

Modelo híbrido de emissões de CO₂ em Mato Grosso do Sul: aplicação na cadeia de frango de corte

Hybrid model of CO₂ emissions from Mato Grosso do Sul: application in the chain of broiler chicken

Wesley Osvaldo Pradella Rodrigues¹, Daniel Massen Frainer², Antonio Sérgio Eduardo³

RESUMO: Esta pesquisa quantificou o consumo energético e emissões de CO₂ da cadeia de frango de corte, considerando a matriz híbrida de insumo-produto de Mato Grosso do Sul, utilizando dados de 2015. É calculada a intensidade de emissões de dióxido de carbono para sete setores da economia estadual, além de calcular os setores-chave por meio dos índices de ligação Rasmussen-Hirschman. A cadeia de frango de corte possui efeitos totais de emissão de 32,50 t CO₂ a cada R\$ 1 milhão, acrescidos nas atividades econômicas relacionadas à cadeia produtiva, e os índices de ligação apresentaram impactos no aumento das emissões de CO₂ nos elos anteriores da cadeia produtiva. Os resultados fornecem informações sobre impactos econômicos e ambientais decorrentes de investimentos na cadeia produtiva.

Palavras-chave: Agronegócio. Modelo insumo-produto. Meio ambiente e desenvolvimento regional. Poluição do ar.

ABSTRACT: This study quantified the energy consumption and CO₂ emissions of the broiler chicken chain, considering the hybrid input-output matrix of Mato Grosso do Sul, using data from 2015. The intensity of carbon dioxide emissions for 7 sectors of the state economy is calculated, in addition to calculating the key sectors using the Rasmussen-Hirschman linkage indices. The broiler chicken chain has total emission effects of 32.50 t CO₂ for every R\$ 1 million added to economic activities related to the production chain and the linkage indices had impacts on the increase in CO₂ emissions in the previous links of the production chain. The results provide information on economic and environmental impacts arising from investments in the production chain.

Keywords: Agribusiness. Air pollution. Environment and regional development. Input-output model.

Autor correspondente:

Wesley Osvaldo Pradella Rodrigues: wesley.rodrigues@ufms.br

Recebido em: 09/05/2020

Aceito em: 12/11/2020

INTRODUÇÃO

O objetivo desta pesquisa é a aplicação da matriz híbrida de insumo-produto para a cadeia de frango de corte de Mato Grosso do Sul e avaliar as questões inerentes ao consumo setorial de energia e emissões de CO₂.

Este trabalho parte da seguinte questão norteadora: Como se comporta a demanda por energia, computada pelas medidas de intensidade de uso energético, e as consequentes emissões de CO₂, no contexto de uma nova perspectiva de crescimento econômico para a cadeia de frango de corte?

Esta pesquisa tem por meta analisar as interações, em termos setoriais, no Estado de Mato Grosso do Sul no que concerne ao consumo energético em toneladas equivalentes de petróleo (tep) energia elétrica na cadeia de frango de corte. A análise será realizada por meio de um modelo regional híbrido. No modelo de insumo-produto híbrido, as tabelas de consumo intermediário são representadas por valores nominais e o consumo de energia é medido em unidades físicas, por meio da qual são computadas medidas de intensidade de uso energético, conhecidas como requerimentos de energia. Essas medidas permitem, por exemplo, avaliar o grau em que a produção de cada setor de atividade dentro de Mato Grosso do Sul impacta no consumo energético em tep e emissões de CO₂ dentro do Estado.

¹ Docente Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Naviraí (MS), Brasil.

² Docente Assistente da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Campo Grande (MS), Brasil.

³ Docente Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Nova Andradina (MS), Brasil.

A revisão da literatura sobre as várias aplicações da matriz de insumo-produto híbrida aplicada à economia brasileira e ao agronegócio e em especial a cadeias produtivas contribuem para esclarecer a importância do método para análise da economia de uma região. Na literatura pelo menos sete trabalhos merecem destaque, por aplicarem a mesma metodologia para outros Estados brasileiros.

Perobelli *et al.* (2007) analisaram as interações energéticas entre o Estado de Minas Gerais e o restante do Brasil, por meio da utilização de um modelo inter-regional de insumo-produto com incorporação de um setor de energia. O modelo foi elaborado a partir de uma tabela híbrida de insumo-produto regional, onde as informações de vendas do setor de energia aos demais setores foram registradas em unidades físicas (toneladas equivalentes de petróleo – tep) e não monetárias. Os resultados encontrados apresentam que os setores econômicos dentro de Minas Gerais exercem maior pressão sobre o setor de energia do Estado do que os respectivos setores econômicos fora do Estado.

Hilgemberg e Guilhoto (2006) aplicaram a metodologia do modelo híbrido de insumo-produto para quantificar as emissões de CO₂ decorrentes do uso energético de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil para o ano de 1999. Os resultados para o modelo inter-regional mostraram que o efeito total nas emissões de um aumento de R\$ 1 milhão na demanda final parece ser mais intenso nos setores das regiões Nordeste e Sul. Nota-se que não se afirma que as regiões Nordeste e Sul sejam as que mais emitem CO₂ por si só, mas, que uma variação na produção a fim de atender a demanda final faz com que ela demande uma produção adicional dos demais setores da sua região e das outras regiões, e esse aumento no produto desses setores é que exerce impacto sobre as emissões.

Nesse mesmo sentido, Carvalho e Perobelli (2009) quantificaram as emissões de CO₂ decorrentes do consumo de combustíveis energéticos, considerando um modelo de insumo-produto inter-regional híbrido comparando o Estado de São Paulo com o restante do Brasil, utilizando como base a matriz de 1996. Calculou-se a intensidade de emissões de dióxido de carbono para 15 setores, identificando a parcela de emissões totais devida à demanda final e ao consumo intermediário. Além disso, foram calculados os setores-chave nas emissões através do cálculo das elasticidades, identificando os setores de agropecuária, siderurgia, alimentos e bebidas, outros setores e transportes nas duas regiões analisadas. Verificou-se, também, a quantidade de CO₂ incorporada nas exportações, apresentando a pauta de exportações brasileira como parte intensiva em poluição.

Montoya e Pasqual (2015), em seu trabalho, desagregaram o consumo energético brasileiro do ano de 2009 de 53 para a construção de um modelo híbrido de insumo-produto com 53 setores utilizados na avaliação das emissões de CO₂ por fontes de energia. Como resultado os autores apresentaram que o consumo das famílias, a partir do aumento da renda, contribui para o aumento da demanda de energia e, por sua vez, aumento de emissão de CO₂ no país, e que o ponto crucial para a redução do impacto da economia sobre o meio ambiente seria a mudança do comportamento do consumidor

Em Montoya *et al.* (2016), os autores avaliaram dentro da estrutura do agronegócio brasileiro, a renda, o emprego, o consumo setorial de energia e as emissões de CO₂, partindo da matriz energética estimada para 56 setores consumidores compatíveis com os 56 setores apresentados pela MIP do Brasil para o ano de 2009, permitindo mensurar o agronegócio em unidades econômicas e físicas. Os resultados apresentaram a intensidade de consumo de energia e as emissões de CO₂ no agronegócio brasileiro, as quais são maiores que a média nacional, destacando a agroindústria como o maior emissor de CO₂ no país por unidade monetária, por trabalho e por consumo de energia. Entretanto, os autores ressaltaram a utilização de energia “limpa” e majoritariamente renovável no agronegócio.

Com o foco em cadeias produtivas, Montoya *et al.* (2017) avaliaram a cadeia da soja brasileira sob as óticas da geração de renda e emprego, e suas aplicações sobre o consumo de energia e emissões de CO₂ por fonte de energia renovável e não renovável. Os autores identificaram uma mudança estrutural pautada na industrialização e processamento da soja e, o expressivo uso de energia renovável da cadeia, representando por 71,48% das emissões de CO₂, representando perspectivas ecológicas adequadas para conciliar o crescimento econômico da cadeia da soja com a preservação do meio ambiente.

A pesquisa está estruturada em três tópicos além da introdução. O segundo tópico compreende o material e método. O terceiro tópico demonstra os resultados e discussão das análises do estudo. Por fim, o quarto e último tópico apresenta as conclusões do trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODO

Para calcular a dimensão econômica e ambiental da cadeia produtiva de frango de corte foi necessário compatibilizar duas bases de dados: A Matriz Insumo Produto de Mato Grosso do Sul 2015 (FRAINER *et al.*, 2020, no prelo) e o consumo energético estadual por fonte primária (BEN-MS, 2016).

O primeiro passo na preparação dos dados foi compatibilizar os setores das duas bases. A agregação feita na matriz teve como objetivo preservar as informações quanto ao uso de energia fornecida pelo BEN-MS, além de atender aos objetivos propostos nesta pesquisa; por fim, foram considerados sete setores, sendo eles: 1) cadeia de frango de corte; 2) agropecuária sem aves; 3) indústria sem aves; 4) comércio; 5) transporte; 6) SIUP; e 7) outros serviços.

A segunda etapa foi fazer a conversão dos coeficientes de energia em emissão de CO₂ causada pelo consumo de toneladas equivalentes de petróleo (tep) pelos vários setores da economia. Para isto, aplicaram-se os coeficientes de conversão encontrados no Balanço de Carbono, que representam a quantidade total de dióxido de carbono emitidos na atmosfera, medidos pelo coeficiente de conversão 2,478 tep/tCO₂.

A última etapa foi a substituição da linha dos fluxos do setor de energia em unidades monetárias por unidades físicas, para isso, fez-se o balanceamento da matriz insumo-produto. O balanceamento da matriz foi realizado por meio da participação percentual da produção intersetorial pelo total do consumo intermediário, excluindo os valores do setor energia e depois multiplicando essa participação pelo consumo intermediário total, para que a matriz ficasse balanceada, porém sem a linha do setor energia em unidades monetárias (FIGUEIREDO *et al.*, 2009).

Com relação aos métodos, utilizou-se para a análise os (i) indicadores sínteses; (ii) multiplicadores de impacto e (iii) emissão de CO₂ no sistema econômico.

Na perspectiva de interdependência setorial de uma economia pode ser avaliada através de índices que sintetizam as ligações para trás (U_j) e para frente (U_i) das atividades produtivas, tal como desenvolvido por Rasmussen (1956) e Hirschman (1956). De acordo com Miller e Blair (2009), os valores calculados pelo *backward linked* expressam quanto o setor demanda de outros setores da economia, enquanto o *forward linked* apresenta o quanto o setor é demandado pelos outros setores. Para Porsse (2002), o índice de *forward linked* de um setor i pode ser interpretado como sendo o aumento total da produção de todos os setores da economia quando ocorre o aumento unitário pela demanda final do setor i , o índice *backward linked* por sua vez, pode ser interpretado como sendo o aumento da produção do setor i quando ocorre aumento unitário na demanda final da economia. Esses índices são obtidos, respectivamente, pelas seguintes equações:

$$U_j = \frac{n^{-1}b_j}{B^*} \quad (1)$$

$$U_i = \frac{n^{-1}b_i}{B^*} \quad (2)$$

em que se considera b_j e b_i a soma total das colunas e das linhas das matriz B, e ainda B^* o valor médio de todos os elementos dessa matriz.

Esses índices podem ser normalizados tornando-se seu coeficiente médio em relação à média total dos coeficientes. Então, definindo-se a média de cada indicador de ligação e a média total dos coeficientes da matriz de Leontief, como expressam as equações abaixo:

$$\bar{U} = n^{-1}U_j \quad (3)$$

$$\bar{U} = n^{-2} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \bar{B}_{ij} \quad (4)$$

os índices de ligações para frente e para trás, normalizados, são obtidos calculando-se, respectivamente:

$$U_i^* = \frac{\bar{v}_i}{\bar{U}} \quad (5)$$

$$U_j^* = \frac{\bar{v}_j}{\bar{U}} \quad (6)$$

Porsse (2002) destaca que a construção de índices normalizados possibilita melhor identificação dos setores-chave, assim indicadores normalizados com valores superiores à unidade evidenciam setores com comportamento acima da média (setor-chave).

A identificação dos setores-chave da economia baseia-se no pressuposto de que algumas atividades têm o potencial de gerar maior crescimento através de suas ligações para trás (*backward linkege*) e para frente (*forward linkege*), estimulando o restante da economia, o que permite ser utilizada como ferramenta de planejamento econômico.

Os multiplicadores de impacto sobre determinadas variáveis macroeconômicas estaduais podem ser encontrados a partir da matriz de insumo-produto. Estes resultados derivados consideram as inter-relações setoriais observadas na matriz de coeficientes técnicos. Para Porsse (2002), a construção de multiplicadores contribui para o processo decisório dos *policy makers* ao definirem as políticas públicas de desenvolvimento regional.

Segundo Miller e Blair (2009), a partir dos coeficientes diretos e da matriz inversa de Leontief é possível estimar para cada setor da economia o quanto é gerado direta e indiretamente de emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado ou outra variável em análise para cada unidade monetária produzida para a demanda final; neste trabalho estimou-se o impacto do aumento de consumo energético em tep e emissões de CO₂. Assim,

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} v_i \quad (7)$$

em que:

- GV_j é o impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;
- b_{ij} é o ij-ésimo elemento da matriz inversa de Leontief;
- v_i é o coeficiente direto da variável em questão.

A divisão dos geradores pelo respectivo coeficiente direto gera os multiplicadores, que indicam quanto é gerado, direta e indiretamente de consumo energético e emissão de CO₂, em que o multiplicador de i-ésimo setor seria dado então por

$$MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \quad (8)$$

em que MV_i representaria o multiplicador da variável em questão. Por sua vez, o multiplicador de emissão de CO₂ que indica o quanto se emite de dióxido de carbono para cada unidade monetária gasta no consumo final é definido como

$$MP_i = \sum_{j=1}^n b_{ji} \quad (9)$$

em que MP_i é o multiplicador em questão do j-ésimo setor; as outras variáveis são definidas segundo o exposto anteriormente. Quando o efeito de multiplicação se restringe somente à demanda de insumos intermediários, esse multiplicador é denominado de tipo I. Porém, quando a demanda das famílias é endogenizada no sistema, levando-se em consideração o efeito induzido, esses multiplicadores recebem a denominação de tipo II.

Assumindo que as emissões de CO₂ estão linearmente relacionadas com os requerimentos de energia, é possível obter tanto as emissões diretas de carbono quanto as emissões indiretas e totais (MONTTOYA et al., 2014).

Sendo c a matriz dos coeficientes que convertem a utilização de energia em emissões, de modo tal que os elementos da diagonal principal sejam os coeficientes de conversão para cada setor e os demais sejam zero, sendo a matriz reescrita da seguinte forma:

$$c = \begin{bmatrix} c & 0 & 0 \\ 0 & c & 0 \\ 0 & 0 & c \end{bmatrix} c = \begin{bmatrix} c & 0 & 0 \\ 0 & c & 0 \\ 0 & 0 & c \end{bmatrix} \quad (10)$$

Logo, as emissões diretas, totais e indiretas serão, respectivamente,

$$\delta CO_2 = cF^* \hat{X}^{-1} A^* \quad (11)$$

$$\alpha CO_2 = cF^* \hat{X}^{-1} (I - A^*)^{-1} \quad (12)$$

$$\gamma CO_2 = cF^* \hat{X}^{-1} [(I - A^*)^{-1} - A^*] \quad (13)$$

De acordo com Montoya *et al.* (2014), observada a função de produção subjacente ao modelo de insumo-produto e considerando a hipótese de que a tecnologia é dada, a única maneira de um determinado setor reduzir sua emissão é reduzir, na mesma proporção, sua produção. Isso fará, necessariamente, que sua demanda pela produção dos demais setores diminua.

O impacto total na economia, contudo, depende de como os demais setores serão capazes de lidar com a queda na demanda do setor que sofreu a restrição. Pode-se imaginar que os demais setores serão capazes de redirecionar sua produção para a demanda final, fazendo com que o impacto na atividade econômica seja menor. Contrariamente, pode-se supor que a demanda final não será capaz de absorver a produção que antes era destinada ao setor afetado, situação que provocará maior impacto na economia (HILGEMBERG; GUILHOTO, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a agregação de setores, derivando para uma nova MIP e combinando-a aos dados de consumo de energia de Mato Grosso do Sul, tornou-se possível identificar a intensidade de uso de energia bem como a emissão de CO₂.

Ainda, com base nos dados do balanço energético do MS, o bagaço de cana é a fonte de energia mais consumida no Estado sendo muito empregada nos setores da indústria e outros serviços. O setor que mais consome energia é Outros Serviços com 51,0%, seguido pelo setor de indústria com 34,1%. A cadeia de frango de corte corresponde por 2,6% do consumo de energia total. A Tabela 1 apresenta o consumo por fonte energética dos setores econômicos em Mato Grosso do Sul.

Tabela 1. Consumo por fonte energética em Tonelada Equivalente de Petróleo (tep), Mato Grosso do Sul, 2015

Setores	Fonte renovável (tep)	Fonte não renovável (tep)	Total (tep)
Cadeia de frango de corte	66.989	26.863	93.852
Agropecuária sem aves	177.202	31.244	208.446
Indústria sem aves	864.403	346.894	1.211.297
Comércio	126.436	27.241	153.677
Transporte	72	1.678	1.750
SIUP	64.255	5.242	69.496
Outros serviços	1.659.324	151.372	1.810.696
Total	2.958.681	590.532	3.549.214

Fonte: Dados da pesquisa.

Como observado na Tabela 1, 83,4% do consumo energético de MS são oriundos de fontes renováveis, sendo que os produtos derivados de cana de açúcar representam 75,6%. As fontes de energia não renováveis correspondem por 16,6% do consumo energético e possui o setor industrial como o seu maior consumidor.

Com relação à cadeia de frango de corte, apesar de representar 2,6% do consumo energético total, observa-se a predominância do uso de energias renováveis (71,4%), fato este que permite afirmar que suas emissões tendem a ser ecologicamente mais adequadas para o gerenciamento do “efeito estufa”, facilitando a conciliação do crescimento econômico com a preservação do meio ambiente, assim como destacado por Montoya *et al.* (2016) e Montoya *et al.* (2017) em relação à agroindústria.

A Tabela 2 apresenta o consumo energético total em tonelada equivalente de petróleo (tep) para variação de R\$ 1 milhão na demanda final no setor produtivo do Estado do Mato Grosso do Sul.

Tabela 2. Consumo energético em Tonelada Equivalente de Petróleo (tep) para variação de R\$1 milhão, Mato Grosso do Sul, 2015

Setores	Direto	Indireto	Induzido	Total
Cadeia de frango de corte	45,06	34,29	1,18	80,53
Agropecuária sem aves	7,80	10,32	0,46	18,58
Indústria sem aves	59,26	22,77	2,04	84,08
Comércio	9,70	13,79	0,27	23,75
Transporte	0,35	9,73	1,56	11,63
SIUP	9,36	12,43	2,09	23,88
Outros serviços	31,49	12,04	0,37	43,90

Fonte: Elaboração própria.

O consumo médio de energia foi de 40,91 tep, sendo que o setor de indústria sem aves possui o impacto maior do que o dobro da média, e o setor de transporte apresentou o menor impacto, com consumo de 11,63 tep.

A cadeia de frango de corte se destacou como o segundo maior consumidor de energia (80,53 tep), tendo consumo direto de 45,06 tep, isto é, consumo energético das atividades econômicas que compõe a cadeia produtiva.

O consumo indireto, ou seja, o consumo de energia dos setores compradores da cadeia de frango gerou impacto de 34,29 tep; e consumo induzido de 1,18 tep, o consumo induzido representa o impacto de variações no consumo final de energia do j-ésimo setor. A Tabela 3 representa os efeitos da emissão de CO₂ sobre o acréscimo de R\$ 1 milhão na economia estadual.

Tabela 3. Emissão de CO₂ por setor para variação de R\$1 milhão, Mato Grosso do Sul, 2015

Setores	Direto	Indireto	Induzido	Total
Cadeia de frango de corte	18,18	13,84	0,48	32,50
Agropecuária sem aves	3,15	4,16	0,19	7,50
Indústria sem aves	23,92	9,19	0,83	33,93
Comércio	3,91	5,56	0,11	9,59
Transporte	0,14	3,93	0,63	4,69
SIUP	3,78	5,02	0,85	9,64
Outros serviços	12,71	4,86	0,15	17,72

Fonte: Elaboração própria.

O setor de indústria sem aves se destaca como maior emissor de CO₂ (33,93t), seguido pela cadeia de frango de corte, com 32,50t CO₂. O setor de transporte se destacou como o menor poluidor, com emissão de 4,69t CO₂. Ainda sobre a cadeia de frango, observam-se os efeitos diretos de emissão de 18,18t CO₂ a cada R\$ 1 milhão acrescidos nas atividades econômicas relacionadas à cadeia produtiva; os efeitos indiretos representam a emissão de CO₂ dos setores compradores da cadeia produtiva, ou seja, a cada R\$ 1 milhão investido gerará a emissão de 13,84t CO₂.

Em relação aos índices de ligações, tanto para frente quanto para trás, é apresentado por setor produtivo de Mato Grosso do Sul em 2015 (Tabela 4), o poder de dispersão (*forward Linkage*) e a sensibilidade da dispersão (*backward Linkage*).

Tabela 4. Índices de ligação para frente e para trás do setor produtivo de Mato Grosso do Sul em 2015

Setores	Backward Linkage	Forward Linkage	Orientação
Cadeia de frango de corte	1,148	0,767	Para trás
Agropecuária sem aves	0,908	0,795	Sem ligação
Indústria sem aves	1,142	0,941	Para trás
Comércio	0,851	1,103	Para frente
Transporte	0,831	0,837	Sem ligação
SIUP	0,956	0,966	Sem ligação
Outros serviços	0,783	1,931	Para frente

Fonte: Elaboração própria.

Como observado na Tabela 4, apenas os setores de Outros Serviços e Comércio apresentaram ligação para frente, destacando-se como os mais importantes vendedores. O setor Cadeia de frango de corte e Indústria sem aves apresentaram ligação para trás, representando os setores compradores.

Sobre a ótica das emissões de CO₂, os índices de ligação representam o impacto da geração de CO₂ ao longo dos setores econômicos; nesta pesquisa a Cadeia de frango de corte possui apenas ligação para trás, significando que o

aumento das emissões de CO₂ neste setor possui impactos nos elos anteriores da cadeia produtiva, isto é, nos setores de insumos da cadeia.

4 CONCLUSÃO

Atualmente a carne de frango é uma das mais produzidas e consumidas no mundo, e estima-se que será a principal proteína animal produzida e consumida no mundo até 2025. Para Mato Grosso do Sul, o fortalecimento da cadeia produtiva de frango de corte representa importante fator de desenvolvimento econômico local e regional, com efeitos multiplicadores de renda em todos os setores da economia, intensificando a demanda de insumos agropecuários e a expansão e modernização dos setores de comercialização e agroindústrias.

Nesta pesquisa constatou-se que a cadeia de frango de corte é o segundo maior consumidor de energia (80,53 tep), tendo consumo direto de 45,06 tep e 34,29 tep de consumo indireto. Os multiplicadores de impacto mostraram que a cadeia produtiva possui efeitos diretos de emissão de 18,18t CO₂ a cada R\$ 1 milhão acrescido nas atividades econômicas relacionadas à cadeia produtiva, e efeitos indiretos de emissão de 13,84t CO₂. E por fim, o índice de ligação apresentou a cadeia produtiva com ligação apenas para trás, representando que o aumento das emissões de CO₂ e consumo energético possui impactos nos setores de insumos da cadeia.

Esta pesquisa fornece informações sobre os impactos econômicos e ambientais decorrentes de investimentos na cadeia produtiva de frango de corte, partindo como um importante instrumento de subsídio para a tomada de decisão dos formuladores de política pública quanto à melhor estratégia de controle de emissões. Porém, não foi objetivo desta pesquisa discutir quais medidas de políticas poderiam ser adotadas.

1010

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, T. S.; PEROBELLI, F. S. Avaliação da intensidade de emissões de CO₂ setoriais e na estrutura de exportações: um modelo interregional de insumo-produto São Paulo/restante do Brasil. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 99-124, 2009.
- FRAINER, D. M., *et al.* Matriz insumo-produto de Mato Grosso do Sul 2015: construção e análise dos principais indicadores econômicos. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 2, n. 46, 2020. (no prelo).
- HILGEMBERG, E. M. **Quantificação e efeitos econômicos do controle de emissões de CO₂ decorrentes do uso de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil: um modelo interregional de insumo-produto.** 2004. 151 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- HILGEMBERG, E. M.; GUILHOTO, L. J. M. Uso de combustíveis e emissões de CO₂ no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 49-99, 2006.
- MILLER, R.E.; BLAIR, P.D. **Input-output analysis: foundations and extensions.** New York: Cambridge University Press, 2009.
- MONTOYA, M. A. et al. Consumo de energia, emissões de CO₂ e a geração de renda e emprego no agronegócio brasileiro: uma análise insumo–produto. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 383-412, 2016.
- MONTOYA, M. A.; LOPES, L. A. GUILHOTO, J. J. Desagregação setorial do balanço energético nacional a partir dos dados da matriz insumo-produto: uma avaliação metodológica. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 379-419, 2014.

MONTOYA, M. A.; BERTUSSI, L. A. S.; LOPES, R. L. A cadeia soja no Brasil: uma abordagem insumoproduto do PIB, emprego, consumo de energia. **TD Nereus**, São Paulo, v. 4, 2017. Disponível em: http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD_Nereus_04_2017.pdf.

MONTOYA, M. A.; PASQUAL, C. A. O uso setorial de energia renovável versus não renovável e as emissões de CO₂ na economia brasileira: um modelo insumo-produto híbrido para 53 setores. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 290-335, 2015.

PEROBELLI, F. S. MATTOS, R. S. FARIA, W. R. Interações energéticas entre o Estado de Minas Gerais e o restante do Brasil: uma análise inter-regional de insumo-produto. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 113-130, 2007.

PORSSE, A. A. **Multiplicadores de impacto na economia gaúcha**: aplicação do modelo de insumo-produto fechado de Leontief. Porto Alegre: FEE, 2002. (Documentos FEE, n. 52).

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA. **Balanco Energético de Mato Grosso do Sul 2016: ano base 2015**. Campo Grande, 2016. p. 115.