

Analise de Decomposição Estrutural Primária para o Brasil

Daniel Fogo

April 2022

Abstract

Neste artigo, buscamos apresentar um primeiro passo para a investigação das mudanças na Produção brasileira por setor (Nível 51) a partir da utilização da Análise de Decomposição Estrutural Primária. Neste sentido, nos guiamos pela seguinte pergunta: dentre as mudanças ocorridas entre 2000 e 2019, quais setores agregados por níveis tecnológicos mais cresceram e devido a que, em termos da Análise de Decomposição Estrutural Primária se deveu esse crescimento? Para tanto, apresentamos um método de estimação do Modelo Insumo Produto a partir das Tabelas de Recursos e Usos, um método de deflacionamento destas tabelas e apresentamos brevemente a decomposição Estrutural para o período considerado (2000-2019).

Insumo-Produto Decomposição Estrutural TRU Estimação

Abstract

In this paper, we seek to present a first step into further investigation on the changes in the Brazilian Output per industry through the utilization of a Primary Structural Decomposition. Thus, we try to answer the following question: among the changes in the brazilian economy that occurred between 2000 and 2019, which industries aggregated by technology level mostly grew and to which factor, in a Primary Decomposition Analysis, these changes are owed to? In order to do so, we present one Input Output estimation method, one deflation method for Input-Output models and we also present the result of the analysis for the whole period.

Input-Output Structural Decomposition TRU Estimation

1 Introdução

Este artigo foi elaborado como trabalho final da Disciplina de Matrizes Insumo-Produto(doravante MIP) do Programa de Pós Graduação em Economia da Universidade de Brasília. No presente documento, apresentaremos a metodologia utilizada para a estimação das Matrizes

Insumo-Produto ao nível de 51 setores e 107 produtos, para o período compreendido entre os anos 2000 e 2019, a partir das Tabelas de Recursos e Usos (doravante TRU) divulgadas pelo IBGE. Ademais, a partir da DE, buscaremos responder a seguinte pergunta: dentre as mudanças ocorridas entre 2000 e 2019, quais setores agregados por níveis tecnológicos mais cresceram e devido a que, em termos da Análise de Decomposição Estrutural Primária se deveu esse crescimento?

O modelo de Decomposição Estrutural (doravante DE) é um tipo de análise já consagrada na literatura internacional e no Brasil. A ideia básica da análise DE consiste em comparar o crescimento real da produção de cada setor ou produto (em nosso caso utilizaremos a discriminação setor x setor) em um determinado período às contribuições para esse crescimento advindas, por um lado, da mudança de tecnologia, isto é, a mudanças advindas de alterações na Matriz de Leontief e, por outro, a mudanças na composição da demanda final pela produção de cada setor. Assim, é possível separar a contribuição destes dois fatores para o crescimento da produção de cada setor.

A fim de realizar a análise de DE, é preciso, no entanto, passar por alguns passos: em um primeiro momento, é necessário deflacionar todas as TRUs para que elas possam ser contabilizadas a preços referentes a um ano específico de forma que as comparações entre os distintos anos possam ser traduzidas em termos reais; num segundo momento, já com todas as TRUs a preços de um ano base, é preciso estimar as MIPs, uma vez que a disponibilização de MIPs por parte do IBGE se dá com periodicidade quinquenal devido aos altos custos decorrentes de sua contabilização, a estimação das MIPs a partir das TRUs requer uma margem de arbitrariedade advinda da escolha de um determinado método de estimação; por fim, tendo em mãos as MIPs estimadas, é necessária a aplicação do modelo DE, isto é, a contabilização do crescimento real dos setores período a período e sua decomposição em termos das mudanças tecnológicas e das mudanças na Demanda Final.

[O presente trabalho contará, assim, com 7 seções, para além desta introdução. Na próxima seção, detalhamos o processo de deflacionamento das TRUs. A seguir, detalhamos o processo de estimação das MIPs. Depois, apresentamos nosso procedimento de agregação de alguns setores em função dos níveis tecnológicos. Após, apresentamos a construção matemática do modelo DE. Por fim, incluídos duas seções, uma delas apresentando o resultado empírico de nosso trabalho e nossas conclusões.

2 Metodologia de Deflacionamento

2.1 Descrição da Estrutura das TRUs

As TRUs são compostas por dois conjuntos distintos de tabelas. O primeiro conjunto de tabelas refere-se às Tabelas de Recursos. O segundo conjunto, refere-se às tabelas de Usos. Ademais, para ambos os conjuntos, o IBGE disponibiliza tabelas a preços constantes, isto é, valoradas a preços do ano anterior, e a preços correntes, ou seja, aos preços do ano analisado.

Assim, no primeiro conjunto a ser considerado, as tabelas de recursos, encontramos a tabela de Oferta, a tabela de Produção e a tabela de Importação, todas a preços constantes a preços correntes.

Na tabela de Oferta, as linhas são referentes aos distintos produtos (em nosso caso, 107 produtos), enquanto as colunas são as seguintes: Oferta Total a Preço do Consumidor, Margem de Comercio, Margem de Transporte, Imposto de Importação, Imposto sobre Produtos Industriais (IPI), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Outros Impostos menos subsídios (OI), Total de Impostos Líquidos de Subsídios e Oferta Total a Preço Básico. Ou seja, esta tabela nos apresenta a decomposição dos preços dos produtos¹ em seus respectivos componentes no que se refere aos Impostos Indiretos e às Margens de Comércio e Transporte. Assim, a primeira coluna referente à Oferta Total a Preços de Consumidor subtraída de todos os componentes (Impostos Indiretos e Margens de Comercio e Transporte) iguala-se a coluna referente à Oferta Total a Preços Básicos. É importante notar também que esta tabela nos fornece o Oferta Total por Produto de forma que nela se contabiliza o valor da produção doméstica de um determinado produto mais o valor da Importação (em moeda nacional) deste mesmo produto.

A tabela de Produção tem como linhas os 107 grupos de produtos e como colunas os 51 setores. Assim, ao tomarmos uma célula específica desta tabela temos que seu valor se refere a produção de um determinado produto (na linha) por um determinado setor (na coluna). Desta forma, a soma total de uma linha nos fornece o valor total da produção doméstica de um determinado grupo de produto.

Por fim, tem-se a tabela de Importação. Esta tabela possui uma quebra na série temporal, pois no período 2000-2009, a tabela de Importação conta com os 107 produtos nas linhas e com três colunas distintas: ajuste CIF/FOB que se refere à modalidade de frete, isto é, FOB não contabiliza o custo do frete ao destino, enquanto CIF contabiliza este custo; a segunda coluna refere-se à importação de bens e a terceira coluna refere-se a importação de serviços. Para os anos 2010-2019, esta tabela conta apenas com uma referente à Importação de Bens e Serviços.

¹Ao longo do texto, nos referimos ora a produtos, ora a grupos de produtos. É importante notar, entretanto, que estamos tratando de uma agregação de produtos relativamente homogêneos.

No segundo conjunto a ser considerado, temos as tabelas de Usos. Este conjunto é composto por uma tabela de Consumo Intermediário (CI), uma tabela de Demanda e uma tabela de Valor Adicionado (VA).

A tabela de Consumo Intermediário tem suas linhas compostas pelos grupos de produtos e suas colunas compostas pelos setores. Sua leitura é simples: cada célula está relacionada ao consumo intermediário, isto é, como insumo de produção, de um determinado produto (linha) por um setor específico (na coluna).

A tabela de Demanda conta também com os 107 grupos de produtos nas linhas. Por outro lado, as colunas referem-se aos distintos componentes da Demanda Final provenientes da contabilidade social básica, isto é, Exportação de Bens, Exportação de Serviços, Consumo da Administração Pública, Consumo das Instituições sem Fins Lucrativos e Serviço das Famílias (ISFLSF), Consumo das Famílias, Formação Bruta de Capital Fixo, Variação de Estoque, Demanda final que é a soma de todos os componentes elencados nesta lista e a demanda total que é igual a demanda final somada ao consumo intermediário.

Por fim, tem-se a tabela do Valor Adicionado. Grosso modo, esta tabela apresenta o PIB a partir da ótica da renda por setor, ou seja, em suas colunas temos os 51 setores e em suas linhas temos os seguintes componentes: Valor Adicionado Bruto (PIB), Remunerações (do trabalho) que é a soma dos componentes seguintes, isto é, Salários, Contribuições Sociais Efetivas [Previdência Oficial (FGTS) e Previdência Privada] e Contribuições Sociais Imputadas, Excedente Operacional Bruto e Rendimento Misto (EOB), Outros Impostos sobre a Produção, Outros subsídios à produção, o Valor Bruto da Produção e, por fim, o número de trabalhadores empregados naquele setor.

2.2 Metodologia de Deflacionamento

Agora que já descrevemos a estrutura básica das TRUs, passamos ao processo de Deflacionamento em si. Assim, nesta seção, apresentamos o método de deflacionamento de Reich (2008).

O método apresentado em Reich (2008) consiste basicamente em deflacionar todas as tabelas pelo Deflator Implícito do PIB e depois, de forma a ajustar o problema da aditividade² de forma a 'ajustar' cada tabela de acordo com as mudanças do 'poder de compra real' de cada setor. Ou seja, em um primeiro momento, o deflacionamento a partir do Deflator Implícito do PIB retira o efeito de mudanças gerais de preços, aquilo que conhecemos por inflação ou deflação, e, em um segundo momento, ajusta-se os valores para mudanças no poder de compra relativo entre os setores.

²Problema este decorrente do fato de que os índices de deflacionamento são encadeados, isto é, não apresentam base única. Assim, sem a propriedade da aditividade, o equilíbrio interno, fator essencial quando trabalhamos com MIPs, fica prejudicado.

Como temos em mãos apenas o Valor Adicionado a preços correntes, obtemos, primeiramente o VA a partir da diferença entre o total da tabela de Produção e o total da tabela de Consumo Intermediário. Assim, obtemos o VA a preços correntes e a preços do ano anterior para todos os anos. Em posse destes dados, extraímos, a partir do encadeamento deles, uma série de índices que nos permitem mapear os valores correntes de todos os anos para um ano base, ou seja, retiramos o efeito de mudanças gerais nos níveis de preços.

A seguir, descrevemos matematicamente este processo.

O deflator geral é obtido a partir da seguinte operação:

$$\lambda^{t-1,t} = \frac{p_t q_t}{p_{t-1} q_t} \quad (1)$$

Obtendo o índice acima para cada ano:

$$\begin{aligned} \lambda^{2000,2001} &= \frac{p^{2001}_{2000} * q^{2001}_{2000}}{p^{2000}_{2000} * q^{2000}_{2000}} \\ \lambda^{2001,2002} &= \frac{p^{2002}_{2001} * q^{2002}_{2001}}{p^{2001}_{2001} * q^{2001}_{2001}} \\ &\dots \\ \lambda^{2018,2019} &= \frac{p^{2019}_{2018} * q^{2019}_{2018}}{p^{2018}_{2018} * q^{2018}_{2018}} \end{aligned}$$

Assim, para obtermos a série de índices deflatores, precisamos multiplicar os deflatores encadeados (λ s), levando-os para a base de 2019 e, depois, dividimos estes índices pelo índice específico do ano base escolhido (em nosso caso, o ano de 2000):

$$\Lambda^{t,T} = \Pi_t^T \lambda^{t-1,t} \quad (2)$$

Por exemplo, para o ano 2000 e para o ano 2015, com base no ano de 2019, teremos o seguinte:

$$\begin{aligned} \Lambda^{2000,2019} &= \lambda^{2000,2001} * \lambda^{2001,2002} * \dots * \lambda^{2018,2019} \\ \Lambda^{2015,2019} &= \lambda^{2015,2016} * \lambda^{2016,2017} * \dots * \lambda^{2018,2019} \end{aligned}$$

Nesse caso, temos que solucionar o problema da aditividade a que aludimos anteriormente, decorrente do deflacionamento pelos índices encadeados. Diferentemente de índices de Laspeyres que provem uma base fixa, os índices encadeados não possuem a propriedade da aditividade, isto é, ao deflacionarmos os componentes de um agregado específico, a soma resultante destes componentes deflacionados não será igual ao agregado deflacionado, ou seja, se este problema não for devidamente tratado, o equilíbrio interno as TRUs pode ser comprometido, com a Oferta Total apresentando discrepâncias em relação a Demanda Total, por exemplo.

Assim, uma vez em posse das tabelas deflacionadas pelo Deflator Implícito do PIB, aplicamos as seguintes formulas e somamos as tabelas que obtivemos no passo anterior.

Desta forma, conseguimos corrigir os desequilíbrios decorrentes das mudanças do poder de compra real de cada setor, isto é, os preços produzidos por cada setor mudaram devido a mudanças nas quantidades produzidas (o produto está mais escasso ou mais abundante) e a mudanças nos próprios preços relativos³:

$$\Delta V_q^t = \frac{p^{t-1}q^t - p^{t-1}q^{t-1}}{\Lambda^{t-1}} \quad (3)$$

$$\Delta V_p^t = \frac{p^tq^t - p^{t-1}q^t}{\Lambda^{t-1}} \quad (4)$$

A título de exemplificação, para o ano de 2015:

$$\Delta V_q^{2015} = \frac{p^{2014}q^{2015} - p^{2014}q^{2014}}{\Lambda^{2014}} \quad (5)$$

$$\Delta V_p^{2015} = \frac{p^{2015}q^{2015} - p^{2014}q^{2015}}{\Lambda^{2014}} \quad (6)$$

Por fim, somamos as tabelas deflacionadas pelo Deflator Implícito do PIB aos resultados, para cada ano, da aplicação das fórmulas acima:

Desta maneira, temos tabelas a preços constantes de 2000.

3 Estimação da Matriz Insumo-Produto

Uma vez em posse das TRUs deflacionadas, isto é, com preços constantes referentes a um ano base, temos de encarar o problema da estimação das Matrizes Insumo-Produto a partir de nossas TRUs deflacionadas. Neste sentido, o método de Estimação utilizado neste trabalho é aquele apresentado em Guilhoto Sesso Filho (2005). Esta seção, portanto, se baseia primordialmente no artigo acima citado.

O problema primordial da estimação de Matrizes Insumo-Produto a partir das TRUs consiste em transformar os valores da tabela de Usos que são fornecidos a preços de mercado em valores a preços básicos. Ou seja, diferentemente do caso que se tem nas tabelas de Recursos em que temos acesso a preços básicos e preços ao consumidor, na tabela de Usos devemos, a partir de um método escolhido, extrair os componentes do preço que diferenciam preços básicos e preços de mercado.

Desta forma, temos o seguinte:

1. Preços Básicos (P_b)

³Como é mostrado por Reich (2008), mudanças nos preços relativos não geram uma mudança no agregado, mas alteram a composição dos subcomponentes deste agregado

2. Preços ao Consumidor (P_m)
3. Margem de Comercio (MC)
4. Margem de Transporte (MT)
5. ICMS
6. IPI
7. Importação de Bens e Serviços (IMP)
8. Imposto de Importação ($IIMP$)
9. Oferta Global (OG)
10. Oferta Nacional (ON)
11. Oferta Internacional ($OInt$)
12. Oferta Nacional a Preços Básicos (ONP_b)
13. Oferta Global a Preços de Mercado (OGP_m)

Os itens acima listados se relacionam da seguinte forma:

$$OG = ON + OInt \quad (7)$$

$$P_b = P_m - MC - MT - ICMS - IPI - OI \quad (8)$$

$$ONP_b = OGP_m + OInt - MG - MT - OI \quad (9)$$

Como vimos, na seção anterior, a partir das TRUs, é possível obter o agregado do lado da Oferta para os itens 2 ao 2 ao 11 e o item 13 da lista acima, ou seja, precisamos encontrar apenas os valores a preços básicos. No entanto, como as informações que temos, para a Margem de Comércio, por exemplo, está agregada por produto, temos de distribuir estes valores para diferentes células em que temos produtos (linhas) por setores (colunas).

3.1 Distribuição para a Margem de Comércio, Margem de Transporte, ICMS, IPI, e Outros Impostos Líquidos de Subsídios

A distribuição destes componentes consistirá em distribuir o vetor coluna destes itens, obtidos na tabela de Oferta e aplicá-los a tabela de Usos de acordo com um fator de distribuição

de cada célula dado pelo valor desta dividido pelo total da soma nas linhas, ou seja, considerando a tabela de Consumo Intermediário acoplada a tabela de Demanda, temos que em uma linha (produto) específica o Consumo Intermediário mais a Demanda Final devem ser iguais a Demanda Final. Assim, primeiramente geramos uma 'Matriz de Distribuição' em que cada célula da tabela de Uso (Consumo Intermediário concatenada a Demanda Final) é dividida pela Demanda Total por um determinado produto.

Desta forma, temos que a soma total nas linhas da matriz de distribuição deve resultar em 1. Após a obtenção da 'Matriz de Distribuição', devemos multiplicar matricialmente a matriz coluna transposta correspondente à coluna do componente que queremos distribuir pela 'Matriz de Distribuição' e o processo deve ser repetido para todos os itens sujeitos a esta necessidade.

3.2 Distribuição para Importação e Impostos sobre Importação

A distribuição destes componentes segue basicamente os mesmos passos citados na seção anterior. A diferença primordial no caso atual, no entanto, é o fato de que ao criarmos a Matriz de Distribuição devemos preencher a coluna de exportações com 0 e subtrair os valores desta coluna da Demanda Total. Este é um procedimento lógico uma vez que, as Importações e os Impostos sobre Importações não incidem sobre as exportações. Um outro ponto importante a ser lembrado é também o fato de que há uma descontinuidade no formato da tabela de Importações. Como apontamos acima, entre 2000-2009, temos 3 colunas distintas na tabela de Importação e entre 2010-2019, temos apenas uma. O método utilizado para solucionar este problema foi o de somar as linhas no caso em que temos 3 colunas diferentes e depois aplicar a distribuição.

3.3 Obtendo as Matrizes Relevantes

Em posse da Matriz de Demanda a Preços Básicos, isto é, as Matrizes de Consumo Intermediário e Demanda Final acopladas após a distribuição apresentada nas seções imediatamente anteriores, podemos obter todas as matrizes relevantes para a Análise Insumo Produto.

A seguir, enumeramos as matrizes relevantes e suas respectivas dimensões e, depois, apontamos como obter cada uma delas.

1. $E_{107 \times 6}$

2. $U_{107 \times 51}$

3. $X_{51 \times 1}$

4. $B_{107 \times 51}$

5. $V_{51 \times 107}$

6. $Q_{107 \times 1}$

7. $D_{51 \times 107}$

8. $A_{51 \times 51}$

9. $Y_{51 \times 6}$

10. $Z_{51 \times 51}$

11. $L_{51 \times 51}$

12. $I_{51 \times 51}$

Os primeiros dois itens da lista acima são obtidos a partir da separação da Matriz de Demanda a Preços Básicos, isto é, separamos as colunas dela que se referem à Demanda Final e as colunas que se referem ao Consumo Intermediário.

A Matriz X é uma matriz coluna em que cada célula apresenta o Valor Total da Produção de cada setor e, em nosso caso, ela é obtida a partir da soma, nas linhas, da Matriz de Produção.

A Matriz B é obtida a partir da multiplicação matricial da Matriz U pela Matriz X Inversa Diagonalizada.

A Matriz V é a transposta da tabela de Produção, isto é, nas linhas temos os setores e nas colunas os produtos.

A Matriz Q é também uma matriz coluna e é obtida a partir da soma sobre as linhas da matriz V, ou seja, cada célula da Matriz Q fornece a produção total Nacional por setor.

A Matriz D é obtida a partir da multiplicação matricial da Matriz V pela Matriz Q Inversa Diagonalizada.

A Matriz A é obtida a partir da multiplicação matricial da Matriz D pela Matriz B.

A Matriz Y é obtida a partir da multiplicação matricial da Matriz D pela Matriz E.

A Matriz Z é obtida a partir da multiplicação matricial da Matriz D pela Matriz U.

A Matriz I é a matriz identidade.

A Matriz L é a Matriz de Leontief e é obtida através da seguinte formula:

$$(I - A)^{-1}$$

Com estas Matrizes já temos informação suficiente para passarmos a Análise de DE, porém passaremos por mais um passo antes de detalharmos a DE e apresentarmos os resultados.

4 Agregação em distintos níveis tecnológicos

Como dissemos, neste ponto já poderíamos proceder a aplicação da DE, porém, tomamos a decisão de agregar alguns setores de forma que a análise não se perca em uma grande quantidade de setores distintos. Assim, baseados na classificação apresentada por Cavalcante (2014), agregamos setores que compõem a Indústria de Transformação em função de seus níveis tecnológicos.

Agregamos, então, alguns setores industriais em departamentos de Baixa, Média-Baixa, Média-Alta e Alta Tecnologia. No entanto, este processo apresenta alguns limites.

Como estamos trabalhando com a série retropolada de 51 Setores, para compatibilizar a classificação apontada acima, utilizamos o tradutor⁴ de Setores de nossa série retropolada para a CNAE 2.0 de forma que obtivéssemos os setores correspondentes ao nível de 68 atividades, para depois, aplicar a agregação os critérios a classificação apresentada por Cavalcante (2014). Assim, nem todos os setores industriais puderam ser 'encaixados' em uma dessas categorias e, a título de cautela e de forma a não incorrer em nenhuma arbitrariedade injustificada, buscamos manter desagregados aqueles setores que não puderam ser traduzidos.

Portanto, nossas matrizes agora contam com 36 setores ao todo, descritos na tabela abaixo:

5 Análise de Decomposição Estrutural

Esta seção basei-se em Miller e Blair (2009)

Uma vez que temos em mãos uma série temporal de Matrizes Insumo-Produto, podemos aplicar a Decomposição Estrutural para distintos sub-períodos ou para o período inteiro. A DE possui vários níveis de desagregação. Em nosso caso específico, iremos focar na desagregação primária do Produto Total, ou seja, iremos avaliar se as mudanças no Produto Total entre um ano e outro se devem a mudanças nos coeficientes técnicos da Matriz de Leontief - se o Produto Total de determinado setor aumentou ou diminuiu em função de mudanças na utilização da produção como insumos do setor relevante pelo próprio setor em questão ou pelos outros setores -, ou se as mudanças no Produto Total deste setor se devem a mudanças na Demanda Final pela produção deste setor.

Para aplicar esta decomposição, precisamos, então, das Matrizes Coluna de Produção Total por Setor de cada um dos anos, das Matrizes Coluna de Demanda Final (todos os componentes da Demanda Final somados por linha) para cada ano e das Matrizes de Leontief

⁴Deixaremos o link de acesso ao sítio do IBGE que contém o tradutor e as Notas Metodológicas da retropolação nas referências bibliográficas

	Setor	Intensidade Tecnológica
0	Agricultura silvicultura exploração florestal	Baixa
1	Pecuária e pesca	baixa
2	Petróleo e gás natural	
3	Minério de ferro	
4	Outros da indústria extrativa	
5	Alimentos e Bebidas	
6	Produtos do fumo	Baixa
7	Têxteis	Baixa
8	Artigos do vestuário e acessórios	Baixa
9	Artefatos de couro e calçados	baixa
10	Produtos de madeira - exclusive móveis	baixa
11	Celulose e produtos de papel	baixa
12	Jornais revistas discos	baixa
13	Refino de petróleo e coque	
14	Álcool	
15	Produtos químicos	
16	Fabricação de resina e elastômeros	
17	Produtos farmacêuticos	baixa
18	Defensivos agrícolas	
19	Perfumaria higiene e limpeza	
20	Tintas vernizes esmaltes e lacas	
21	Produtos e preparados químicos diversos	
22	Artigos de borracha e plástico	baixa
23	Cimento e outros produtos de minerais não-metálicos	média-baixa
24	Fabricação de aço e derivados	
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	média-baixa
27	Máquinas e equipamentos inclusive manutenção e reparos	média-baixa
28	Eletrodomésticos e material eletrônico	média-baixa
29	Máquinas para escritório aparelhos e e material eletrônico	média-baixa
30	Automóveis camionetas caminhões e ônibus	
31	Pecas e acessórios para veículos automotores	
32	Outros equipamentos de transporte	alta
33	Móveis e produtos das indústrias diversas	média-alta
34	Produção e distribuição de eletricidade gás água esgoto e limpeza urbana	média alta
35	Construção civil	
36	Comércio	
37	Transporte armazenagem e correio	
38	Serviços de informação	
39	Intermediação financeira seguros e previdência complementar e serviços relacionados	
40	Atividades imobiliárias e aluguéis	
41	Serviços de manutenção e reparação	
42	Serviços de alojamento e alimentação	
43	Serviços prestados às empresas	
44	Educação mercantil	
45	Saúde mercantil	
46	Serviços prestados às famílias e associativas	
47	Serviços domésticos	
48	Educação pública	
49	Saúde pública	
50	Administração pública e seguridade social	

Figure 1: Classificação de Setores

para cada anos.

Desta forma, temos que nossa Matriz coluna de Produção Total (x) deve ser igual a Matriz de Leontief pré - multiplicando a Matriz Coluna de Demanda Final (f) para cada ano:

$$x^t = L^t f^t \quad (10)$$

A seguir, obtemos a variação da Matriz X de um período para o outro:

$$\Delta x = x^t - x^{t-1} = L^t f^t - L^{t-1} f^{t-1} \quad (11)$$

Ademais, temos que:

$$\Delta L = L^t - L^{t-1} \quad (12)$$

$$\Delta f = f^t - f^{t-1} \quad (13)$$

Rearranjando e substituindo (12) e (13) em (11), temos que:

$$\Delta x = L^t(f^{t-1} + \Delta f) - (L^t - \Delta L)f^{t-1} = (\Delta L)f^{t-1} + L^t(\Delta f) \quad (14)$$

Ao atentarmos para o lado direito da equação (14), podemos observar que temos no primeiro componente uma a variação em x é atribuída a mudanças tecnológicas ponderadas pela demanda final do ano t-1 e o segundo componente atribui mudanças em x a mudanças na demanda final ponderadas pelos coeficientes técnicos do ano t.

A seguir, aplicamos a mesma construção, porém agora utilizando como fator de ponderação a demanda final do ano t e os coeficientes técnicos do ano t-1.

$$\Delta x = (L^{t-1} + \Delta L)f^t - L^{t-1}(f^t - \Delta L) = (\Delta L)f^t + L^{t-1}(\Delta f) \quad (15)$$

As duas formas apresentadas acima de contabilização da mudança estrutural se diferenciam somente no que se refere aos fatores de ponderação. Se, no entendo somarmos (14) e (15), temos que:

$$2\Delta x = (\Delta L)f^{t-1} + L^t(\Delta f) + (\Delta L)f^t + L^{t-1}(\Delta f) \quad (16)$$

Rearranjando (16):

$$\Delta x = \left(\frac{1}{2}\right)(\Delta L)(f^{t-1} + f^t) + \left(\frac{1}{2}\right)(L^{t-1} + L^t)(\Delta f) \quad (17)$$

Na equação (17), temos que o primeiro componente do lado direito refere-se a mudança tecnológica e o segundo componente refere-se a mudança na Demanda Final.

Assim, ao aplicarmos (17) para os dados que temos em mãos, conseguimos obter a DE, como veremos na próxima seção.

6 Resultados

A seguir, apresentamos nossos resultados para todo o período, isto é, 2000-2019, de duas formas: a primeira (Figura 2), consideramos o crescimento percentual dos setores ao longo do período e, na segunda (Figura 3), consideramos o crescimento avaliado em milhões de Reais dos anos 2000.

Como podemos observar na primeira coluna da tabela abaixo, os resultados nos mostram que enquanto a indústria de baixa e média-baixa tecnologia cresceram cerca de 30 p.p., a indústria de alta tecnologia caiu em proporção similar. Por outro lado, vemos que a indústria de média-alta tecnologia cresceu cerca de 60 p.p..

Ademais, destacamos o grande crescimento de alguns outros setores que não foram agregados: os setores extrativistas de Minério de Ferro e Petróleo, bem como o setor Alcooleiro e a Indústria de Defensivos Agrícolas apresentaram forte crescimento no período. O comércio e serviços de transportes também apresentaram forte crescimento. Por fim, na área dos serviços públicos, Saúde e Educação praticamente dobraram no período.

Por enquanto nós observamos a primeira coluna da tabela, que trata do crescimento da produção total por setor. A DE, no entanto, nos permite decompor este crescimento em dois componentes: um advindo de mudanças tecnológicas, isto é, a mudança nos coeficientes técnicos de produção de cada setor em relação aquele em análise e a mudança do coeficiente técnico do próprio setor em relação a si mesmo; o outro componente relaciona-se a alterações na demanda final, isto é, ele representa a parte do crescimento da produção de um setor que se deve ao aumento da demanda por seus produtos para fins de Exportação, Investimento, Consumo do Governo, Consumo das Famílias, etc.

Posto isso, observamos então que, por exemplo, o crescimento dos setores de Baixa e Média-Baixa tecnologia deveram-se sobretudo ao aumento da demanda final, enquanto que a mudança da tecnologia impôs uma queda na variação da produção destes setores. Por outro lado, observamos também que os setores extrativistas (Petróleo e Gás Natural e Minério de Ferro) que destacamos anteriormente tiveram um crescimento que, se por um lado desbalanceado do ponto de vista das contribuições relativas dos dois componentes, por outro, apresentam estes dois componentes um crescimento forte.

Por fim, destacamos o caso dos Defensivos Agrícolas. Enquanto 89 p.p. de seu cresci-

Setores	DeltaX	Mudança na Tecnologia	Mudança na Demanda Final
Baixa Tecnologia	31,64	-16,47	48,11
Média-Baixa Tecnologia	32,81	-10,89	43,70
Média-Alta Tecnologia	61,44	6,00	55,44
Alta Tecnologia	-31,90	-12,12	-19,78
Petróleo e gás natural	185,82	15,40	170,42
Minério de ferro	325,85	82,89	242,96
Outros da indústria extrativa	51,81	-2,46	54,26
Alimentos e Bebidas	64,07	0,21	63,86
Refino de petróleo e coque	74,80	8,97	65,84
Álcool	140,75	38,26	102,49
Produtos químicos	30,10	1,22	28,87
Fabricação de resina e elastômeros	16,42	-30,87	47,28
Defensivos agrícolas	199,64	110,39	89,25
Perfumaria higiene e limpeza	30,82	-13,11	43,93
Tintas vernizes esmaltes e lacas	4,73	-16,16	20,89
Produtos e preparados químicos diversos	-2,03	-29,44	27,41
Fabricação de aço e derivados	43,87	6,00	37,87
Metalurgia de metais não-ferrosos	67,38	12,08	55,30
Automóveis camionetas caminhões e ônibus	59,69	-2,99	62,69
Pecas e acessórios para veículos automotores	56,65	28,95	27,70
Construção civil	1,80	0,60	1,20
Comércio	127,12	21,70	105,42
Transporte armazenagem e correio	88,40	10,79	77,61
Serviços de informação	27,71	-27,05	54,76
Interm. financ. seguros e prev. compl. e serv. relacionados	68,46	-27,07	95,53
Atividades imobiliárias e aluguéis	27,51	-3,13	30,64
Serviços de manutenção e reparação	-1,19	-33,36	32,17
Serviços de alojamento e alimentação	101,92	-1,65	103,57
Serviços prestados às empresas	75,33	0,32	75,01
Educação mercantil	63,12	-1,39	64,51
Saúde mercantil	97,58	0,87	96,71
Serviços prestados às famílias e associativas	30,12	-6,10	36,22
Serviços domésticos	54,01	0,00	54,01
Educação pública	105,38	-7,04	112,42
Saúde pública	110,09	-1,05	111,14
Administração pública e seguridade social	54,78	0,02	54,76

Figure 2: Decomposição Estrutural (2000-2019) em pontos percentuais

Setores	DeltaX	Mudança na Tecnologia	Mudança na Demanda Final
Baixa Tecnologia	71883,5	-37405,4	109288,9
Média-Baixa Tecnologia	41496,7	-13771,3	55268,0
Média-Alta Tecnologia	49817,7	4862,1	44955,6
Alta Tecnologia	-2998,5	-1139,4	-1859,1
Petróleo e gás natural	45501,8	3770,2	41731,6
Minério de ferro	23441,2	5963,1	17478,1
Outros da indústria extrativa	3461,6	-164,1	3625,7
Alimentos e Bebidas	81363,8	264,5	81099,3
Refino de petróleo e coque	51865,4	6217,8	45647,6
Álcool	9372,0	2547,7	6824,3
Produtos químicos	8217,1	333,6	7883,5
Fabricação de resina e elastômeros	1631,5	-3067,7	4699,1
Defensivos agrícolas	9605,3	5311,3	4294,0
Perfumaria higiene e limpeza	3190,4	-1357,4	4547,8
Tintas vernizes esmaltes e lacas	234,6	-801,8	1036,4
Produtos e preparados químicos diversos	-142,3	-2065,0	1922,7
Fabricação de aço e derivados	10414,8	1423,5	8991,3
Metalurgia de metais não-ferrosos	8266,5	1481,8	6784,8
Automóveis camionetas caminhões e ônibus	20300,5	-1017,9	21318,4
Peças e acessórios para veículos automotores	10552,9	5392,7	5160,1
Construção civil	2580,4	854,9	1725,5
Comércio	197853,9	33777,1	164076,7
Transporte armazenagem e correio	80107,4	9780,4	70327,1
Serviços de informação	24086,7	-23514,2	47600,9
Interm. financ. seguros e prev. compl. e serv. relacionados	74614,3	-29501,5	104115,8
Atividades imobiliárias e aluguéis	37865,3	-4306,4	42171,7
Serviços de manutenção e reparação	-84,0	-2347,3	2263,3
Serviços de alojamento e alimentação	44783,8	-726,8	45510,6
Serviços prestados às empresas	76829,4	324,6	76504,8
Educação mercantil	14741,2	-324,0	15065,2
Saúde mercantil	42054,6	373,1	41681,6
Serviços prestados às famílias e associativas	20786,2	-4206,6	24992,8
Serviços domésticos	6544,5	0,0	6544,5
Educação pública	51763,4	-3460,5	55223,9
Saúde pública	29898,9	-284,5	30183,4
Administração pública e seguridade social	81608,0	31,2	81576,9

Figure 3: Decomposição Estrutural (2000-2019) em Reais do ano 2000

mento total (199 p.p.) se devem a alterações na demanda final, cerca de 110 p.p. se devem a mudanças na tecnologia, ou seja, é possível levantar a hipótese, para investigação posterior, de que neste setor o crescimento da produção se deu devido a intensificação da utilização destes produtos na lavoura brasileira, provavelmente puxado pelo grande crescimento das lavouras de Soja e Milho no período considerado.

7 Conclusões

Não obstante a Análise de DE seja um modelo já consagrado internacionalmente, do ponto de vista do cenário nacional, nesta área, recentemente o interesse pelo modelo de DE cresceu e nos últimos anos vimos a apresentação de diversos trabalhos a partir dos dados brasileiros, como Krepsky (2019) e Passoni (2019), bem como trabalhos brasileiros com dados de outros países, como Leão (2016).

Por um lado, como afirmamos anteriormente, este tipo de análise já é consagrada, porém, em países com relativa escassez de dados, como no Brasil, diversos problemas para a estimação do modelo surgem. O próprio processo de deflacionamento das TRUs é um grande desafio no que se refere a confiabilidade dos dados obtidos.

Assim, este trabalho buscou aplicar as metodologias apresentadas aos dados brasileiros de forma que o leitor interessado possa ter uma boa base da qual partir para a aplicação do modelo de DE, inclusive com análises que ultrapassam a que aqui aplicamos, a primária.

Quanto a pergunta que nos guiou, acreditamos que o modelo nos ajuda a respondê-la superficialmente, por enquanto, devido tanto aos problemas de agregação dos setores por níveis tecnológicos, bem como aos ainda recentes avanços na construção de series de MIPs a preços constantes de base fixa.

8 Referências Bibliográficas

1. Reich, Utz-Peter. 2008. "Additivity of Deflated Input-Output Tables in National Accounts," *Economic Systems Research*, Taylor Francis Journals, vol. 20(4), pág. 415-428.
2. GUILHOTO, Joaquim José Martins; SESSO FILHO, Umberto Antonio. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. *Revista Economia Tecnologia*
3. Cavalcante, Luiz Ricardo. 2014. Classificações tecnológicas: uma sistematização. Nota Técnica 17. IPEA.

4. Blair, P., Miller, E. 2009. Input-Output Analysis. Foundations and Extensions. Segunda Edição.
5. Krepsky, U. C. Output Growth and Household Consumption from 2000 to 2016: a structural decomposition analysis. Dissertação de Mestrado (UFRJ)
6. Leão, S. R. 2016. Reinterpretando a mudança Estrutural nos EUA : a conexão entre indústria e serviços Dissertação de Mestrado (UnB).
7. Passoni, A. P. 2019. Deindustrialization and regressive specialization in the brazilian economy between 2000 and 2014: a critical assessment based on the input-output analysis. Tese de Doutorado (UFRJ)

8.1 Sítios Consultados:

Obtenção das TRUs retropoladas com 107 produtos e 51 Setores:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?t=resultados>

Tradutor de atividades para a retopolação e para 68 setores a partir da CNAE 2.0, bem como notas técnicas sobre a retopolação:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?t=notas-tecnicas>