

## Efeitos Ambientais da Implementação do Plano ABC no MATOPIBA: Uma Abordagem por Insumo-Produto

Attawan Suela<sup>1</sup>  | Marcos Spínola Nazareth<sup>2</sup> |  
Dênis Antônio da Cunha<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [attawan\\_zull@hotmail.com](mailto:attawan_zull@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [marcos.nazareth@ufv.br](mailto:marcos.nazareth@ufv.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [denisufv@gmail.com](mailto:denisufv@gmail.com)

### RESUMO

O presente artigo identificou os efeitos setoriais e intersetoriais, em termos de emissões de gases de efeito estufa (GEE), da implementação do Plano ABC na região do MATOPIBA. Metodologicamente, foi estruturado e operacionalizado um modelo de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrido com destaque para a desagregação da região do MATOPIBA. Foram desenvolvidos três cenários com diferentes níveis de emissões de GEE resultante da implementação (ou não) do Plano ABC no MATOPIBA. De forma geral, os resultados obtidos revelam a importância que as ações do Plano ABC tiveram para o MATOPIBA e, ao mesmo tempo, demonstram os impactos positivos que metas ambiciosas de redução de emissões poderiam vir a ter. Considerando as emissões oriundas do setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra, conclui-se que os setores para o controle das emissões de GEE na região do MATOPIBA são Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo, Pecuária e Produção Florestal.

### PALAVRAS-CHAVE

Insumo-produto, MATOPIBA, Plano ABC

### Environmental Effects of the Implementation of the ABC Plan in MATOPIBA: An Approach by Input-Output

### ABSTRACT

This article identified the sectoral and intersectoral effects, in terms of greenhouse gas (GHG) emissions, from the implementation of the ABC Plan in the MATOPIBA region. Methodologically, a model of Interregional Hybrid Input-Product was structured and operated with emphasis on the breakdown of the MATOPIBA region. Three scenarios were developed with different levels of GHG emissions resulting from the implementation (or not) of the ABC Plan in MATOPIBA. In general, the results obtained reveal the importance that the actions of the ABC Plan had for MATOPIBA and, at the same time, demonstrate the positive impacts that ambitious emission reduction targets could have. Considering the emissions from the Agriculture, Forest and Other Land Use sectors, it is concluded that the sectors for controlling GHG emissions in the MATOPIBA region are Sugar Refining and Production of Beverages and Tobacco, Livestock and Forest Production.

### KEYWORDS

Input-output, MATOPIBA, ABC Plan

### CLASSIFICAÇÃO JEL

Q50, Q57, Q58

## 1. Introdução

O setor agropecuário brasileiro é reconhecido como um dos mais importantes do mundo. Seu desempenho tem sido caracterizado pelo crescimento contínuo da produção, das exportações e do valor agregado. Por essa razão, é esperado que o Brasil contribua decisivamente para os desafios globais futuros que envolvem a produção de alimentos e a segurança alimentar, tais como mudanças climáticas, crescimento populacional e urbanização (Piedra-Bonilla et al. (2020); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2018)). Segundo o Observatório do Clima (2014), o país terá um desempenho produtivo suficiente para atender a demanda interna de alimentos e continuar exportando.

Ao mesmo tempo, o grande desafio enfrentado pelo Brasil é manter o bom desempenho da agropecuária aliado à sustentabilidade, sobretudo no que diz respeito à sua dimensão ambiental (Brooks (2017); Montoya et al. (2017); EMBRAPA (2018)). É provável que o atendimento à crescente demanda alimentar gere consequências negativas ao meio ambiente, como aumento do desmatamento, comprometimento de ecossistemas e maiores índices de poluição, com destaque para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (EMBRAPA (2018)). Conforme os dados do relatório “Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil” (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC (2017)), o país, em 2015, foi o sétimo maior emissor de GEE no mundo, produzindo cerca 1,68 bilhão de toneladas brutas de CO<sub>2</sub> equivalente. O setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (*Agriculture, Forest and Other Land Uses* – AFOLU) foi responsável por 60% dessas emissões. Parte considerável das emissões são resultantes do desmatamento.

Mesmo que a redução do desmatamento esteja prevista nas ações apresentadas pelo governo brasileiro na Conferência das Partes (COP, edições 15 e 21), o país ainda possui grande fronteira agrícola a ser utilizada. Tal fronteira está localizada na região conhecida como MATOPIBA (que compreende os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (EMBRAPA (2017)). Esse território é considerado uma das últimas fronteiras agrícolas do mundo, por ser legalmente permitida a abertura de novas áreas agricultáveis. Portanto, trata-se de uma região com grande potencial para a expansão agrícola e para a criação e o funcionamento de novos mercados (Instituto de Economia Agrícola - IEA (2015); Barros (2019)).

A área do MATOPIBA é composta por de 73 milhões de hectares, sendo que 90% pertencem ao bioma Cerrado. A sua divisão territorial é constituída da seguinte maneira: 33% corresponde ao estado do Maranhão, 38% faz parte do Tocantins, 11% pertence ao Piauí e, por fim, a Bahia possui 18% dessa área (EMBRAPA (2014)). Residem na região aproximadamente 5,9 milhões de pessoas, dos quais 35% vivem na zona rural. Cerca de 86% da área do MATOPIBA já possui algum tipo de ocupação, sendo 337 municípios, 324 mil estabelecimentos rurais, além de assentamentos, quilombos e reservas indígenas. Dessa forma, resta para a fronteira agrícola aproximadamente

10 milhões de hectares, os quais podem ser utilizados para a abertura de novas áreas para fins produtivos (EMBRAPA (2015)).

Os dados do Observatório do Clima (2017) indicam que o MATOPIBA foi responsável pela produção de 8,8 milhões de toneladas de soja na safra 2013/2014 e cerca de 5,3 milhões de toneladas de milho nesse mesmo período, respondendo por 10% da produção nacional de grãos. Ao mesmo tempo, entre 2000 e 2014, houve a abertura de novas áreas, totalizando cerca de 3,5 milhões de hectares (expansão de 253% da área cultivável). Cerca de 68% dessa expansão ocorreu em terras de vegetação nativa, provocando diversos riscos para a biodiversidade local. Com a possibilidade de crescimento da região, espera-se para a safra 2023/2024 a produção de aproximadamente 22,6 milhões de toneladas. Ao mesmo tempo, para que isso ocorra, será necessária a abertura de novas áreas na ordem de 13,7%, o que aumentará o passivo ambiental já existente na região (OC (2017)).

As informações apresentadas pelo Observatório do Clima (2017) também indicam que a região do MATOPIBA foi a responsável pela produção de aproximadamente 45% dos GEE lançados para a atmosfera pelo Cerrado entre 2003 e 2013, sendo o equivalente à produção de 870 milhões de toneladas de GEE's (Noojipady et al. (2017)). Essas emissões são resultado, principalmente, do crescimento do desmatamento ocorrido no MATOPIBA, o qual está relacionado à intensificação da produção agrícola, que encontrou na região clima uniforme e áreas planas, fatores que são excelentes para a produção agrícola (EMBRAPA (2018)). Ademais, o aumento na produção agropecuária no MATOPIBA levou à perda de 27% de sua cobertura vegetal, provocando danos ambientais, como a redução da biodiversidade local (OC (2017)). Caso ocorram novas aberturas de áreas no Cerrado, a possibilidade de extinção de espécies é eminente, pois nessa região existem aproximadamente 44% de espécies endêmicas entre fauna e flora, o que a torna requerente de atenção também por sua importância natural (WORLD WIDE FUND FOR NATURE - WWF (2017)).

Não obstante, existem maneiras de evitar novos desmatamentos na região. Segundo a Agrosatélite (2015) e o Observatório do Clima (2017), 18 milhões de hectares de Cerrado constituem-se de terras com média ou alta aptidão agrícola, mas atualmente estão ocupadas com pastagens degradadas. Essas terras poderiam, por exemplo, ser utilizadas para o plantio mecanizado da soja. O MATOPIBA detém 10% dessa área, além de possuir cerca de 6,4 milhões de hectares de Cerrado que não possuem utilidade para fins agrícolas, mas que poderiam ser destinadas à produção pecuária ou até mesmo para o plantio de florestas. Portanto, no MATOPIBA, existem 8,2 milhões de hectares de área degradada aptos para revitalização.

Uma política pública capaz de impedir novos desmatamentos e, ao mesmo tempo, garantir o avanço da produtividade agropecuária na região do MATOPIBA é o “Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura”, popularmente conhecido como Plano ABC. O referido plano foi lançado em 2010 (Decreto nº. 7.390/10) e

entrou em vigor em 2013 (Portaria Interministerial nº. 984/2013). Segundo Gianetti (2021), os objetivos do Plano ABC incluem “desenvolvimento de ações para mitigação de emissões de GEE, bem como para melhoria da qualidade de solos, recuperação de áreas degradadas, redução do desmatamento, fixação de biomassa e tratamento de dejetos, realizadas através do incentivo à adoção de Sistemas de Produção Sustentáveis (SPS) na agropecuária”. Para isso, foi desenvolvida uma linha de crédito subsidiado (Programa ABC) para produtores rurais desenvolverem ou aumentarem o uso de tecnologias capazes de reduzir as emissões de GEE na agropecuária (integração lavoura-pecuária-floresta, sistemas agroflorestais, recuperação de pastagens degradadas, tratamento de dejetos animais, plantio direto entre outras). Dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (2018) indicam que a implementação do Plano ABC permitiu o aumento da área agricultável e da produtividade. Segundo Piao et al. (2021), no período de 2010 a 2018, houve redução das emissões de GEE entre 100,21 milhões e 154,38 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub><sup>1</sup>.

Diante do exposto, esta pesquisa procurou analisar os impactos da redução de emissões de GEE obtida pelo investimento nas ações do Plano ABC na região do MATOPIBA. Por meio da simulação de diferentes cenários de redução de emissões e de um provável aumento na demanda final da economia brasileira, o estudo respondeu à seguinte questão: (i) quais os impactos nas emissões de GEE que cada setor econômico do MATOPIBA causaria nos demais setores da mesma região e também nos setores do Resto do Brasil (exceto Resto do Norte e Resto do Nordeste) para satisfazer à sua demanda?

Para responder a essa questão, foi utilizado um modelo de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrido com essa região explicitamente desagregada na matriz de dados. O Modelo de Insumo-Produto (IP) foi utilizado por considerar os setores e as regiões, bem como os fatores ambientais comuns a cada um deles. Dessa forma, o modelo IP consegue lidar com uma séria limitação quando se trata de impactos ambientais, que é analisar separadamente cada setor ou indústria, não reconhecendo a real importância das ligações intersetoriais. Como o setor AFOLU utiliza quantidade considerável de energia e insumos industriais em seus processos produtivos, o modelo de IP com análise energética foi implementado nesta pesquisa por conseguir determinar o total de energia necessária para entregar certo volume de produto à demanda final (Carvalho e Perobelli (2009)). Com isso, a pesquisa procurou inovar ao considerar, implicitamente, o *trade-off* que envolve a expansão da produção agrícola versus a conservação ambiental.

## 2. Revisão de literatura

Esta pesquisa enfoca diretamente a adoção de medidas do Plano ABC no MATOPIBA e sua contribuição em termos de redução de emissões de GEE. Para isso, foi

---

<sup>1</sup>Para uma descrição mais detalhada sobre o Plano ABC, incluindo seus objetivos, medidas e atendimento das metas, ver Gianetti (2021) e Piao et al. (2021)

utilizado um modelo do tipo Insumo-Produto (IP). Dessa maneira, nesta seção, é apresentada breve revisão de literatura que trata tanto da metodologia de Insumo-Produto quanto de impactos da implementação de políticas de mitigação de emissões de GEE no Brasil, inclusive do Plano ABC.

Montoya et al. (2014) propuseram avaliar três metodologias capazes de estimar as matrizes energéticas nacionais, porém de forma desagregada a partir dos dados da matriz de IP. Para a obtenção dos resultados, foram construídas três matrizes de IP híbridas, Balanço Energético Nacional (BEN Base), Matriz de Nacional de IP (MIP Pura) e Base MIP Ajustada, em que as análises dos resultados mostraram que os requerimentos de energia e as emissões de CO<sub>2</sub> apresentam convergência entre os métodos BEN Base e Base MIP. Os autores concluíram que o uso de coeficientes nas matrizes de IP como ponderadores de expansão do consumo dos setores energéticos permite estimar matrizes de energia consistentes e que são adequadas às análises estruturais da economia realizadas com bases neles.

Hilgemberg (2004) quantificou, através das matrizes de IP Inter-Regionais Híbridas, as emissões decorrentes do uso energético de gás natural, derivado de petróleo e álcool, tanto para nível regional quanto para nível nacional, avaliando assim os impactos principais das políticas de controle de emissões de GEE brasileiras. Os resultados da pesquisa mostraram para todo o Brasil, bem como para as seis regiões do estudo, a ligação entre o nível de atividade e as emissões de CO<sub>2</sub>, detalhando ainda a quantidade de emissões geradas pelos insumos energéticos estudados no consumo interindustrial. O autor concluiu ainda que os setores-chave para o controle do nível de emissão de CO<sub>2</sub> são os setores de Alimentos e Bebidas, Agropecuária, Transporte Rodoviário, Comércio e Serviços e Administração Pública.

Carvalho e Perobelli (2009) quantificaram as emissões de CO<sub>2</sub> geradas a partir do uso de combustíveis energéticos para o estado de São Paulo e restante do Brasil. Na análise, foi utilizado um modelo de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrido, no qual foi calculada a intensidade das emissões de CO<sub>2</sub> para 15 setores da economia, resultando na estimação da quantidade de emissões totais derivadas da demanda final e do consumo intermediário. Entre suas principais conclusões, os autores confirmaram que as exportações brasileiras são, em sua maioria, intensivas em poluição e que há fatores indicando o *trade-off* entre restrições de emissões e nível de atividade, sendo possível notar que a única forma de reduzir a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> na economia é limitar a produção dos seus 15 setores estudados.

Freitas et al. (2016) mediram o impacto de dada política de taxaço das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na economia brasileira como um todo, bem como para diferentes grupos de famílias com base nos níveis de renda em 2009, utilizando um modelo de IP híbrido. Os principais resultados mostraram que haveria leve retraço na tributação, com impacto negativo no produto, e, ao mesmo tempo, reduço de aproximadamente 9,1% nas emissões dos GEE para toda a economia. Os autores concluíram que as famílias mais pobres seriam as mais afetadas com essa taxaço

através da redução de seu bem-estar, bem como com impacto direto do aquecimento global.

Nepstad et al. (2014) e Sá et al. (2017) explicam que, ao aderir ao Plano ABC e desenvolver adequadamente as tecnologias, o produtor rural aumenta suas chances de obter maior produtividade. No caso de iLPF ou SAFs, ao combinar o manejo das pastagens para a produção agrícola com os componentes da pecuária ocorrerá crescimento na produtividade de 2,5 vezes em relação aos sistemas convencionais. Ademais, obtém-se mecanismo poupador de terra, de modo que o agricultor terá à sua disposição maior produção e, simultaneamente, menor necessidade de desmatar para aumentar a área plantada (Chon et al. (2014)).

Tratando especificamente de técnicas que fazem parte do Plano ABC, Gil et al. (2018) explicam que “a intensificação dos sistemas pecuários no Brasil pode envolver substanciais compensações sociais e ambientais” positivas. Em um estudo no estado do Mato Grosso, esses autores demonstram que “sistemas de pastejo contínuo ou de pastejo rotacionado, o sistema soja-gado integrado”, apresentaram “maior produção de alimentos e menores emissões de GEE (...), bem como maior resiliência às mudanças climáticas”. Não obstante, os autores esclarecem que o desempenho – positivo ou não – de sistemas agrícolas de baixa emissão de GEE estão diretamente atrelados a “fatores institucionais, socioeconômicos, políticos e técnicos”, de modo que apenas a oferta de crédito, como propõe o Programa ABC, não garante a adesão, tampouco o atingimento das metas de sustentabilidade (Gil et al. (2018)).

Costa Jr. et al. (2019) analisaram os impactos do Plano ABC em relação à sustentabilidade da pecuária de corte no estado de Santa Catarina. Os autores verificaram que a escolha em aderir às ações do plano contribuíram para o crescimento do rebanho em 21% e para a redução da idade de abate dos animais em 12 meses, através, principalmente, da melhoria no conhecimento do manejo de pastagens e dos índices zootécnicos pelos produtores. Segundo os autores, os agricultores que aderiram ao Plano ABC relataram de forma unânime o quanto as ações dessa política pública foram capazes de melhorar o conhecimento técnico e de gestão (Costa Jr. et al. (2019)). Embora os autores não tenham avaliado diretamente a redução de emissões de GEE advindas do investimento em ações do Plano ABC, eles concluíram que essa política pública contribuiu no sentido de tornar os agricultores mais dispostos a adotar tecnologias agrícolas ambientalmente sustentáveis. Esse é um importante resultado, pois aumenta o potencial de mitigação futura de emissões de GEE.

Todos os trabalhos apresentados nesta breve revisão tratam – direta ou indiretamente – das emissões de GEE para atmosfera. Nenhum dos trabalhos, entretanto, procurou avaliar as ações do Plano ABC sob o ponto de vista do *trade-off* entre a expansão da produção agrícola e a conservação ambiental na região do MATOPIBA. É neste sentido que esta pesquisa procurou avançar, pois há necessidade de mais estudos na região do MATOPIBA, evidenciando a importância de sua preservação. Será demonstrado que, na ausência do Plano ABC, o principal efeito ambiental negativo

seria o aumento das emissões de GEE necessário para suprir as demandas inter-setoriais. A confirmação dessa hipótese indica que há necessidade de formação de instrumentos contendo incentivos pró-ambientais que garantam expansão futura de técnicas produtivas semelhantes àquelas propostas pelo plano ABC.

### 3. Metodologia

#### 3.1 Modelo de Insumo-Produto

Para analisar se os ganhos econômicos e ambientais derivados da utilização do Plano ABC são satisfatórios em relação à abertura de novas áreas na região do MATOPIBA, será utilizado o modelo de insumo-produto inter-regional em unidades híbridas, empregando o método “setor x setor” por ser um dos mais adequados para as análises das relações intersetoriais e por levar em conta as externalidades, tanto negativas como positivas, das atividades econômicas sobre o meio ambiente. Em outras palavras, foi utilizada a matriz de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrida, pois desejava-se captar interligações entre setores econômicos e evitar que a análise dos impactos ambientais trate separadamente cada segmento da economia, ignorando os vínculos existentes entre eles (Miller e Blair (2009)).

É possível observar em Haddad et al. (2017) que, através de um modelo de IP Inter-Regional, com a matriz de dados contendo fluxos intersetoriais e inter-regionais de bens entre duas ou mais regiões, adquire-se a produção total em todos os setores e regiões para atender a uma demanda final característica. Em termos matriciais, a solução do modelo pode ser apresentada da seguinte forma:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (1)$$

em que  $(I - A)^{-1}$  é conhecida como a matriz inversa de Leontief, que é capaz de traduzir as mudanças na demanda final em mudanças totais na produção, pois cada coluna da matriz representa a atividade econômica resultante da economia após a produção de uma unidade em valores monetários em um determinado setor (Miller e Blair (2009)).

#### 3.2 Modelo de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrido

Existem, segundo Miller e Blair (2009), três categorias de modelos de IP que conseguem lidar com o meio ambiente: Modelos econômico-ecológico, Modelos produto x setor e Modelos aumentados ou expandidos de Leontief.

Por tornar possível a verificação das inter-relações entre as ações ambientais e a estrutura econômica, será escolhida a terceira categoria, pois, segundo Miller e Blair (2009), nesse tipo de modelo, as alterações na demanda final podem ser relacionadas com a interdependência entre setores e os impactos ambientais, demonstrando as

ligações entre as regiões e os setores econômicos. Enquanto que as duas primeiras categorias não conseguem demonstrar totalmente as inter-relações entre os setores, a economia e os dados energéticos, limitando assim seus resultados (Abdallah (1998)).

Segundo Hilgemberg (2004), a interdependência existente entre os setores econômicos, no âmbito produtivo e nas questões das emissões de poluentes, torna quase impossível identificar quais são os verdadeiros emissores quando se considera apenas um setor; como o modelo de IP trata todos os setores de maneira conjunta, acaba se tornando o método mais adequado para esse tipo de verificação. Para analisar os passivos ambientais relacionados às emissões dos GEEs, o modelo de insumo produto inter-regional pode ser expandido para possibilitar a investigação dos setores poluentes, tornando-se uma modelo de IP Inter-Regional com análise de energia.

Essa extensão do modelo de IP determina qual é o total de emissões despendida ao se desmatar uma determinada área ou qual o total de energia necessária para a concepção de algum produto, verificando tanto a energia direta gasta como a energia indireta utilizada. Esse processo monitora os insumos e os recursos utilizados na produção. O *primeiro round* dos insumos de energia demonstra a necessidade direta de energia. Os rounds seguintes de insumos de energia definem a necessidade indireta energética. A soma desses dois requerimentos mostra a necessidade total de energia, que muitas vezes é denominado de *intensidade de energia* (Miller e Blair (2009)).

Para o cálculo da *intensidade de energia*, utiliza-se o conjunto de matrizes análogo ao modelo de tradicional de IP, ou seja, aplica-se a inversa de Leontief do modelo convencional para calcular a quantidade necessária de energia, porém é interessante trabalhar com a quantidade energética medida em unidades físicas (Miller e Blair (2009)).

Em uma economia com  $n$  setores, nos quais  $m$  são setores de energia, a matriz de fluxos de energia será  $E_{m \times n}$ . A energia utilizada pela demanda final (em unidades físicas) será dada por  $e_y$ , e o consumo total de energia na economia será indicado por  $F$ , em que  $e_y$  e  $F$  são vetores colunas com  $m$  elementos. Assim,

$$E_i + e_y = F \quad (2)$$

em que  $(i)$  é um vetor-coluna  $(n \times 1)$ , no qual todos os elementos são números um. A quantidade total de energia consumida pelos setores interindustriais mais o consumo da demanda final é o total consumido e produzido de energia pela economia.

Agora, é necessário construir uma matriz de transações interindustriais em unidades híbridas, através da matriz de transações original,  $(Z)$ . É necessário realizar a substituição das linhas dos setores de energia em fluxos monetários pelas matrizes correspondentes de fluxos de energia  $E$  definindo assim a nova matriz de transações  $(Z^*)$ , a qual descreve os fluxos interindustriais de energia em unidades físicas e o restante dos fluxos em unidades monetárias. É preciso, também, definir o produto total



correspondente,  $(X^*)$ , e a demanda final,  $(Y^*)$ , como vetores nos quais os setores energéticos e não energéticos são igualmente medidos em unidades monetárias e físicas.

$Y_i^* = \begin{cases} Y_j & \text{para linhas que não são energéticas.} \\ E_{ky} & \text{para linhas de energia.} \end{cases}$	$Z_i^* = \begin{cases} Z_j & \text{para linhas que não são energéticas.} \\ E_k & \text{para linhas de energia.} \end{cases}$
--	---

$X_i^* = \begin{cases} X_j & \text{para linhas que não são energéticas.} \\ F_k & \text{para linhas de energia.} \end{cases}$
---

As matrizes equivalentes,  $A^* = Z^*(\hat{X}^*)^{-1}$  e  $(I \vee A)^{-1}$ , surgem diretamente destas definições<sup>2</sup>. Algumas características dessas matrizes são diferentes em relação à matriz convencional de Leontief, um exemplo é a soma das colunas de  $(A^*)$  que não vão ser necessariamente menores que a unidade como ocorre no modelo convencional de Leontief.

Um exemplo de modelo híbrido inter-regional com três setores e duas regiões, considerando que o primeiro setor de cada região é um setor de energia, pode ser demonstrado da seguinte maneira,

$$Z^* = \begin{pmatrix} CO_2 & CO_2 & CO_2 & CO_2 & CO_2 \\ \$ & \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ & \$ \\ CO_2 & CO_2 & CO_2 & CO_2 & CO_2 \\ \$ & \$ & \$ & \$ & \$ \end{pmatrix} \tag{3}$$

$$Y^* = \begin{pmatrix} CO_2 \\ \$ \\ \$ \\ CO_2 \\ \$ \end{pmatrix} \tag{4}$$

$$X^* = \begin{pmatrix} CO_2 \\ \$ \\ \$ \\ CO_2 \\ \$ \end{pmatrix} \tag{5}$$

$$F^* = \begin{pmatrix} CO_2 \\ \$ \\ \$ \\ CO_2 \\ \$ \end{pmatrix} \tag{6}$$

Através de (3) e (5) pode-se conseguir,

$$A^* = Z^*(\hat{X}^*)^{-1} = \begin{pmatrix} CO_2/CO_2 & CO_2/\$ & CO_2/\$ & CO_2/CO_2 & CO_2/\$ \\ \$/CO_2 & \$/\$ & \$/\$ & \$/CO_2 & \$/\$ \\ \$/CO_2 & \$/\$ & \$/\$ & \$/CO_2 & \$/\$ \\ CO_2/CO_2 & CO_2/\$ & CO_2/\$ & CO_2/CO_2 & CO_2/\$ \\ \$/CO_2 & \$/\$ & \$/\$ & \$/CO_2 & \$/\$ \end{pmatrix} \tag{7}$$

<sup>2</sup>As matrizes apontadas com “acentos circunflexos” são matrizes diagonalizadas. Exemplos:  $\hat{X}$  e  $\hat{Z}$

A matriz  $(I^{\sim}A)^{-1}$  possuirá as mesmas unidades existentes em  $\mathbf{X}_i^*$ , entretanto ela demonstrará os requerimentos (em  $\text{CO}_2\text{eq}$  – Dióxido de Carbono Equivalente, ou unidades monetárias) por unidade ( $\text{CO}_2\text{eq}$  ou unidades monetárias) de demanda final (requerimento total), ao passo que  $(A^*)$  demonstra o requerimento por unidade de produção total de (requerimento direto).

Para se obter a *matriz de requerimentos diretos de energia* e a *matriz de requerimentos totais de energia*, faz-se a extração das linhas dos fluxos de energia de  $(A^*)$  e  $(I^{\sim}A)^{-1}$ .

Desse modo, é preciso criar a matriz  $(\hat{F}^*)$  com dimensão  $(m \times n)$ , na qual os elementos  $(F^*)$  que representam fluxos de energia são colocados ao longo da diagonal principal e todos os outros elementos são iguais a zero.

$$F^* = \begin{pmatrix} CO_2 & 0 & 0 \\ 0 & CO_2 & 0 \\ 0 & 0 & CO_2 \end{pmatrix} \quad (8)$$

ou de forma esquemática

$$F_k^* = \begin{cases} 0 \text{ (zero) para linhas que não são energéticas.} \\ F_k \text{ para linhas de energia.} \end{cases}$$

Construindo a matriz do produto  $F^*(X^*)^{-1}$  ocorrerá que os elementos não nulos de  $(F^*)$  vão ser iguais aos correspondentes valores de  $(X^*)$ , e o resultado do produto será uma matriz de valores "um" e "zeros", na qual os números "um" identificam a localização dos setores energéticos. Após realizado esse procedimento, faz-se a multiplicação por  $(I^{\sim}A)^{-1}$ , da qual serão extraídos os coeficientes totais de energia "α", ou seja, as linhas de energia de  $(I^{\sim}A)^{-1}$ , multiplicando logo após por  $(A^*)$ , obtêm-se os coeficientes diretos de energia "δ".

Logo, se "δ" representa os requerimentos diretos e "α" representa os requerimentos totais:

$$\alpha = F^* (X^*)^{-1} (I^{\sim}A)^{-1} \quad (9)$$

$$\delta = F^* (\hat{X}^*)^{-1} A^* \quad (10)$$

Os requerimentos indiretos de energia "γ" serão obtidos a partir da diferença entre "α" e "δ",

$$\gamma = F^*(\hat{X}^*)^*[(I - A^*)^{-1} - A^*] \quad (11)$$

Deste modo, ao multiplicar as matrizes de requerimentos diretos e de requerimentos totais de energia por  $F^*(\hat{X}^*)^{-1}$ , irá ocorrer a recuperação dos coeficientes de energia, ou seja, a intensidade de energia.

É interessante ressaltar que a construção deste modelo de energia e sua expansão para suprir a necessidade de inserção das emissões de CO<sub>2</sub>eq, seguem a *condição de conservação de energia*<sup>3</sup>. Essa condição será decisiva na avaliação de um modelo particular de energia (e, por extensão, de emissão de CO<sub>2</sub>eq) verificando se o padrão representa ou não adequadamente os fluxos energéticos na economia (Miller e Blair (2009)).

### 3.3 Base de Dados

As principais bases de dados utilizadas nesta pesquisa vieram da matriz de IP regional publicada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NERUS) para o ano de 2011, na qual podem ser encontrados os fluxos de produtos gerados pelos seus sessenta e oito (68) setores nos vinte e sete (27) estados brasileiros (Haddad et al. (2017)). E da pesquisa de Azevedo et al. (2018) que mensurou as emissões brutas de CO<sub>2</sub>eq para todos os estados brasileiros em 2015.

Como as duas bases de dados contemplam informações de naturezas distintas, o primeiro passo foi no sentido de compatibilizar as regiões e setores. Ela teve como objetivo preservar, tanto quanto possível, a alocação dos setores em relação ao seu tipo de produção e, ao mesmo tempo, atender ao foco principal do presente estudo, na medida em que a atenção é concentrada em setores com maiores níveis de emissões de GEE.

A base de dados de emissões é uma síntese das diversas etapas de produção, transformação e consumo do processo energético. Levam-se em conta as emissões de energia primária (produtos energéticos providos pela natureza na sua forma natural, como petróleo, gás natural e carvão etc.), o processo de transformação em energia secundária (produtos energéticos resultantes dos diferentes métodos de transformação que possuem como destino os diversos setores de consumo) e o consumo final, no qual são contabilizadas dentre as grandes áreas (Energia, Processos Industriais, Dejetos e AFOLU) as emissões referentes somente aos setores que compõem o AFOLU para todos os estados do Brasil (Azevedo et al. (2018)).

Após a realização da compatibilização dessas duas bases de dados, obteve-se a MIP Inter-Regional Híbrida com fluxos energéticos e de produtos, na qual foram intro-

<sup>3</sup>Condição de conservação de energia trata-se do montante de energia primária/direta requerida para a produção de um bem ou serviço de uma indústria devendo ser igual ao total de energia secundária/indireta do produto mais a quantidade de energia perdida na conversão de energia.

duzidas no banco de dados as emissões referentes aos setores que compõem o AFOLU nas regiões estudadas. Porém, para se chegar à MIP Inter-Regional Híbrida, houve adaptações na matriz original com o intuito de se alcançar praticidade ao aplicar a metodologia. Desta maneira, foi necessária a utilização de alguns procedimentos, como:

1. Agregação das linhas e *colunas*<sup>4</sup>;
2. Agregação das regiões: para a construção da MIP Híbrida, fez-se necessário agregar os estados em quatro grandes regiões, são elas:
  - Região 1 - MATOPIBA: Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia;
  - Região 2 - Resto do Norte: Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá;
  - Região 3 - Resto do Nordeste: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe;
  - Região 4 - Resto do Brasil: Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Distrito Federal.

A escolha da disposição dos estados foi feita através da necessidade da pesquisa. Como a região-chave do trabalho é a região do MATOPIBA, foi importante agregar esses quatro estados, o que levou também à formulação das regiões restantes. A agregação das regiões segue a lógica das agregações dos setores.

Como os dados de energia obtidos eram de 2015 e a matriz inter-regional construída usava os dados de 2011, tornou-se necessária a atualização da matriz inter-regional para 2015 a fim de se obter respostas mais coerentes. Para isso, foi utilizado o banco de dados do IBGE (2017), que contém todos os valores das produções por atividade econômica dos 27 estados brasileiros de 2010 a 2015. Dessa forma, a partir de uma proporção simples entre o valor total da produção de 2011 e de 2015, conseguiu-se realizar a correção dos valores da matriz para o ano de 2015 sem a necessidade de rebalanceamento da mesma. Com a Aplicação desse método, a matriz inter-regional de 2011 passou a ter o mesmo ano base dos valores das emissões.

Após realização dos passos supracitados, obteve-se a MIP Inter-Regional Híbrida, com valores monetários e físicos (emissão de CO<sub>2</sub>eq). De posse disso, basta aplicar a metodologia citada para se obterem as elasticidades da demanda do consumo de energia.

Ademais, serão utilizados os dados fornecidos pela EMBRAPA (2017) referentes às medidas de mitigação do Plano ABC principalmente aquelas que dizem respeito à

---

<sup>4</sup>Esse procedimento, através da agregação das linhas e colunas, transforma o número de setores deixando a base de dados com 14 setores principais. É possível visualizar a agregação escolhida no Apêndice A (Quadro 1).

recuperação de pastagens degradadas e ao plantio integrado (iLPF). Além desses, serão utilizados ainda os dados fornecidos pela Agrosatélite (2015) e pelo Observatório do Clima (2017) sobre as áreas degradadas aptas à recuperação para fins de produção agropecuária.

### 3.4 Cenários

A fim de avaliar a importância do Plano ABC como uma das principais medidas para o controle das emissões nos processos produtivos, principalmente dos setores que compõem AFOLU, fez-se necessária a construção de três cenários, sendo cada um caracterizado por certo volume de emissões de CO<sub>2</sub>eq oriundas do setor AFOLU. As diferentes suposições foram feitas a partir de informações disponíveis no relatório “Adoção e mitigação de Gases de Efeitos Estufa pelas tecnologias do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC)” apresentado pelo MAPA (2018). O referido relatório informa que “o Plano ABC já mitigou entre 100,21 e 154,38 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, no período de 2010 a 2018” (EMBRAPA (2018)).

Para a construção da MIP Inter-Regional Híbrida, foi considerado o ano de 2015 por duas razões principais. Inicialmente, pela necessidade de dados regionais desagregados de emissões de CO<sub>2</sub>eq no Brasil. Para tal, foi utilizada como base a pesquisa de Azevedo et al., (2018), na qual os autores avaliaram para o ano de 2015 o total de CO<sub>2</sub>eq emitido pelos estados brasileiros. Ademais, o ano de 2015 permite considerar um período relativamente longo desde a implementação do Plano ABC, permitindo avaliar a eficácia das ações propostas na política.

- i. *Cenário 1*: representa a situação base, na qual consideram-se as emissões dos setores que compõem o AFOLU, por serem dois dos maiores emissores de GEE no Brasil em 2015. Vale ressaltar que os dados utilizados, baseados nos cálculos de Azevedo et al. (2018), já levam em conta o total mitigado pelo Plano ABC entre os anos de 2010 e 2015.
- ii. *Cenário 2*: representa a hipótese de o Plano ABC não ter sido implementado. Dessa maneira, o nível de emissões em 2015 apresenta volume superior ao utilizado no cenário anterior. Considerando que entre 2010 e 2015 as ações do Plano ABC foram capazes de mitigar aproximadamente 100 milhões de tCO<sub>2</sub>eq, esse valor foi adicionado ao total emitido no Cenário 1.
- iii. *Cenário 3*: propõe ações de mitigação maiores que as originais apresentadas pelo Plano ABC, constituindo um cenário otimista. Nesse caso, a questão que norteia esse cenário é: o que ocorreria caso o governo brasileiro se propusesse a mitigar cerca de 300 milhões de CO<sub>2</sub>eq?

## 4. Resultados e discussão

#### 4.1 Intensidade de emissões de $CO_2$ geradas pela economia brasileira: efeitos totais

As emissões consideradas nesta seção são referentes aos setores AFOLU da região do MATOPIBA e do Resto do Brasil (exceto Resto do Norte e Nordeste). As emissões geradas por esses setores colaboram em grande medida para o acúmulo dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, tornando-os alguns dos principais setores responsáveis por esse fenômeno no Brasil. Os resultados apresentados nesta seção são referentes às equações (9), (10) e (11) do Capítulo 2 desta pesquisa.

Como este trabalho baseia-se em análise inter-regional, é possível verificar quais são os impactos nas emissões que cada setor econômico do MATOPIBA causará nos demais setores da mesma região e também nos setores do Resto do Brasil (exceto Resto do Norte e Nordeste) para satisfazer à sua demanda. Ao mesmo tempo, é possível identificar o impacto das emissões dos setores do Resto do Brasil (exceto Resto do Norte e Nordeste) nos setores da sua região e do MATOPIBA.

Em 2015, os estados que compõem o MATOPIBA foram responsáveis por 6,6% do PIB brasileiro (IBGE (2017)). Entretanto, esse valor não representa necessariamente a sua participação nos níveis de emissões do Brasil. Os resultados mostram que as emissões causadas pelos seus diferentes setores não dependem necessariamente da concentração de sua produção e sim das ligações intersetoriais existentes. Assim, para avaliar a relação dessas estruturas de produção com as emissões geradas principalmente pelo setor AFOLU, foi realizada a simulação referente à adição de R\$ 1 bilhão na demanda final (valor que representa aproximadamente 0,5% do PIB do MATOPIBA em 2015, segundo dados do (IBGE, 2017)). A definição desse valor foi baseada no crescimento econômico que a região vem passando nos últimos anos. Por ser permitido legalmente a abertura de novas áreas para uso econômico, O MATOPIBA passou a ser alvo de investimentos do setor privado a partir da aquisição de grandes áreas para a produção.

Ademais, o setor público expandiu a concessão de financiamentos, tais como os programas MODERINFRA (Programa de Incentivo à Irrigação e à Produção em Ambiente Protegido), MODERAGRO (Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais) e PCA (Programa para Construção e Ampliação de Armazéns), (EMBRAPA (2017)). Todas essas ações têm a capacidade de dinamizar o setor agrícola da região e tornar plausível a simulação do aumento de R\$ 1 bilhão na demanda final.

Ao analisar o aumento em R\$ 1 bilhão na demanda final dos setores, percebe-se que os setores de Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo e a Pecuária (inclusive apoio à Pecuária) na região do MATOPIBA produzem conjuntamente o maior efeito total adicional na economia de sua região, apresentando o valor de aproximadamente 11,5 mil tCO<sub>2</sub>eq brutos para o primeiro setor e 10,5 mil tCO<sub>2</sub>eq brutos para o segundo, o que representa aproximadamente 51% do total adicional emitido. Esses

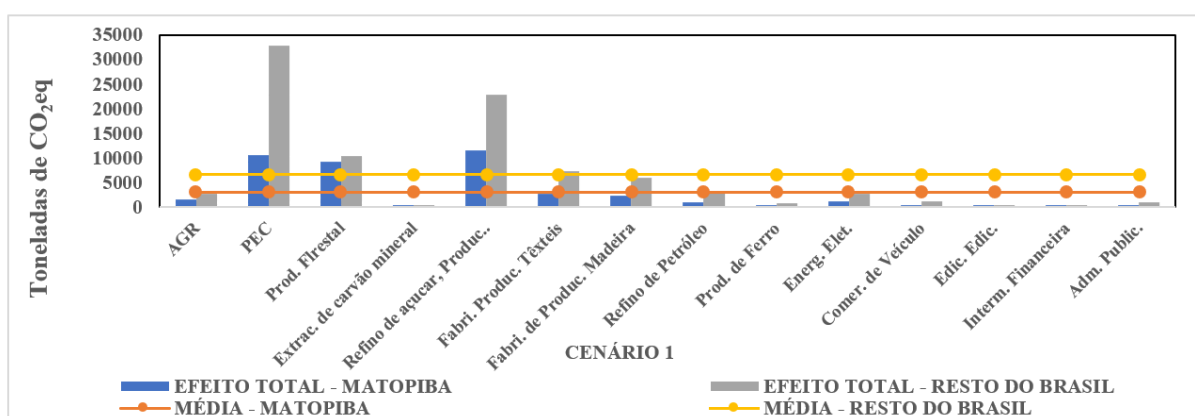
são os setores no MATOPIBA que mais contribuem para o aumento nas emissões de GEE através do aumento na demanda final, como pode ser visto na Figura 1.

A média de emissões por setor em relação à simulação de aumento na demanda final foi em torno de 2,9 mil tCO<sub>2</sub>eq brutos. Ao considerar essa média, observa-se que os setores da Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária) e da Produção Florestal, Pesca e Aquicultura, além do setor de Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo, são os que mais contribuíram para o aumento total das emissões no MATOPIBA, como pode ser observado na Figura 1.

Entre 2003 e 2013, a área plantada com cana-de-açúcar no MATOPIBA aumentou cerca de 300%, o que a tornou a terceira maior cultura em expansão na região (EMBRAPA (2018)). Por possuir meios de produção que envolvem uso de grandes porções de terra, utilização intensiva da água e produtos químicos, o Refino de Açúcar acaba causando impactos negativos ao meio ambiente (SEEG (2017)). Dessa forma, todos processos que englobam a cultura do açúcar acabam se tornando grandes emissores brutos de GEE da região, o que os torna “potenciais candidatos” a sofrerem medidas de comando e controle pró-ambientais.

Além disso, informações da EMBRAPA (2016) indicam que havia mais de 26 milhões de cabeças de gado no Cerrado em 2015. Principalmente a partir da década de 1970, a atividade pecuária extensiva tem causado desmatamento e degradação dos solos no MATOPIBA (EMBRAPA (2016)). De modo geral, o crescimento da produção de commodities agrícolas e da pecuária em larga escala tem causado desmatamentos massivos, crescimento nas emissões de GEE, bem como mudanças nos regimes de chuvas e da temperatura em todo o Cerrado (Sassen (2016)).

**Figura 1.** Efeito total nas emissões de CO<sub>2</sub>eq em toneladas através do aumento na demanda final em 1 bilhão de reais no MATOPIBA e Resto do Brasil.



Fonte: Elaboração própria.

Para demonstrar a relevância do MATOPIBA em relação ao nível de emissões geradas pelo Brasil, foi construído para fins comparativos o impacto total que o Resto do Brasil produz, através da simulação de aumento de R\$ 1 bilhão na demanda final.

O efeito total gerado ao inserir esse valor na demanda final no Resto do Brasil obteve a média de 6,6 mil toneladas de CO<sub>2</sub>eq brutas. Os setores que contribuíram com a maior parcela dessas emissões brutas no Resto do Brasil foram a Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), com cerca de 33 mil tCO<sub>2</sub>eq adicionais e o Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo com 23 mil tCO<sub>2</sub>eq, representando conjuntamente 60% do total emitido pelo Resto do Brasil: (Figura 1).

Em 2015, o rebanho brasileiro era composto por 193 milhões de cabeças, tornando o Brasil o segundo maior produtor mundial de carne bovina e o maior exportador de carne do mundo. Mas, atrelada a esse fato, está a alta incidência de GEE para a atmosfera, causada tanto pela cadeia produtiva quanto pelo número elevado de ruminantes no país, correspondendo por aproximadamente 64% das emissões totais de CO<sub>2</sub>eq oriundas da agropecuária brasileira em 2015 (SEEG (2017)).

Os outros setores com maiores níveis de emissões acima da média no Resto do Brasil foram Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura e Fabricação de Produtos Têxteis (Figura 1).

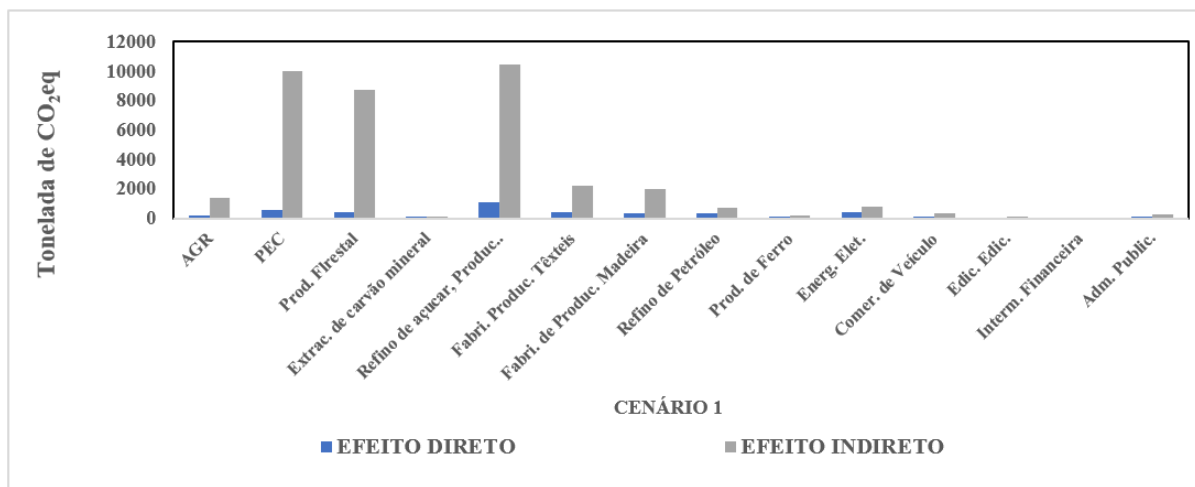
Observa-se na Figura 1 que o Resto do Brasil apresenta maior número de setores intensivos em emissões, demonstrando que o aumento na demanda final de determinado setor faz essas atividades exigirem produções maiores dos demais setores e do MATOPIBA. Esse aumento na demanda desencadeia maior produção nos demais setores, acarretando efeitos amplificados nas suas emissões, o que gera impactos totais superiores em toda a economia. Porém, é importante ressaltar que esse impacto foi maior pelo fato de as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste comporem a região em questão.

Feitas essas considerações, a análise segue verificando qual é a participação que as emissões do MATOPIBA possuem no efeito total gerado. Optou-se por utilizar os setores que obtiveram o maior efeito total no MATOPIBA, comparando-os com os mesmos setores no Resto do Brasil, a fim de se obter qual foi o impacto total que os setores mais relevantes do MATOPIBA provocaram nas emissões adicionais brasileiras. A partir disso, constatou-se que o setor de Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo bem como a Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária) do MATOPIBA participaram com 16% nas emissões totais adicionais geradas em todo Brasil em 2015, evidenciando a importância dos mesmos para aplicação de políticas de controle das emissões.

Ao comparar o efeito total com o do Resto do Brasil em 2015, observa-se que a participação nas emissões adicionais do MATOPIBA corresponde a aproximadamente 22% do total gerado adicionalmente em todo o país, conforme pode ser visto na Figura 4.1. O que confirma a real importância dessa região para todo país, pois o nível elevado de emissões é reflexo da intensidade produtiva que o MATOPIBA está alcançando. Dessa maneira, esse resultado tem a capacidade de demonstrar, que as emissões não são geradas apenas pela produção direta dos setores, mas também pelas necessidades intersetoriais existentes.



**Figura 2.** Efeito direto e indireto nas emissões de CO<sub>2</sub>eq em toneladas através do aumento na demanda final em R\$ 1 bilhão na região do MATOPIBA.



Fonte: Elaboração própria.

É possível notar também que os setores que estão mais profundamente ligados aos segmentos que compõem o AFOLU no MATOPIBA possuem grande participação no impacto total, como observado em todo o Brasil (Figura 1). Esses resultados apresentam a importância que as ações pró-ambientais teriam no MATOPIBA, principalmente nos setores que compõem o AFOLU, para a mitigação das emissões de GEE, já que essa região contribui com quantidades consideráveis de emissões.

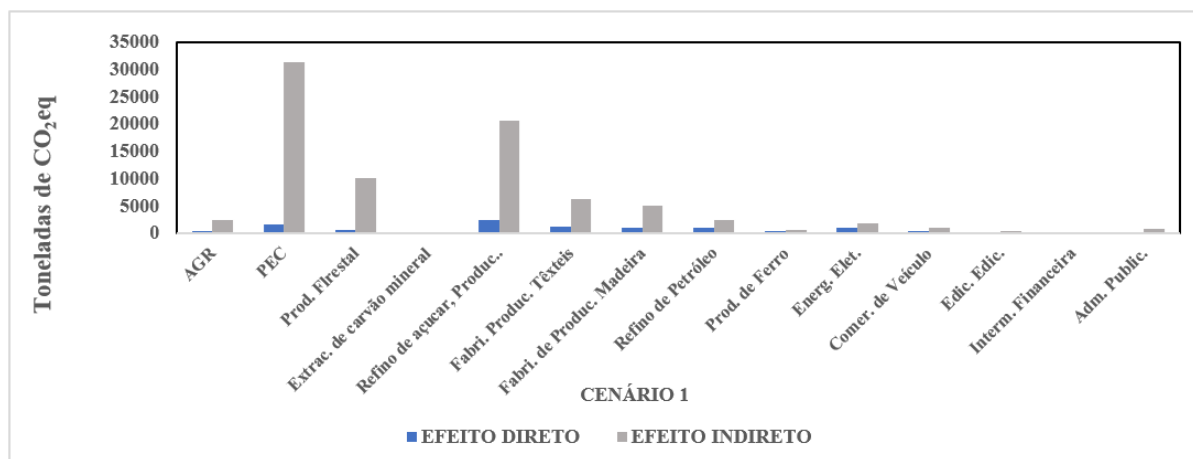
#### 4.2 Intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> gerada pela economia brasileira: efeitos diretos e indiretos

Para efeitos de política, é necessário realizar uma análise de processos. Assim, é importante avaliar não somente os efeitos totais, mas identificar os efeitos diretos e indiretos sobre as emissões causados pelo incremento simulado de R\$ 1 bilhão na demanda final. O impacto direto é referente ao efeito gerado a partir do crescimento nas emissões, através do aumento na produção total para atender diretamente ao consumo da demanda final. Já o efeito indireto é o impacto nas emissões para atender ao consumo intermediário dos vários setores da economia nas regiões consideradas nesta pesquisa. É possível visualizar na Figura 2 cada um desses efeitos na região do MATOPIBA.

Os setores da Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), Produção Florestal, Pesca e Aquicultura e Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo mostraram-se como os principais emissores de GEE no Resto do Brasil a partir da inserção de R\$ 1 bilhão na demanda final. Esse resultado é semelhante àquele obtido para a região do MATOPIBA, como é possível verificar na Figura 3.

Similar ao que ocorre no MATOPIBA, os setores do Resto do Brasil aumentam suas

**Figura 3.** Efeito direto e indireto nas emissões de CO<sub>2</sub>eq em toneladas através do aumento na demanda final em R\$ 1 bilhão no Resto do Brasil.



Fonte: Elaboração própria.

emissões principalmente para atender à sua demanda intermediária. Ao observar, por exemplo, o setor da Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), verifica-se que esse produz adicionalmente cerca de 86% de CO<sub>2</sub>eq para suprir a demanda final do Resto do Brasil. Ao mesmo tempo, de forma parecida ao que foi observado na região do MATOPIBA, pouco das emissões adicionais são geradas para compor a demanda final.

Dessa maneira, os resultados demonstram que caso sejam desenvolvidas novas políticas utilizando medidas pró-ambientais, seu foco deve priorizar a demanda intermediária, isto é, as ações devem ser setoriais. Conforme mostram os resultados desta pesquisa, tanto no MATOPIBA quanto no Resto do Brasil, os setores que requerem maior atenção são aqueles que formam o AFOLU.

#### 4.2.1 Efeitos diretos e indiretos nas emissões a partir do aumento na demanda final, uma análise através de cenários alternativos

Esta pesquisa inovou ao analisar quais seriam os efeitos totais, diretos e indiretos, em termos de emissões de GEE, resultantes de expansão simulada de aumento da demanda em diferentes cenários de emissões com e sem o Plano ABC. Portanto, essa subseção apresentará como os efeitos diretos e indiretos se comportaram ao simular no modelo os cenários sem o Plano ABC (Cenário 2) e com um plano contendo ações mais rígidas em relação as mitigações de CO<sub>2</sub>eq (Cenário 3).

#### 4.2.2 Cenários 2 e 3: análise dos Efeitos Totais – MATOPIBA e Resto do Brasil

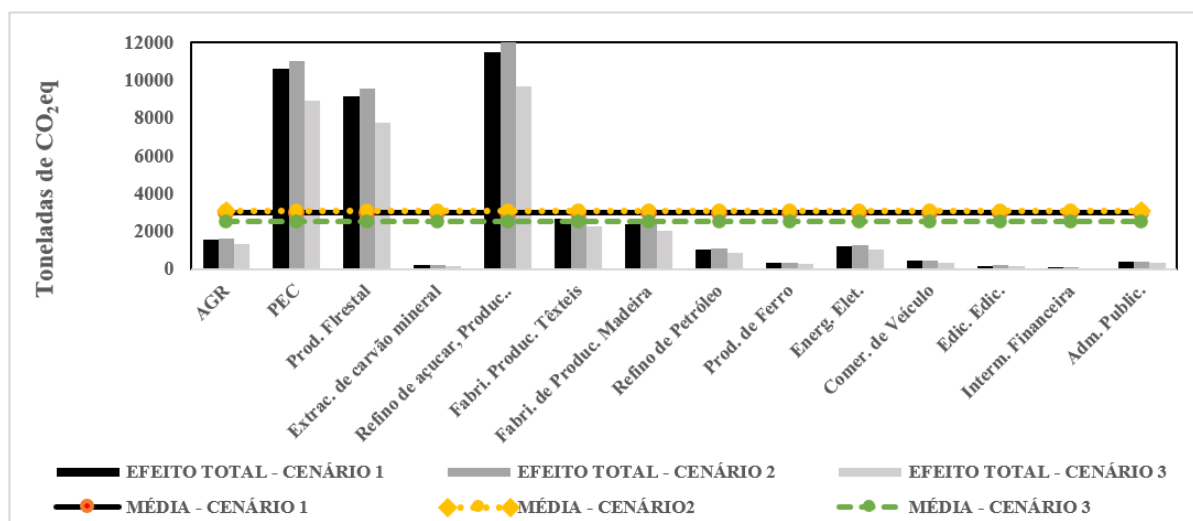
O MAPA em 2012 colocou como meta para as ações do Plano ABC atingir o nível mitigado de aproximadamente 65 milhões de tCO<sub>2</sub>eq até o ano de 2015 (MAPA (2012)).

Porém, em 2018, por meio do desenvolvimento das ações contidas no Plano ABC, mais de 150 milhões tCO<sub>2</sub>eq já haviam sido mitigadas, ao custo de aproximadamente R\$ 17 bilhões advindos dos recursos do programa (MAPA (2018)). A partir dos dados citados, é possível inferir que o nível mitigado de CO<sub>2</sub>eq até o ano de 2015 tenha sido superior ao planejado inicialmente, pois o horizonte de tempo imposto ao programa para completar o objetivo foi superior ao horizonte de tempo necessário para mais que alcançar objetivo proposto inicialmente.

A partir dos dados citados, foi possível construir o cenário contrafactual, indicando quais seriam os níveis de emissões no ano de 2015 caso o Brasil não tivesse conseguido cumprir com as metas propostas. A distribuição dessa nova parcela de emissões foi realizada de maneira proporcional, considerando o total produzido pelos setores e, conseqüentemente, cada estado. Nesse sentido, foi considerado para esse estudo que de 2010 a 2015 as ações do Plano ABC teriam conseguido mitigar cerca de 100 milhões de tCO<sub>2</sub>eq. Esse cenário contrafactual foi denominado nessa pesquisa como Cenário 2. Ele contém em suas emissões a quantidade emitida já existente no Cenário 1 (situação analisada na subseção anterior) acrescida desses 100 milhões de tCO<sub>2</sub>eq, que teriam sido mitigados até 2015, a fim de se analisarem quais seriam as conseqüências ocorridas nos efeitos totais ao considerar a política pró-ambiental no modelo.

A partir do novo nível de emissões, realizou-se novamente a simulação de aumento de R\$ 1 bilhão na demanda final. Nota-se que o setor de Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo e o setor da Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária) na região do MATOPIBA continuariam possuindo o maior efeito total nas emissões, como o encontrado no Cenário 1. No entanto, houve crescimento no efeito total gerado por esses setores em cerca de 4%, totalizando aumento nas emissões de 500 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Houve também crescimento na média de emissões por setor em aproximadamente 132 toneladas ou 5% em relação ao que se verifica no Cenário 1, como pode ser visto na Figura 4. Esses resultados apresentam a importância de se utilizarem ações sustentáveis nas várias formas de produção. Os dados evidenciam reduções nas emissões em todos os setores ao considerar no modelo as ações pró-ambientais do Plano ABC, comprovando a geração dos impactos positivos causados por suas medidas de mitigação. A Figura 4 apresenta o comparativo entre os efeitos totais ocorridos no MATOPIBA nos Cenários 1 e 2 acrescidos de novo cenário, denominado, Cenário 3. Tal cenário foi desenvolvido com o intuito de analisar quais seriam os impactos na geração de emissões caso o Brasil propusesse um plano de mitigação mais rigoroso. Sua principal diferença em relação aos outros dois cenários é a redução de 300 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq no modelo (a distribuição desse novo nível de emissões foi feita conforme os procedimentos realizados no Cenário 2). O objetivo principal aqui foi verificar quais seriam os efeitos nas emissões setoriais de CO<sub>2</sub>eq no MATOPIBA e no Resto do Brasil, caso o país tivesse essa redução nos níveis de emissões (Figura 4). É possível observar na Figura 4 que em todos os setores do MATOPIBA no Cenário 3 o efeito total nas emissões através do aumento de R\$ 1 bilhão na demanda final seria menor. As principais

**Figura 4.** Efeito total nas emissões de CO<sub>2</sub>eq em toneladas em todos os cenários através do aumento na demanda final em R\$ 1 bilhão no MATOPIBA.



Fonte: Elaboração própria.

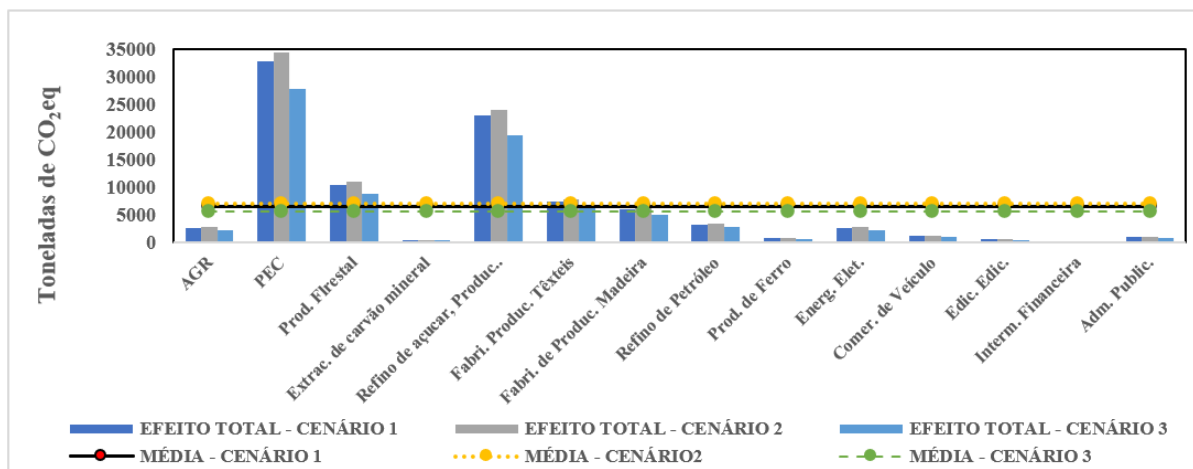
quedas nas emissões ocorreriam nos setores da Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura, que de modo geral teriam emissões 19% menores em relação ao nível encontrado no cenário sem o Plano ABC (Cenário 2). Ademais, a média de emissões por setor cairia em cerca de 600 toneladas de CO<sub>2</sub>eq ou aproximadamente 20%. Realizando a mesma análise para o Resto do Brasil, verificou-se que, ao aplicar o nível de emissões do Cenário 2, e comparando-o com o cenário com o Plano ABC, houve mudanças consideráveis no efeito total das emissões resultante do aumento de R\$ 1 bilhão na demanda final. O efeito total no Resto do Brasil indicou aumentos nas emissões em torno de 4,8% nos quatro setores com maior nível de emissões e crescimento de 4% na média emitida por setor sendo o equivalente ao crescimento de 330 toneladas de CO<sub>2</sub>eq, como pode ser observado na Figura 5. Ao verificar as alterações ocorridas ao confrontar os Cenários 2 e 3, observou-se redução nas emissões totais dos principais setores do Cenário 3 em cerca de 18% representando queda de 6 mil tCO<sub>2</sub>eq.

#### 4.2.3 Cenários 2 e 3, Efeitos Diretos e Indiretos – MATOPIBA

É importante realizar também a análise sobre a magnitude dos efeitos diretos e indiretos para o MATOPIBA. Isso possibilitará a melhor compreensão dos efeitos totais. Assim, verifica-se o comportamento das emissões na demanda final e intermediária no caso em que não haja a redução das emissões (Cenário 2) e caso houvesse uma política mais intensiva de redução de CO<sub>2</sub>eq na economia, (Cenário 3).

Ao considerar novamente os maiores poluidores para os Cenários 2 e 3, observa-se

**Figura 5.** Efeito total nas emissões de CO<sub>2</sub> em toneladas em todos os cenários através do aumento na demanda final em R\$ 1 bilhão no Resto do Brasil.



Fonte: Elaboração própria.

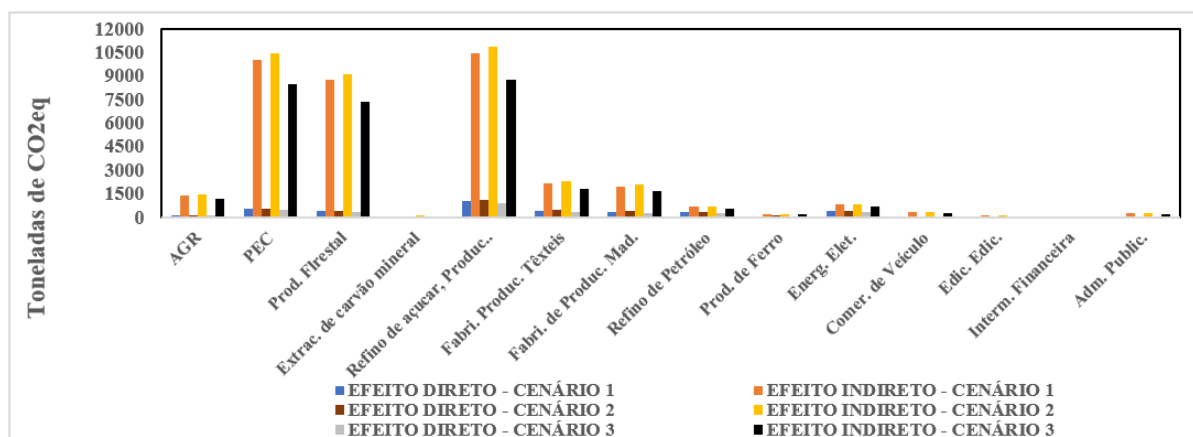
que os setores da Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), Produção Florestal, Pesca e Aquicultura e Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo no MATOPIBA continuam gerando suas emissões adicionais para atender, majoritariamente, à demanda final intermediária. Ao considerar o setor de Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo no Cenário 2, a geração adicional de CO<sub>2</sub>eq para satisfazer à demanda intermediária é 4% maior em relação ao Cenário 1, como pode ser visto na Figura 6.

Ao mesmo tempo, é possível observar na Figura 6 que, no Cenário 3, a quantidade adicional de emissões para satisfazer à demanda intermediária do setor de Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo se reduz em 16% em relação ao cenário que não leva em conta o Plano ABC. Esse recuo nas emissões através de um plano mais rígido representa a necessidade que os setores da demanda intermediária, bem como os componentes da demanda final, teriam caso ocorresse essa política. Seria necessário modificar suas estruturas produtivas ou modos operantes para o cumprimento das novas políticas. Dessa forma, o desenvolvimento de técnicas produtivas sustentáveis ambientalmente apresenta-se como necessário para o cumprimento das metas caso sejam definidos objetivos pró-ambientais mais acentuados.

Nota-se também a permanência dos níveis mais baixos dos efeitos diretos em todos os setores do MATOPIBA, mesmo havendo modificações nas quantidades emitidas de GEE (Figura 6). Isto é, os dados da Figura 6 evidenciam que as políticas não devem se preocupar apenas com a redução das emissões, mas também em quais setores essas ações deverão ser inseridas para se obterem os melhores resultados.

Esta pesquisa identificou que, no ano de 2015, os maiores gargalos em relação às emissões vêm, principalmente, dos setores que compõem a demanda intermediária no MATOPIBA. Ou seja, ao considerar as emissões do setor AFOLU, a geração de CO<sub>2</sub>eq

**Figura 6.** Efeito direto e indireto nas emissões de CO<sub>2</sub>eq em toneladas nos Cenários 1, 2 e 3 através do aumento na demanda final em R\$ 1 bilhão no MATOPIBA.



Fonte: Elaboração própria.

é quase que completamente formada para compor os efeitos indiretos, como pode ser visto na Figura 6.

Em decorrência disso, ao analisar de maneira contrária, foram identificados também quais são os setores mais adequados para a aplicação de medidas pró-ambientais, por apresentarem os maiores níveis de emissões. Como os resultados demonstraram os setores ligados à agropecuária como os maiores poluidores, comprova-se que a continuidade das ações previstas no Plano ABC seria muito importante para o controle das emissões de GEE no MATOPIBA e em todo o país.

## 5. Considerações finais

De modo geral, os resultados deste estudo revelam a importância que as ações do Plano ABC tiveram para o MATOPIBA e, ao mesmo tempo, demonstram os impactos positivos que metas ambiciosas de redução de emissões poderiam vir a ter caso fossem consideradas nos planos brasileiros de mitigação voltados para a agropecuária.

As simulações realizadas para a região do MATOPIBA mostraram que, para cada R\$ 1 bilhão adicional na demanda final dos setores, o valor médio das emissões de CO<sub>2</sub>eq decorrentes de um cenário hipotético sem o Plano ABC seria 4,5% maior em comparação ao caso com a implementação do referido plano. Ademais, os resultados obtidos através do cenário com níveis mais otimistas de mitigação de GEE, em relação ao caso sem Plano ABC, demonstraram queda na média emitida em aproximadamente 19,6%. Nos distintos cenários simulados, os setores Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo, Pecuária (inclusive o apoio a Pecuária) e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura foram os que mais emitiram GEE acima da média, ou seja, são os que se apresentam mais requerentes em ações sustentáveis de produção.

Os resultados obtidos para as regiões que compõem o Resto do Brasil indicam que, ao se adicionar R\$ 1 bilhão na demanda final dos setores, as emissões totais na simulação sem Plano ABC seriam, em média 5,1% maiores. Ao mesmo tempo, os resultados do cenário com níveis mais otimistas de emissões, demonstraram queda de 19,6% na média adicional emitida em relação aos resultados encontrados na simulação sem Plano ABC. Em todas as situações, os setores de Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura e Fabricação de Produtos Têxteis são os que mais colaboram para o crescimento nas emissões de GEE no Resto do Brasil.

Considerando apenas os setores mais poluidores na região do MATOPIBA no cenário com Plano ABC, as emissões adicionais geradas por eles são predominantemente para suprir ao consumo intermediário ligado a Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo, Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária) e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura. Nos demais setores, esse efeito é sentido de maneira menos acentuada sendo que o consumo da demanda final ganha maiores projeções sobre as emissões adicionais. Para o Resto do Brasil, os efeitos diretos e indiretos classificam-se de maneira semelhante aos efeitos ocorridos no MATOPIBA. As emissões adicionais geradas pelos setores de maior impacto são majoritariamente provocadas para suprir o consumo intermediário dos setores Pecuária (inclusive o apoio à Pecuária), Fabricação de Açúcar e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura, enquanto que, para os demais setores, esse efeito possui menor impacto em relação à demanda intermediária, tornando os efeitos provocados pela demanda final mais aparentes.

Assim, do ponto de vista da formulação de políticas de redução de emissões, os resultados revelaram que em todas as regiões o foco deve concentrar-se no efeito da produção adicional sobre o consumo dos setores (efeito indireto). Sugere-se direcionar as ações pró-ambientais na produção dos setores que participam diretamente do AFOLU, tanto para a região do MATOPIBA quanto para o Resto do Brasil.

Por fim, ressalta-se que a principal contribuição deste trabalho consiste em fornecer aos formuladores de política informações para a tomada de decisão quanto à melhor estratégia, do ponto de vista ambiental, em relação ao controle de emissões, tanto a nível nacional quanto regional. Uma vez apresentada a importância do Plano ABC, incentiva-se a possível extensão de sua duração e estratégias ainda mais ambiciosas de redução de emissões. Sugere-se fomentar políticas de informação, garantindo que o programa tenha maior alcance entre os agricultores ou que sejam viabilizados novos mercados e valorização dos produtos oriundos de atividades que utilizarem as ações contidas no Plano ABC como técnica produtiva.

A discussão abordou principalmente os impactos positivos da aplicação do Plano ABC. Porém, compreende-se que apenas a aplicação desse plano não é suficiente para avançar nas metas ambientais do Brasil, incluindo no controle do desmatamento. É necessária a criação de medidas que sejam sustentáveis tanto do ponto de vista ambiental quanto socioeconômico, garantindo assim o interesse dos produtores na

adoção. Dessa forma, a discussão sobre quais seriam as novas políticas que deveriam ser criadas e de como elas poderiam ser implementadas constitui-se um debate sobre quais trabalhos futuros deveriam se aprofundar.

Os resultados obtidos revelam a importância que as ações do Plano ABC tiveram para o MATOPIBA e, ao mesmo tempo, comprovam os impactos que outras políticas pró-ambientais com metas mais ambiciosas em termos de redução de GEE poderiam ter caso fossem consideradas nos planos brasileiros de mitigação. É possível concluir ainda que a agropecuária pode ser usada como ferramenta de conservação ambiental, através da redução das emissões de GEE e ao mesmo tempo manter seu desempenho produtivo. Deve-se, portanto, aumentar o alcance do Plano ABC e estender sua duração, fazendo com que ele atue como exemplo de solução do trade-off “produção agrícola comercial versus redução de emissões”. Isso poderia, futuramente, fazer com que todo o crédito agrícola do país fosse de “baixo carbono”, garantindo avanços nos três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental.

## Referências

- Abdallah, P. R.; Montoya, M. (1998). Perspectivas da utilização de modelos insumo-produto na administração do meio ambiente. In: Montoya, M. A. Relações interseccionais do Mercosul e da economia brasileira: uma abordagem de equilíbrio geral do tipo insumo-produto. Passo Fundo. *EDIUPF*, Página 345–365.
- Agrosatélite (2015). Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda. Análise Geoespacial da Dinâmica das Culturas Anuais no Bioma Cerrado: 2000 a 2014. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Azevedo, T. R., Junior, C. C., Junior, A. B., Cremer, M. D., Piatto, M., e Tsai, D. S. (2018). SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. *Science*, 5:180045.
- Barros, P. H. B.; Estege, A. L. (2019). Deforestation and human development in the Brazilian agricultural frontier: an environmental kuznets curve for MATOPIBA. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 13(2):161–182.
- Brooks, J. (2017). Brazilian Agriculture: Balancing Growth with the Need for Equality and Sustainability. *EuroChoices*, 16(1):32–36.
- Carvalho, T. S. e Perobelli, F. S. (2009). Avaliação da Intensidade de Emissões de CO<sub>2</sub> Setoriais e na Estrutura de Exportações: um Modelo Inter-regional de Insumo-Produto São Paulo/Restante do Brasil. *Economia Aplicada*, 13(1):99–120.
- Chon, A. S., Mosnier, A., Havlik, P., Valin, H., Herrero, M., Schmid, E., O'hare, M., e Obersteiner, M. (2014). Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. *PNAS*, 111(1):7236–7241.




- Costa Jr., N. B., Baldissera, T. C., Pinto, C. E., Garagorry, F. C., Moraes, A., e Carvalho, P. C. F. (2019). Public policies for low carbon emission agriculture foster beef cattle production in southern Brazil. *Land Use Policy*, (1):269–273.
- EMBRAPA (2014). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. MATOPIBA, Proposta de Delimitação Territorial do MATOPIBA. Brasília, DF.
- EMBRAPA (2015). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. MATOPIBA, delimitação, caracterização, desafios e oportunidades para o desenvolvimento bahia. Brasília, DF.
- EMBRAPA (2016). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Tipos de vegetação do bioma cerrado.
- EMBRAPA (2017). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. Brasília, DF.
- EMBRAPA (2018). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF.
- Freitas, L. F. S., S., R. L. C., B., S. K., e D., H. G. J. (2016). The distributional effects of emissions taxation in Brazil and their implications for climate policy”. *Energy Economics*, 59(1):37–44.
- Gianetti, G. W.; Ferreira Filho, J. B. S. (2021). O plano e programa abc: uma análise da alocação dos recursos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(1):21–65.
- Gil, J. D. B., Garrett, R. D., Rotz, A., V., D., Valentim, J., F., P. G., H., C. M., Lopes, L., e Reis, J. C. (2018). Tradeoffs in the quest for climate smart agricultural intensification in Mato Grosso, Brazil. *Environmental Research Letters*, 13(1):64–85.
- Haddad, E. A., Gonçalves Jr., C. A., e Nascimento, T. B. (2017). Matriz Interestadual de Insumo-Produto para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)*, 11(4):424–446.
- Hilgemberg, E. M. (2004). Quantificação e efeitos econômicos do controle de emissões de CO<sub>2</sub> decorrentes do uso de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil: um modelo interregional de insumo-produto”. 158f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- IBGE (2017). *Contas Regionais 2015: queda no PIB atinge todas as unidades da federação pela primeira vez na série*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>>. Acesso: 25 de maio de 2019.
- IEA (2015). Instituto de Economia Agrícola - IEA. Disponível: <http://www.iea.sp.gov.br/out/lertexto.php?codtexto=13575>. Acesso: 18-de-Maio-de-2020.

- MAPA (2012). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano de Agricultura de Baixa emissão de Carbono (Plano ABC).
- MAPA (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Adoção e mitigação de Gases de Efeito Estufa pelas Tecnologias do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC).
- MCTIC (2017). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações MCTIC. Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. 4ª edição. Brasília.
- Miller, R. e Blair, P. (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. New Jersey: Prentice-Hall. Página 746.
- Montoya, M. A., Lopes, R. L., e Guilhoto, J. J. M. (2014). Desagregação Setorial do Balanço Energético Nacional A Partir Dos Dados Da Matriz Insumo-Produto: Uma Avaliação Metodológica. *Economia Aplicada*, 18(3):379–419.
- Montoya, M. A., Pasqual, C. A., Lopes, R. L., e Guilhoto, J. J. M. (2017). Dimensão econômica e ambiental do agronegócio brasileiro na década de 2000: uma análise insumo-produto da renda, do consumo de energia e das emissões de CO<sub>2</sub> por fonte de energia. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 11(4):557–577.
- Nepstad, D., McGrath, D., e Stickler, C. (2014). Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. 344:1118–1123.
- Noojipady, P., Morton, D. C., Macedo, M. N., Victoria, D. C., Huang, C., Gibbs, H. K., e Bolfe, E. L. (2017). Forest Carbon Emissions From Cropland Expansion in the Brazilian Cerrado Biome. *Environmental Research Letters*, 12(1):1–11.
- OC (2017). *Desmatamentos no Cerrado Anula Ganhos na Amazônia*. São Paulo. Observatório do Clima. Disponível: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/desmate-no-cerrado-anula-ganhos-na-amazonia/>. Acesso-20-de-maio-de-2020.
- Piao, R. S., Silva, V. L., Navarro Del Aguila, I., e Burgos Jiménez, J. (2021). Green Growth and Agriculture in Brazil. *Sustainability*, 13(1):11–62.
- Piedra-Bonilla, E. B., Da Cunha, D. A., e Braga, M. J. (2020). Climate variability and crop diversification in Brazil: An ordered probit analysis. *Journal of Cleaner Production*, 256(1):120–152.
- Sá, J. C. M., Lal, R., Cerri, C. C., Lorenz, M. H., e Carvalho, P. C. F. (2017). Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. *Environmental International*, 98(1):102–112.
- Sassen, S. (2016). Expulsões. São Paulo: Paz e Terra, 3(1):10–12.
- SEEG (2017). Sistema de Estimativas de Emissão de Gases do Efeito Estufa - SEEG. Emissões do Setor de Agropecuária. Período 1970 – 2015. Brasília. p.92.

WWF (2017). World Wide Fund for Nature. Por dentro do MATOPIBA. WWF: Switzerland.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa (Processo 305807/2018-8) e Bolsa de Pós-Doutorado Júnior (Processo 437907/2016-3).

 Este artigo está licenciado com uma *CC BY 4.0 license*.

## Apêndice

**Quadro A1.** Agregação dos Setores

EFEITOS AMBIENTAIS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO ABC NO MATOPIBA: UMA ABORDAGEM POR INSUMO-PRODUTO			
APÊNDICE			
Quadro A1. Agregação dos setores			
S1	<i>Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita</i>	S10	<i>Energia elétrica, gás natural e outras utilidades</i>
S2	<i>Pecuária, inclusive o apoio à pecuária</i>		Água, esgoto e gestão de resíduos
S3	<i>Produção florestal, pesca e aquicultura</i>	S11	Construção
S4	<i>Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos</i>		Alojamento
S5	<i>Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio</i>	S12	Alimentação
	<i>Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e aglomeração</i>		<i>Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas</i>
S6	<i>Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos</i>	S13	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
	<i>Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo</i>		Transporte terrestre
S7	<i>Outros produtos alimentares</i>	S14	Transporte aquaviário
	<i>Fabricação de bebidas</i>		Transporte aéreo
S8	<i>Fabricação de produtos do fumo</i>	S15	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
	<i>Fabricação de produtos têxteis</i>		<i>Edição e edição integrada à impressão</i>
S9	<i>Confecção de artefatos do vestuário e acessórios</i>	S16	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem
	<i>Fabricação de calçados e de artefatos de couro</i>		Telecomunicações
S10	<i>Fabricação de produtos da madeira</i>	S17	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
	<i>Fabricação de celulose, papel e produtos de papel</i>		<i>Intermediação financeira, seguros e previdência complementar</i>
S11	<i>Impressão e reprodução de gravações</i>	S18	Atividades imobiliárias
	<i>Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas</i>		Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas
S12	<i>Refino de petróleo e coqueiras</i>	S19	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D
	<i>Fabricação de biocombustíveis</i>		Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
S13	<i>Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros</i>	S20	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
	<i>Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos</i>		Outras atividades administrativas e serviços complementares
S14	<i>Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal</i>	S21	Atividades de vigilância, segurança e investigação
	<i>Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos</i>		<i>Administração pública, defesa e seguridade social</i>
S15	<i>Fabricação de produtos de borracha e de material plástico</i>	S22	Educação pública
	<i>Fabricação de produtos de minerais não-metálicos</i>		Educação privada
S16	<i>Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura</i>	S23	Saúde pública
	<i>Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais</i>		Saúde privada
S17	<i>Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos</i>	S24	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos
	<i>Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos</i>		Organizações associativas e outros serviços pessoais
S18	<i>Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos</i>	S25	Serviços domésticos
	<i>Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos</i>		
S19	<i>Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças</i>	S26	
	<i>Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores</i>		
S20	<i>Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores</i>	S27	
	<i>Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos</i>		