústria de transformação; por outro lado, há diminuição do encadeamento de outras indústrias e dos serviços. A indústria de transformação é o único setor que apresenta um nível de encadeamento com a matriz produtiva nacional acima da média, confirmando o fato que, dentre os setores, é aquele maiormente responsável por puxar o crescimento econômico.

Tabela 6 - Média dos índices de encadeamento para trás por setor (2010, 2015)

Setor	Ano	
	2010	2015
Primário	0,89	0,90
Serviços	0,86	0,85
Indústria de transformação	1,15	1,14
Outras indústrias	0,97	1,01

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Na comparação entre 2010 e 2015, o setor primário e outras indústrias evoluíram positivamente em termos de encadeamento. A mudança na matriz ocorrida entre 2005 e 2010 consegue explicar porque em 2015, em geral, os setores apresentaram encadeamento acima da média: isto se deve à diferente representatividade do setor de serviços na matriz, que aumentou muito conforme Tabela 4 e que possui multiplicadores menores dos demais setores, o que puxa para baixo o multiplicador da economia e aumenta os índices de encadeamento dos setores. Veja-se, por exemplo, o caso da indústria de transformação, que possui um multiplicador menor em 2010 e 2015 em relação a 2000 e 2005, mas, que no entanto, aumentou seu encadeamento na economia, evidentemente por causa desta mudança metodológica. Assim, com a nova matriz, resulta que também outras indústrias possuem um encadeamento acima da média, se bem que mínimo.

6.2 Multiplicadores e índices de encadeamento para frente dos setores econômicos

A análise dos multiplicadores para frente e de seus respectivos índices de encadeamento complementa a análise destas variáveis para trás. Os multiplicadores para frente quantificam o impacto específico em determinado setor de um aumento generalizado da atividade econômica: quanto maior este multiplicador, maior a reação de um setor à uma variação do produto da economia como um todo. Setores que possuem índices de encadeamento para trás e para frente acima de 1 são considerados setores-chave da economia; são aqueles setores que possuem a capacidade de puxar o crescimento econômico para cima quando recebem um aumento direto de demanda e, ao mesmo tempo, são aqueles que também são mais positivamente afetados quando a economia está aquecida. São setores estratégicos exatamente porque, ao receber um investimento, estimulam acima da média a atividade produtiva nos demais setores e promovem o crescimento econômico, sendo enfim beneficiados de forma mais sensível por este aquecimento da atividade econômica, instaurando uma dinâmica virtuosa de

crescimento próprio. Aqui, seguem os multiplicadores para frente dos setores econômicos no período considerado para análise.

Tabela 7 - Média dos multiplicadores para frente por setor

Setor	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Primário	2,07	2,10	1,96	1,83
Serviços	1,54	1,53	1,84	1,83
Indústria de transformação	1,97	1,97	1,84	1,84
Outras indústrias	2,31	2,30	2,37	2,24
Total da economia	1,89	1,88	1,90	1,88

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

A mudança na matriz mostra seus impactos no aumento do multiplicador para frente dos serviços, uma vez que na matriz de 67 setores usada a partir de 2010, estão presentes mais setores de serviços (no total, 27 setores contra 14 da matriz anterior). O fato que o multiplicador para frente de serviços seja mais expressivo do que seu multiplicador para trás é devido à característica desse setor, que depende do nível de atividade econômica como um todo. Assim, quando a economia está aquecida, a atividade no setor de serviços aumenta, para atender às maiores necessidades de consumo dos indivíduos e das empresas, enquanto, por si só, não é um ramo da atividade econômica capaz de puxar o aumento do produto. Destaque deve ser dado também para outras indústrias, que, lembramos, incluem a indústria energética e a indústria de infraestrutura (água, saneamento, construção). Este alto multiplicador para frente deve-se a estes setores, que são altamente demandados em tempos de expansão econômica (quando a economia cresce, é inevitável o aumento da demanda por energia, água etc.). Por fim, considera-se que há uma diminuição consistente do multiplicador para frente do setor primário a partir de 2005.

Como fizemos anteriormente no caso dos índices de encadeamento para trás, dividindo a análise em dois períodos por causa das problemáticas metodológicas, também faremos agora para os índices de encadeamento para frente.

Tabela 8 - Média dos índices de encadeamento para frente por setor (2000, 2005)

Setor	Ano	
	2000	2005
Primário	1,10	1,12
Serviços	0,82	0,81
Indústria de transformação	1,04	1,04
Outras indústrias	1,23	1,22

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

O maior índice de encadeamento para frente é apresentado, em 2000 e 2005, pelo setor de outras indústrias, de acordo com o forte impacto que estes setores recebem em momentos de expansão do ciclo econômico. Apresentam também resultados acima da média a agropecuária e a indústria de transformação, sendo que, a evolução dos índices de encadeamento de todos os setores no período mostra estabilidade.

Tabela 9 - Média dos índices de encadeamento para frente por setor (2010, 2015)

Setor	Ano	
	2010	2015
Primário	1,03	0,98
Serviços	0,97	0,98
Indústria de transformação	0,97	0,98
Outras indústrias	1,24	1,19

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

No ano de 2015, o único setor que apresenta impacto acima da média na cadeia produtiva para frente é o setor de outras indústrias. Percebe-se queda do setor primário e estabilidade de indústria de transformação e serviços, que, ainda que possuam um multiplicador para frente substancialmente mais alto do que seu multiplicador para trás, não conseguem alcançar um impacto acima da média na cadeia. Cabe dizer que este impacto para frente, no ano de 2015, foi praticamente idêntico para todos os setores menos que para outras indústrias, que manteve sua posição de destaque.

Do ponto de vista dos setores-chave da economia, considerando apenas este último período que compreende os anos de 2010 e 2015, o único setor-chave seria o de outras indústrias no ano de 2015, o que poderia sugerir que recentemente a indústria brasileira esteja se especializando em direção de indústrias de base,

como apontado por Nassif, Teixeira e Rocha (2015). Não acaso, na última década o Brasil tem vivido um momento de expansão da indústria energética limpa, com particular relevância do ramo eólico, e mais recentemente do ramo fotovoltaico, como pode ser observado no portal SIGA (ANEEL, 2022)

Enfim, esta série de considerações sobre os multiplicadores e os índices de encadeamento para frente e para trás nos setores da economia evidenciou o papel central desempenhado pela indústria dentro da cadeia produtiva, em particular, da indústria de transformação na cadeia a montante e dos outros ramos industriais na cadeia a jusante. Ressalta-se juntamente a isto que parece haver nos últimos anos um direcionamento da matriz produtiva nacional em direção à uma maior centralidade do grupo das indústrias energética, extrativa, de infraestrutura e de construção (outras indústrias), que foram o setor-chave na MIP do ano de 2015.

6.3 Multiplicadores e índices de encadeamento para trás para os subsetores da indústria de transformação segundo o grau de intensidade tecnológica

Agora, começamos nossa análise da evolução da importância na cadeia produtiva nacional dos subsetores da indústria de transformação, com base no diverso grau de intensidade tecnológica dos diversos ramos de atividade, conforme classificação da OCDE especificada na metodologia e aplicada para os setores reconhecidos nas matrizes insumo-produto do IBGE.

Na Tabela 10 é possível observar a evolução dos multiplicadores para trás do subsetores da indústria de transformação entre os anos de 2000 e 2015, a cada 5 anos, conforme frequência de publicação das MIPs do IBGE.

Tabela 10 - Média dos multiplicadores para trás por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação

Intensidade tecnológica	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Alta	1,65	1,70	1,69	1,72
Média-alta	2,09	2,20	2,05	2,04
Média-baixa	2,17	2,13	1,90	1,91
Baixa	2,04	2,14	2,11	2,11

Fonte: Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Os subsetores de alta intensidade tecnológica, que são fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos e fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, apresentaram elevação gradual de seu multiplicador para trás, passando de 1,65 em 2000 para 1,72 no ano de 2015, representando um aumento de 4,2% no período. Houve diminuição do multiplicador para trás para os

subsetores de média-alta e média-baixa tecnologia, sendo particularmente significativo para esta última categoria, que sofreu uma diminuição de 12,0%. Enfim, reforçou-se o multiplicador para trás dos subsectores industriais de baixa tecnologia, com um aumento de 3,4% do multiplicador para trás.

Há portanto no período um fortalecimento do impacto na cadeia produtiva dos subsectores industriais de alta e baixa tecnologia, indicando, no caso do primeiro grupo, uma pequena melhora em direção de um impacto que poderá ser mais significativo nos próximos anos, caso a melhora continue, e, no caso do segundo grupo, uma estabilização da posição de importância na cadeia produtiva de um setor que já possui elevado impacto na cadeia nacional.

O próximo passo é olhar para os índices de encadeamento para trás destes grupos de intensidade tecnológica. Como já visto, o multiplicador da economia não é um indicador confiável para efetuar essa análise ao longo do período, devido à mudança da participação dos setores na matriz a partir do ano de 2010, assim, para avaliar o encadeamento dos grupos de subsectores industriais considerados, recorreremos ao uso da média dos multiplicadores para trás da indústria de transformação. Como consequência, os nossos índices de encadeamento para trás não indicarão se os grupos possuem um impacto acima ou abaixo da média na cadeia produtiva à montante da economia como um todo, mas sim, se este impacto está maior ou menor do que o impacto médio na cadeia à montante da indústria de transformação como um todo. Portanto, os grupos de intensidade tecnológica com índice de encadeamento para trás maior do que 1 serão aqueles mais importantes em termos de impacto na cadeia dentro da indústria de transformação, enquanto, aqueles grupos com índice de encadeamento menor do que 1 serão os que apresentam um impacto menor do que aquele médio da indústria de transformação.

Tabela 11 - Média dos índices de encadeamento para trás por grau de intensidade tecnológica dos subsectores da indústria de transformação

Intensidade tecnológica	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Alta	0,80	0,80	0,81	0,83
Média-alta	1,02	1,04	0,99	0,97
Média-baixa	1,05	1,00	0,91	0,92
Baixa	0,99	1,01	1,02	1,02

Fonte: Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

De acordo com a evolução apresentada dos multiplicadores para trás, durante o período, há melhora do encadeamento para trás dos subsectores industriais de alta e baixa tecnologia, enquanto, os demais grupos (média-alta e média-baixa) sofrem uma perda de importância dentro da indústria de transformação. Cabe

ressaltar que, não obstante a melhora do encadeamento e do impacto na cadeia para trás do grupo de maior intensidade tecnológica, este permanece ainda como o menos importante dentro da indústria de transformação. Há no entanto uma mudança da ordem de importância dos demais grupos no período analisado. Em 2000, o grupo mais importante em termos de encadeamento para trás da indústria de transformação era o de média-baixa tecnologia, seguido pelo grupo de média-alta tecnologia, baixa tecnologia e, enfim, alta tecnologia. Em 2015, no entanto, a ordem se modifica, com a liderança que vai para o grupo de baixa tecnologia, seguido pelos grupos de média-alta tecnologia, média-baixa tecnologia e alta tecnologia, respectivamente. Também, é facilmente observável que, em 2010 e em 2015, o grupo de baixa tecnologia foi o único que obteve impacto na cadeia a montante acima da média na indústria de transformação, significando que este grupo é responsável por puxar o multiplicador da indústria de transformação para cima, sendo, sem dúvidas, o grupo mais relevante em termos de impacto para trás, dentro da indústria de transformação.

Assim, esta análise do impacto para trás na cadeia produtiva dos 4 grupos de subsetores da indústria de transformação por intensidade tecnológica evidencia principalmente dois aspectos: a melhora do impacto para trás a cadeia produtiva dos subsetores industriais de alta e de baixa intensidade tecnológica e o fortalecimento evidente deste último grupo como central em termos de impacto dentro da indústria de transformação.

6.4 Multiplicadores e índices de encadeamento para frente para os subsetores da indústria de transformação segundo o grau de intensidade tecnológica

A seguir, consideram-se os multiplicadores para frente e seus respectivos índices de encadeamento para avaliar o impacto dos grupos industriais de intensidade tecnológica frente a um aumento da atividade econômica.

Tabela 12 - Média dos multiplicadores para frente por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação

Intensidade tecnológica	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Alta	1,40	1,36	1,33	1,32
Média-alta	1,90	1,91	1,92	1,91
Média-baixa	2,44	2,46	2,31	2,28
Baixa	1,80	1,78	1,67	1,66

Fonte: Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Os multiplicadores para frente evidenciam que o maior impacto, neste caso, é aquele promovido pelos subsetores industriais de média-baixa tecnologia, se bem que seu multiplicador para frente venha diminuindo de 2000 até 2015. De fato, a este grupo pertencem, por exemplo, o setor de refino de petróleo e coquerias e fabricação de biocombustíveis (todos os multiplicadores e índices de encadeamento, para trás e para frente, estão disponíveis em tabelas no apêndice desta monografia), os quais sentem muito positivamente um aumento do nível de atividade econômica, o que faz com que este grupo seja particularmente importante do ponto de vista de seu impacto para frente na economia. Em seguida, o segundo maior multiplicador para frente, em todos os anos considerados, é o do grupo de média-alta intensidade tecnológica, que apresentou estabilidade ao longo do período e sucessivamente encontram-se, respectivamente, o grupo de baixa tecnologia e alta tecnologia, ambos registrando quedas no multiplicador.

O que chama a atenção, neste caso, é a perda contínua do nível de multiplicador para frente entre 2000 e 2015, visível para todos os grupos, menos para o de média-alta intensidade tecnológica, que foi o único a apresentar estabilidade. Isto significa, que, em geral, a indústria de transformação está menos sensível ao nível de atividade do sistema econômico, o que implica, que, em períodos de expansão econômica, este setor está acompanhando menos o momento de prosperidade econômica.

Tabela 13 - Média dos índices de encadeamento para frente por grau de intensidade tecnológica dos subsetores da indústria de transformação

Intensidade tecnológica	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Alta	0,71	0,70	0,70	0,71
Média-alta	0,97	0,98	1,02	1,02
Média-baixa	1,25	1,26	1,22	1,22
Baixa	0,92	0,91	0,88	0,89

Fonte: Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

A análise dos índices de encadeamento para frente reforça o cenário oferecido pelos multiplicadores para frente. No período não há nenhuma mudança de hierarquia no impacto para frente entre os 4 grupos, no entanto, o grupo de média-alta intensidade tecnológica ganha destaque e apresenta, a partir de 2010, um impacto acima da média da indústria de transformação, unindo-se nesse quesito ao grupo de média-baixa tecnologia, que é central desse ponto de vista na indústria de transformação. Este aumento do encadeamento para frente do grupo de média-alta tecnologia deve-se como visto, não a um aumento do seu

multiplicador para frente, mas sim, à uma piora dos multiplicadores para frente dos demais grupos, conforme observado na tabela 12.

Em relação aos setores-chave, definidos na metodologia, nos anos de 2000 e 2005, o grupo de média-baixa tecnologia foi o setor-chave da indústria de transformação, enquanto, em 2010 e 2015 não foram encontrados setores-chave. Isto se deve ao fato que o encadeamento para trás dos subsetores de média-baixa tecnologia piorou, colocando-se abaixo da média e, por outro lado, o aumento significativo do encadeamento para trás do grupo de baixa intensidade tecnológica não foi acompanhado de um aumento de sua importância para frente na cadeia.

Olhando para os subsetores individualmente, obtém-se a seguinte quantidade de setores-chave por grupo tecnológico nos 4 anos analisados:

Tabela 14 - Quantidade de setores-chave por grupo de intensidade tecnológica

Intensidade tecnológica	Ano			
	2000	2005	2010	2015
Alta	0	0	0	0
Média-alta	4	2	3	1
Média-baixa	4	3	4	5
Baixa	0	2	2	0

Fonte: Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Nota-se como ao longo dos anos, geralmente, os grupos de média-alta e média-baixa intensidade tecnológica concentram os setores-chave da indústria de transformação. O grupo de baixa tecnologia aparece com 2 setores-chave nos anos de 2005 e 2010, enquanto o grupo de alta intensidade tecnológica não comparece na estatística. No particular, vale ressaltar que os subsetores que compareceram como setores-chave ao longo de todo o período foram (portanto, em todos os 4 anos analisados) refino de petróleo e coquerias (média-baixa tecnologia) e fabricação de peças e acessórios para veículos automotores (média-alta tecnologia). Também, desde que foi incluído na matriz em 2010, o subsetor de fabricação de biocombustíveis foi setor-chave da indústria de transformação, seja em 2010, seja em 2015.

A consulta, no detalhe, de todos os setores-chave da indústria de transformação no período pode ser feita no apêndice desta monografia.

6.5 Discussão sobre os resultados apresentados pelos quatro grupos de intensidade tecnológica e comparações

A partir dos dados analisados, registra-se que houve evolução positiva dos multiplicadores para trás dos subsetores da indústria de transformação de alta intensidade tecnológica e de baixa intensidade tecnológica, enquanto não houve evolução positiva dos multiplicadores para frente em nenhum dos grupos tecnológicos considerados. Em termos de encadeamento para trás, no último ano considerado, 2015, apenas os subsetores de baixa intensidade tecnológica demonstraram impacto acima da média da indústria de transformação como um todo, enquanto, em relação ao encadeamento para frente, foram os subsetores de média-baixa e média-alta tecnologia a apresentarem impacto acima da média. No geral, conforme reportado nas Tabelas 3 e 7, a indústria de transformação sofreu queda do seu multiplicador, seja para frente, seja para trás. Assim, há uma tendência à diminuição da importância da indústria de transformação na cadeia produtiva nacional, com melhoras apenas marginais de alguns subsetores.

Observando o encadeamento para trás, a queda do multiplicador é particularmente expressiva para o grupo de média-baixa tecnologia, o qual, se bem que seja o mais importante do ponto de vista do encadeamento para frente, também registrou queda relevante do multiplicador para frente. Assim, parece que no período considerado, o grupo tecnológico da indústria de transformação apresentou o pior desempenho foi o de média-baixa tecnologia. Não obstante isso, conforme observado na Tabela 14, esse foi também o grupo tecnológico que apresentou o maior número de subsetores-chave da economia brasileira, podendo ser considerado, portanto, o grupo mais importante na cadeia da indústria de transformação.

Entre os demais grupos, o de média-alta intensidade tecnológica sofreu perdas no encadeamento para trás, mas foi o único que apresentou estabilidade do multiplicador para frente. No entanto, isto não impediu a diminuição do número de subsetores desta categoria considerados como chave no período entre 2000 e 2015, sendo que o menor número desta série foi observado exatamente em 2015, quando apenas um subsetor deste grupo pôde ser considerado subsetor-chave da economia. Enfim, os grupos de baixa e de alta tecnologia fugiram ao comportamento geral da indústria de transformação ao vivenciarem um aumento de seus respectivos multiplicadores para trás, indicando um aumento da capacidade de impactar na cadeia produtiva como demandante de insumos. Por outro lado, sofreram perdas do lado do impacto para frente na cadeia.

Ocorre, a partir da análise dos multiplicadores e dos índices de encadeamento e desses comentários, apontar algumas conclusões que aparentam ser razoáveis:

- os setores econômicos vivenciaram uma queda de sua capacidade de impactar na cadeia produtiva, para frente e para trás;
- esta perda de capacidade foi menos intensa no setor de outras indústrias, que no final do período foi o único setor-chave da economia;

- a indústria de transformação, portanto, tornou-se menos importante na cadeia produtiva nacional;
- dentre os subsetores da indústria de transformação, classificados por grau de intensidade tecnológica, o grupo de média-baixa tecnologia foi o mais importante dentro da cadeia, pelo alto multiplicador para frente e pelo maior número de subsetores-chave;
- não obstante isso, foi também o grupo que mais perdeu capacidade de impactar na cadeia entre 2000 e 2015, apresentando quedas substanciais dos multiplicadores para frente e para trás;
- entre os demais setores, de primeira vista, não aparenta ser possível apontar conclusões claras acerca do desempenho dos subsetores por grupo tecnológico, com pontos positivos e negativos para cada grupo, entretanto, é claro que o grupo tecnológico menos importante na cadeia produtiva brasileira foi o de alta tecnologia.

A seguir, pode-se observar a ordem de importância dos 4 grupos tecnológicos nos 4 anos considerados no impacto na cadeia para trás e para frente.

Tabela 15 - Classificação dos grupos tecnológicos da indústria de transformação por impacto para trás na cadeia

Posição	2000	2005	2010	2015
1	Média-baixa	Média-alta	Baixa	Baixa
2	Média-alta	Média-baixa	Média-alta	Média-alta
3	Baixa	Baixa	Média-baixa	Média-baixa
4	Alta	Alta	Alta	Alta

Elaboração própria

Tabela 16 - Classificação dos grupos tecnológicos da indústria de transformação por impacto para frente na cadeia

Posição	2000	2005	2010	2015
1	Média-baixa	Média-baixa	Média-baixa	Média-baixa
2	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Média-alta
3	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
4	Alta	Alta	Alta	Alta

Elaboração própria

Emerge claramente a evolução negativa do grupo de média-baixa intensidade tecnológica que passa de 1º grupo no impacto para trás na cadeia para 3º grupo. O grupo de média-alta tecnologia apresenta certa estabilidade, enquanto o grupo de baixa tecnologia passa de 3º para 1º na ordem de importância no impacto para trás

na cadeia. O grupo de alta tecnologia permanece sempre como último, em ambos os tipos de impacto. Observa-se também que em momento algum há mudanças na ordem de importância dos grupos tecnológicos no impacto para frente na cadeia.

6.6. Os subsetores intensivos em tecnologia se tornaram mais ou menos importantes na cadeia produtiva?

Entende-se que não há evidências claras acerca da melhora ou piora dos subsetores mais intensivos em tecnologia da indústria de transformação, considerados como os subsetores de alta intensidade tecnológica e média-alta intensidade tecnológica. Com uma análise mais aprofundada, buscar-se-á uma resposta mais esclarecedora acerca dos rumos recentes destes subsetores industriais, considerados como estratégicos para o desenvolvimento econômico pelo elevado conteúdo tecnológico que incorporam nos processos de produção.

Até agora observaram-se algumas características salientes que emergiram a partir dos indicadores analisados. Em relação ao grupo de alta intensidade tecnológica, o elemento de destaque foi o aumento recente de seu multiplicador para trás, o qual no entanto não foi acompanhado por um comportamento similar no seu multiplicador para frente. Também, não registraram-se, em nenhum ano, subsetores-chave da economia provenientes deste grupo. No caso, seria importante lembrar que se trata de um grupo muito pequeno, que incorpora 3 subsetores nas MIPs de 2000 e 2005 e apenas 2 subsetores nas MIPs sucessivas, conforme pode-se verificar nos Quadros 2 e 3.

No caso do grupo de média-alta intensidade tecnológica, coloca-se que houve queda importante do número de subsetores-chave na economia entre 2000 e 2015, juntamente à diminuição do multiplicador para trás e à manutenção do nível do multiplicador para frente, sendo o único grupo a não ter perdido seu patamar neste quesito.

Em princípio, a partir destes elementos, como já observado anteriormente, há pontos positivos e negativos, o que não permite a elaboração de uma conclusão que aponte nitidamente para uma direção de melhora ou piora do cenário apresentado pelos setores industriais intensivos em tecnologia. De um lado, os subsetores industriais de alta intensidade tecnológica vivenciaram um aumento dos multiplicadores para trás no período, o que foi positivo, do outro, permaneceram com os menores multiplicadores para frente e para trás em todos os anos, sofrendo queda do multiplicador para frente, o que foi negativo. Para o grupo de média-alta intensidade tecnológica, do ponto de vista positivo, manteve-se o nível do multiplicador para frente, em um cenário onde todos os demais grupos perderam, no entanto, pelo lado negativo, sofreu-se queda do multiplicador para trás e diminuição do número de subsetores-chave na economia.

Como interpretar estes resultados que, no fundo, são ambíguos? Primeiramente, pode-se afirmar com certeza que, se os sinais são contrastantes, isso significa que nossa análise não aponta nem para um cenário de perda de

importância muito significativa nem, também, para um evidente aumento de importância na cadeia produtiva desses grupos. Se considerarmos, como usualmente se faz, que os impactos para trás na cadeia produtiva são mais importantes do que os impactos para frente, uma vez que são estes impactos, derivados de aumentos da demanda, que promovem o crescimento da produção, do emprego e da renda (MOLLO e TAKASAGO, 2019), então deveríamos chegar à conclusão que o grupo de subsetores da indústria de transformação de alta intensidade tecnológica ganhou importância na cadeia produtiva entre 2000 e 2015, enquanto o grupo de média-alta intensidade tecnológica perdeu importância na economia brasileira no mesmo período. Esta perda de importância do grupo de média-alta tecnologia, como já visto, é bem ressaltada pela diminuição de subsetores-chave na economia. Ou seja, a partir desta ótica, corroborada por Hirschman (1961, apud MOLLO e TAKASAGO; 2019), que considera como central o nível de encadeamento para trás dos setores econômicos como medida real da importância destes dentro da cadeia produtiva, aponta-se para um cenário de evolução recente positiva da importância do grupo de indústria de alta tecnologia na cadeia produtiva no País e de evolução recente negativa da importância do grupo de indústria de média-alta tecnologia na economia nacional. No entanto, precisamos ser muito cautelosos em avaliar como efetivamente positiva a evolução do multiplicador para trás do grupo de alta intensidade tecnológica: como é visível na Tabela 10, há sim um aumento entre 2000 e 2015, com o multiplicador deste grupo que se eleva de 1,65 para 1,72, entretanto, a evolução se dá de forma descontínua com aumento entre 2000 e 2005, diminuição entre 2005 e 2010 e aumento novamente no período sucessivo, sendo praticamente nula a evolução entre 2005 e 2015. Assim, considera-se discutível afirmar como positiva a evolução recente do multiplicador para trás do grupo de alta tecnologia. Resta o fato que, em um momento de queda da capacidade de impactar na cadeia produtiva por parte da indústria de transformação, este grupo aumentou, ainda que de forma parcial e descontínua, sua importância no impacto na cadeia para trás. Admite-se aqui, portanto, avaliar, ainda que com as ressalvas explicitadas, como positiva a evolução recente do impacto na cadeia produtiva dos subsetores da indústria de transformação de alta intensidade tecnológica.

Cabe também informar, como poderá ser verificado no Apêndice, que dos dois subsetores que incorporam o grupo tecnológico de alta intensidade, apenas o subsetor de fabricação de produtos farmacêuticos e farmoquímicos apresentou um aumento significativo do seu multiplicador para trás, de 1,69 para 1,77, no último período considerado, entre 2010 e 2015, enquanto o outro subsetor, o de fabricação de produtos eletrônicos e ópticos e de equipamentos de informática permaneceu estável no nível de 1,68, após ter vivido algum aumento nos anos anteriores.

No caso dos subsetores de média-alta intensidade tecnológica, ao olhar para os subsetores de forma individual, confirma-se como realística a conclusão que vê a evolução recente deste grupo como negativa: dos 9 subsetores deste grupo tecnológico, apenas um apresentou melhora do multiplicador para trás entre 2010

e 2015, sendo este o subsetor de fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal.

Enfim, conclui-se aqui, sob a hipótese de centralidade do nível encadeamento para trás, reconhecida pela teoria econômica, que a evolução recente dos subsetores da indústria de transformação intensivos em tecnologia difere segundo o grau tecnológico: para os subsetores de alta tecnologia houve evolução positiva de 2000 para 2015, ainda que de forma descontínua e parcial, a qual é demonstrada pelo aumento do índice de encadeamento para trás entre 2000 e 2015 (veja-se Tabela 11); diversamente, para os subsetores de média-alta tecnologia, a evolução recente configura-se como negativa, pois, nos primeiros anos da série, apresentaram impacto na cadeia para trás acima da média, enquanto, nos últimos anos, apresentaram impacto na cadeia abaixo da média (veja-se, também neste caso, a Tabela 11).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa colocou como objetivos a avaliação da evolução recente dos subsetores intensivos em tecnologia da indústria de transformação e a comparação desta evolução com aquela vivenciada no período pelos demais grupos tecnológicos da indústria de transformação, segundo classificação proposta pela OCDE.

De forma preliminar, para ajudar na avaliação dos resultados de cada grupo tecnológico da indústria de transformação, avaliou-se o desempenho dos setores econômicos na cadeia produtiva, sendo estes: setor primário, indústria de transformação, outras indústrias e serviços. Obteve-se que a indústria de transformação é central na importância de seus impactos para trás na cadeia, não obstante seu multiplicador para trás manteve-se fundamentalmente estável no período considerado. O setor de outras indústrias vem ganhando importância ao se colocar como único setor-chave da economia no ano de 2015. Parece, assim, haver um direcionamento das forças econômicas no sentido de tornar mais centrais dentro da cadeia produtiva as indústrias que não são do ramo da transformação, como as indústrias extrativa, energética e de construção. Essa conclusão é também apontada por Nassif, Teixeira e Rocha (2015), que dizem que está havendo um deslocamento dos setores-chave da economia para as indústrias de base.

Partindo desta constatação, com o setor de indústria de transformação que vem perdendo centralidade dentro da cadeia produtiva nacional, coube portanto avaliar o desempenho dos subsetores da indústria de transformação por nível tecnológico, de forma comparativa entre eles e, afinal, com foco principal nos grupos de alta e média-alta intensidade tecnológica, considerados como intensivos no uso da tecnologia.

Evidenciou-se que o grupo tecnológico de média-baixa tecnologia é o mais próximo a ser central dentro da matriz econômica brasileira, dados o alto

multiplicador para frente e o grande número de subsetores-chave na economia, sendo o grupo que possui o maior número de subsetores-chave em todos os quatro anos analisados, como pode ser visualizado na Tabela 14. Mostrou-se também que este grupo, apesar de sua importância, vem perdendo centralidade nos últimos anos, sobretudo pela redução do multiplicador para trás, que tirou-lhe o “status” de setor-chave (ou grupo chave, já que estamos falando de grupos industriais por intensidade tecnológica).

O grupo de baixa intensidade tecnológica apresentou melhorias do multiplicador para trás (considerado mais importante do que o multiplicador para frente pela teoria econômica), o que fez com que aumentasse sua importância na cadeia produtiva; no entanto, cabe colocar que este aumento ocorreu de forma expressiva entre os anos de 2000 e 2005, salvo queda sucessiva (ver Tabela 10) que faz com que seu multiplicador para trás seja sim maior do que no ano de 2000, mas, também, menor do que no ano de 2005. Assim, no período mais recente, o desempenho deste grupo também não é positivo.

Os grupos de alta e média-alta intensidade tecnológica, como tratado na última seção, dividiram-se em termos de desempenho, sendo positiva a evolução do primeiro e negativa a evolução do segundo.

Ao considerar, portanto, a ordem de importância dos grupos tecnológicos da indústria de transformação, no impacto para trás e no impacto para frente (Tabelas 15 e 16), no número de subsetores-chave na economia (Tabela 14), bem como a evolução dos indicadores analisados, fazem-se, então, as oportunas conclusões:

- o grupo tecnológico mais importante na cadeia produtiva brasileira, no período considerado (entre 2000 e 2015) foi o de média-baixa tecnologia, enquanto o menos importante foi o de alta tecnologia;
- os grupos de média-alta e baixa intensidade tecnológica foram os que apresentam o maior impacto na cadeia para trás, a partir de 2010;
- a evolução no período aparenta ser muito negativa exatamente para o grupo mais importante (média-baixa intensidade tecnológica), que perdeu capacidade de impactar na cadeia, para frente e para trás;
- a evolução dos demais grupos foi ambígua.

No entanto, partindo do pressuposto de que o impacto para trás na cadeia produtiva é o mais importante, destaca-se que:

- a evolução para o grupo de alta intensidade tecnológica foi positiva no período (entre 2000 e 2015);
- a evolução para o grupo de média-alta intensidade tecnológica foi negativa no período;
- a evolução para o grupo de baixa intensidade tecnológica foi positiva no período, mas negativa se considerarmos o período entre 2005 e 2015, não obstante isso, pela redução do multiplicador para trás da indústria de transformação como um todo, tornou-se, a partir de 2010, o grupo mais

importante do ponto de vista do impacto para trás na cadeia (veja-se Tabela 15).

Restringindo agora o foco para o subsetores industriais intensivos em tecnologia, concluiu-se que este diferiu entre os grupos de alta tecnologia e média-alta tecnologia, sendo positivo para o primeiro, que ganhou importância dentro da cadeia produtiva brasileira e negativo para o segundo, que perdeu importância de forma efetiva a partir de 2005. No entanto, o grupo de alta tecnologia, continua tendo um impacto substancialmente abaixo da média, sendo certamente bem menos importante em termos de impacto, para frente e para trás, do que os subsetores de média-alta intensidade tecnológica.

O que isso quer dizer, à luz dos desafios enfrentados pelo Brasil em tornar-se um País plenamente desenvolvido? Vimos ao longo deste trabalho que o domínio do uso da tecnologia é importante para o desenvolvimento econômico dos países, sendo este responsável por uma trajetória sustentada de crescimento de longo prazo. Deste ponto de vista, entende-se que, se o impacto na cadeia produtiva dos subsetores industriais intensivos em tecnologia está aumentando, estes estão se tornando mais importantes na economia nacional, o que é positivo para o desenvolvimento econômico da nação.

O que essa pesquisa mostrou é que os resultados da indústria intensiva em tecnologia foram fracos, não demonstrando melhoras significativas entre os anos de 2000 e 2015; pelo contrário, houve piora da capacidade de impactar na cadeia por parte dos subsetores de média-alta tecnologia, enquanto o aumento do multiplicador para trás do grupo de alta tecnologia, se bem que positivo, foi pequeno. Grupos de menor intensidade tecnológica lideraram em termos de importância dentro da cadeia produtiva nacional, o de baixa tecnologia no encadeamento para trás, o de média-baixa tecnologia no encadeamento para frente e no número de subsetores-chave, sendo que somente no ano de 2005 o grupo de média-alta tecnologia apresentou o maior encadeamento para trás, registrando, após este momento, uma queda na sua importância na cadeia a montante.

Considera-se, portanto, que em um momento histórico de grande competição internacional sob o ponto de vista tecnológico e da inovação, o Brasil não está ganhando espaço, mas sim, perdendo terreno em relação aos demais países, uma vez que os resultados apresentados por esta pesquisa evidenciaram uma substancial estagnação dos subsetores industriais intensivos no uso da tecnologia e, no geral, da indústria de transformação como um todo, indicando uma mutação da cadeia produtiva brasileira, agora mais centralizada em outras indústrias, como as indústrias extrativa, energética e de construção. Esta perda de importância na cadeia produtiva da indústria de transformação e particularmente dos setores mais intensivos em tecnologia está de acordo com a tão discutida perda de complexidade registrada pelo Brasil nas últimas décadas. Neste sentido, aponta-se que o problema do desenvolvimento econômico brasileiro torna-se ainda mais desafiador, sendo central para a retomada do desenvolvimento o estímulo à inovação e o esforço para dominar tecnologias que estejam mais próximas da

fronteira tecnológica internacional: se quisermos um Brasil desenvolvido, economicamente e humanamente, é necessário reverter a trajetória negativa da indústria de transformação e dos ramos mais intensivos em tecnologia desta, de maneira a desenvolver uma estrutura produtiva mais moderna, intensiva em conhecimento, inovação e pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. E. et al. Efeito multiplicador de produção e insumos intermediários importados por intensidade tecnológica: uma análise de insumo-produto para 2000, 2004 e 2009. **Espacios**. Vol. 36 (Nº 17) Ano 2015. Pág. 14.

ANEEL. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL**, SIGA. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 15 de Novembro de 2022.

ATLAS OF ECONOMIC COMPLEXITY. **The Atlas of Economic Complexity**, Harvard. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/> Acesso em: 15 de Novembro de 2022

BIELSCHOWSKY, R. Cinquenta anos de pensamento na CEPAL. **Record**. Rio de Janeiro, São Paulo, 2000.

BRANDÃO, V. Revisitando os modelos de abertura econômica: os casos de Brasil e México. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, vol. 13, n. 23, p. 55-82, jul.-dez. 2018.

BRESSER-PEREIRA, L.C. O conceito histórico de desenvolvimento econômico. **Textos para discussão**, 157, FGV, Dezembro de 2006.

BUENO, N. P. O modelo de Solow-Swan na linguagem de dinâmica de sistemas: uma aplicação para o Brasil. **Nova Economia**. Belo Horizonte, 20 (2) , 287-310, maio-agosto de 2010.

CABRAL, J. A.; CABRAL, M. V. F. Análise das exportações na lógica estruturalista-kaldoriana: evidências para o Brasil e a China. **Estudios económicos**. Vol. XXXVI (N.S.), Nº 72, Janeiro-Junho 2019. 31-61.

COLOMBO, A. O.; FELIPE, E. S.; SAMPAIO, D. P. Desindustrialização relativa no Brasil: um balanço por intensidade tecnológica e setores da indústria de transformação no século XXI. **Revista de Economia**. UFPR, 2020.

COUTO, J. M. O pensamento desenvolvimentista de Raúl Prebisch. **Economia e Sociedade**. Campinas, v. 16, n. 1 (29), p. 45-64, abr. 2007.

FAO. **The state of food security and nutrition in the world**, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

GALA, P. et al. Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. **Structural Change and Economic Dynamics**, 45, 1–8, 2018.

GUILHOTO, J. J. M. Análise de Insumo-Produto: teoria e fundamentos. **FEA-USP**, 2004.

GUILHOTO, J. J. M.; FILHO, U. A. S. Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005. **Economia & Tecnologia** - Ano 06, Vol. 23 - Outubro/Dezembro de 2010.

HIDALGO, C. HAUSSMAN, R. The Building Blocks of Economic Complexity. **PNAS**.

Vol. 106, n. 26. Junho 2009.

IPEA. Classificações tecnológicas: uma sistematização. Nota Técnica, 17. Brasília, Março de 2014.

KANG, T. H. Justiça e desenvolvimento no pensamento de Amartya Sen. **Revista de Economia Política**, 31 (3), 2011.

LACERDA, A. C. et al. Economia Brasileira. 6ª ed. São Paulo, **Saraiva Educação**, 2018.

LOPES, H. C. Industrialização e progresso técnico. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 38, n. 4, p. 707-732, mar. 2018.

MILLER, R. E. ; BLAIR, P. D., Input-output analysis: foundations and extensions. Nova Iorque: **Cambridge University Press**. Second edition, 2009.

MOLLO, M. L.; TAKASAGO, M. O debate desenvolvimentista no Brasil e o papel da indústria: novos resultados de antigas lições. **Economia e Sociedade**. Campinas, v. 28, n. 3 (67), p. 885-904, setembro-dezembro 2019.

MORCEIRO, P. C. Desindustrialização na economia brasileira no período 2000-2011. **Cultura Acadêmica**, UNESP, 2012.

NASSIF, L.; TEIXEIRA, L.; ROCHA, F. Houve redução do impacto da indústria na economia brasileira no período 1996-2009? Uma análise das matrizes insumo-produto. **Economia e Sociedade**. Campinas, v. 24, n. 2 (54), p. 355-378, ago. 2015.

OLIVEIRA, A. C.; MENDONÇA, T. G. Análise histórica e econométrica dos das importações de bens de capital no Brasil. **SINERGIA**, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 9-21, jan./jun. 2021.

PORSSE, A. A.; HADDAD, E. A.; RIBEIRO, E. P. Estimando uma matriz insumo-produto inter regional Rio Grande do Sul -restante do Brasil. **Nereus**. São Paulo, 2003.

REIS, C. F. B.; CARDOSO, F. G. A divisão centro periferia no atual contexto das Cadeias Globais de Valor : uma interpretação a partir dos pioneiros do Desenvolvimento. **UFABC**, Junho de 2016.

SEADE. A evolução da indústria farmacêutica no Estado de São Paulo. **SEADE SP ECONOMIA**, n. 4, Junho de 2022.

SILVA, Guilherme J. **Os elos da cadeia produtiva industrial brasileira: uma análise via matriz insumo-produto para 1990, 2000 e 2010**. Dissertação de Mestrado em Economia e Desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2019.

TAKASAGO, M.; MOLLO, M. L. R.; GUILHOTO, J. J. M. O debate desenvolvimentista no Brasil: discutindo resultados da matriz insumo-produto. **Planejamento e Políticas Públicas**, ppp, n. 48, jan./jun. 2017.

TEIXEIRA, F. O. **Ensaio sobre exportações por intensidade tecnológica e o crescimento econômico dos estados brasileiros**. Dissertação de Mestrado em Economia e Desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

TENFEN, D. B. **Indústria brasileira no século XXI: uma análise da desindustrialização por nível de intensidade tecnológica**. Dissertação de Mestrado em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, 2019.

TORRES, R. L.; CAVALIERI, H. Uma crítica aos indicadores usuais de desindustrialização no Brasil. **Revista de Economia Política**, vol 35, nº 4 (141), pp 859-877, outubro-dezembro/2015

ZAGATO, L. et al. A armadilha da renda média e os obstáculos à transformação estrutural: a curva S da complexidade econômica. **Textos para Discussão**, 508. Agosto de 2019.

APÊNDICE

Quadro 4 - Resultados para o ano de 2000 na cadeia à montante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Alimentos e Bebidas	Baixa	2,39	1,16
Produtos do fumo	Baixa	2,11	1,03
Têxteis	Baixa	1,97	0,96
Artigos do vestuário e acessórios	Baixa	1,89	0,92
Artefatos de couro e calçados	Baixa	2,35	1,14
Produtos de madeira - exclusive móveis	Baixa	1,90	0,92
Celulose e produtos de papel	Baixa	2,05	1,00
Jornais, revistas, discos	Baixa	1,85	0,90
Refino de petróleo e coque	Média-baixa	2,27	1,11
Álcool	Média-baixa	2,05	1,00
Produtos químicos	Média-alta	2,15	1,05
Fabricação de resina e elastômeros	Média-baixa	2,50	1,22

Produtos farmacêuticos	Alta	1,69	0,82
Defensivos agrícolas	Média-alta	2,37	1,15
Perfumaria, higiene e limpeza	Média-alta	2,01	0,98
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	Média-alta	2,09	1,02
Produtos e preparados químicos diversos	Média-alta	2,05	1,00
Artigos de borracha e plástico	Média-baixa	2,29	1,11
Cimento	Baixa	1,96	0,96
Outros produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,11	1,03
Fabricação de aço e derivados	Média-baixa	2,05	1,00
Metalurgia de metais não-ferrosos	Média-baixa	2,04	0,99
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,03	0,99
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Média-alta	2,05	1,00
Eletrodomésticos	Média-alta	2,27	1,10
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Alta	1,69	0,82

Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta	2,05	1,00
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Média-alta	1,98	0,96
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	Alta	1,58	0,77
Automóveis, camionetas e utilitários	Média-alta	2,11	1,03
Caminhões e ônibus	Média-alta	2,16	1,05
Peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,19	1,06
Outros equipamentos de transporte	Média-alta	1,66	0,81
Móveis e produtos das indústrias diversas	Baixa	1,97	0,96

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Quadro 5 - Resultados para o ano de 2000 na cadeia à jusante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Alimentos e Bebidas	Baixa	1,56	0,80
Produtos do fumo	Baixa	1,06	0,54
Têxteis	Baixa	2,07	1,06

Artigos do vestuário e acessórios	Baixa	1,21	0,62
Artefatos de couro e calçados	Baixa	1,29	0,66
Produtos de madeira - exclusive móveis	Baixa	2,13	1,09
Celulose e produtos de papel	Baixa	2,37	1,21
Jornais, revistas, discos	Baixa	2,62	1,34
Refino de petróleo e coque	Média-baixa	2,55	1,30
Álcool	Média-baixa	2,54	1,30
Produtos químicos	Média-alta	3,05	1,56
Fabricação de resina e elastômeros	Média-baixa	2,90	1,48
Produtos farmacêuticos	Alta	1,56	0,80
Defensivos agrícolas	Média-alta	2,80	1,43
Perfumaria, higiene e limpeza	Média-alta	1,65	0,84
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	Média-alta	2,33	1,19
Produtos e preparados químicos diversos	Média-alta	2,74	1,40
Artigos de borracha e plástico	Média-baixa	2,46	1,26
	Baixa	2,36	1,21

Cimento			
Outros produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,17	1,11
Fabricação de aço e derivados	Média-baixa	2,34	1,19
Metalurgia de metais não-ferrosos	Média-baixa	2,25	1,15
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,32	1,18
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Média-alta	1,67	0,85
Elerodomésticos	Média-alta	1,24	0,64
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Alta	1,10	0,56
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta	2,27	1,16
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Média-alta	1,30	0,66
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	Alta	1,53	0,78
Automóveis, camionetas e utilitários	Média-alta	1,08	0,55
Caminhões e ônibus	Média-alta	1,19	0,61
Peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,20	1,13
	Média-alta	1,23	0,63

Outros equipamentos de transporte			
Móveis e produtos das indústrias diversas	Baixa	1,34	0,69

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Quadro 6 - Resultados para o ano de 2005 na cadeia à montante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Alimentos e Bebidas	Baixa	2,46	1,16
Produtos do fumo	Baixa	2,38	1,12
Têxteis	Baixa	1,97	0,93
Artigos do vestuário e acessórios	Baixa	1,97	0,93
Artefatos de couro e calçados	Baixa	2,34	1,10
Produtos de madeira - exclusive móveis	Baixa	2,13	1,00
Celulose e produtos de papel	Baixa	2,19	1,03
Jornais, revistas, discos	Baixa	1,83	0,86
Refino de petróleo e coque	Média-baixa	2,29	1,08
Álcool	Média-baixa	1,97	0,93
Produtos químicos	Média-alta	2,11	0,99
Fabricação de resina e elastômeros	Média-baixa	2,37	1,12

Produtos farmacêuticos	Alta	1,71	0,81
Defensivos agrícolas	Média-alta	2,23	1,05
Perfumaria, higiene e limpeza	Média-alta	2,17	1,02
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	Média-alta	2,07	0,98
Produtos e preparados químicos diversos	Média-alta	2,07	0,98
Artigos de borracha e plástico	Média-baixa	2,24	1,06
Cimento	Baixa	2,12	1,00
Outros produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,06	0,97
Fabricação de aço e derivados	Média-baixa	2,11	1,00
Metalurgia de metais não-ferrosos	Média-baixa	1,96	0,92
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,02	0,95
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Média-alta	2,17	1,02
Eletrodomésticos	Média-alta	2,35	1,11
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Alta	1,76	0,83

Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta	2,06	0,97
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Média-alta	2,04	0,96
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	Alta	1,62	0,76
Automóveis, camionetas e utilitários	Média-alta	2,49	1,18
Caminhões e ônibus	Média-alta	2,30	1,08
Peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,38	1,12
Outros equipamentos de transporte	Média-alta	2,16	1,02
Móveis e produtos das indústrias diversas	Baixa	1,97	0,93

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Quadro 7 - Resultados para o ano de 2005 na cadeia à jusante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Alimentos e Bebidas	Baixa	1,57	0,80
Produtos do fumo	Baixa	1,05	0,54
Têxteis	Baixa	2,09	1,07
Artigos do vestuário e acessórios	Baixa	1,20	0,61
Artefatos de couro e calçados	Baixa	1,32	0,68

Produtos de madeira - exclusive móveis	Baixa	2,12	1,08
Celulose e produtos de papel	Baixa	2,26	1,15
Jornais, revistas, discos	Baixa	2,47	1,27
Refino de petróleo e coque	Média-baixa	2,53	1,30
Álcool	Média-baixa	2,42	1,24
Produtos químicos	Média-alta	3,14	1,61
Fabricação de resina e elastômeros	Média-baixa	2,95	1,51
Produtos farmacêuticos	Alta	1,52	0,78
Defensivos agrícolas	Média-alta	3,02	1,54
Perfumaria, higiene e limpeza	Média-alta	1,49	0,76
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	Média-alta	2,32	1,19
Produtos e preparados químicos diversos	Média-alta	2,75	1,41
Artigos de borracha e plástico	Média-baixa	2,61	1,33
Cimento	Baixa	2,45	1,25
Outros produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,20	1,13

Fabricação de aço e derivados	Média-baixa	2,36	1,21
Metalurgia de metais não-ferrosos	Média-baixa	2,19	1,12
Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,42	1,24
Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Média-alta	1,56	0,80
Eletrodomésticos	Média-alta	1,15	0,59
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Alta	1,07	0,55
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Média-alta	2,28	1,17
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Média-alta	1,18	0,60
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	Alta	1,49	0,76
Automóveis, camionetas e utilitários	Média-alta	1,06	0,54
Caminhões e ônibus	Média-alta	1,18	0,60
Peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,33	1,19
Outros equipamentos de transporte	Média-alta	1,42	0,73
Móveis e produtos das indústrias diversas	Baixa	1,31	0,67

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Quadro 8 - Resultados para o ano de 2010 na cadeia à montante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Baixa	2,52	1,21
Fabricação e refino de açúcar	Baixa	2,29	1,10
Outros produtos alimentares	Baixa	2,39	1,15
Fabricação de bebidas	Baixa	2,18	1,05
Fabricação de produtos do fumo	Baixa	2,21	1,06
Fabricação de produtos têxteis	Baixa	2,10	1,01
Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	Baixa	1,82	0,87
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Baixa	2,10	1,01
Fabricação de produtos da madeira	Baixa	1,91	0,92

Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa	2,14	1,03
Impressão e reprodução de gravações	Baixa	1,88	0,91
Refino de petróleo e coquerias	Média-baixa	2,32	1,11
Fabricação de biocombustíveis	Média-baixa	2,34	1,12
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Média-alta	2,09	1,00
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	Média-alta	2,11	1,01
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Média-alta	2,14	1,03
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	1,69	0,81
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média-baixa	2,06	0,99
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,05	0,99

Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Média-baixa	2,19	1,05
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Média-baixa	2,24	1,07
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,01	0,97
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta	1,68	0,81
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Média-alta	2,12	1,02
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Média-alta	1,97	0,94
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Média-alta	2,21	1,06
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,15	1,03

Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta	1,93	0,93
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Baixa	1,83	0,88
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-alta	1,78	0,86

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Quadro 9 - Resultados para o ano de 2010 na cadeia à jusante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Baixa	1,27	0,67
Fabricação e refino de açúcar	Baixa	1,60	0,85
Outros produtos alimentares	Baixa	1,47	0,78
Fabricação de bebidas	Baixa	1,57	0,83
Fabricação de produtos do fumo	Baixa	1,11	0,59
Fabricação de produtos têxteis	Baixa	1,94	1,03

Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Baixa	1,22	0,65
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Baixa	1,22	0,65
Fabricação de produtos da madeira	Baixa	2,16	1,14
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa	2,25	1,19
Impressão e reprodução de gravações	Baixa	2,88	1,52
Refino de petróleo e coquerias	Média-baixa	2,67	1,42
Fabricação de biocombustíveis	Média-baixa	1,98	1,05
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Média-alta	2,81	1,49
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	Média-alta	2,59	1,37
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Média-alta	1,48	0,78

Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	1,32	0,70
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média-baixa	2,36	1,25
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,31	1,22
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Média-baixa	2,48	1,31
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Média-baixa	2,22	1,17
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,17	1,15
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta	1,33	0,71
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Média-alta	1,75	0,93
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Média-alta	1,54	0,82

Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Média-alta	1,06	0,56
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,07	1,10
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta	1,27	0,67
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Baixa	1,34	0,71
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-alta	2,72	1,44

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Quadro 10 - Resultados para o ano de 2015 na cadeia à montante

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Baixa	2,51	1,21
Fabricação e refino de açúcar	Baixa	2,41	1,16

Outros produtos alimentares	Baixa	2,36	1,14
Fabricação de bebidas	Baixa	2,22	1,07
Fabricação de produtos do fumo	Baixa	2,18	1,05
Fabricação de produtos têxteis	Baixa	2,02	0,98
Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	Baixa	1,86	0,90
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Baixa	2,10	1,01
Fabricação de produtos da madeira	Baixa	1,96	0,95
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa	2,03	0,98
Impressão e reprodução de gravações	Baixa	1,83	0,88
Refino de petróleo e coquerias	Média-baixa	2,48	1,20
Fabricação de biocombustíveis	Média-baixa	2,38	1,15
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Média-alta	2,01	0,97

Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	Média-alta	2,00	0,97
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Média-alta	2,19	1,06
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	1,77	0,85
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média-baixa	2,02	0,98
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,11	1,02
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Média-baixa	2,15	1,04
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Média-baixa	2,13	1,03
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa	1,97	0,95

Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta	1,68	0,81
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Média-alta	2,07	1,00
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Média-alta	1,88	0,91
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Média-alta	2,18	1,05
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,08	1,00
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta	1,92	0,93
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Baixa	1,82	0,88
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-alta	1,75	0,85

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE

Subsetor	Intensidade tecnológica	Multiplicador para trás	Índice de encadeamento para trás
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Baixa	1,26	0,67
Fabricação e refino de açúcar	Baixa	1,78	0,95
Outros produtos alimentares	Baixa	1,51	0,81
Fabricação de bebidas	Baixa	1,61	0,86
Fabricação de produtos do fumo	Baixa	1,06	0,56
Fabricação de produtos têxteis	Baixa	2,01	1,07
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Baixa	1,23	0,66
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Baixa	1,21	0,65
Fabricação de produtos da madeira	Baixa	2,12	1,13
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Baixa	1,99	1,07
Impressão e reprodução de gravações	Baixa	2,83	1,51

Refino de petróleo e coquerias	Média-baixa	2,76	1,48
Fabricação de biocombustíveis	Média-baixa	2,23	1,19
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Média-alta	2,82	1,51
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	Média-alta	2,61	1,39
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Média-alta	1,48	0,79
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	1,34	0,71
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média-baixa	2,41	1,29
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média-baixa	2,31	1,23
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Média-baixa	2,10	1,12

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Média-baixa	1,99	1,06
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa	2,19	1,17
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta	1,30	0,70
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Média-alta	1,79	0,95
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Média-alta	1,47	0,79
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Média-alta	1,08	0,57
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta	2,11	1,13
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta	1,31	0,70
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Baixa	1,32	0,70

Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média-alta	1,75	0,85
---	------------	------	------

Elaboração própria a partir das MIPs do IBGE