

PIB da Bioeconomia: métodos e relações de oferta

Cicero Zanetti de Lima¹, Talita Priscila Pinto²

Resumo

Esse artigo apresenta método para a determinação da cadeia de valor da Bioeconomia – PIB-Bio – bem como as relações de oferta dessas atividades com o restante da economia. Qualquer política agroambiental que afeta diretamente ou indiretamente a produção das atividades da bioeconomia não pode ser propriamente avaliada sem se conhecer o tamanho da sua cadeia de valor, e os efeitos dessas atividades sobre o restante da economia. Os multiplicadores de oferta são mais apropriados para a análise de impacto de políticas agroambientais que influenciam a oferta e produção dessas atividades quando comparados aos tradicionais multiplicadores de demanda. Os resultados indicam que a Bioeconomia representa cerca de 20% da geração de valor no Brasil. Independentemente da variabilidade dos multiplicadores é possível identificar as atividades com ligações indiretas comuns entre a bioeconomia de origem vegetal, animal e bioindústria, como serviços de energia e intermediação financeira.

Palavras-chave: bioeconomia, multiplicadores de oferta, modelos insumo-produto.

Abstract

This paper presents a method for determining the Bioeconomy value chain – PIB-Bio – as well as the supply relationships of these activities with the rest of the economy. Any agricultural or environmental policy that directly or indirectly affects the production of bioeconomy activities cannot be properly evaluated without knowing its value chain, and the effects of these activities on the rest of the economy. Supply-driven multipliers are more appropriate for use in impact analysis of such policies which influence bioeconomic output, than the traditional demand multipliers. The analysis indicates Bioeconomy represents about 20% of the total gross domestic production in Brazil. Despite the variability of the supply-driven multipliers, it is possible to identify activities with common indirect links between the bioeconomy, such as energy supply and financial intermediation.

Key words: bioeconomics, supply-driven multipliers, input-output models.

JEL: C67, Q10, Q18, Q57.

Área ANPEC: **Área 11 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente**

¹ Doutor em Economia Aplicada e pesquisador do Observatório de Bioeconomia da FGV-EESP. E-mail: cicero.lima@fgv.br

² Doutora em Economia Aplicada e pesquisadora do Centro de Agronegócio e do Observatório de Bioeconomia da FGV-EESP.

1. Introdução

Esse artigo apresenta de forma detalhada a metodologia proposta para a determinação do Produto Interno Bruto da Cadeia de Valor da Bioeconomia no Brasil (PIB-Bio).

Assim como na determinação de outras cadeias de produção, a bioeconomia possui ligações com todas as demais atividades econômicas, tanto a montante quanto a jusante na cadeia de produção. Assim, o PIB-Bio envolve os segmentos de insumos, a produção agregada da bioeconomia, processamento de bioinsumos (bioindústria) e, por fim, serviços de distribuição, transporte e comercialização até o consumidor final ou para atender a demanda de exportações.

O conceito de bioeconomia utilizado é o mesmo descrito em (PARISI; RONZON, 2016; RONZON et al., 2017) onde considera-se que a bioeconomia abrange a produção a partir de recursos biológicos renováveis e a conversão desses recursos e resíduos em produtos de valor agregado como alimentos, rações, produtos biológicos e bioenergia. Em suma, a bioeconomia é operada pelas atividades de agricultura e pecuária, silvicultura, pesca, alimentos, produção de celulose e papel, bem como partes das indústrias de químicos, biotecnológica e energética.

Esse artigo está dividido em outras cinco seções além dessa breve introdução. Na segunda seção apresenta-se o método proposto para a determinação do PIB-Bio; na terceira seção são apresentados os primeiros resultados para a cadeia de valor da bioeconomia; na quarta seção apresenta-se os multiplicadores de oferta da bioeconomia e, por fim, as seções de considerações finais e referências encerram o artigo.

2. Método

Essa seção apresenta o método de estimação do PIB-Bio, utilizando o ano de 2019 como ano de referência. A principal base de dados para determinação do PIB-Bio é o Sistema de Contas Nacionais (SCN) publicado periodicamente pelo IBGE³. O SCN apresenta diversas informações da economia brasileira, como produção de bens e serviços, usos e recursos do consumo intermediário, valor adicionado, demanda final, demanda total, importações, margens de transporte, comércio, impostos diretos e indiretos etc. Atualmente, a desagregação de atividades padrão do SCN é de 68 atividades e 128 produtos, conforme apresentação na Tabela A1 anexa.

a. Matriz insumo-produto

A partir dos dados do SCN de 2019 foi possível determinar a Matriz de Insumo-Produto (MIP) na agregação 68 atividades e 128 produtos segundo método proposto por (GUILHOTO; SESSO, 2010). O processo de estimação da MIP tem fundamental importância para a determinação do PIB-Bio, uma vez que a MIP contém as relações a preços básicos⁴ no consumo intermediário das atividades entre si e entre atividades e produtos. Adicionalmente, no processo de estimação da MIP, obtém-se de forma desagregada as matrizes de margens de transporte, margens de comércio, importação, e de impostos.

³ Para mais informações: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html>

⁴ O termo "preços básicos" refere-se aos preços dos bens e serviços sem adição de margens de transporte e comércio, bem como impostos diretos e indiretos líquido dos subsídios. Dessa forma, tem-se uma representação das transações entre as atividades sem o viés da formação de preço que é comumente utilizada em análises de insumo-produto. Quando se considera as margens de transporte e comércio e impostos diretos e indiretos líquido de subsídios tem-se a valoração a "preços do consumidor".

b. Atividades da bioeconomia

Com a determinação da MIP foram obtidas as matrizes de consumo intermediário a preços básicos tanto na estrutura *atividade x atividade*, quanto na estrutura *produto x atividade*. Essas relações auxiliam na determinação do viés bioeconômico de cada uma das atividades (chamado de *bio-based* seguindo a literatura internacional (RONZON *et al.*, 2017; RONZON; M'BAREK, 2018)). Assim, as atividades consideradas 100% *bio-based*, ou seja, aquelas em que todo o valor adicionado gerado é integralmente considerado da bioeconomia são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atividades consideradas 100% *bio-based*.

Atividades SCN 2010	Nome da atividade no Sistema de Contas Nacionais	Classes CNAE 2.0 (4 dígitos)	Bio-based	Atividade da Bioeconomia
0191	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0111; 0112; 0113; 0114; 0115; 0116; 0119; 0121; 0122; 0131; 0132; 0133; 0134; 0135; 0139; 0141; 0142; 0161; 0163	100%	Origem vegetal
0192	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0151; 0152; 0153; 0154; 015 0159; 0162; 0170	100%	Origem animal
0280	Produção florestal; pesca e aquicultura	0210; 0220; 0230; 0311; 0312; 0321; 0322	100%	Origem extrativista
1091	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	1011; 1012; 1013; 1020; 1051; 1052; 1053	100%	Bioindústria
1092	Fabricação e refino de açúcar	1071; 1072	100%	
1093	Outros produtos alimentares	1031; 1032; 1033; 1041; 1042; 1043; 1061; 1062; 1063; 1064; 1065; 1066; 1069; 1081; 1082; 1091; 1092; 1093; 1094; 1095; 1096; 1099;	100%	
1100	Fabricação de bebidas	1111; 1112; 1113; 1121; 1122	100%	
1200	Fabricação de produtos do fumo	1210; 1220	100%	
1300	Fabricação de produtos têxteis	1311; 1312; 1313; 1314; 1321; 1322; 1323; 1330; 1340; 1351; 1352; 1353; 1354; 1359;	100%	
1700	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	1710; 1721; 1722; 1731; 1732; 1733; 1741; 1742; 1749	100%	
1992	Fabricação de biocombustíveis	1931; 1932	100%	

Nota: Essas atividades do SCN, rotuladas pelo conjunto *fbio*, foram classificadas em bioeconomia de origem vegetal, animal, extrativista e bioindústria, bem como os produtos de cada atividade.

Da mesma forma, há atividades com viés *bio-based* menor que 100%, ou seja, apenas uma parte da sua produção é composta de insumos da biomassa e biológicos. Os valores adicionados por essas atividades também são parcialmente considerados na geração de valor da cadeia da bioeconomia. Há diversas referências na literatura internacional e nacional que indicam a determinação do viés *bio-based* de cada produto ou atividade. A classificação das atividades como 100% *bio-based* segue a mesma metodologia proposta por esta literatura (RONZON *et al.*, 2017; SILVA; PEREIRA; MARTINS, 2018).

A expressão (1) a seguir determina o coeficiente de venda entre diferentes atividades a partir da matriz de consumo intermediário a preços básicos na estrutura *atividade x atividade*. Sejam s e k elementos do conjunto de atividades da matriz de insumo-produto. O coeficiente de venda $cV_{s,k}$ indica a participação da venda da atividade s no total do consumo intermediário da atividade k , ou em outras palavras, a parcela da atividade s na demanda total intermediária da atividade k .

$$cV_{s,k} = \frac{Z_{s,k}}{CI_k} \quad (1)$$

onde:

$Z_{s,k}$ = consumo intermediário da atividade k na atividade s (R\$ milhões);

CI_k = consumo intermediário total da atividade k (R\$ milhões);

$cV_{s,k}$ = coeficiente de venda da atividade s para a atividade k ;

Assim o viés *bio-based* (vbb) da atividade k é determinado pela soma das parcelas de compras das s atividades que compõem o conjunto $fbio$ (100% *bio-based*, conforme apresentado na Tabela 1). Foram considerados na cadeia de valor da bioeconomia aquelas atividades k que apresentam valor igual ou maior do que 5% das suas compras intermediárias com origem nas atividades com viés 100% *bio-based*. Assim, tem-se que o viés *bio-based* é dado por:

$$vbb_k = \sum_s cV_{s,k} \quad \forall s \in fbio \quad (2)$$

A Tabela 2, a seguir, apresenta o valor do vbb para cada uma das atividades considerando o critério de seleção apresentado anteriormente. Por exemplo, para a atividade “*Fabricação de produtos da madeira*” o vbb é de 18%, o que significa que 18% do total da sua demanda intermediária tem origem nas atividades 100% *bio-based* (Tabela 1).

O vbb foi utilizado para explicitar as novas atividades da bioeconomia na matriz de insumo-produto⁵. Essas atividades são identificadas com seus nomes originais acrescidos do acrônimo “BB” (*bio-based*), i.e., para o exemplo anterior “BB - *Fabricação de produtos da madeira*” refere-se somente a parcela *bio-based* dessa atividade, enquanto “*Fabricação de produtos da madeira*” refere-se à parcela não *bio-based* da atividade original. Obrigatoriamente, a soma das produções *bio-based* e não *bio-based* dessas atividades deve expressar a produção total reportada pelo IBGE para a atividade “*Fabricação de produtos da madeira*”.

⁵ Na prática as novas k atividades *bio-based* na matriz insumo-produto são “abertas” pelo valor do vbb de cada atividade, ou seja, considera-se a tecnologia de produção fixa e igual à atividade original no qual a atividade k foi derivada.

Tabela 2. Atividades e suas parcelas *bio-based* que compõem a cadeia de valor da bioeconomia.

Atividades SCN 2010	Nome da atividade no Sistema de Contas Nacionais	Classes CNAE 2.0 (4 dígitos)	Viés <i>Bio-based</i>	Atividade da Bioeconomia
1400	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	1411; 1412; 1413; 1414; 1421; 1422	49%	Indústria <i>Bio-based</i>
1500	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	1510; 1521; 1529; 1531; 1532; 1533; 1539; 1540;	20%	
1600	Fabricação de produtos da madeira	1610; 1621; 1622; 1623; 1629;	18%	
1800	Impressão e reprodução de gravações	1811; 1812; 1813; 1821; 1822; 1830	14%	
1991	Refino de petróleo e coquearias	1910; 1921; 1922	9%	
2093	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	2061; 2062; 2063	21%	
2100	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	2110; 2121; 2122; 2123;	7%	
2200	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	2211; 2212; 2219; 2221; 2222; 2223; 2229	5%	
3180	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	3101; 3102; 3103; 3104; 3211; 3212; 3220; 3230; 3240; 3250; 3291; 3292; 3299	6%	
3500	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	3511; 3512; 3513; 3514; 3520; 3530	9,45%	

Nota: Essas atividades do SCN, rotuladas pelo conjunto *pbio*, foram classificadas em indústria *bio-based*. As parcelas remanescentes, não *bio-based* de cada atividade, foram rotuladas pelo conjunto *ibio*.

c. Segmentos da cadeia de valor

Essa seção apresenta o método de estimação do PIB-Bio. O método utilizado é baseado na estimação do PIB do Agronegócio⁶, porém com algumas importantes adaptações para o escopo da bioeconomia.

i. Insumos

No **segmento dos insumos** da bioeconomia são computadas as parcelas do valor adicionado bruto mais impostos indiretos (*VAp_m*) de todas as atividades voltadas ao fornecimento de insumos para as atividades 100% *bio-based* (Tabela 1). Qualquer atividade na MIP é fornecedora de insumos para as atividades 100% *bio-based*, assim considera-se somente a intensidade de sua vinculação. Essa intensidade é avaliada pela parcela das vendas da atividade que se destina à bioeconomia (frente as suas vendas totais).

Nenhuma atividade foi identificada como exclusiva no fornecimento de insumos para a bioeconomia, portanto, nenhuma atividade teve seu *VAp_m* integralmente adicionado ao segmento dos insumos. Os valores dos insumos produzidos pela própria bioeconomia ou pela bioindústria e utilizados na bioeconomia são considerados, respectivamente, no **segmento da bioeconomia** e no **segmento industrial**.

Assim, o valor da cadeia do segmento dos insumos pode ser determinado por:

$$PIB^{INSUMOS} = \sum_{bio} \left[\sum_{nbio} (cV_{nbio,bio} \times VAp_{m_{nbio}}) - \sum_m (cV_{m,bio} \times VAp_{m_m}) \right] \quad (3)$$

onde:

$cV_{nbio,bio}$ = coeficiente de venda da atividade *nbio* para a atividade *bio*;

$cV_{m,bio}$ = coeficiente de venda da atividade *m* para a atividade *bio*;

⁶ Para mais informações veja: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/metodologia-pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>

VAp_m = valor adicionado mais impostos indiretos de cada atividade ($nbio, m$) (R\$ milhões);

Destaca-se que o valor do segundo termo do lado direito da igualdade é subtraído para que não haja dupla contagem das parcelas das atividades m (serviços) no segmento dos insumos e sim no segmento de distribuição e serviços, como será apresentado a seguir. A Tabela 1A apresenta a classificação das atividades em cada um dos conjuntos apresentados na expressão (3) – $nbio, bio, m$.

ii. Bioeconomia

No **segmento da bioeconomia**, considera-se integralmente o valor adicionado a preços de mercado (VAp_m) das atividades classificados como 100% *bio-based* (Tabela 1).

$$PIB^{BIO} = \sum_{fbio} (VAp_m_{fbio}) \quad (4)$$

onde:

$fbio$ é o conjunto das atividades 100% *bio-based*.

iii. Industrial

No segmento industrial é considerado o valor adicionado a preços de mercado (VAp_m) de diversas indústrias que transformam as matérias-primas oriundas da bioeconomia. O valor do **segmento industrial** é determinado como:

$$PIB^{BIOIND} = \sum_{pbio} (VAp_m_{pbio}) + \sum_{bio} \sum_{ibio} (cVA_{bio,ibio} \times VAp_m_{ibio}) \quad (5)$$

onde:

$cVA_{bio,ibio}$ = coeficiente da renda da atividade $ibio$ vinculado ao processamento de insumo da bioeconomia bio ⁷.

O segundo termo do lado direito da igualdade representa o valor adicionado pelas atividades industriais $ibio$ considerando as parcelas das atividades da bioeconomia (bio) na formação de renda dessas atividades. Lembre-se que as atividades $ibio$ são derivadas das atividades da Tabela 2 ($pbio$). Entretanto, as atividades $ibio$ ainda apresentam ligações residuais de compra e venda com as atividades da bioeconomia e, portanto, essas relações são consideradas nesse segmento. A Tabela A1 em anexo apresenta todas as atividades e a classificação de conjuntos para a determinação do PIB-Bio.

iv. Distribuição e serviços

Para a determinação do **segmento de distribuição e serviços** utiliza-se o valor adicionado das atividades de margens (comércio e transporte) bem como os demais serviços relacionados às atividades de distribuição da bioeconomia. As atividades consideradas como serviços são apresentadas na Tabela A1 em anexo.

Assim, na prática a estratégia de mensuração do **segmento de distribuição e serviços** leva em consideração as parcelas das margens de comércio e transporte pagas pelas atividades da bioeconomia na

⁷ O cVA é determinado pela razão entre o consumo intermediário e o valor adicionado (VAp_m), tal que: $cVA_{s,k} = Z_{s,k} / VAp_m_k$;

demanda final dos seus produtos ($MMGDF_{bio,n}$) em relação as margens totais de comércio e transporte da economia ($MMGT_n$). Já para as demais atividades considera-se às parcelas da demanda final das atividades da bioeconomia (DF_{bio}) no total da demanda final doméstica (DFD). Dessa forma, tem-se uma estimação do encadeamento das diversas atividades de serviços no processo de distribuição dos produtos oriundos das atividades da bioeconomia. A expressão (6) a seguir apresenta como o segmento de distribuição e serviços é determinado.

$$PIB^{SERVIÇOS} = \sum_{bio} \sum_n \left(\frac{MMGDF_{bio,n}}{MMGT_n} \times VApm_n \right) + \sum_{bio} \left(\frac{DF_{bio}}{DFD} \times \sum_{(m-n)} VApm_{(m-n)} \right) + \sum_m (cV_{m,bio} \times VApm_m) \quad (6)$$

onde:

$MMGDF_{bio,n}$ = valor da margem n (comércio ou transporte) na demanda final das atividades bio (R\$ milhões);

$MMGT_n$ = valor total da margem n (comércio ou transporte) na economia (R\$ milhões);

$VApm_n$ = valor adicionado mais impostos indiretos das atividades n (margens de comércio e transporte) (R\$ milhões);

DF_{bio} = valor da demanda final da atividade bio (R\$ milhões);

DFD = demanda final da economia (R\$ milhões);

$VApm_{(m-n)}$ = valor adicionado mais impostos indiretos das atividades m (serviços) excluindo margens n (comércio e transporte) (R\$ milhões);

$VApm_m$ = valor adicionado mais impostos indiretos da atividade m (serviços) (R\$ milhões);

Destaca-se que não foram vinculadas ao PIB-CBio as seguintes atividades de serviços: *Educação pública; Educação privada; Saúde pública; Saúde privada; Atividades artísticas, criativas e de espetáculos; Organizações associativas e outros serviços pessoais; Serviços domésticos.*

A primeira e a segunda parte à direita na expressão (6) correspondem à distribuição e serviços dos produtos da bioeconomia, já a terceira parte, corresponde aos valores dos insumos de serviços da bioeconomia que não foram computados no segmento de insumos. Assim, o valor dos serviços como insumos são considerados nesse segmento.

3. Resultados

A Tabela 3 apresenta os principais resultados para a formação de valor do PIB da Bioeconomia. O valor estimado do PIB-Bio foi de **R\$ 1.446.749,6** milhões, o que equivale a 19,6% do PIB brasileiro em 2019. Esse valor é composto pelas atividades de origem vegetal (R\$ 357.749,0 milhões, 24,7% do total do PIB-Bio); atividade de origem animal (R\$ 115.758,4 milhões, 8,0% do total do PIB-Bio); atividade de origem extrativista (R\$ 41.144,8 milhões, 2,8% do total do PIB-Bio); atividade bioindustrial (100% *bio-based*) (R\$ 777.585,6 milhões, 53,7% do total do PIB-Bio); e as atividades da bioindústria *bio-based* (R\$ 154.514,8 milhões, 10,7% do total do PIB-Bio).

Tabela 3. Decomposição do PIB-Bio por atividade.

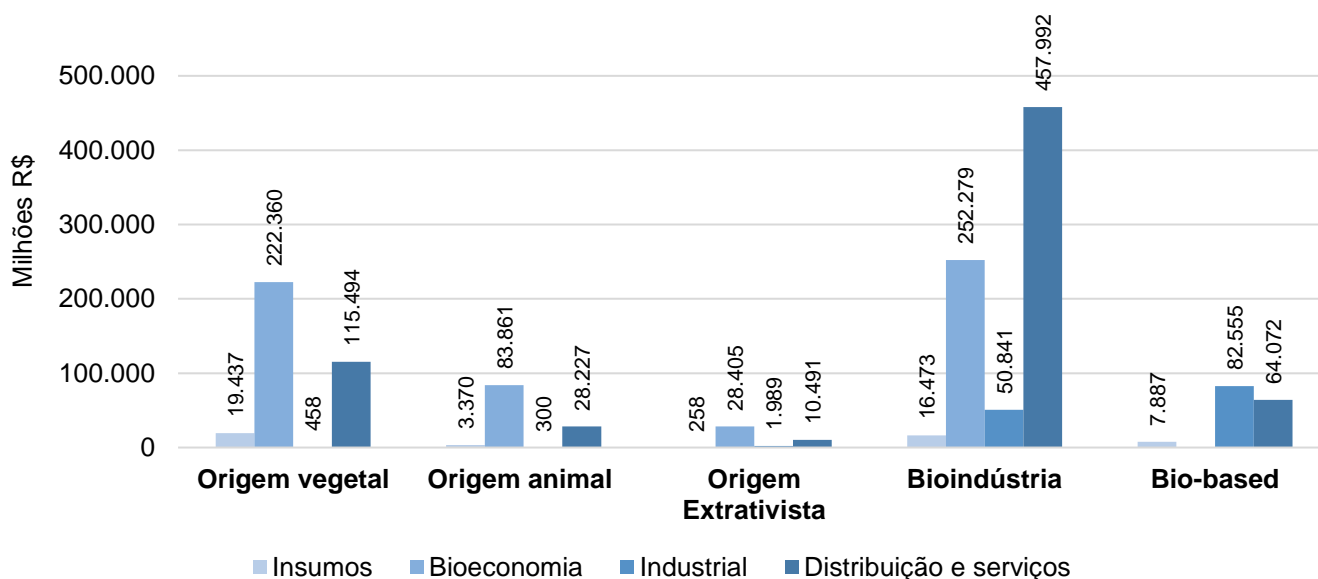
Segmento	Valor (R\$ milhões)	%
PIB da Cadeia de Valor da Bioeconomia	1.446.749,6	19,6*
Origem vegetal	357.749,0	24,7
Origem animal	115.758,4	8,0
Origem extrativista	41.144,8	2,8
Bioindústria	777.585,6	53,7
Bioindústria <i>bio-based</i>	154.514,8	10,7

* Em relação ao PIB do Brasil em 2019: R\$ 7.389.131,0 milhões.

Já a Figura 1 apresenta a mesma informação, porém pela ótica da formação de valor do PIB da Bioeconomia, ou seja, a formação de valor que acontece na compra de insumos, no segmento da bioeconomia, no segmento industrial e no último segmento de distribuição e serviços. As atividades da bioeconomia com origem vegetal, animal e extrativista naturalmente possuem uma geração de valor concentradas no segmento de transformação industrial (bioeconomia) e distribuição e serviços, uma vez que são atividades com maior ligação para frente na cadeia de formação de valor.

Já as atividades bioindustriais (100% *bio-based*) há uma concentração na formação de valor na distribuição e serviços e na bioeconomia. Esse resultado era esperado, uma vez que essas indústrias realizam a segunda e/ou terceira transformação das matérias-primas com origem na bioeconomia, portanto, apresentam tanto ligações para trás quanto para frente na formação de valor. Já as indústrias com viés *bio-based* a concentração da formação de valor se dá no próprio segmento industrial e na distribuição e serviços.

Figura 1. Decomposição do PIB-Bio por atividade e por segmento da cadeia de valor.



4. Aplicação: multiplicadores de oferta

De modo geral, quando se utiliza o método de MIP, reporta-se os chamados multiplicadores finais de demanda que são utilizados para determinar o impacto de mudanças nos elementos da demanda final no nível de produção das atividades ou produtos. Considere as atividades de produção da bioeconomia. Essas atividades são diretamente afetadas por políticas agroambientais ou fatores exógenos (e.g., mudanças climáticas) que induzem choques exógenos em seus níveis de produção e produtos. O chamado *backward linkage* promove o primeiro efeito de ajuste diretamente nos insumos e produção ligados à bioeconomia. Esses ajustes promovem uma série de efeitos secundários (efeitos indiretos) exatamente do mesmo modo que o primeiro e, portanto, todas as atividades de produção são afetadas antes mesmo do choque inicial terminar. Uma atividade em particular (ou produto) pode ser impactada em uma rodada de ajuste (ou em todas elas), bem como absorver parte do choque exógeno inicial. O restante será absorvido pela demanda final, o que pode implicar em um viés de interpretação de resultado ou da avaliação da política que está sendo considerada, uma vez que as atividades e produtos da bioeconomia que não pertencem ao choque exógeno na demanda final estão sendo impactadas.

Para contornar esse viés de interpretação, os multiplicadores de oferta (MO) são utilizados para determinar o impacto específico de uma mudança exógena em alguma atividade ou produto no nível de atividade total da economia, como também avaliar o efeito de uma política agroambiental e seus fatores subjacentes. Os MO determinam o nível de importância relativa da atividade/produto para o resto da economia. Adicionalmente, eles podem ser usados para isolar e avaliar o efeito da mudança no nível de produção dado um panorama exógeno que pode ser apenas parte de um cenário econômico mais amplo e complexo. Esse processo se dá na tradução desse panorama exógeno em variação da produção (tratado como exógeno) e, conseqüentemente, os MO determinam as mudanças no nível de produção das atividades/produtos.

Considere uma economia com m produtos e n atividades de tal modo que a tecnologia baseada na indústria na estrutura *produto x produto* pode ser determinar como:

$$Q = (I - BD)^{-1} \times E \quad (7)$$

- $Q = [Q_i]$ vetor $(m,1)$; total da produção do produto i ;
- $B = [b_{ij}]$ matriz (m,n) ; matriz produto x atividade de coeficientes diretos $b_{ij} = u_{ij}/X_j$. É o coeficiente técnico que indica o valor do produto i necessário para a produção de uma unidade de valor da atividade j ;
- $D = [d_{ij}]$ matriz (n,m) ; matriz atividade x produto “proporção da produção dos produtos” onde $d_{ij} = v_{ij}/Q_j$. Determina a parcela da produção total do produto j que é feita pela atividade i . Como implicação tem-se que a produção do produto j é determinada em proporção fixa de cada atividade. Essa é a hipótese da tecnologia baseada na indústria.
- $E = [E_i]$ vetor $(m,1)$; demanda final do produto i ;

O próximo passo é tornar exógeno o produto (ou produtos) que será(ão) analisado(s). Esse procedimento segue (JOHNSON; KULSHRESHTHA, 1982; PAPADAS; DAHL, 1999) . Considere que:

$$Q = MQ \times E \quad (8) \quad \text{onde} \quad M = BD$$

Considerando que o índice 1 abaixo representa o conjunto de produtos com origem na bioeconomia e que agora são considerados exógenos no sistema, portanto o índice 2 representa os demais produtos. A matriz particionada de (8) é:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Em (9) tem-se um sistema de duas equações matriciais. As variáveis desconhecidas são Q_2 e E_1 enquanto Q_1 e E_2 são exogenamente determinadas. Resolvendo a segunda equação, tem-se:

$$Q_2 = (I - M_{22})^{-1} \times (M_{21}Q_1 + E_2) \quad (10)$$

Dado os níveis iniciais de Q_1 e E_2 (ou suas variações) o nível de Q_2 (ou sua variação) pode ser determinado por (10). Inserindo esse valor na primeira equação do sistema nos dá o novo valor de E_1 ou sua variação:

$$E_1 = (I - M_{11})Q_1 - (M_{12}Q_2) \quad (11)$$

Como o interesse aqui é apenas no impacto exógeno da produção dos produtos da bioeconomia nos demais produtos podem-se assumir que a variação em E_2 é zero, portanto os multiplicadores de oferta no formato matricial podem ser determinados por:

$$MO = (I - M_{22})^{-1}M_{21} \quad (12)$$

Se k produtos são exógenos, a matriz MO será de dimensão $(m-k, k)$ onde o elemento ij determina a mudança na produção do produto i devido a mudança exógena de uma unidade na produção do produto j .

A Tabela 4 mostra os multiplicadores totais de oferta dos produtos da bioeconomia baseados na tecnologia da indústria. Esses resultados oferecem uma medida da importância econômica dos produtos da bioeconomia por unidade de valor e em termos de produção dos demais produtos que não tem origem na bioeconomia. Por exemplo, considere o MO total do produto milho de 0,749, esse valor indica que a variação de R\$ 1 no valor da produção de milho implica uma variação de aproximadamente R\$ 0,75 em toda a economia. Naturalmente esse valor é distribuído diferentemente entre as diversas atividades e produtos como será apresentado a seguir.

Tabela 4. Multiplicadores totais de oferta.

Atividade da Bioeconomia	Produtos da bioeconomia	Multiplicador
Origem vegetal	<i>Arroz, trigo e outros cereais</i>	0.751
	<i>Milho em grão</i>	0.749
	<i>Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária</i>	0.750
	<i>Cana-de-açúcar</i>	0.745
	<i>Soja em grão</i>	0.740
	<i>Outros produtos e serviços da lavoura temporária</i>	0.740
	<i>Laranja</i>	0.753
	<i>Café em grão</i>	0.754
	<i>Outros produtos da lavoura permanente</i>	0.751
Origem animal	<i>Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e serv.</i>	0.826
	<i>Leite de vaca e de outros animais</i>	0.841
	<i>Suínos</i>	0.860
	<i>Aves e ovos</i>	0.839
	<i>Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)</i>	0.434
Origem extrativista	<i>Produtos da exploração florestal e da silvicultura</i>	0.400
Bioindústria	<i>Carne de bovinos e outros prod. de carne</i>	1.447
	<i>Carne de suíno</i>	1.460
	<i>Carne de aves</i>	1.425
	<i>Pescado industrializado</i>	1.502
	<i>Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado</i>	1.324
	<i>Outros produtos do laticínio</i>	1.440
	<i>Açúcar</i>	1.387
	<i>Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas</i>	1.315
	<i>Óleos e gorduras vegetais e animais</i>	1.172
	<i>Café beneficiado</i>	1.312
	<i>Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz</i>	1.284
	<i>Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho</i>	1.212
	<i>Rações balanceadas para animais</i>	1.314
	<i>Outros produtos alimentares</i>	1.142
	<i>Bebidas</i>	0.983
	<i>Produtos do fumo</i>	1.087
	<i>Fios e fibras têxteis beneficiadas</i>	0.802
	<i>Tecidos</i>	0.914
	<i>Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis</i>	0.931
	<i>Celulose</i>	0.884
<i>Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel</i>	0.873	
<i>Etanol e outros biocombustíveis</i>	1.308	

Fonte: resultados da pesquisa.

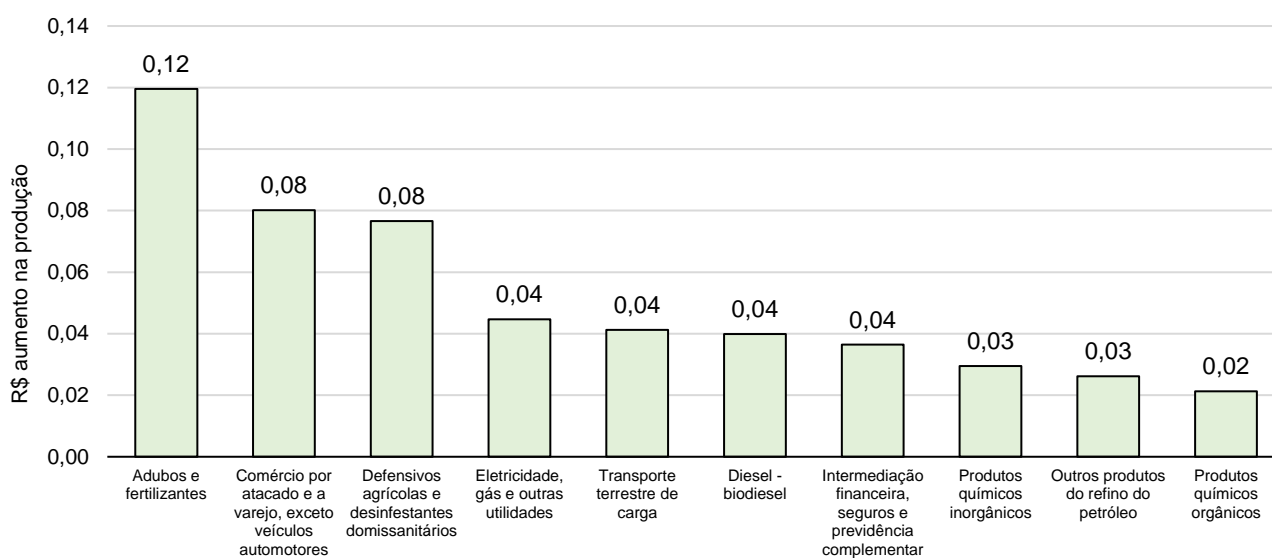
Como esperando, alguns *MO* são menores do que um. **O que isso significa?** Diferentemente dos multiplicadores de demanda – que no geral são maiores do que um – aqui o efeito do próprio produto é exógeno, portanto, os valores determinados acima são idênticos são efeitos diretos (*backward*) que são distribuídos para as demais atividades/produtos. Como nem toda a produção é determinada pelo consumo intermediário, mas também pelo valor adicionado, os efeitos diretos não aumentam o multiplicador mais do que a unidade. Os efeitos indiretos podem sim aumentar o multiplicador de oferta mais do que a unidade. Quanto maior for a razão do consumo intermediário da atividade/produto em relação ao seu valor da produção, maior será o multiplicador de oferta. Por outro lado, quanto mais atividades/produtos são consideradas exogenamente em conjunto aumenta-se o grau de incerteza com relação ao multiplicador uma vez que inúmeras relações econômicas são consideradas exógenas. Para minimizar esse viés os *m* produtos da bioeconomia são considerados exógenos um a um.

Destaca-se o valor do multiplicador de 1,50 para o “pescado industrializado” e 1,43, 1,45, e 1,46 para carnes de aves, bovinos e suínos, respectivamente. Esses multiplicadores são os mais elevados dentre os produtos

analisados. Esse resultado é reflexo da importância do consumo intermediário dessas atividades para a formação do valor da produção, bem como o posicionamento dessas atividades na cadeia de valor da bioeconomia. Além do *link* para trás, esses produtos são consumidos pela demanda final.

As Figuras 2 a 4 apresentam os multiplicadores de oferta específicos para as atividades de origem vegetal, animal e bioindústria da bioeconomia. Esse resultado é uma média dos multiplicadores apresentados na Tabela 4. O objetivo aqui é determinar o grau de absorção e quais produtos/atividades são mais impactados diante de qualquer política ou evento sobre a bioeconomia. Com relação a bioeconomia de origem vegetal, a Figura 2 apresenta as dez atividades que juntas absorvem cerca de 70% do impacto nessa atividade. Destaca-se que adubos e fertilizantes, defensivos e produtos químicos inorgânicos e orgânicos absorvem grande parte do choque, seguidos de comércio e transporte, e energia.

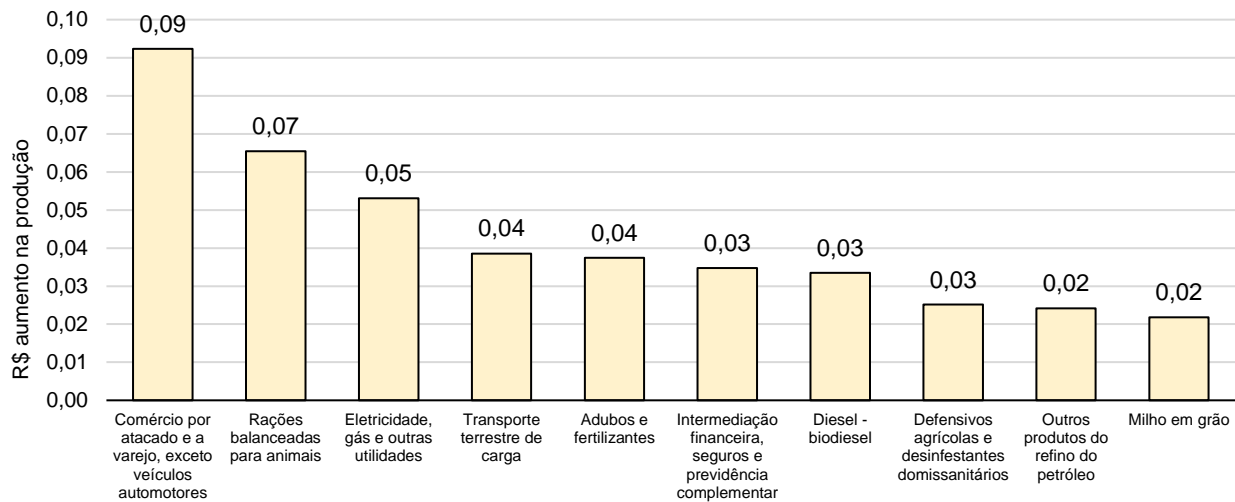
Figura 2. Multiplicadores de oferta específicos para a bioeconomia de origem vegetal.



Nota: cerca de 70% de um choque na atividade de bioeconomia com origem vegetal é absorvido pelas atividades indicadas na figura. Por exemplo, R\$ 1 de aumento na produção vegetal gera um aumento de R\$ 0,12 na produção de adubos e fertilizantes.

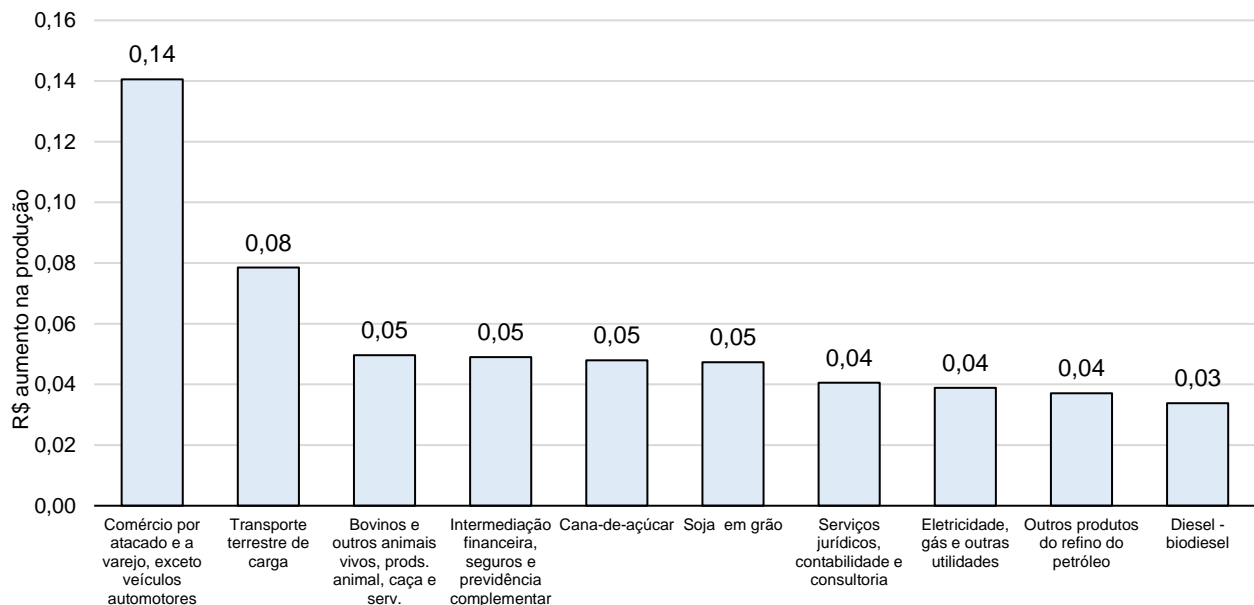
Já para atividade de origem animal a absorção do choque é mais heterogênea e apenas 56% do impacto é absorvido pelas atividades apresentadas na Figura 3. Destaca-se as atividades de rações balanceadas para animais e milho em grão que absorvem parte do choque, bem como as atividades de comércio e transporte, intermediação financeira e energia. O mesmo padrão de absorção é observado para a bioindústria. A Figura 4 apresenta as dez atividades que absorvem cerca de 47% do choque nessa atividade. Naturalmente, aparecem as atividades fornecedores de insumos para a bioindústria, como por exemplo, animais vivos como bovinos, cana-de-açúcar e soja em grão, energia e serviços como comércio, transporte e intermediação financeira.

Figura 3. Multiplicadores de oferta específicos para a bioeconomia de origem animal.



Nota: cerca de 56% de um choque na atividade de bioeconomia origem animal é absorvido pelas atividades indicadas na figura. Por exemplo, R\$ 1 de aumento na produção de origem animal gera um aumento de R\$ 0,07 de rações balanceadas para animais.

Figura 4. Multiplicadores de oferta específicos para a bioeconomia bioindústria.



Nota: cerca de 47% de um choque na atividade de bioindústria da bioeconomia é absorvido pelas atividades indicadas na figura. Por exemplo, R\$ 1 de aumento na produção bioindustrial gera um aumento de R\$ 0,05 na produção de animais vivos.

Em termos gerais, a decomposição dos multiplicadores de oferta mostra o encadeamento para trás na formação de valor da cadeia da bioeconomia sem considerar a absorção da demanda final dessas atividades. Como esperado, as atividades de origem vegetal e animal apresentam menores multiplicadores e concentrados em seus fornecedores, uma vez que o grau de ligação para trás dessas atividades é maior. Já a atividade de bioindústria, por ser uma atividade de transformação industrial, seu multiplicador é maior do que a unidade e com diversas ligações, tanto para trás quanto para frente em sua cadeia de valor. Um ponto

comum é a relação das atividades da bioeconomia com comércio, transporte e energia, atividades indispensáveis para a sustentabilidade da produção e distribuição da oferta de produtos com origem biológica.

5. Conclusões

Qualquer política agroambiental que afeta diretamente ou indiretamente a produção das atividades da bioeconomia não pode ser propriamente avaliada sem se conhecer o tamanho da cadeia de valor da bioeconomia, bem como os efeitos dessas atividades sobre o restante da economia. À medida que as contas nacionais, e diversas outras bases de dados secundárias, aumentam seu grau de desagregação das atividades e produtos, se reduz a dificuldade e o custo da determinação de diversas cadeias de valor.

Esse estudo tem foco na determinação da cadeia de valor da bioeconomia (PIB-Bio) e apresenta uma aplicação dos multiplicadores de oferta da bioeconomia – uma das inúmeras aplicações e estudos que podem ser derivados desses dados. Outros multiplicadores como renda e emprego podem ser determinados uma vez que o efeito na produção é conhecido. Ao se considerar as atividades e/ou produtos da bioeconomia como exógenos no sistema reflete-se a realidade de diversas políticas agroambientais que focam na produção, oferta e sustentabilidade dessas atividades.

Os resultados indicam uma cadeia de valor de cerca de 20% do PIB brasileiro em 2019 revelando a geração de valor da bioeconomia como um todo. Especificamente, tem-se a importância por unidade de valor da produção de cada atividade/produto da bioeconomia para o resto da economia. Como apresentado há uma grande variabilidade dos impactos e do encadeamento dessas atividades e isso está amplamente relacionado a importância do consumo intermediário com relação ao valor total da produção.

6. Referências

GUILHOTO, J.; SESSO, U. 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**, vol. 6, no. 4, 2010. DOI 10.5380/ret.v6i4.26912. Available at: <https://revistas.ufpr.br/ret/article/view/26912>.

JOHNSON, T. G.; KULSHRESHTHA, S. N. Exogenizing Agriculture in an Input-Output Model to Estimate Relative Impacts of Different Farm Types. **Western Journal of Agricultural Economics**, vol. 7, no. 2, p. 187–198, 1982. .

PAPADAS, C. T.; DAHL, D. C. Supply-Driven Input-Output Multipliers. **Journal of agricultural economics**, vol. 50, no. 2, p. 269–285, 1999. .

RONZON, T.; M'BAREK, R. Socioeconomic Indicators to Monitor the EU's Bioeconomy in Transition. **Sustainability**, vol. 10, no. 6, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10061745>.

RONZON, T.; PIOTROWSKI, S.; M'BAREK, R.; CARUS, M. A systematic approach to understanding and quantifying the EU's bioeconomy. **Bio-based and Applied Economics Journal**, vol. 06, no. 1, p. 1–17, 31 May 2017. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.276283>.

SILVA, M. F. de O.; PEREIRA, F. dos S.; MARTINS, J. V. B. A bioeconomia brasileira em números. 2018. .

ANEXO

Tabela A1. Relação de atividades do SCN, atividades *bio-based* (BB) e classificação dos conjuntos para determinação do PIB-CBio.

Atividade SCN 2010	Nome da atividade	Nome do conjunto classificado no PIB-Bio	
0191	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	<i>fbio</i>	
0192	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária		
0280	Produção florestal; pesca e aquicultura		
0580	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	<i>nbio</i>	
0680	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio		
0791	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração		
0792	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos		
1091	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	<i>fbio</i>	
1092	Fabricação e refino de açúcar		
1093	Outros produtos alimentares		
1100	Fabricação de bebidas		
1200	Fabricação de produtos do fumo		
1300	Fabricação de produtos têxteis		
1400	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios		
1500	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	<i>ibio</i>	
1600	Fabricação de produtos da madeira	<i>fbio</i>	
1700	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel		
1800	Impressão e reprodução de gravações	<i>ibio</i>	
1991	Refino de petróleo e coquerias	<i>fbio</i>	
1992	Fabricação de biocombustíveis		
2091	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	<i>nbio</i>	
2092	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos		
2093	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	<i>ibio</i>	
2100	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos		
2200	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico		
2300	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos		
2491	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura		
2492	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	<i>nbio</i>	
2500	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos		
2600	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos		
2700	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos		
2800	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos		
2991	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças		
2992	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores		
3000	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores		
3180	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas		<i>ibio</i>
3300	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos		<i>nbio</i>
3500	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	<i>ibio</i>	
3680	Água, esgoto e gestão de resíduos	<i>nbio</i>	
4180	Construção		
4500	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas		
4680	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	<i>n,m</i>	
4900	Transporte terrestre	<i>n,m</i>	
5000	Transporte aquaviário	<i>n,m</i>	
5100	Transporte aéreo	<i>m</i>	
5280	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio		
5500	Alojamento		
5600	Alimentação		
5800	Edição e edição integrada à impressão		
5980	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem		
6100	Telecomunicações		
6280	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação		
6480	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar		
6800	Atividades imobiliárias		
6980	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas		
7180	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D		

7380	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	
7700	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	
7880	Outras atividades administrativas e serviços complementares	
8000	Atividades de vigilância, segurança e investigação	
8400	Administração pública, defesa e seguridade social	
8591	Educação pública	
8592	Educação privada	
8691	Saúde pública	
8692	Saúde privada	
9080	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	
9480	Organizações associativas e outros serviços pessoais	Não considerados
9700	Serviços domésticos	
1400*	BB - Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	
1500*	BB - Fabricação de calçados e de artefatos de couro	
1600*	BB - Fabricação de produtos da madeira	
1800*	BB - Impressão e reprodução de gravações	
1991*	BB - Refino de petróleo e coquerias	
2093*	BB - Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	
2100*	BB - Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	
2200*	BB - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	
3180*	BB - Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	pbio
3500*	BB - Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	