

## MUDANÇA ESTRUTURAL E SUBSISTEMAS PRODUTIVOS: GUIA METODOLÓGICO APLICADO A ECONOMIA BRASILEIRA

Thayla Eduarda Maciel de Sousa<sup>1</sup>, Adilson Giovanini<sup>2</sup>, Helberte João França Almeida<sup>3</sup>

**Resumo:** O artigo tem como objetivo demonstrar, de forma didática, acessível e reproduzível, como as informações presentes no Sistema de Contas Nacionais podem ser utilizadas para construir indicadores de mudança estrutural expressos de acordo com a abordagem de subsistemas. O procedimento de Momigliano e Siniscalco (1982, 1986) é aplicado a partir das Matrizes Insumo-Produto do IBGE, sendo detalhadas em planilhas Excel as etapas necessárias para mensurar os efeitos diretos e indiretos e rastrear as relações intersetoriais. O procedimento é aplicado aos anos de 2010 e 2015 para analisar a evolução recente da estrutura produtiva brasileira. Os resultados mostram que a abordagem setorial tradicional subestima a participação da manufatura e superestima a participação dos serviços ao desconsiderar os encadeamentos produtivos entre as atividades econômicas. Ademais, identificou-se retração da integração entre manufatura e serviços intensivos em conhecimento, especialmente em Informação e comunicação, o que sugere perda de densidade produtiva e enfraquecimento das relações intersetoriais. Conclui-se que a abordagem de subsistemas fornece uma representação mais precisa da estrutura produtiva contemporânea, além de constituir um instrumento relevante para análises de mudança estrutural e formulação de políticas industriais.

**Palavras-chave:** subsistemas; manufatura; integração; Brasil.

## STRUCTURAL CHANGE AND PRODUCTIVE SUBSYSTEMS: A METHODOLOGICAL GUIDE APPLIED TO THE BRAZILIAN ECONOMY

**Abstract:** This paper aims to demonstrate, in a didactic, accessible, and reproducible manner, how information from the System of National Accounts can be used to construct structural change indicators based on the subsystem approach. The procedure proposed by Momigliano and Siniscalco (1982, 1986) is applied using the Brazilian Input-Output Tables provided by IBGE, with the necessary steps to measure direct and indirect effects and to trace intersectoral relationships detailed in Excel spreadsheets. The procedure is applied to the years 2010 and 2015 in order to analyse the recent evolution of the Brazilian productive structure. The results show that the traditional sectoral approach underestimates the participation of manufacturing and overestimates the participation of services by disregarding productive linkages among economic activities. In addition, a

---

1 Graduação, Administração Pública, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC.

2 Prof. Dr. Departamento de Gestão Pública, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC.

3 Prof. Dr. Programa de Pós Graduação em Economia, PPGECO, Departamento de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.

decline was identified in the integration between manufacturing and knowledge-intensive services, especially Information and Communication activities, suggesting a loss of productive density and a weakening of intersectoral relationships. It is concluded that the subsystem approach provides a more accurate representation of the contemporary productive structure, while also constituting a relevant instrument for structural change analyses and the formulation of industrial policies.

**Keywords:** Subsystems; Manufacturing; Integration; Brazil.

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970, as economias industrializadas passaram a se caracterizar pela crescente predominância dos serviços, resultado de transformações estruturais tanto do lado da demanda quanto da oferta. Pelo lado da demanda, o aumento da renda per capita modificou o padrão de consumo, deslocando-o para serviços de maior valor agregado (Clark, 1940). Pelo lado da oferta, o avanço relativo dos serviços decorreu das diferenças na produtividade entre setores: enquanto a indústria se beneficia de economias de escala e inovações tecnológicas, os serviços tradicionais tendem a apresentar ganhos limitados de produtividade, elevando sua participação relativa no produto total (Baumol, 1967).

O avanço recente dos serviços modernos, contudo, não pode ser explicado apenas por esses fatores clássicos. O processo de difusão das tecnologias digitais e a reorganização das cadeias produtivas globais intensificaram a interação entre indústria e serviços, impulsionando a terceirização de etapas produtivas e o surgimento de atividades intensivas em conhecimento (Giovanini, 2021). Essas transformações reforçam o papel dos serviços como agentes de inovação e de articulação tecnológica entre setores (Silva *et al.*, 2022).

Apesar disso, a maior parte dos estudos sobre mudança estrutural ainda adota uma abordagem setorial tradicional, que pressupõe integração vertical e ignora as interdependências entre atividades econômicas. Essa limitação tende a gerar indicadores enviesados, incapazes de refletir as complexas relações produtivas da economia contemporânea (Ciriaci; Palma, 2016). A abordagem de subsistemas representa um avanço nesse sentido, ao reorganizar a produção em setores verticalmente integrados que reúnem todas as atividades necessárias à obtenção de um bem final, independentemente do setor de origem (Sarra *et al.*, 2020).

Ao permitir a identificação dos fluxos diretos e indiretos de valor adicionado entre setores, essa abordagem fornece uma visão mais precisa das interdependências produtivas e tecnológicas. No entanto, sua aplicação ainda é limitada pela escassez de guias metodológicos que mostrem, de forma acessível e reproduzível, como operacionalizar seus conceitos a partir de dados disponíveis nas Contas Nacionais (Giovanini; Pereira, 2025).

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo geral demonstrar, de maneira didática e replicável, como as informações do Sistema de Contas Nacionais podem ser utilizadas para construir indicadores de mudança estrutural com base na abordagem de subsistemas, aplicando o procedimento ao caso brasileiro e destacando o papel dos serviços na estrutura produtiva nacional.

Além desta introdução, o estudo encontra-se organizado em mais quatro seções. Precisamente, a segunda seção traz o referencial teórico e estudos correlatos. Na sequência,

a terceira seção traz os dados e os procedimentos metodológicos. A quarta seção apresenta e discute os resultados obtidos. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais.

## 2 MUDANÇA ESTRUTURAL E SUBSISTEMAS PRODUTIVOS

### 2.1 Serviços e mudança estrutural no limiar do século XXI

A literatura de mudança estrutural mostra que a manufatura terceiriza cada vez mais atividades para firmas especializadas em serviços (Schettkat; Yocarini, 2003). O desenvolvimento tecnológico, especialmente das plataformas digitais, permitiu a oferta de serviços personalizados e em tempo real, eliminou barreiras geográficas e promoveu economias de escala. Também impulsionou a reorganização das firmas manufatureiras, com a transferência de atividades para firmas de serviços (Abecassis-Moedas *et al.*, 2012; Gawer, 2014).

Com efeito, o aumento na participação do setor de serviços em países industrializados, pode ser considerado a principal característica do processo de mudança estrutural observado nas últimas décadas (Ciriaci; Palma; 2016). As mudanças laborais e o progresso tecnológico quebraram barreiras na relação entre manufatura e serviços, sobretudo com a ascensão das plataformas digitais, inteligência artificial, big data e outras tecnologias digitais (Silva *et al.*, 2022).

Conforme apontam Sarra, Di Bernardino e Quaglione (2019), a globalização levou alguns países a se especializarem na fabricação de produtos industriais, a exemplo da China e Alemanha, enquanto os Estados Unidos e Reino Unido se especializaram em serviços. Como resultado, aqueles países observaram um elevado crescimento industrial, enquanto esses, a retração no emprego manufatureiro.

A crescente importância relativa e a integração dos serviços com o restante do sistema econômico devem ser consideradas o reflexo não apenas de um aumento geral na demanda por conhecimento, mas também de uma crescente divisão do trabalho entre firmas, dentro e entre setores (Montresor; Vittucci Marzetti, 2010). O avanço das tecnologias digitais também criou um círculo virtuoso de especialização, produtividade e inovação no setor de serviços (Giovanini; Arend, 2017).

Como resultado, alguns estudos passaram a sugerir que os serviços utilizados como insumo pela manufatura também são capazes de gerar crescimento autossustentado, conforme proposto pelas leis de Kaldor (Giovanini; Arend, 2017; Pereira *et al.*, 2024). Os serviços passaram a ser associados à capacidade inovativa (Miozzo; Soete, 2001), ao disponibilizarem conhecimentos técnicos e especializados para a manufatura (Miles *et al.*, 1995, 2008). A complementaridade entre inovação nos serviços e transformação industrial provocou o surgimento de novas atividades, acelerando o crescimento econômico (Meliciani *et al.*, 2005), principalmente nas indústrias com maior conteúdo tecnológico, mais intensivas em serviços (Nordås, 2010).

Desse modo, a literatura elabora quatro hipóteses de pesquisa, que orientam a análise empírica proposta. A primeira hipótese propõe que a integração entre serviços intermediários e indústria está positivamente associada à ocorrência de inovações (Miozzo;

Soete, 2001). A força desta relação é crescente, pois quanto maior for o desempenho de uma firma de serviços maior será o seu incentivo para inovar, e quanto mais ela inova mais o seu desempenho se eleva (Cainelli *et al.*, 2006). A inovação não é um processo isolado, e sim relacional e interativo. A colaboração entre firmas manufatureiras e de serviços fomenta processos contínuos de aprendizagem, experimentação e coprodução de soluções tecnológicas, que se traduzem em inovações (Miles *et al.*, 1995, 2008).

A segunda hipótese amplia a análise de Kaldor (1966), ao mostrar que o crescimento econômico não depende apenas da sofisticação industrial, mas da interdependência entre manufatura e serviços (Di Meglio *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2024). A manufatura exige soluções especializadas oriundas de firmas de serviços, que, por sua vez, influenciam o setor manufatureiro ao introduzir inovações que estimulam novas atividades produtivas (Meliciani *et al.*, 2005).

De acordo com a terceira hipótese, as indústrias com maior conteúdo tecnológico tendem a ser mais dependentes de serviços do que as demais, o que reforça o papel central dos serviços como insumos estratégicos (Nordås, 2010; Cadestin; Miroudot, 2020). O aumento na utilização de serviços transforma este setor em um dos principais vetores de dinamismo econômico, impactando diretamente a produtividade manufatureira e o crescimento do PIB. Os ganhos de produtividade nos serviços tornam-se fundamentais para gerar empregos qualificados e salários mais altos, enquanto sua estagnação pode limitar o crescimento econômico (Linden *et al.*, 2011; Nordås, 2013).

Segundo a quarta hipótese, a quantidade de conhecimento produtivo acumulado pelos países, bem como sua capacidade de expandir e vincular esses conhecimentos à manufatura, determinam as taxas de crescimento econômico. Os serviços intermediários fornecem conhecimentos tecnológicos vitais para a manufatura, acelerando o crescimento do PIB. A capacidade dos países de expandir e integrar conhecimento produtivo à manufatura define suas trajetórias de crescimento. Sem esses serviços, falta “oxigenação” tecnológica à manufatura, o que dificulta a diversificação produtiva e limita a mudança estrutural (Giovanini, 2021).

Essas hipóteses evidenciam a importância das interações crescentes entre manufatura e serviços. Nesse sentido, essa constatação suscita métodos de análise capazes de mensurar essas interações e de entender a sua contribuição para a mudança estrutural. A abordagem de subsistemas, formalizada na próxima subseção, supre essa necessidade.

## **2.2 A abordagem de subsistemas**

Com a terceirização observa-se a intensificação nas relações intersetoriais. Contudo, a abordagem setorial demonstra limitações para compreender as transformações advindas no sistema produtivo. Essa abordagem não considera as fronteiras mutáveis entre os setores e as atividades internas às empresas (Ciriaci; Palma, 2016).

Evidências empíricas recentes confirmam uma crescente imprecisão na distinção entre manufatura e serviços e indicam que essas atividades podem ser complementares em vez de substitutas (Sarra *et al.*, 2020). A abordagem setorial, ao assumir que as interações

dentro dos setores são maiores do que entre os setores, ignora a complexidade das interações intersetoriais, as quais se intensificaram nas últimas décadas (Ciriaci; Palma, 2016).

Diferente da abordagem setorial, a abordagem de subsistema consegue identificar as frações da produção de serviços utilizados pelo subsistema manufatureiro para atender à demanda final (Sraffa, 1960; Pasinetti, 1973). Um subsistema produtivo é formalmente definido como o conjunto articulado de atividades econômicas que estão interligadas por relações técnicas e produtivas, formando uma unidade funcional dentro da economia, em torno da produção de determinado bem final ou setor-chave. Ele inclui todas as atividades necessárias, direta e indiretamente, para produzir uma unidade do bem final, partindo dos insumos primários (Sraffa, 1960; Pasinetti, 1973).

Conforme salientam Di Bernardino e Onesti (2019), a abordagem de subsistemas consegue localizar todas as atividades destinadas à demanda final, seja direta ou indiretamente. Assim, a abordagem de subsistemas se concentra nas características sequenciais do processo produtivo. Ela representa a produção de forma linear e vertical, com cada subsistema funcionando como uma cadeia produtiva independente e separada das demais (Morrone; Giovanini; Berni, 2023).

Para Scazzieri (1990), um subsistema, chamado também de setor verticalmente integrado, é uma forma de organizar a produção que foca em transformar matérias-primas em demanda final, considerando as trocas e ligações entre diferentes setores. Essa abordagem consegue capturar as transformações estruturais com maior precisão no que tange à terceirização e seus efeitos na mudança estrutural. Sendo assim, possibilita a criação de categorias de análise mais adequadas ao contexto atual.

A utilização da abordagem de subsistemas decorre do reconhecimento de que as categorias analíticas clássicas, “indústria” e “serviços”, predominantes nas décadas de 1940 e 1950, correspondiam ao padrão produtivo daquele período. Contudo, com o avanço das tecnologias digitais, a interação entre manufatura e serviços foi significativamente alterada. A modificação nos processos produtivos demanda novas abordagens de análise, mais adequadas à realidade contemporânea (Giovanini, 2021). Esse contexto impulsionou o desenvolvimento da abordagem de subsistemas, permitindo uma compreensão mais acurada das inter-relações produtivas e do papel estratégico dos serviços no desempenho manufatureiro (Momigliano e Siniscalco, 1982, 1986).

A abordagem de subsistemas surge como uma alternativa metodológica, capaz de mensurar a complexidade das relações produtivas contemporâneas. Ela permite analisar o sistema produtivo a partir da interação entre diferentes atividades econômicas que se articulam em cadeias verticais (Di Bernardino e Onesti, 2019).

Ao considerar as interdependências técnicas e econômicas, dentro dos subsistemas, essa abordagem oferece um olhar mais realista sobre os processos de mudança estrutural, destacando como a terceirização e a fragmentação produtiva reorganizam a produção e influenciam o desempenho econômico em níveis setoriais e regionais (Di Bernardino e Onesti, 2019). Dessa forma, ela não apenas amplia a compreensão sobre o processo de mudança estrutural, como também reforça a importância dos serviços intermediários como componentes estratégicos para a competitividade manufatureira.

### 2.3 Evidências empíricas sobre subsistemas produtivos e mudança estrutural

A literatura empírica baseada na abordagem de subsistemas produtivos mostra que as transformações recentes da estrutura produtiva estão associadas à crescente integração entre manufatura e serviços intermediários. Diferentemente da abordagem setorial tradicional, os estudos fundamentados em setores verticalmente integrados permitem identificar os fluxos diretos e indiretos de valor adicionado, captando com maior precisão os efeitos da terceirização, da fragmentação produtiva e da reorganização das cadeias produtivas.

Os trabalhos pioneiros de Momigliano e Siniscalco (1982, 1986), aplicados ao caso italiano, mostraram que parte relevante do crescimento do setor de serviços decorria da externalização de atividades anteriormente realizadas pela própria manufatura. Os autores demonstraram que a abordagem setorial tradicional tendia a superestimar o processo de desindustrialização ao não considerar adequadamente os serviços utilizados como insumos intermediários pela indústria.

Posteriormente, Montresor e Vittucci Marzetti (2010, 2011) aplicaram a abordagem de subsistemas para países da OCDE e identificaram que a expansão dos serviços esteve fortemente associada ao aprofundamento das relações intersetoriais entre manufatura e atividades intensivas em conhecimento. Os autores argumentam que parte significativa da terciarização observada nas economias avançadas refletiu um processo de reorganização produtiva e não necessariamente perda de capacidade industrial.

Por sua vez, Ciriaci e Palma (2016) mostraram que a demanda final manufatureira incorpora parcela crescente de serviços intensivos em conhecimento, sobretudo nas economias com maior intensidade tecnológica. Já Sarra, Di Berardino e Quaglione (2019) evidenciaram que os subsistemas manufatureiros tecnologicamente mais sofisticados exibem maior integração com serviços modernos associados à inovação, digitalização e coordenação das cadeias produtivas.

Para o caso brasileiro, Morrone, Giovanini e Berni (2023) aplicaram a abordagem de subsistemas à economia brasileira entre 2010 e 2015 e mostraram que a abordagem setorial subestima a importância relativa da manufatura ao desconsiderar os encadeamentos produtivos com os serviços intermediários. Os autores evidenciam que parte relevante do valor adicionado computado como serviços finais corresponde, na realidade, a insumos utilizados pelo subsistema manufatureiro.

De forma complementar, Giovanini (2021) argumenta que o avanço recente dos serviços no Brasil ocorreu simultaneamente à retração das relações intersetoriais e à perda de densidade produtiva da indústria de transformação. Segundo o autor, parte relevante da expansão dos serviços esteve concentrada em atividades menos associadas à difusão tecnológica e à modernização produtiva, caracterizando um padrão de mudança estrutural marcado pela desindustrialização prematura.

Mais recentemente, Silva e Maia (2025) analisaram o efeito da “ilusão estatística” sobre o processo de desindustrialização brasileiro entre 2000 e 2020 por meio da abordagem de setores verticalmente integrados. Os autores mostram que a perda de participação da manufatura não decorre apenas da terceirização de atividades para os serviços, mas representa um processo efetivo de desindustrialização, particularmente intenso nos segmentos

industriais de maior intensidade tecnológica. Os resultados também sugerem que a estrutura produtiva brasileira apresentou um padrão regressivo de mudança estrutural, marcado pelo enfraquecimento dos encadeamentos produtivos e pela perda de densidade tecnológica.

Desse modo, a literatura empírica nacional e internacional converge para a interpretação de que a abordagem de subsistemas constitui um instrumento analítico mais adequado para compreender as transformações contemporâneas da estrutura produtiva, especialmente em contextos caracterizados pela crescente integração entre manufatura, serviços e tecnologias digitais.

Embora a literatura recente tenha ampliado a aplicação da abordagem de subsistemas para a análise da mudança estrutural, da terceirização e da integração entre manufatura e serviços, ainda são escassos os trabalhos que detalham, de forma didática e replicável, os procedimentos necessários para operacionalizar essa abordagem a partir das informações disponíveis no Sistema de Contas Nacionais brasileiro.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Base de Dados

Para construir os indicadores de mudança estrutural de acordo com a abordagem de subsistemas, é necessário seguir uma sequência lógica de passos, que utilizam as informações disponibilizadas nas Matrizes Insumo-Produto (MIP) e no Sistema de Contas Nacionais (SCN) (IBGE, 2018).

As variáveis a serem utilizadas no procedimento de construção dos indicadores e suas definições são: a) **Valor Bruto da Produção (VBP)**: Soma da produção de cada setor, necessária para a normalização dos insumos e o cálculo da matriz de *market-share*; b) **Oferta e demanda da produção nacional a preço básicos (U)**: Tabela que apresenta a oferta e a demanda dos produtos nacionais, utilizada para cruzamento com a demanda final e insumos. c) **Produção total por atividade (X)**: Total da produção por atividade econômica, permitindo verificar a consistência da matriz de recursos e de usos; d) **Matriz de Leontief (L)**: Matriz inversa dos coeficientes técnicos, utilizada para calcular os efeitos diretos e indiretos dos subsistemas; e) **Valor adicionado por setor (VA)**: Valor Adicionado Bruto por setor, necessário para mensuração da contribuição setorial direta e indireta no total do valor adicionado da economia. O Quadro 1 formaliza as informações necessárias.

Quadro 1 – Informações discriminadas de acordo com a MIP e o SCN, 15 setores (2015)

<b>Sigla</b>	<b>Variável utilizada</b>	<b>Aba*</b>	<b>Células</b>	<b>Fonte</b>
<b>V</b>	Recursos de bens e serviços (matriz de produção de produtos por atividade)	01	H6:S17	MIP
<b>VBP</b>	Valor Bruto da Produção	01	T6:T17	MIP
<b>U</b>	Oferta e demanda da produção nacional a preço básico (matriz de usos de produtos por atividade)	03	D6:O17	MIP
<b>X</b>	Produção total por atividade	01	H19:S19	MIP
<b>L</b>	Matriz de Leontief	15	C6:N17	MIP
<b>VA</b>	Valor adicionado	VA**	B6:M6	SCN

Fonte: Os autores, \*aba das planilhas em Excel na qual o IBGE (2018) disponibiliza as informações, \*\*Tabela 02.

A partir dessas informações, são executados os procedimentos necessários para se construir os subsistemas produtivos e mensurar o valor adicionado associado a cada ramo. Após a apresentação formal do procedimento, apresenta-se a aplicabilidade por meio de planilhas em Excel. O motivo para o uso deste ferramental é o seu caráter universal e prático.

A aplicação do procedimento metodológico utilizou dados das Contas Nacionais de 2010 e 2015 para ilustrar a aplicabilidade da abordagem de subsistemas na construção de indicadores de mudança estrutural. A escolha desses anos decorre da disponibilidade de Matrizes Insumo-Produto compatíveis e suficientemente detalhadas para a operacionalização do método a partir das informações disponibilizadas pelo IBGE. Além disso, o período analisado permite comparar dois momentos distintos da estrutura produtiva brasileira, marcados pela desaceleração econômica, pela retração da indústria de transformação e pelo aprofundamento das tendências de desindustrialização observadas na economia nacional.

Embora os anos analisados estejam inseridos em um contexto internacional influenciado pelos desdobramentos da crise financeira de 2008, essa característica não inviabiliza a análise, uma vez que o objetivo central do estudo não é fornecer um diagnóstico conjuntural da economia brasileira contemporânea, mas demonstrar, de forma didática e replicável, como a abordagem de subsistemas pode ser operacionalizada a partir das Contas Nacionais. Nesse sentido, o período selecionado mostra-se particularmente relevante por permitir identificar alterações estruturais ocorridas em um contexto de enfraquecimento das relações intersetoriais e crescente fragmentação produtiva.

Ademais, reconhece-se que o ano de 2015 não representa a configuração mais recente da economia brasileira, o que constitui uma limitação do estudo. Mudanças posteriores associadas à intensificação da digitalização, às transformações nas cadeias globais de valor e aos efeitos econômicos da pandemia de COVID-19 podem ter alterado parcialmente os padrões observados. Contudo, o período analisado permanece relevante para evidenciar tendências estruturais da economia brasileira e para demonstrar a aplicabilidade metodológica da abordagem de subsistemas a partir das Matrizes Insumo-Produto disponíveis.

### 3.2 A Abordagem de Subsistema

A abordagem de subsistemas foi originalmente proposta por Sraffa (1960), como uma forma de representar a produção de um bem individual em uma economia com múltiplas mercadorias, mantendo constante a estrutura de preços e distribuição dos bens. Cada subsistema é definido como a parte do sistema econômico total que está envolvida direta ou indiretamente na produção de uma única mercadoria, assumindo que os mesmos preços e a mesma taxa de lucro vigentes na economia como um todo também se aplicam a ele. A partir dessa formulação, é possível isolar os encadeamentos produtivos associados a um determinado bem ou setor, oferecendo uma representação desagregada das relações intersetoriais sob a lógica dos sistemas de preços de produção.

Pasinetti (1973) avançou na definição de subsistemas produtivos, sendo o desenvolvimento de um procedimento capaz de expressar dados de valor adicionado ou empregos para a abordagem de subsistemas realizado por Momigliano e Siniscalco (1982, 1986). Estes autores testaram a hipótese de que o crescimento do emprego no setor de serviço levaria ao aumento da demanda manufatureira por insumos intermediários, o que seria impulsionado pela terceirização e reorganização produtiva. Demonstraram, assim, que a abordagem de subsistemas supera a abordagem setorial analiticamente ao prover melhor explicação para o processo de terceirização e reorganização interna das atividades de manufatura.

O procedimento proposto por Momigliano e Siniscalco (1982, 1986) permite reclassificar qualquer variável originalmente expressa em base setorial para uma base de subsistemas, sendo capaz de mensurar a demanda intermediária manufatureira por serviços. A formalização algébrica desse procedimento é dada por:

$$B = (\hat{x})^{-1} (I - A) \tilde{f} \quad (1)$$

no qual  $(I - A)$  é a matriz de Leontief, cujos elementos  $a_{ij}$  representam o montante de insumos do subsistema direta e indiretamente necessário para produzir uma unidade do produto no ramo  $i$ ;  $x$  é um vetor cujos elementos indicam a produção bruta total a preços correntes do ramo  $i$ ;  $f$  é um vetor cujos elementos  $f_i$  representam a demanda final; e o símbolo “ $\wedge$ ” indica a diagonalização dos vetores. Cada linha da matriz  $B$  retorna soma igual a 1, de modo que o elemento  $b_{ij}$  representa a proporção da atividade do ramo  $j$  que se origina no subsistema  $i$  (Momigliano; Siniscalco, 1982).

A matriz  $B$  atua como um operador que reclassifica uma variável originalmente expressa em setor para subsistemas, formalmente:

$$\beta = \hat{h}B \quad (2)$$

em que  $\hat{h}$  é a matriz diagonalizada de valor adicionado; o elemento  $b_{ij}$  corresponde ao montante de  $h$  no setor  $i$  imputável ao subsistema  $j$ .

Para fins analíticos, Montresor e Vittucci Marzetti (2011) propõem a matriz:

$$C = \hat{h}B (h' B)^{-1} \quad (3)$$

na qual cada coluna é normalizada e exibe soma igual à 1. Assim, o vetor coluna  $C_j$  representa a distribuição, por origem setorial, do valor adicionado total imputável ao subsistema  $j$ .

A partir da equação (3) é possível se decompor a economia em três subsistemas: primário (P), manufatura (M) e serviços (S). A demanda final associada a cada subsistema é dado por:

$$H_P = h' B e^P, \quad H_M = h' B e^M, \quad H_S = h' B e^S \quad (4)$$

em que  $e^k$  é um vetor com valor igual à 1 nos ramos pertencentes ao subsistema  $k$  e 0 nos demais.

A participação dos serviços na demanda intermediária de cada subsistema  $k \in \{P, M, S\}$  é obtida a partir da matriz  $C$ :

$$s_{S \rightarrow k} = \sum_{i \in S} C_{ik} \quad (5)$$

A demanda intermediária por serviços, de cada subsistema  $k$ , é dada por:

$$H_{S \rightarrow k} = s_{S,k} \cdot H_k \quad (6)$$

Em particular,  $H_{S,M}$  representa a demanda manufatureira por serviços,  $H_{S,P}$  corresponde à demanda intermediária das atividades primárias por serviços, e  $H_S$  é a demanda final por serviços.

A partir dessas equações é possível se definir o indicador de participação da demanda intermediária por serviços da manufatura, equação (7), e a participação dos serviços na demanda final, equação (8):

$$P_{MS} = \frac{H_{S,M}}{H_S + H_{S,M} + H_{S,P}} \quad (7)$$

$$P_S = \frac{H_S}{H_P + H_M + H_S} \quad (8)$$

A análise comparativa desses indicadores ao longo do tempo permite identificar as fontes da mudança estrutural em cada subsistema. Como os resultados não são afetados pela reorganização interna dos subsistemas, essa metodologia possibilita comparações entre diferentes subsistemas econômicos e a análise da evolução da participação relativa de cada subsistema no valor adicionado total.

Desse modo, o método viabiliza a identificação da participação direta e indireta de cada ramo na demanda final de cada subsistema. Este indicador é útil para verificar

alterações na composição interna, ou seja, mudanças no uso direto e indireto dos insumos provenientes de cada ramo.

A aplicação desse procedimento aos dados disponibilizados pelo Sistemas de Contas Nacionais parte de algumas hipóteses fundamentais que asseguram a validade dos resultados: (i) a estrutura técnica de produção, representada pelos coeficientes técnicos, permanece fixa no período de referência, implicando proporcionalidade entre insumos e produto; (ii) os preços relativos e a taxa de lucro são uniformes em toda a economia, permitindo que cada subsistema seja tratado como se operasse sob as mesmas condições do sistema global; (iii) as matrizes de usos e de recursos representam um estado de equilíbrio contábil, sem excedentes ou déficits não capturados pelas Contas Nacionais; e (iv) o valor adicionado por setor é homogêneo e perfeitamente divisível entre os fluxos destinados a diferentes subsistemas, garantindo a coerência das alocações intersetoriais.

Essas hipóteses, embora simplificadoras, conseguem isolar as interdependências estruturais, permitindo comparações consistentes. Elas viabilizam a aplicação do modelo e delimitam o escopo interpretativo dos resultados, indicando que conclusões podem ser extraídas.

#### **4 RESULTADOS**

O Apêndice 1 formaliza os procedimentos intermediários necessários para se obter o valor adicionado expresso de acordo com a abordagem de subsistemas, compilados na Tabela 1. Precisamente, esta tabela apresenta o valor adicionado gerado por cada ramo (nas linhas) e destinado a cada subsistema (nas colunas). Cada coluna representa um subsistema distinto, enquanto cada linha indica a contribuição de cada ramo, incluindo os insumos diretos e indiretos. A soma ao longo das colunas permite identificar a demanda final ao passo que a soma ao longo das linhas retorna o produto final.

A interpretação dessa tabela pode ser feita por meio do cálculo da participação relativa de cada setor dentro de um subsistema, dividindo-se o valor da célula pelo total da coluna correspondente. Por exemplo, no subsistema de Indústria de Transformação, o valor adicionado direto e indireto do próprio ramo de Indústria de transformação é de R\$ 477.498 milhões, enquanto o total do subsistema de Indústria de transformação (o total da coluna) é de R\$ 1.000.485 milhões. A participação relativa do ramo é, portanto, de aproximadamente 47,7%. Esse resultado evidencia que quase metade do valor adicionado do subsistema de manufatura provém diretamente de insumos adquiridos da indústria de transformação, indicando forte autossuficiência tecnológica e utilização interna de insumos.

Tabela 1 – Valor adicionado expresso de acordo com a abordagem de subsistema

	Agropecuária	Extrativa	Transformação	Eleticidade	Construção	Comércio	Transporte	Informação	Financeiras	Imobiliárias	Outras	Administração
Agropecuária	131	1.265	92	950	9.323	7.477	2.388	791	685	423	7.486	4.969
Extrativa	1.647	52.527	40.355	1.353	6.571	1.841	1.028	351	288	312	2.483	2.014
Transformação	17.403	5.999	477.498	4.474	42.659	19.115	11.646	3.335	2.836	1.952	25.989	17.908
Eleticidade	3.971	1.234	23.725	54.832	3.155	8.376	1.359	1.298	1.316	543	10.115	13.259
Construção	288	927	3.144	1.045	273.747	1.060	451	1.784	770	780	2.542	9.483
Comércio	13.952	4.838	124.167	3.514	33.850	438.433	8.840	4.987	3.343	1.840	28.018	19.926
Transporte	5.346	6.354	65.907	2.306	10.982	21.545	81.884	1.999	3.283	779	13.755	12.359
Informação	928	976	14.363	1.036	3.136	8.169	1.645	97.827	8.175	1.067	21.930	16.751
Financeiras	4.708	3.119	40.616	3.043	11.153	16.729	4.716	5.197	202.612	12.995	16.668	43.720
Imobiliárias	1.195	878	14.457	1.061	3.911	24.002	2.055	3.114	3.891	418.313	17.639	8.365
Outras	5.952	10.208	97.298	6.816	21.999	46.988	10.597	20.328	24.583	4.688	571.538	76.892
Administração	505	651	6.836	633	1.417	2.943	789	1.121	1.331	269	3.744	865.349
<b>Total</b>	<b>186.987</b>	<b>88.975</b>	<b>1.000.485</b>	<b>81.063</b>	<b>421.903</b>	<b>596.680</b>	<b>127.399</b>	<b>142.133</b>	<b>253.114</b>	<b>443.960</b>	<b>721.908</b>	<b>1.090.995</b>

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Nota: Os nomes das atividades foram abreviados

De forma complementar, o setor de Informação e Comunicação (Informação) contribui com R\$ 14.363 milhões para o subsistema de Indústria de Transformação (Transformação), o que corresponde a 1,44% do total do subsistema. Este valor representa os insumos diretos e indiretos utilizados na produção industrial, destacando o papel dos serviços modernos na integração com a indústria.

Para analisar a participação agregada de subsistemas no valor adicionado direto e indireto total da economia, é possível somar as colunas correspondentes aos subsistemas que compõem o subsistema de interesse. Tomando como exemplo o subsistema primário, composto pelos subsistemas de Agropecuária e Indústrias Extrativas, a agregação é realizada somando-se os valores de cada coluna correspondentes a esses subsistemas na Tabela 1. A contribuição do ramo primário ao subsistema de Indústria de Transformação é obtida somando-se os valores da coluna Transformação, das linhas Agropecuária (R\$ 92.119 milhões) e Extrativa (R\$ 40.355 milhões), resultando em R\$ 132.474 milhões, o que representa aproximadamente 13,2% do valor adicionado total do subsistema de transformação.

De forma análoga, a contribuição agregada do subsistema primário ao valor adicionado total da economia é obtida somando todos os elementos das colunas Agropecuária (R\$ 186.987 milhões) e Extrativa (R\$ 88.975 milhões), cuja soma é R\$ 275.962 milhões, o qual é dividido pelo valor agregado total, R\$ 5.155.601 milhões. Esse procedimento evidencia como diferentes subsistemas contribuem de maneira combinada para a produção final e possibilita comparações entre grupos de subsistemas, oferecendo uma visão mais detalhada das interdependências produtivas e do papel relativo de cada subsistema na estrutura econômica.

Dessa forma, a abordagem de subsistemas permite identificar tanto as relações diretas quanto indiretas em economia, mensurar a participação relativa de cada setor na geração de valor adicionado de um subsistema e evidenciar os encadeamentos produtivos intersetoriais. Após se aplicar o procedimento de Momigliano e Siniscalco (1982, 1986), para se expressar o valor adicionado em subsistemas verticalmente integrados, a consistência contábil e a confiabilidade dos resultados podem ser garantidas ao se calcular a matriz inversa do

Produto total, Tabela 2. Os coeficientes próximos de zero fora da diagonal principal refletem o procedimento de normalização da matriz e indicam a proporção relativa da contribuição de cada atividade para a composição do produto total. A predominância dos elementos diagonais sugere que parte significativa do valor adicionado permanece concentrada nos próprios subsistemas de origem, embora persistam encadeamentos indiretos relevantes entre manufatura e serviços.

Tabela 2 – Matriz inversa de produto total

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,0000021	0,0000000	0,0000000	0,0000000
<b>Indústrias extrativas</b>	0,0000000	0,0000038	0,0000000	0,0000000
<b>Indústria transformação</b>	0,0000000	0,0000000	0,0000004	0,0000000
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000031

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

A matriz expressa na Tabela 2 pode ser pós-multiplicada pela matriz de Leontief e pela matriz de demanda final diagonalizada para se obter as participações discriminadas por ramo, Tabela 3. Este passo permite verificar se a agregação das contribuições setoriais respeita as identidades contábeis, assegurando que o valor adicionado total seja corretamente redistribuído entre os subsistemas, uma vez que a soma ao longo das colunas, para cada linha, deve ser igual à 1 (100% de participação). Os resultados dessa tabela representam a participação relativa de cada atividade econômica no valor adicionado dos diferentes subsistemas. Por exemplo, o coeficiente de 0,757 para a indústria de transformação indica que aproximadamente 75,7% do valor adicionado do subsistema manufatureiro origina-se diretamente da própria manufatura, evidenciando forte integração interna. Já os coeficientes associados aos serviços mostram que parte relevante do valor adicionado manufatureiro depende de insumos oriundos de atividades terciárias.

Tabela 3 – Matriz inversa de produto total, proporção

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,506	0,005	0,356	0,004
<b>Indústrias extrativas</b>	0,015	0,474	0,364	0,012
<b>Indústria transformação</b>	0,028	0,010	0,757	0,007
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,032	0,010	0,193	0,445

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Esse conjunto de procedimentos demonstra, de forma sistemática, como a abordagem de subsistemas permite desagregar o valor adicionado e os fluxos de produção de maneira

precisa, evidenciando as interdependências diretas e indiretas, com subsídios consistentes para análises de política econômica e adoção de políticas verticais.

Em posse da Tabela 4, é possível construir indicadores distintos de participação, dentre os quais a participação da demanda intermediária por serviços da manufatura, equação (7), e a participação dos serviços na demanda final, equação (8). Para o ano de 2010, a participação da demanda intermediária da manufatura por serviços na demanda total (intermediária e final) por serviços era de 10,3%, com retração para 9,3% em 2015.

A análise desagregada da participação da demanda intermediária manufatureira por serviços na demanda total (intermediária e final) por serviços, mostra que Transporte, 30,2%, Comércio, 16,0%, e Atividades financeiras, 12,9%, eram as que exibiam maior participação na demanda intermediária e final por serviços em 2015. Todas as atividades de serviços exibiram retração na demanda total entre os anos de 2010 e 2015, com destaque para Informação e comunicação, com recuo de 2,9 pontos percentuais.

Tabela 4 – Participação da demanda intermediária manufatureira por serviços na demanda total (intermediária e final) por serviços (%)

<b>Atividade</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
<b>Comércio</b>	17,3%	16,0%
<b>Transporte</b>	30,4%	30,2%
<b>Informação e comunicação</b>	11,7%	8,8%
<b>Atividades financeiras</b>	14,5%	12,9%
<b>Atividades imobiliárias</b>	3,9%	3,1%
<b>Outras atividades de serviços</b>	12,5%	11,3%
<b>Administração, defesa, saúde</b>	0,7%	0,6%

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Nota: o valor adicionado total em serviços refere-se à demanda final do subsistema de serviços e aos insumos do ramo de serviços, utilizados pelos demais subsistemas.

Esse resultado mostra que uma parte considerável dos serviços, computados como serviços finais pela abordagem setorial, na verdade são serviços intermediários adquiridos como insumo pelo subsistema manufatureiro. Além de confirmar a tendência de retração no grau de simbiose entre manufatura e serviços, reportada por Giovanini (2021), o quadro sintomático de um movimento de mudança estrutural caracterizado por um processo prematuro de desindustrialização.

Ademais, o subsistema manufatureiro respondeu por 22,8% da demanda final por manufaturados em 2010, montante que recuou para 19,4% em 2015. Caso se considere uma definição ampliada de manufatura, que engloba o subsistema manufatureiro e os insumos do ramo manufatureiro utilizados como insumo pelos demais subsistemas, essa participação recua de 26,3% para 22,4%. Os resultados evidenciam a importância ainda elevada da manufatura, embora também mostre um movimento de retração que, além do

próprio subsistema manufatureiro, abrange os insumos desse ramo utilizados pelos demais subsistemas (Giovanini, 2021).

O subsistema de serviços, por sua vez, respondeu por 61,2% da demanda final por serviços, em 2010, e por 65,5%, em 2015, ao passo que a participação da demanda intermediária por serviços na demanda final se elevou de 67,8%, em 2010, para 72,5% em 2015. Já a participação da demanda intermediária por serviços na demanda final por manufaturados se elevou de 32,4% para 36,3%. Esses resultados mostram que a integração de serviços à manufatura se elevou no período, contudo, resta saber se foram serviços identificados pela literatura como responsáveis por dotar a manufatura de maior competitividade e inovação (Miles *et al.*, 1995, 2008).

A análise da participação de cada atividade produtiva na demanda intermediária manufatureira (Tabela 5) mostra que 50,5% e 47,7% da demanda manufatureira eram por insumos manufaturados. Em 2015, 12,4% da demanda intermediária manufatureira era por Comércio; 9,7% por insumos oriundos de Outras atividades de serviços e 9,2% por insumos agropecuários. Destaca-se o avanço na demanda intermediária por Comércio, 1,7 pontos percentuais (p.p.); Outras atividades de serviços, 1,3p.p. e Transporte, 0,9 p.p., em detrimento da demanda por insumos oriundos da Indústrias de transformação, -2,8pp; Indústrias extrativas, -1,1pp, Eletricidade e gás, -0,4pp, e Informação e comunicação, -0,3pp.

A retração da participação dos serviços de Informação e comunicação na demanda intermediária manufatureira, sugere não apenas uma redução quantitativa do uso desses serviços, mas sobretudo uma perda relativa de densidade tecnológica das cadeias produtivas industriais brasileiras. Esse resultado é mais compatível com um processo de enfraquecimento estrutural da manufatura e de perda de competitividade tecnológica do que com um movimento virtuoso de internalização de competências digitais pelas firmas industriais.

Conforme argumenta a literatura nacional sobre mudança estrutural, o avanço dos serviços pode refletir trajetórias bastante distintas. Em economias que aprofundam a complexidade produtiva, a expansão dos serviços modernos ocorre de forma articulada à manufatura, especialmente por meio da ampliação dos serviços intermediários intensivos em conhecimento, capazes de gerar inovação, aprendizado e ganhos de produtividade (Giovanini; Arend, 2017; Silva *et al.*, 2022). Contudo, em economias marcadas pela desindustrialização prematura, a expansão relativa dos serviços tende a ocorrer de forma desarticulada da base produtiva industrial, concentrando-se em serviços finais e atividades menos intensivas em conhecimento.

A crescente participação dos serviços na economia brasileira não necessariamente esteve associada ao fortalecimento das relações intersetoriais e da modernização produtiva. Pelo contrário, parte relevante do crescimento dos serviços ocorreu em um contexto de retração dos encadeamentos manufatureiros e de perda de participação da indústria de transformação no valor adicionado (Giovanini, 2021). Os resultados encontrados neste estudo reforçam essa interpretação, ao evidenciar que justamente os serviços de Informação e comunicação, mais associados à difusão das tecnologias digitais, reduziram sua participação relativa na demanda intermediária manufatureira.

Ademais, o período analisado coincide com a desaceleração do investimento industrial e com o aprofundamento da especialização regressiva da estrutura produtiva brasileira. Nesse contexto, a redução da demanda por serviços de Informação e comunicação sugere que a manufatura nacional passou a incorporar relativamente menos insumos intensivos em conhecimento, limitando a capacidade de inovação e modernização tecnológica. Embora não se possa descartar totalmente a hipótese de internalização de determinadas atividades digitais pelas firmas industriais, os resultados parecem mais aderentes à interpretação de perda de densidade produtiva e enfraquecimento dos vínculos entre manufatura e serviços modernos.

O avanço relativo dos serviços observado no Brasil entre 2010 e 2015 não representou um processo típico de upgrading estrutural, semelhante ao observado em economias que aprofundaram a integração entre manufatura e serviços intensivos em conhecimento. Pelo contrário, os resultados sugerem um padrão de mudança estrutural anômalo, caracterizado pela retração das relações intersetoriais associadas à transformação digital e pela expansão relativa de serviços menos vinculados à sofisticação produtiva.

Esses resultados são consistentes com a literatura que mostra que a manufatura exibe elevada integração com as demais atividades, em face a sua capacidade de encadeamento produtivo e, especialmente, com a crescente terceirização de atividades de serviços (Ciriaci; Palma; 2016; Silva *et al.*, 2022; Sarra, *et al.*, 2020). Essa elevada capacidade de encadeamento, associada a função desse subsistema como motor de crescimento econômico (Kaldor, 1966), justifica ainda mais a adoção da abordagem de subsistemas, dada o elevado viés gerado pela abordagem setorial ao desconsiderar essa característica ímpar exibida pela manufatura.

Tabela 5 – Participação de cada ramo no valor adicionado direto e indireto do subsistema manufatureiro (%)

<b>Atividade</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>
<b>Agropecuária</b>	8,9%	9,2%
<b>Indústrias extrativas</b>	5,2%	4,0%
<b>Indústrias de transformação</b>	50,5%	47,7%
<b>Eletricidade e gás</b>	2,7%	2,4%
<b>Construção</b>	0,3%	0,3%
<b>Comércio</b>	10,7%	12,4%
<b>Transporte</b>	5,7%	6,6%
<b>Informação e comunicação</b>	1,8%	1,4%
<b>Atividades financeiras</b>	3,9%	4,1%
<b>Atividades imobiliárias</b>	1,3%	1,4%
<b>Outras atividades de serviços</b>	8,4%	9,7%
<b>Administração, defesa, saúde</b>	0,6%	0,7%

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Com efeito, caso fosse adotada a abordagem setorial, não seria possível se discriminar à demanda final por manufaturados da demanda intermediária, nem a demanda intermediária da manufatura por insumos não-manufatureiros. Com resultado, a demanda intermediária por manufaturados seria computada erroneamente como equivalente à demanda total por manufaturados, o que resulta em participações de 15,0%, em 2010, e 12,2%, em 2015. Nota-se participação consideravelmente inferior à observada quando a demanda final por manufaturados é mensurada adequadamente, mediante a aplicação da abordagem de subsistemas (22,8% em 2010 e 19,4% em 2015, conforme visto anteriormente). Logo, os resultados corroboram a literatura que defende a adoção da abordagem de subsistemas em face ao viés gerado pela abordagem setorial (Ciriaci; Palma; 2016; Sarra, *et al.*, 2020; Giovanini, 2021; Giovanini; Pereira 2025).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo partiu da constatação de que as análises convencionais de mudança estrutural, fundamentadas em agregações amplas de setores, tendem a ocultar dinâmicas relevantes presentes nas relações intersetoriais. Essa limitação compromete a compreensão de como diferentes atividades econômicas contribuem, direta e indiretamente, para a geração de valor adicionado, especialmente em economias complexas e marcadas pela crescente fragmentação produtiva, como a brasileira. Diante disso, o objetivo deste estudo foi desenvolver e aplicar um roteiro metodológico replicável, ancorado na abordagem de subsistemas produtivos e no uso de matrizes intersetoriais, capaz de construir indicadores mais precisos da mudança estrutural.

Para alcançar esse objetivo, aplicou-se o procedimento de Momigliano e Siniscalco (1982, 1986) a partir das Matrizes Insumo-Produto do IBGE, detalhando-se, em planilhas Excel, as etapas necessárias para reclassificar variáveis originalmente expressas em setores para subsistemas verticalmente integrados. Adicionalmente, foi desenvolvido um procedimento específico para identificar a participação dos serviços utilizados como insumo pela manufatura no valor adicionado direto e indireto em serviços. Para isso, a economia foi dividida nos subsistemas primário, manufatura e serviços, permitindo distinguir os serviços destinados à demanda final daqueles utilizados como insumos intermediários pelos demais subsistemas.

A aplicação do procedimento aos anos de 2010 e 2015 mostrou que a abordagem de subsistemas é capaz de captar, de forma mais precisa, os encadeamentos produtivos diretos e indiretos da economia brasileira. Os resultados evidenciaram que a abordagem setorial tradicional subestima a participação da manufatura e superestima a participação dos serviços ao desconsiderar adequadamente as relações intersetoriais. Enquanto a abordagem setorial apontaria participação da manufatura de apenas 14,9% em 2010 e 12,2% em 2015, a abordagem de subsistemas revelou participações significativamente superiores, de 23,5% e 19,4%, respectivamente, quando considerada a demanda final por manufaturados, e de 26,6% e 22,4% ao se incorporarem os insumos manufatureiros utilizados pelos demais subsistemas.

Os resultados também permitiram discutir as hipóteses teóricas apresentadas ao longo do estudo. A primeira hipótese, segundo a qual a integração entre manufatura e serviços

intermediários intensivos em conhecimento favorece a inovação e a modernização produtiva, recebeu suporte apenas parcial. Embora os resultados confirmem a elevada interdependência entre manufatura e serviços, identificou-se retração justamente nos serviços de Informação e comunicação, mais associados à difusão tecnológica e à transformação digital.

A segunda hipótese, fundamentada na complementaridade entre manufatura e serviços como elemento central da dinâmica de crescimento econômico, foi corroborada pelos resultados obtidos. A abordagem de subsistemas mostrou que parcela significativa do valor adicionado em serviços corresponde, na realidade, a insumos utilizados pelo subsistema manufatureiro, evidenciando a forte articulação entre essas atividades.

A terceira hipótese, de que setores manufatureiros tecnologicamente mais sofisticados tendem a demandar maior quantidade de serviços intermediários, também encontra respaldo nos resultados, sobretudo pela elevada participação de atividades terciárias na composição do valor adicionado manufatureiro. Contudo, a retração observada nos serviços intensivos em conhecimento sugere limitações no processo recente de modernização produtiva da economia brasileira.

Por fim, a quarta hipótese, associada ao papel do conhecimento produtivo e dos serviços intermediários na sustentação da mudança estrutural, mostrou-se consistente com a evidência de enfraquecimento das relações intersetoriais entre manufatura e serviços modernos. A redução da participação dos serviços de Informação e comunicação na demanda intermediária manufatureira, de 1,8% em 2010 para 1,4% em 2015, sugere perda de densidade produtiva e menor capacidade de articulação tecnológica da estrutura produtiva nacional.

Nesse sentido, os resultados parecem mais compatíveis com um processo de desindustrialização prematura e enfraquecimento estrutural da manufatura do que com um movimento virtuoso de internalização tecnológica pelas firmas industriais. O avanço relativo dos serviços observado no período ocorreu predominantemente em atividades menos associadas à inovação e à modernização produtiva, caracterizando um padrão de mudança estrutural marcado pela retração das relações intersetoriais e pela expansão dos serviços finais em detrimento dos serviços intensivos em conhecimento.

Como limitação, destaca-se que os anos analisados refletem um contexto marcado pelos desdobramentos da crise financeira internacional e pela desaceleração da economia brasileira, o que pode influenciar as participações relativas dos subsistemas produtivos. Além disso, a indisponibilidade de matrizes mais recentes limita a atualização temporal da análise. Ainda assim, o estudo contribui ao oferecer uma proposta metodológica didática, acessível e reproduzível para operacionalizar a abordagem de subsistemas a partir das Contas Nacionais brasileiras.

Conclui-se que a abordagem de subsistemas constitui um instrumento analítico mais adequado para compreender as transformações contemporâneas da estrutura produtiva, especialmente em contextos caracterizados pela crescente integração entre manufatura, serviços e tecnologias digitais. Os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas à reindustrialização, ao fortalecimento dos serviços intensivos em conhecimento

e à ampliação das conexões produtivas entre setores, de modo a promover um padrão de desenvolvimento mais integrado, inovador e sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ABECASSIS-MOEDAS, C. *et al.* **Key resources and internationalization modes of creative knowledge-intensive business services: the case of design consultancies.** *Creativity and Innovation Management*, Oxford, v.21, n.3, p.315–331, 2012.
- BAUMOL, W. Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis. **The American Economic Review**, v.57, n.3, p.415–426, 1967.
- CIRIACI, D.; PALMA, D. Structural change and blurred sectoral boundaries: assessing the extent to which knowledge-intensive business services satisfy manufacturing final demand in Western countries. **Economic Systems Research**, v.28, n.1, p.55–77, 2016.
- CLARK, C. **The Conditions of Economic Progress.** London: Macmillan, 1940.
- DI BERARDINO, C.; ONESTI, G. From deindustrialisation to service integration: Disparities in the Euro area and the case of Italy. **Rivista Economica del Mezzogiorno**, v.2, p.345-374, 2019.
- GAWER, A.. Bridging differing perspectives on technological platforms: toward an integrative framework. **Research Policy**, Amsterdam, v. 43, n. 7, p. 1239-1249, 2014.
- GIOVANINI, A. Mudança estrutural e serviços intermediários: algumas evidências para o limiar do século XXI. *Economia e Sociedade: revista do Instituto de Economia da UNICAMP*, Campinas, v.30, n.1, p. 63–90, jan./abr. 2021.
- GIOVANINI, A.; AREND, M. Contribution of services to economic growth: Kaldor's fifth law? **Revista de Administração Mackenzie**, v.18, n.4, p.190–213, 2017.
- GIOVANINI, A.; PEREIRA, W. Structural change through vertical integration: a practical guide to building indicators in R. **Cadernos CEPEC**, v.14, n.1, p.1-25, 2025.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas do século XX.** Brasília: IBGE, 2003.
- KALDOR, N. **Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom: an inaugural lecture.** Cambridge: Cambridge University Press, 1966.
- LINDEN, G. *et al.* Who captures value in a global innovation network? The case of Apple's iPod. **Communications of the ACM**, v.52, n.3, p.140-144, 2009.

MELICIANI, V. Exports of knowledge-intensive services and manufactures: the role of ICTs and intersectoral linkages. In: SOLOW, R. M.; TOUFFUT, J.-P. (Org.). **The shape of the division of labour**. Cheltenham: Edward Elgar, 2005. p.126–148.

MILES, I. Patterns of innovation in service industries. **IBM Systems Journal**, v.47, n.1, p.115–128, 2008.

MILES, I.; *et al.* **Knowledge-intensive business services**: users, carriers and sources of innovation. Luxembourg: European Innovation Monitoring System (EIMS) Reports, 1995.

MIOZZO, M.; SOETE, L. Internationalization of services: a technological perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v.67, p.159-185, 2001.

MOMIGLIANO, F.; *et al.* Note in tema di terziarizzazione e deindustrializzazione. **Moneta e Credito**, v.35, n.138, p.143–182, 1982.

MOMIGLIANO, F.; SINISCALCO, D. **Mutamenti nella struttura del sistema produttivo e integrazione fra industria e terziario**. In: MULINO (org.). Mutamenti strutturali del sistema produttivo – integrazione tra industria e settore terziario. Bologna: Il Mulino, 1986.

MONTRESOR, S.; VITTUCCI, G. Outsourcing and structural change: application to a set of OECD countries. **International Review of Applied Economics**, v.24, n.6, p.731–752, 2010.

MONTRESOR, S.; VITTUCCI, G. The deindustrialisation/tertiarisation hypothesis reconsidered: A subsystem application to the OECD7. **Cambridge Journal of Economics**, v.35, n.2, p.401-421, 2011.

MONTRESOR, S.; VITTUCCI M., G.. The deindustrialisation/tertiarisation hypothesis reconsidered: a subsystem application to the OECD7. **Cambridge Journal of Economics**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 401–421, 2011.

MORRONE, H.; GIOVANINI, A.; BERNI, D. Outsourcing and Structural Change: Sectoral and Subsystem Approaches Applied to Brazil, 2010–2015. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.53, n.3, p.639–666, jul./set. 2023.

NORDÅS, K. Trade in goods and services: two sides of the same coin? **Economic Modelling**, v.27, n.2, p.496–506, 2010.

NORDÅS, K.; KIN, K. **Interaction between goods and services trade**: case studies. Paris: OECD, Working Party of the Trade Committee, TAD/TC/WP(2013)15, 4 jun. 2013.

PASINETTI, L. The notion of vertical integration in economic analysis.

**Metroeconomica**, v.25, n.1, p.1–29, 1973.

SARRA, A.; DI BERARDINO, C.; QUAGLIONE, D. Deindustrialization and the technological intensity of manufacturing subsystems in the European Union. **Economia Política**, v. 36, p. 205–243, 2019.

SARRA, A.; MAZZOCCHITTI, M.; FURIA, D. The distinction of direct and indirect inputs in the Input-Output subsystem approach. **Applied Economics Letters**, v.27, n. 9, p.703–707, 2020.

SCAZZIERI, R. Vertical integration in economic theory. **Journal of Post Keynesian Economics**, v.13, n.1, p.20–46, 1990.

SCHETTKAT, R.; YOCARINI, L. **Mudança para serviços**: uma análise da literatura. Documento de discussão n. 964. Utreque: Universidade de Utreque; Bona: IZA – Institute of Labor Economics; Nova Iorque: Fundação Russell Sage, dez. 2003.

SILVA, D. *et al.* Internationalization potential in services: the case of T-KIBS in Brazil. *Ekonomiaz*: **Revista vasca de economía**, n.102, p.218-241, 2022.

SILVA, Felipe Queiroz; MAIA, Ismael Loiola. Ilusão estatística e desindustrialização no Brasil no período 2000-2020: uma abordagem de setores verticalmente integrados. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 29, p. e252906, 2025.

SRAFFA, P. **Produzione di merci a mezzo di merci**: premesse a una critica della teoria economica. Torino: G. Einaudi, 1960.

## APÊNDICE

### Apêndice 1 – Guia metodológico aplicado ao Brasil

A formalização do procedimento proposto por Momigliano e Siniscalco (1982, 1986), equação 2, inicia-se com a transposição da matriz de produção de produtos por atividade da tabela de Recursos de bens e serviços (V), com a função TRANSPOR('01'!\$H\$6:\$S\$17) no Excel. A transposição é necessária para a organização das linhas e colunas reflita corretamente a correspondência entre os setores fornecedores de insumos e os setores demandantes desses insumos (Tabela A1).

Tabela A1 - Transposição da Tabela de Recursos de Bens e Serviços

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	464,440	333	8,032	0
<b>Indústrias extrativas</b>	0	248,111	3,189	0
<b>Indústria transformação</b>	0	2,812	2.725,775	0
	0	0	2	319,133

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Em seguida, para se obter a matriz de *market-share*, por unidade de produto, cada item da matriz de produção de produtos por atividade (V) transposta é dividida pela matriz transposta do Valor Bruto da Produção (VBP). A matriz resultante indica a participação relativa de cada setor na produção de todos os demais setores. Assim, a composição setorial da produção, mostrando quais setores contribuem, direta ou indiretamente, para a fabricação de cada produto (Tabela A2). Essa etapa é crucial para mensurar a interdependência entre setores e preparar o caminho para a construção da matriz de coeficientes técnicos.

Tabela A2 – Participação setorial na produção dos setores nacionais (Matriz D)

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,998	0,001	0,0023	0,000
<b>Indústrias extrativas</b>	0,000	0,986	0,001	0,000
<b>Indústria transformação</b>	0,000	0,011	0,972	0,000
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,000	0,000	0,000	0,992

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Os coeficientes apresentados na tabela indicam a participação relativa de cada atividade na produção dos diferentes setores da economia. Valores mais elevados na diagonal principal revelam forte correspondência entre produção e atividade de origem, enquanto coeficientes fora da diagonal evidenciam relações intersetoriais e compartilhamento produtivo entre os

ramos. Assim, quanto maior o coeficiente fora da diagonal, maior a integração produtiva entre os setores envolvidos.

Posteriormente, para obter a matriz de coeficientes técnicos (Matriz B), divide-se o valor da oferta e demanda da produção nacional a preço básico - matriz de usos de produtos por atividade (U), pela produção total por atividade (X), Tabela A3. Essa matriz sintetiza a contribuição de cada setor para a produção de todos os demais setores, incorporando tanto a proporção de participação setorial quanto a necessidade técnica de insumos. Os coeficientes técnicos representam a quantidade de insumos necessária para produzir uma unidade monetária de produto em cada atividade econômica. Por exemplo, coeficientes mais elevados na indústria de transformação indicam maior intensidade no uso de insumos intermediários, refletindo a elevada capacidade de encadeamento produtivo característica da manufatura.

Tabela A3 – Representa os valores dos coeficientes técnicos dos insumos nacionais (Matriz B)

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,04	0,00	0,08	0,00
<b>Indústrias extrativas</b>	0,00	0,05	0,04	0,01
<b>Indústria transformação</b>	0,21	0,11	0,28	0,08
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,02	0,01	0,02	0,28

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Depois de calcular as matrizes D e B, o próximo passo é multiplicar essas matrizes ( $D \times B$ ) para se obter a matriz de coeficientes técnicos por setor. Para isso, utiliza-se a fórmula MMULT no Excel, que executa a multiplicação de matrizes, MMULT(D111:O122,D74:O85), que resulta na Matriz dos Coeficientes Técnicos por setor, Tabela A4. A matriz de coeficientes técnicos setor por setor sintetiza os requisitos diretos de produção entre as atividades econômicas. Coeficientes mais elevados indicam maior dependência produtiva entre os setores e maior intensidade das relações intersetoriais. Nesse sentido, a predominância de coeficientes associados à indústria de transformação evidencia sua centralidade na articulação das cadeias produtivas.

Tabela A4 – Matriz dos coeficientes técnicos setor por setor (Matriz  $D \times B$ )

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,041	0,001	0,076	0,000
<b>Indústrias extrativas</b>	0,001	0,054	0,042	0,015
<b>Indústria transformação</b>	0,206	0,111	0,273	0,076
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,023	0,011	0,015	0,276

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

O próximo passo envolve a construção da matriz  $I - DxB$ , no qual a matriz identidade (I) é subtraída da matriz de coeficientes técnicos por setor. Este cálculo gera a base para a inversa de Leontief, essencial para determinar o efeito multiplicador de uma variação na demanda final, Tabela A5.

Tabela A5 – Matriz Correspondente a Subtração da Matriz I pela Matriz Técnica ( $I - DxB$ )

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,959	-0,001	-0,076	0,000
<b>Indústrias extrativas</b>	-0,001	0,946	-0,042	-0,015
<b>Indústria transformação</b>	-0,206	-0,111	0,727	-0,076
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	-0,023	-0,011	-0,015	0,724

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Após realizar a subtração entre a matriz identidade e a matriz de coeficientes técnicos ( $I - DxB$ ), o próximo passo é calcular a inversa dessa matriz, o que resulta na Matriz de Leontief propriamente dita.

No Excel, esse procedimento é feito com a fórmula `MATRIZ.INVERSO(D157:O168)`, em que o intervalo D157:O168 corresponde aos resultados obtidos na etapa anterior, Tabela A6. O resultado da matriz inversa de Leontief  $(I - D \cdot B)^{-1}$  permite entender quanto cada setor da economia precisa produzir direta e indiretamente, para atender a um aumento na demanda final de qualquer outro setor, ou seja, revela os encadeamentos produtivos entre os setores. Os coeficientes da matriz inversa de Leontief capturam os efeitos diretos e indiretos de um aumento da demanda final sobre a produção total da economia. Valores mais elevados indicam maior capacidade de propagação dos estímulos produtivos ao longo das cadeias intersetoriais. Assim, os coeficientes associados à indústria de transformação revelam seu elevado efeito multiplicador e sua capacidade de induzir produção nos demais setores.

Tabela A6 – Matriz inversa de Leontief  $(I - DB)^{-1}$

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	1,070	0,020	0,120	0,017
<b>Indústrias extrativas</b>	0,017	1,068	0,067	0,031
<b>Indústria transformação</b>	0,338	0,228	1,475	0,190
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,046	0,028	0,044	1,391

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

A partir da Matriz Inversa de Leontief (L), é possível entender como os setores da economia estão conectados entre si. Ela revela não só o quanto cada setor precisa produzir para atender a um aumento na demanda, mas também como esse aumento impacta outros

setores, de forma direta e indireta. Essa matriz mostra as relações de dependência entre os setores, sendo um instrumento para os governos tomarem decisões mais certeiras ao implementar políticas de incentivo fiscal a setores promissores e assim promover um planejamento econômico baseado em evidências.

O próximo passo consiste em extrair o vetor de valor adicionado (VA) da Tabela A1, do Sistema de contas Nacionais, e o diagonalizar, Tabela A7. No Excel utiliza-se a fórmula =SE(\$C115=D\$114;D\$109;0), ou seja, se os mesmos setores (coluna x linha) forem iguais, retorna-se o valor adicionado, caso contrário, retorna 0. Desse modo, é possível mensurar a quantidade de valor adicionado por unidade de produção em cada setor da economia.

Tabela A7 – Valor adicionado diagonalizado

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	258967	0	0	0
<b>Indústrias extrativas</b>	0	110773	0	0
<b>Indústria transformação</b>	0	0	630813	0
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0	0	0	123183

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

A produção total, Tabela A8, também precisa ser diagonalizada a partir do mesmo procedimento lógico, no Excel =SE(\$C130=D\$129;D\$110;0). Neste caso, é possível identificar a quantidade de produto final por unidade de produção total em cada setor da economia. Aparcela da produção setorial que é destinada diretamente à demanda final (consumo, investimento, exportações etc.) e não ao consumo intermediário de outros setores.

Tabela A8 – Produção total diagonalizada

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	478.730	0	0	0
<b>Indústrias extrativas</b>	0	260.573	0	0
<b>Indústria transformação</b>	0	0	2.776.460	0
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0	0	0	323.598

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

A partir da divisão da Tabela A7 pela Tabela A8 obtém-se o valor adicionado por unidade de produção total, Tabela A9, precisamente, a parcela de renda gerada para cada unidade monetária de produto destinada à demanda final.

Tabela A9 – Valor adicionado por unidade de produção total

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	0,54	0,00	0,00	0,00
<b>Indústrias extrativas</b>	0,00	0,43	0,00	0,00
<b>Indústria transformação</b>	0,00	0,00	0,23	0,00
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0,00	0,00	0,00	0,38

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

O próximo passo consiste em se obter a demanda final por atividade, Tabela A10. Para isso se multiplica a Matriz D pelo vetor-coluna de demanda final, células W6:W17 da Tabela 03, da matriz insumo-produto fornecida pelo IBGE.

Tabela A10 – Vetor de demanda final por atividade

	<b>Demanda final por atividade</b>
<b>Agropecuária</b>	226.393
<b>Indústrias extrativas</b>	115.643
<b>Indústria transformação</b>	1.424.550
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	103.574

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

Posteriormente, se obtém a tabela de demanda final diagonalizada, Tabela A11.

Tabela A11 – Demanda final diagonalizada

	<b>Agropecuária</b>	<b>Indústrias extrativas</b>	<b>Indústria transformação</b>	<b>Eletricidade e gás[...]</b>
<b>Agropecuária</b>	226.393	0	0	0
<b>Indústrias extrativas</b>	0	115.643	0	0
<b>Indústria transformação</b>	0	0	1.424.550	0
<b>Eletricidade e gás[...]</b>	0	0	0	103.574

Fonte: Adaptado do IBGE (2018).

A partir da multiplicação do valor adicionado por unidade de produção, Tabela A9, pela matriz de Leontief, Tabela A6, e pela tabela de demanda final, Tabela A11, se obtém o valor adicionado expresso de acordo com a abordagem de subsistemas, Tabela 1.