

# EFEITOS AMBIENTAIS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO ABC NO MATOPIBA: UMA ABORDAGEM POR INSUMO-PRODUTO<sup>1</sup>

Attawan Guerino Locatel Suela<sup>2</sup>

Marcos Spínola Nazareth<sup>3</sup>

Dênis Antônio da Cunha<sup>4</sup>

**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 podem 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.

**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.

Área 11 – Economia Agrícola e do Meio Ambiente

**JEL classification:** Q50, Q57 e Q58

---

<sup>1</sup>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 (Processos 30XXXX/2018-8 e 42XXXX/2016-0) e Bolsa de Pós-Doutorado Júnior (Processo 43XXXX/2016-3).

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural (DER), Viçosa - MG.

<sup>3</sup>UNIVICOSA – Centro Universitário De Viçosa, Viçosa – MG.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural (DER), Viçosa - MG.

## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é reconhecido mundialmente pelo seu excelente desempenho econômico, caracterizado pelo crescimento contínuo da produção, das exportações e do valor agregado. Concomitantemente, a produção em grande escala representa outro desafio enfrentado pelo Brasil, que é manter o bom desempenho econômico aliado à conservação ambiental (BROOKS, 2017; EMBRAPA, 2018). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2018), é provável que o atendimento à crescente demanda alimentar mundial gere consequências extremamente negativas ao meio ambiente, como a expansão do desmatamento, comprometimento de ecossistemas e maiores índices de poluição, com ênfase para as emissões de gases de efeito estufa (GEE). 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 2018, foi o sétimo maior emissor de GEE no mundo, produzindo aproximadamente 1,939 bilhão de toneladas brutas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>eq). O setor de Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (*Agriculture, Forest and Other Land Uses* – AFOLU) foi responsável por cerca de 60% dessas emissões. Parte considerável das emissões são resultantes principalmente dos desmatamentos (EMBRAPA, 2018).

Ainda 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 almeja utilizar grande parte da sua fronteira agrícola existente. Tal fronteira está localizada na região conhecida como MATOPIBA (que compreende os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (EMBRAPA, 2017). Essa região é considerada uma das últimas fronteiras agrícolas do mundo. Segundo o Código Florestal brasileiro vigente, até 80% da área de mata nativa dessa região pode ser legalmente convertida em áreas agricultáveis. Logo, trata-se de uma extensão territorial com grande potencial para expansão agrícola e para a criação e funcionamento de novos mercados (Instituto de Economia Agrícola – IEA, 2015).

A região do MATOPIBA é constituída por 73 milhões de hectares, sendo que 90% pertencem ao bioma Cerrado. Residem na região aproximadamente 5,9 milhões de pessoas (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).

As informações da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2019) indicam que o MATOPIBA foi responsável pela produção de aproximadamente 14,9 milhões de toneladas de soja na safra 2017/2018 e cerca de 8 milhões de toneladas de milho nesse mesmo período, respondendo por 11% 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 que entre as safras 2017/18 a 2027/28 a produção seja de aproximadamente 25,4 milhões de toneladas. Ao mesmo tempo, para que isso ocorra, será necessário a abertura de novas áreas na ordem de 13,7%, o que aumentará o passivo ambiental já existente na região (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2017).

Com base nos dados do SEEG (2019), a região do MATOPIBA foi a responsável pela produção de aproximadamente 440 milhões de toneladas dos GEE lançados para atmosfera pelo Cerrado entre 2016 e 2017, oriundos principalmente das mudanças no uso do solo, ocorrido na região (NOOJIPADY et al., 2017). Ademais, o aumento na produção agropecuária na região levou à perda de 27% de sua cobertura vegetal, provocando danos ambientais, como a redução da biodiversidade local (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2017). Caso aconteça novas aberturas de áreas no Cerrado, a possibilidade de extinção de espécies é eminente, pois nessa região existe 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 agrícola, 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 que poderiam ser revitalizadas.

Nesse sentido, é possível afirmar que o avanço do Plano Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) no MATOPIBA oferece a oportunidade de impedir novos desmatamentos e, ao mesmo tempo, garante o avanço da produtividade agropecuária na região. Dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (2018) indicam que a implementação das medidas de mitigação contidas no Plano ABC já permitiu aumentos da área agricultável e da produtividade. Ao mesmo tempo, gerou-se a redução das emissões de GEE, contribuindo para o atingimento dos compromissos voluntários do Brasil propostos nas COP's 15 e 21.

Diante do exposto, este estudo 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 seguintes questão: (i) Verificar a intensidade de emissões de GEE geradas pela economia do MATOPIBA em cenários hipotéticos de expansão da demanda final; (ii) Analisar os impactos nas emissões inter-regionais e identificar quais seriam os setores-chave do MATOPIBA em diferentes cenários de emissões de GEE diante de aumento hipotético da demanda final da economia e; (iii) identificar os principais impactos econômicos ocorridos no MATOPIBA através de choques na sua demanda final.

A fim de responder a essa questão, foi utilizado um modelo de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrido com a região do MATOPIBA 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, foi possível lidar com uma séria limitação quando se trata de impactos ambientais, que é analisar separadamente cada setor ou indústria, 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; PEROBELLI, 2009). Dessa maneira, a pesquisa procurou inovar ao considerar, implicitamente, o *trade-off* que envolve a expansão da produção agrícola *versus* a conservação ambiental na região do MATOPIBA levando em conta as ações do Plano ABC. Trata-se de informação fundamental, pois há necessidade de mais pesquisas na região do MATOPIBA que evidenciem a importância de sua preservação.

## 2. METODOLOGIA<sup>5</sup>

Para cumprir com o objetivo central enunciado na introdução deste artigo, será utilizado um modelo do tipo Insumo-Produto (IP). Miller e Blair (2009) recomendam utilizar a matriz de Insumo-Produto Inter-Regional Híbrida por conseguir captar melhor as interligações entre os setores, evitando assim que a análise dos impactos ambientais trate separadamente cada segmento da economia, ignorando os vínculos existente entre eles. Dessa maneira, será apresentada uma breve revisão de literatura que trata sobre o assunto utilizando a metodologia de Insumo-Produto.

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

Segundo Miller e Blair (2009), existem três categorias de modelos de IP que conseguem lidar com o meio ambiente: Modelos econômico-ecológico, Modelos produto  $\times$  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 escolhido 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

<sup>5</sup> Para mais informações sobre matriz de Insumo-Produto favor verificar Miller e Blair (2009)

primeiras categorias não conseguem demonstrar totalmente as inter-relações entre os setores, a economia e os dados energéticos, limitando assim seus resultados (ABDALLAH; MONTOYA, 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 relacionado as 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, em que muitas vezes é denominado de *intensidade de energia* (MILLER; 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; 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  $F$ , onde  $e_y$  e  $F$  são vetores colunas com  $m$  elementos. Assim,

$$E_i + e_y = F \quad (1)$$

em que  $(i)$  é um vetor-coluna ( $n \times 1$ ), onde 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  $(Z^*)$ , no 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.

As matrizes equivalentes,  $A^* = Z^*(\hat{X}^*)^{-1}$  e  $(I - A)^{-1}$ , surgem diretamente destas definições<sup>6</sup>. Algumas características dessas matrizes são diferentes em relação a 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.

A matriz  $(I - A^*)^{-1}$  possuirá as mesmas unidades existentes em  $X_i^*$ , entretanto, ela demonstrará os requerimentos (em  $CO_2eq$  – Dióxido de Carbono Equivalente, ou unidades monetárias) por unidade ( $CO_2eq$  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  $(I - A^*)^{-1}$ .

Desse modo, é preciso criar a matriz  $(\hat{F}^*)$  com dimensão  $(m \times n)$ , no 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.

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*, no

<sup>6</sup> As matrizes que são classificadas com “acento circunflexos” são matrizes diagonalizadas. Exemplos:  $\hat{X}$  e  $\hat{Z}$ .

qual os números “*um*” identificam a localização dos setores energéticos. Após realizado esse procedimento faz-se a multiplicação por  $(I - A^*)^{-1}$ , onde será extraídos os coeficientes totais de energia “ $\alpha$ ”, ou seja, as linhas de energia de  $(I - A^*)^{-1}$ . Multiplicando logo a pós por  $(A^*)$ , obtêm-se os coeficientes diretos de energia “ $\delta$ ”.

Logo, se “ $\delta$ ” representa os requerimentos diretos e “ $\alpha$ ” os requerimentos totais:

$$\alpha = F^*(\widehat{X}^*)^{-1}(I - A^*)^{-1} \quad (2)$$

$$\delta = F^*(\widehat{X}^*)^{-1}A^* \quad (3)$$

Os requerimentos indiretos de energia “ $\gamma$ ” serão obtidos a partir da diferença ente “ $\alpha$ ” e “ $\delta$ ”,

$$\gamma = F^*(\widehat{X}^*)^{-1}[(I - A^*)^{-1} - A^*] \quad (4)$$

Deste modo, ao multiplicar as matrizes de requerimentos diretos e de requerimentos totais de energia por  $F^*(\widehat{X}^*)^{-1}$ , 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>7</sup>. Esta 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; BLAIR, 2009).

## 2.2 Setores-Chave

Um setor-chave é aquele que demanda insumos dos demais setores em uma quantidade superior que a média e cuja a produção é largamente utilizada pelos demais setores (HILGEMBERG, 2004). O método utilizado para a identificação desses setores foi desenvolvido por Rasmussen e é baseado na matriz inversa de Leontief (MILLER; BLAIR, 2009).

Para descobrir os setores-chave no que diz respeito às emissões, é necessário estruturar uma matriz de elasticidades intersetoriais da demanda em associação ao consumo final de energia. Para esse processo considere o escalar ( $\Gamma$ ) que *representará o uso energético total pelo sistema produtivo* e ( $\tau'$ ) será *o vetor-linha da utilização de energia por unidade de produto setorial*. Conforme o modelo de Leontief, é possível descrever,

$$\Gamma = \tau'X^* = \tau'(I - A^*)^{-1}Y^* \quad (5)$$

Caso o uso de energia dependa da demanda final da economia, é possível descrever,

$$\Delta\Gamma = \tau'\Delta X^* = \tau'(I - A^*)^{-1}Y^*\lambda \quad (6)$$

no qual ( $\lambda$ ) representa um escalar que demonstra o aumento proporcional na demanda final.

Chamando de ( $s$ ) o *vetor da participação das demandas finais por setores* em suas respectivas produções, pode-se escrever,

$$s = (\widehat{X}^*)^{-1}Y^* \text{ ou } Y^* = s(\widehat{X}^*) \quad (7)$$

substituindo (7) em (6), terá,

$$\Delta\Gamma = \tau'(I - A^*)^{-1}(\widehat{X}^*)s\lambda \quad (8)$$

ao dividir tudo por ( $\Gamma$ ),

$$\Gamma^{-1}\Delta\Gamma = \Gamma^{-1}\tau'(I - A^*)^{-1}(\widehat{X}^*)s\lambda \quad (9)$$

no qual, ( $\Gamma^{-1}\Delta\Gamma$ ) representa o *aumento total de energia* levando em conta o aumento na demanda final, ou seja, a elasticidade de ( $\Gamma$ ) em relação à demanda final. Contudo, a expressão (9) não é capaz de entregar nenhuma informação adicional, dada a natureza linear do modelo, já que ( $\Gamma^{-1}\Delta\Gamma = \lambda$ ).

<sup>7</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.

Assim, será preciso realizar uma desagregação da elasticidade. Primeiro faz-se a transformação da equação (9), em que ( $d'$ ) seja um vetor de distribuição de energia final dentre os ( $n$ ) setores produtivos da economia, no qual ( $\sum_{i=1}^n d_i = I$ ). Logo, o vetor dos coeficientes de consumo setorial ( $\tau'$ ) poderá ser escrito da seguinte maneira,

$$\tau' = \Gamma d' (\widehat{X}^*)^{-1} \quad (10)$$

substituindo (10) por (9)

$$\Gamma^{-1} \Delta \Gamma = d' (\widehat{X}^*)^{-1} (I - A^*)^{-1} (\widehat{X}^*) s \lambda \quad (11)$$

considerando<sup>8</sup>,

$$(I - D)^{-1} = (\widehat{X}^*)^{-1} (I - A^*)^{-1} (\widehat{X}^*) \quad (12)$$

ao diagonalizar o vetor ( $s$ ), é possível obter utilizando (11) e (12),

$$\varepsilon' = d' (I - D)^{-1} s \lambda \quad (13)$$

que vai fornecer a variação proporcional do consumo setorial energético em relação a uma alteração proporcional na demanda final.

Ao omitir ( $\lambda$ ) e diagonalizando ( $d'$ ),

$$\Gamma^y = \hat{d} (I - D)^{-1} \hat{s} \quad (14)$$

no qual ( $\tau_{ij}^y$ ) é um elemento da matriz ( $\Gamma^y$ ) que representa a porcentagem do aumento no consumo energético final do setor ( $i$ ) em resposta a uma alteração de ( $I\%$ ) na demanda final do setor ( $j$ ), que pode ser entendido como elasticidade, pois a soma dos elementos da coluna do setor ( $j$ ) apresenta a porcentagem de variação do consumo de energia recebido por toda a economia em resposta a uma mudança de ( $I\%$ ) na demanda final do setor ( $j$ ).

Como ( $\tau_{ij}^y$ ) é um elemento da matriz ( $\Gamma^y$ ), é possível definir,

$$P_{.j} = \sum_{i=1}^n \tau_{ij}^y \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (15) \quad P_{i.} = \sum_{j=1}^n \tau_{ij}^y \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

O impacto total é o aumento percentual no consumo energético causado por um aumento de ( $I\%$ ) na demanda final do setor ( $j$ ), expressado por (15) e o impacto distributivo é o aumento do consumo energético do setor ( $j$ ), que resulta de um aumento de ( $I\%$ ) na demanda final de todos os setores da economia, expresso por (16) (ALCÁNTARA; PADILHA, 2003).

Ao definir ( $\Gamma_T$ ) como sendo o *valor mediano dos impactos totais* e ( $\Gamma_D$ ) os *valores medianos dos impactos distributivos*, Alcántara e Padilha (2003) assumem a classificação estabelecida na Tabela 1.

Os setores que se enquadram no setor I vão ter seu consumo de energia determinado, em parte pela demanda dos outros setores, já que o impacto distributivo é maior do que a mediana da economia. Os setores do quadrante II são os setores-chave, já que apresentam um efeito total e distributivo maior que os valores medianos da economia, ou seja, eles são conduzidos a consumir energia pelo aumento da demanda dos outros setores e, simultaneamente, eles pressionam o consumo energético dos outros setores pelo aumento de sua própria demanda. O quadrante III possui os setores menos importantes no que se refere às emissões. E o quadrante IV, possui os setores com alto conteúdo energético.

<sup>8</sup> Conforme Miller e Blair (2009), quando duas matrizes P e Q são ligadas pela relação  $P = MQM^{-1}$ , elas serão correlatas e deverão ser expressas como  $P \approx Q$ . Assim, o produto do lado direito de (12) será  $(I - D)^{-1} \approx (I - Z^*)^{-1}$ , logo,  $(I - D)^{-1}$  pode ser interpretada como o valor aproximado das necessidades diretas e indiretas (totais) para a produção de bens e serviços na economia, no qual são normalmente adquiridos da matriz  $(I - D)^{-1}$

**Tabela 1.** Classificação dos setores.

	$\sum_j \tau_{ij}^y < \Gamma_T$	$\sum_j \tau_{ij}^y > \Gamma_T$
$\sum_j \tau_{ij}^y > \Gamma_D$	Setores relevantes do ponto de vista da demanda de outros setores I	Setores-chave, pressionam o consumo de energia e são pressionados a consumir energia II
$\sum_j \tau_{ij}^y < \Gamma_D$	Setores não relevantes III	Setores relevantes do ponto de vista de sua demanda IV

Fonte: Alcántara e Padilha (2003).

### 2.3 Base de dados

Para essa pesquisa utilizou-se duas bases de dados fundamentais, derivadas da matriz de IP regional publicada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NERUS) para o ano de 2011, no qual, pode ser encontrado 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 fontes de dados consideram informações de natureza distintas, fez-se necessário a compatibilização das 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 pesquisa realizada por Azevedo et al., (2018) foi capaz de mensurar as emissões dos diversos estados brasileiros a partir da síntese das diversas etapas de produção, transformação e consumo do processo energético dos mais diversos setores. Esse processo levou 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 (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. Porém, para alcançar a construção da MIP Inter-Regional Híbrida, houveram adaptações na matriz original com o intuito de se alcançar praticidade ao aplicar a metodologia. Desta maneira, foi necessário a utilização de alguns procedimentos, como:

1. *Agregação das linhas e colunas*<sup>9</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.

no qual, a escolha da disposição dos Estados foi realizada a partir da necessidade da pesquisa. Como a região de interesse do trabalho é a região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), foi importante agregar esses quatro estados, o que desencadeou também, a formulação das regiões restantes. A agregação das regiões segue a lógica das agregações dos setores.

Como os dados de energia obtidos eram referentes a 2015 e a matriz inter-regional construída usava os dados de 2011, tornou-se necessário a atualização da matriz inter-regional para 2015 afim 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

<sup>9</sup> Este 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).

partir da utilização de uma proporção 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 com um rebalanciamento simples 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 concretização dos passos listados acima, 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 obter as elasticidades da demanda do consumo de energia.

## 2.4 Cenários

Com o intuito de avaliar a importância do Plano ABC como uma das medidas existentes para a mitigação das emissões nos processos produtivos, principalmente dos setores que compõem AFOLU (EMBRAPA, 2018), fez-se necessário a construção de dois cenários, sendo cada um caracterizado por certo volume de emissões de CO<sub>2</sub>eq oriundos 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 brutas, no período de 2010 a 2018” (EMBRAPA, 2018).

Para a constituição 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 utilizado 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 bruto 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, no 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.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> gerada pela economia brasileira: efeitos totais Cenários 1 e 2

As emissões consideradas nessa seção são referentes aos setores AFOLU da região do MATOPIBA. As emissões geradas por esses setores colaboram em grande medida com o acúmulo dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, tornando-os alguns dos principais setores responsáveis por esse fenômeno na região. Os resultados apresentados aqui são referentes às equações (2), (3) e (4) do Capítulo 2 desta pesquisa. Como este trabalho baseia-se em uma 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 para satisfazer à sua demanda.

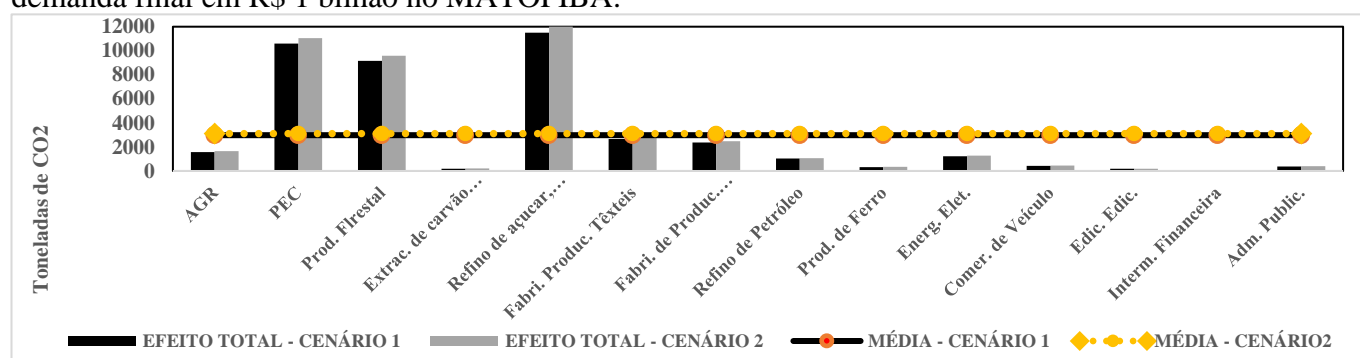
Em 2015, os estados que compõem o MATOPIBA foram responsáveis por 6,6% do PIB brasileiro (IBGE, 2017). Entretanto, esse valor não representa necessariamente a sua participação nos níveis de emissões do Brasil. Os resultados mostram que as emissões brutas causadas pelos seus diferentes setores não dependem 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, essa região 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 financiamento, 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. Estes são os setores no MATOPIBA que mais contribuem com o aumento nas emissões de GEE através do aumento na demanda final, como pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1.** 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.

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” e “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 tornou a terceira maior cultura em expansão na região (EMBRAPA, 2018). Por possuir meios de produção que envolvem o 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 tornam “potenciais candidatos” a sofrerem medidas de comando e controle pró-ambientais.

Além disso, informações da Embrapa (2017) 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, 2017). 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).

Feita essas considerações, a análise segue verificando qual a participação nas emissões do MATOPIBA em todo o Brasil. Optou-se por utilizar os setores que obtiveram maior efeito total na região, comparando-os com os mesmos setores no Resto do Brasil, afim de se obter qual foi o impacto total que os setores mais relevantes do MATOPIBA provocaram nas emissões adicionais brasileiras.<sup>10</sup> A partir disso, constatou-se que o setor de “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo” bem como a “Pecuária” do

<sup>10</sup> O resultado para todo o Brasil encontra-se no trabalho de dissertação (<https://locus.ufv.br/handle/123456789/27505>).

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 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.

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 (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.

Em 2018, por meio do desenvolvimento das ações contidas no Plano ABC, mais de 150 milhões tCO<sub>2</sub>eq brutos já haviam sido mitigadas, ao custo de aproximadamente R\$ 17 bilhões advindos dos recursos do programa (MAPA, 2018). Os principais benefícios obtidos a partir do financiamento, foi o cumprimento de 70% da meta estipulada para a recuperação das áreas degradadas, além da ampliação de área de florestas em 1,1 milhões de hectares. 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. Nesse sentido, foi considerado para esse estudo que entre 2010 e 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 (cenário real) acrescida desses 100 milhões de tCO<sub>2</sub>eq, que teriam sido mitigados até 2015, a fim de se analisar quais seriam as consequências ocorridas nos efeitos totais ao considerar a política pró-ambiental no modelo. A distribuição dessa nova parcela de emissões foi realizada de maneira proporcional, considerando o total produzido pelos setores e, consequentemente, cada estado.

A partir do novo nível de emissões, realizou-se novamente a simulação de aumentos 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” na região do MATOPIBA continuariam possuindo o maior efeito total nas emissões, como o encontrado no Cenário 1 (Figura 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 brutas. Houve também crescimento na média de emissões por setor em aproximadamente 132 toneladas CO<sub>2</sub>eq ou 5% em relação ao que se verifica no Cenário 1, como pode ser visto na Figura 1. Esses resultados apresentam a importância de se utilizar 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.

### **3.2. Efeitos diretos e indiretos nas emissões a partir do aumento na demanda final**

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) comparando-o com o Cenário 1 (cenário real).

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.

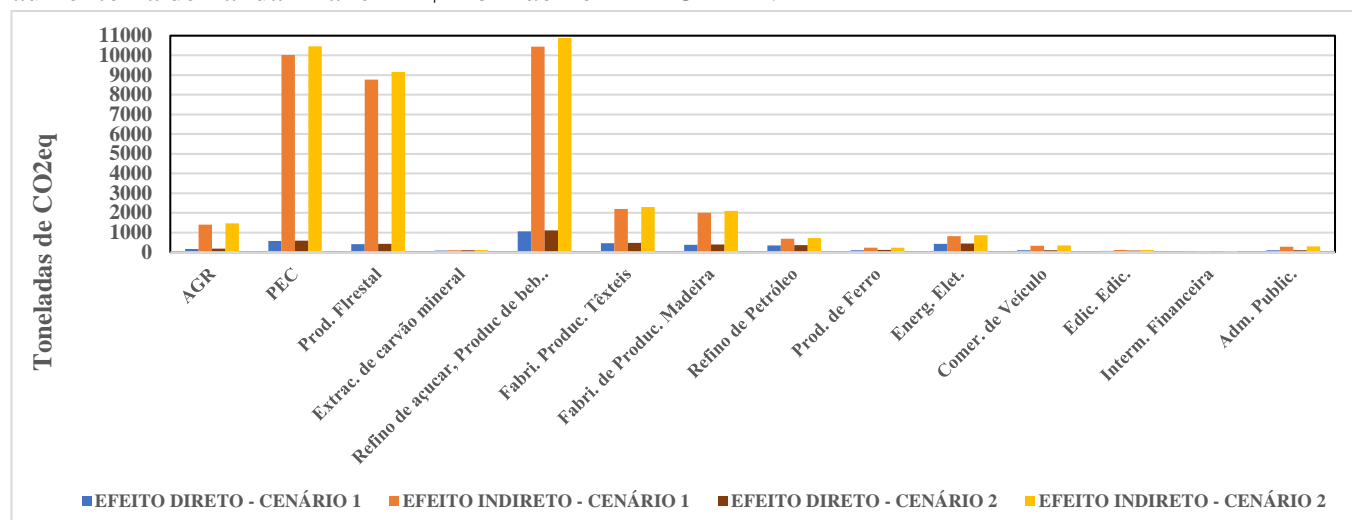
Ao considerar apenas os maiores poluidores, observa-se que os setores da “Pecuária”, “Produção Florestal, Pesca e Aquicultura” e “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo” no MATOPIBA possuem suas emissões adicionais determinadas, majoritariamente, para atender à demanda intermediária. Assim, a variação de R\$ 1 bilhão na demanda final faz com que 94% da geração adicional de CO<sub>2</sub>eq bruto no setor de “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo” por exemplo seja para satisfazer apenas à sua demanda intermediária. Nota-se que em todos os setores do MATOPIBA os efeitos diretos são baixos, evidenciando que pouco das emissões adicionais surgem para satisfazer à demanda final: (Figura 2).

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, os setores que requerem maior atenção no MATOPIBA, são aqueles que formam o AFOLU.

É importante realizar também a análise sobre a magnitude dos efeitos diretos e indiretos para o MATOPIBA levando em conta as emissões encontradas no Cenário 2. Isso possibilitará a melhor compreensão dos efeitos totais para esse cenário hipotético. Assim, verifica-se o comportamento das emissões na demanda final e intermediária no caso em que não haja a redução das emissões (Cenário 2).

Ao considerar novamente os maiores poluidores para os Cenários 1 e 2, observa-se que os setores da “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 brutas para satisfazer à demanda intermediária é 4% maior em relação ao Cenário 1, como pode ser visto na Figura 2.

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



Fonte: Elaboração própria.

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 2). Isto é, os dados da Figura 4.2 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 obter 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 bruta é quase que completamente formada para compor os efeitos indiretos, como pode ser visto na Figura 2.

Em decorrência disso, ao analisar de maneira contrária, foi identificado 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.

### 3.3 Elasticidades de emissões inter-regionais e identificação dos setores-chave

Conforme apresentado na seção 2, o cálculo das elasticidades ( $\Gamma$ ) utiliza a matriz Insumo-Produto Inter-Regional Híbrida, na qual os valores são medidos em unidades monetárias e físicas. O cálculo das elasticidades gera uma matriz na qual cada um dos elementos presentes em determinada coluna apresenta a parcela do impacto direto e indireto do aumento de um ponto percentual na demanda final pela produção realizada por um setor específico em cada um dos setores. Assim, a soma das entradas de determinada coluna permite auferir o *impacto total* nas emissões, ou seja, *o efeito nas emissões da economia gerado pelo aumento de um ponto percentual na demanda final de algum outro setor*.

De maneira semelhante, cada elemento de dada linha da matriz de elasticidades representa a contribuição de determinado setor no crescimento das emissões do setor analisado. A soma ao longo de determinada linha apresenta o *impacto distributivo*, ou seja, *a emissão que seria gerada em certo setor caso a demanda final de cada um dos setores fosse acrescida em um ponto percentual*.

### 3.4 Mensuração dos Impactos Totais e Distributivos e identificação dos Setores-Chave: MATOPIBA

Conforme a seção 2.2 desta pesquisa, foram calculadas as equações (14), (15) e (16), demonstrando que os setores com maior impacto total são aqueles que carregam as emissões dos outros setores acima da mediana da economia, a partir do aumento de um ponto percentual na sua demanda final. Na região do MATOPIBA, ao considerar as emissões provenientes do setor AFOLU, para o Cenário 1, a mediana encontrada para o impacto distributivo ( $ID$ ) foi  $17,8 \text{ tCO}_2\text{eq}$  brutas adicionais em resposta ao acréscimo da demanda final, enquanto que para o impacto total ( $IT$ ) a mediana ficou em  $18,9 \text{ tCO}_2\text{eq}$  brutas. A Tabela 2 foi utilizada como referência para classificar as atividades no MATOPIBA no Cenário 1 e 2.

**Tabela 2.** Classificação dos setores no MATOPIBA, Cenário 1 e 2

MATOPIBA C.1 e 2	$\sum_i \tau_{ij}^y < \Gamma_T$	$\sum_i \tau_{ij}^y > \Gamma_T$
$\sum_j \tau_{ij}^y > \Gamma_D$	Refino de petróleo e coquearias. Comercio e reparação de veículos automotores e motocicletas.  <b>I</b>	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária. Produção florestal pesca e aquicultura. Refino de açúcar e produção de bebidas e fumo. Energia elétrica, gás natural e outras utilidades. Administração pública, defesa e seguridade social.  <b>II</b>
$\sum_j \tau_{ij}^y < \Gamma_D$	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos. Produção de ferro- gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura. Edição e edição integrada à impressão. Intermediação financeira, seguros e previdência complementar.  <b>III</b>	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita. Fabricação de produtos têxteis. Fabricação de produtos da madeira.  <b>IV</b>

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os setores “Pecuária”, “Produção Florestal, Pesca e Aquicultura”, “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo”, “Energia Elétrica” e “Administração Pública, Defesa e Seguridade Social” são os setores-chave no que diz respeito às emissões. Eles são pressionados a emitir mais quando a demanda dos demais setores aumenta e, ao mesmo tempo, forçam os outros setores a emitirem quando sua própria demanda aumenta. Conforme é possível observar na Figura 1, os setores-chave que mais emitem  $\text{CO}_2\text{eq}$  brutos são os de “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo”, com  $IT$  e  $ID$  iguais a  $959,9$  e  $783 \text{ tCO}_2\text{eq}$ , respectivamente, e a “Pecuária”, com  $IT$  igual a  $835 \text{ tCO}_2\text{eq}$  e  $ID$  igual a  $611,4 \text{ tCO}_2\text{eq}$ .

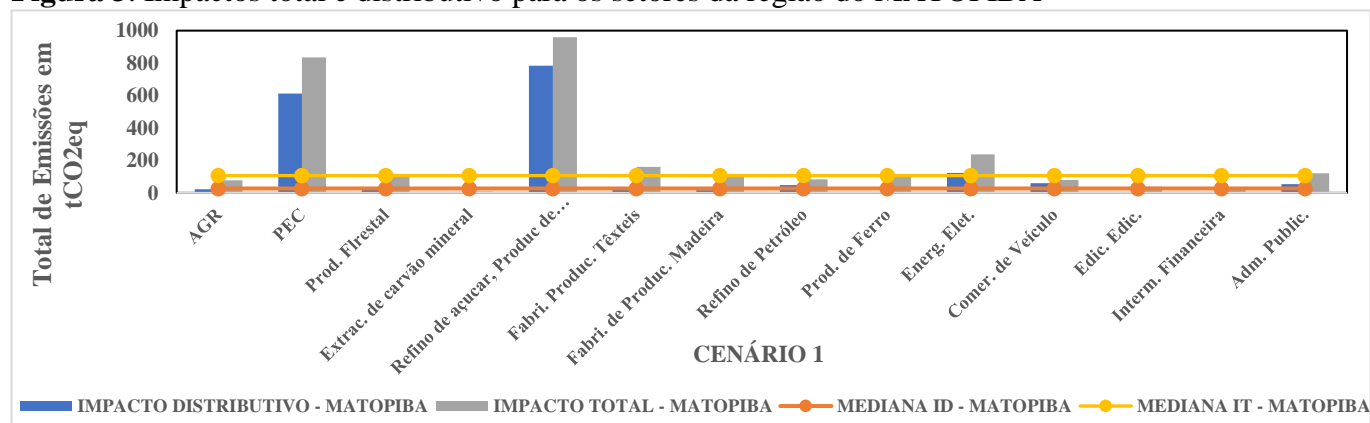
Os resultados obtidos têm respaldo nas informações apresentadas pelo IPEA (2017) e Agrososatelite (2015), segundo os quais em 2015 a cana-de-açúcar foi a terceira maior cultura anual produzida no Brasil, ficando atrás apenas da soja e do milho. Esse fato se mostrou verdadeiro também para a região do MATOPIBA, que vem se destacando na expansão dessa cultura para a produção de etanol desde 2003.

Porém, tal crescimento produtivo trouxe consigo consequências negativas, como a grande quantidade emitida de GEE em suas etapas de produção. Segundo Papp et al., (2016), com a produção brasileira de etanol em torno de 30 bilhões de litros, gera-se aproximadamente 24 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. Daí a importância de fomentar tecnologias de produção mais limpas, como a *Carbon Capture and Storage* (CCS), o que poderia, inclusive, valorizar o etanol brasileiro.

Em 2015, cerca de cinco milhões de hectares do Cerrado foram destinados ao plantio de cana-de-açúcar (Agrosatélite, 2015). Assim, o aumento rápido das áreas cultivadas dessa cultura pode explicar os resultados encontrados neste trabalho, no qual foi apontado como um dos setores-chave. Verifica-se, a partir da Figura 3, que esse setor possui os maiores impactos distributivos e totais encontrados na região do MATOPIBA.

O *ID* elevado apresentado na Figura 3 evidencia que seus efeitos sobre as emissões da produção adicional para atender à demanda dos demais setores que necessitam satisfazer à nova demanda final, concentra-se nesse setor. Isso ocorre através da geração em larga escala do seu produto final, que apresenta grande importância econômica para o país. Além disso, o alto valor do *IT* confirma que esse setor tende a aumentar suas emissões com o intuito de comportar o aumento da produção que atende diretamente à demanda final. Esse resultado comprova a importância que o segmento possui na região de estudo, por ser um dos mais importantes no atendimento da expansão exigida na demanda final. Esses efeitos apresentados estão de acordo com as informações sobre aumento produtivo e de áreas cultivadas apresentadas por Agrosatélite (2015) e IPEA (2017) nos últimos anos por essa cultura na região do MATOPIBA.

**Figura 3.** Impactos total e distributivo para os setores da região do MATOPIBA



Fonte: Resultados da pesquisa.

Em 2015 o Brasil apresentou o maior rebanho bovino do mundo, com cerca de 193 milhões de cabeças, tornando esse setor um dos maiores emissores de GEE do país (EMBRAPA, 2017). As excelentes condições para a produção da bovinocultura de corte e de leite nos estados que compõem o MATOPIBA tornaram a região alvo importante para os produtores, o que pode explicar o fato desse setor ter se tornado setor-chave (EMBRAPA, 2017). Esse setor foi apontado no modelo como o segundo maior gerador de *ID* e *IT*, concedendo-lhe características semelhantes aos da produção de cana-de-açúcar.

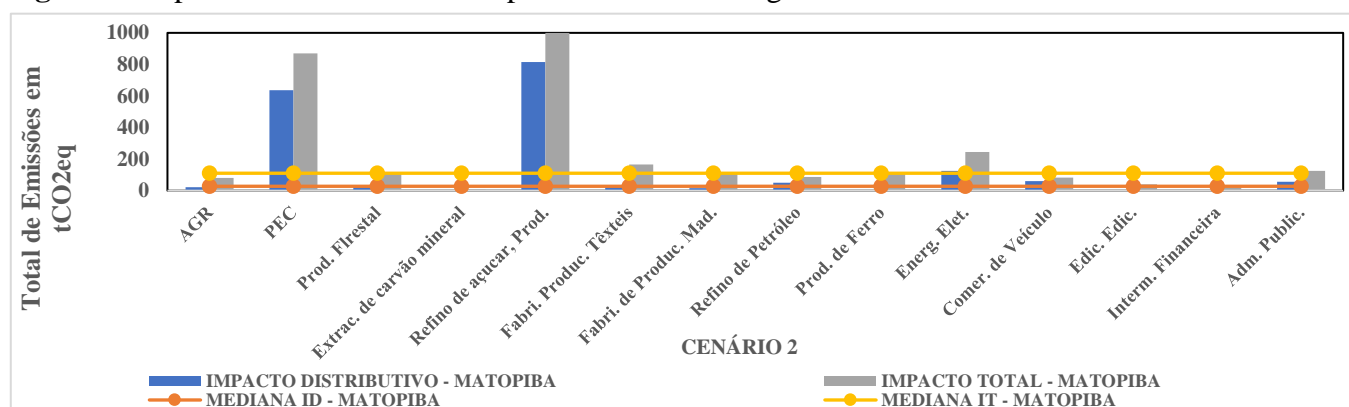
Contudo, o desenvolvimento desses segmentos na região, somado à permissão legal que o Código Florestal confere aos produtores rurais em relação ao desmatamento de 80% da vegetação nativa, acabou causando sérios impactos ambientais na região. Isso pode ser confirmado pelo alto nível de emissões de GEE e a perda da biodiversidade local através do desmatamento para a criação dos mais de 26 milhões de cabeças de gado e para a produção da soja, milho e cana-de-açúcar (Vieira et al., 2017; e IPEA 2017). Dessa forma, pode-se entender que a importância econômica dos setores agropecuários na região acabou tornando-os também os maiores emissores adicionais de GEE.

Outra análise de setores-chave foi realizada utilizando o Cenário 2, afim de se verificar quais seriam as modificações na estrutura econômica dos setores e nos níveis de emissões caso o Brasil não tivesse se comprometido em reduzir os seus níveis de emissões através das ações do Plano ABC. A Tabela 2 foi utilizada também como referência para classificar as atividades no MATOPIBA considerando as emissões

provenientes do setor AFOLU para o Cenário 2, por não ter ocorrido alterações na classificação setorial nessa região. Os setores “Pecuária”, “Produção Florestal, Pesca e Aquicultura”, “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo”, “Energia Elétrica” e “Administração Pública”, desse novo cenário continuam sendo os mesmos setores-chave do Cenário 1. A análise demonstra que esses setores continuariam sendo os maiores poluidores caso não houvesse as ações do Plano ABC, mas de maneira mais acentuada, já que é possível observar aumentos em seus níveis de emissões.

Conforme mostra a Figura 4, o setor de “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo” possui valores de *IT* igual a 1000 e *ID* igual a 815 tCO<sub>2</sub>eq brutos, enquanto que a “Pecuária” possui valor de *IT* igual a 869 e *ID* igual a 636 tCO<sub>2</sub>eq brutos. Ao analisar os valores dos *IT* e *ID* dos Cenários 1 e 2, pode-se averiguar qual seriam as variações percentuais nas emissões caso não houvesse o Plano ABC. O setor de “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo” apresentou crescimento de 4,1% para o *IT* e 3,9% para o *ID*, enquanto que no setor “Pecuário” o aumento foi de 4% para ambos.

**Figura 4.** Impactos total e distributivo para os setores da região do MATOPIBA



**Fonte:** Resultados da pesquisa.

Os dados supracitados mostram que a mitigação de emissões de CO<sub>2</sub>eq brutas resultante do Plano ABC pode ser explicada em parte pelas modificações intersetoriais surgidas no modelo e também pelas previstas no próprio plano. O modelo construído foi capaz de demonstrar que, sem os objetivos contidos na política pró-ambiental os níveis de emissões na região do MATOPIBA, consequentemente, em todo o Brasil, seriam mais elevados, principalmente devido ao maior número de setores com alta capacidade poluidora. Esse resultado oferece uma visão alternativa à Angelo (2012) na qual é mencionado o possível fracasso que o Plano ABC teria caso continuasse a existir.

### 3.5 Análise da participação dos requerimentos diretos (RD) e indiretos (RI) nos requerimentos totais de energia

Com o intuito de melhor caracterização dos setores-chave, realizou-se a análise dos requerimentos diretos (RD) e indiretos (RI). Segundo Miller e Blair (2009), os *RD* e *RI* conseguem revelar os efeitos imediatos e secundários de uma variação na demanda final, revelando assim o poder multiplicador que dada atividade de um setor possui sobre o consumo de energia dentro de uma região e consequentemente qual é o nível de exigência que os outros setores possuem sobre determinado setor.

Conforme Perobelli et al. (2007), quanto menor a relação (*RD*) versus (*RI*), maior o poder multiplicador que a atividade de um dado setor exerce sobre o consumo de energia dentro de uma região. Aqueles setores com elevado peso na demanda de energia de dada região no qual, demonstram, ao mesmo tempo, uma baixa relação (*RD*) versus (*RI*) tendem a produzir as mais fortes pressões de demanda sobre o setor energético regional. De maneira contrária, setores que apresentam reduzido peso na demanda de energia da região são aqueles que demonstram ter, alta relação de (*RD*) versus (*RI*), que consequentemente exibem baixa pressão sobre o setor de energia da região. Essa relação revela grande similaridade com as características principais de um setor-chave. E entre esses extremos, encontram-se os setores com os mais variados graus de pressão sobre a demanda de energia territorial.

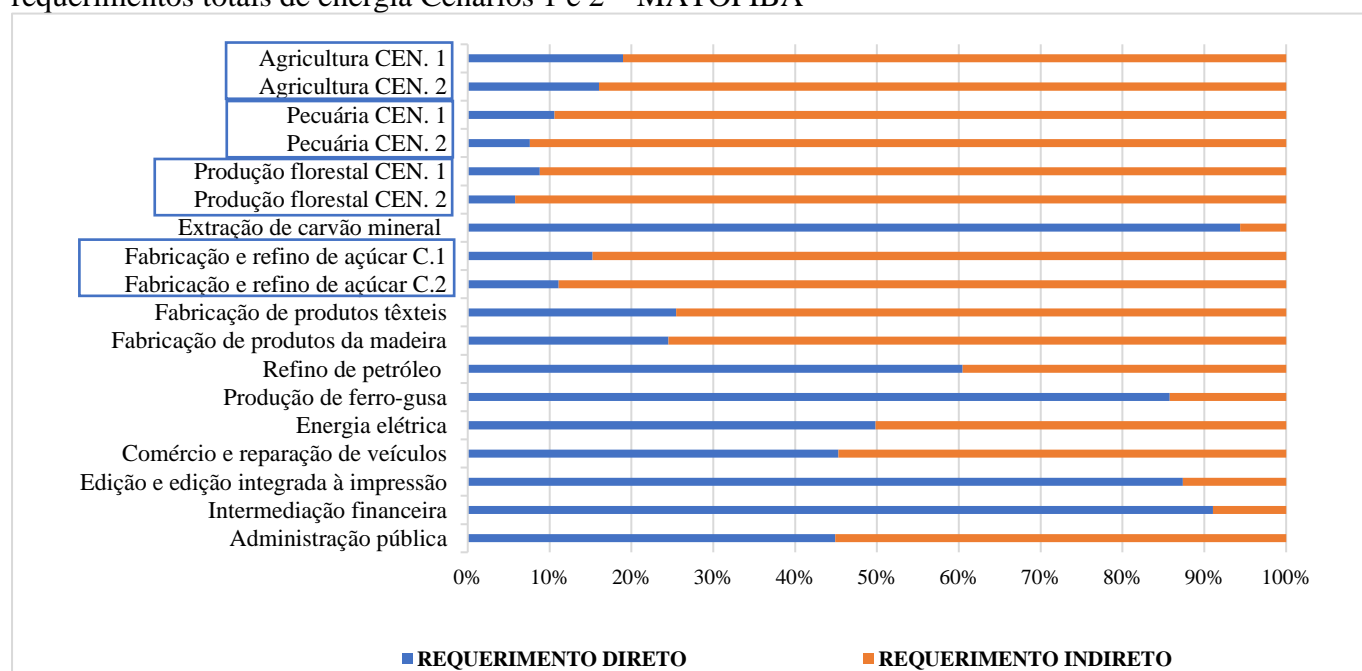


O Gráfico 5 apresenta a relação percentual de (RD) *versus* (RI) para cada setor apresentados pela pesquisa. Com o intuito de informar sobre as consequências ocorridas ao utilizar ou não o Plano ABC, optou-se por analisar os resultados alcançados para os três cenários criados, direcionando a verificação aos três setores que compõem o setor AFOLU (por ser o foco inicial da pesquisa) e também, ao setor de Fabricação e Refino de Açúcar (por ter apresentado grande impacto nas emissões na região do MATOPIBA).

A criação dos cenários alternativos propostos pela pesquisa, revela quais seriam os impactos que ocorreriam caso não houvesse a implementação do Plano ABC na região do MATOPIBA. Conforme é possível verificar no Gráfico 5, os setores “Agricultura”, “Pecuária”, “Produção Florestal” e “Fabricação de Açúcar” são os que apresentam as menores relações RD *versus* RI entre os demais setores. Esses quatro setores em quase todos os cenários estudados exibiram RI acima de 80%, com a “Pecuária” e a “Produção Florestal” apresentando as menores relações RD *versus* RI. Utilizando o Cenário base (Cenário 1), observa-se que em 2015 esses quatro setores foram os que apresentaram maior poder de multiplicação sobre o consumo de energia na região de estudo. Tornando-se, conseqüentemente, os setores que mais sofreram pressão de demanda em relação a geração energética e, ao mesmo tempo, apresentaram as condições necessárias para impor uma forte pressão de demanda sobre o setor energético. Tais resultados possuem respaldos teóricos fortes que confirmam que os setores-chave apontados para da região do MATOPIBA são realmente verdadeiros. Visto que, segundo Miller e Blair (2009), um setor-chave é aquele que demanda e é demandado pelos demais setores acima da média, evidenciando a ligação deste setor com os demais setores produtivos da economia.

Como pode ser observado no Gráfico 5, em todos os setores apontados como os principais emissores do MATOPIBA, a relação RI *versus* RD sofre uma redução percentual ao considerar o Cenário 1 em contraponto ao Cenário 2, o que pode ser interpretado por um aumento da exigência energética que esses setores impõem e sofrem dos demais setores da região, se o Plano ABC não tivesse existido. Pois, como está sendo considerado um nível mais elevado de emissões no Cenário 2, a relação RI *versus* RD reduziu, o que levou aos setores considerados a apresentar maior poder multiplicador em relação ao consumo e geração de CO<sub>2</sub>eq bruto, bem como em um maior grau de exigência dos outros setores pela sua produção na região do MATOPIBA. Esse resultado comprova a importância das ações do Plano ABC na região de estudo, pois, além de ter agido positivamente através das ações mitigadoras de CO<sub>2</sub>eq bruto, o Plano ABC teve a capacidade de tornar os setores em questão menos emissores de GEE.

**Gráfico 5.** Participação setorial em porcentagem (%) dos requerimentos diretos (RD) e indiretos (RI) nos requerimentos totais de energia Cenários 1 e 2 – MATOPIBA



Fonte: Resultados da pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer da trajetória brasileira de desenvolvimento, observa-se as altas taxas de emissões de GEE geradas, as quais estão ligadas, direta ou indiretamente, aos níveis elevados de desmatamento e ao uso ainda incipiente de técnicas produtivas sustentáveis do ponto de vista ambiental. O setor AFOLU nacional tem papel de destaque nesse processo. Portanto, este trabalho analisou quais são os principais emissores de GEE e setores-chave na região do MATOPIBA e quais foram as contribuições decorrentes da utilização do Plano ABC no país, para tal, fez-se necessário a criação de cenários representativos contendo níveis diferentes de emissões de GEE.

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 seriam 4,5% maiores em comparação ao caso com a implementação do referido plano. Nos distintos cenários simulados, os setores “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo”, “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.

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” 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.

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 no MATOPIBA a produção dos setores que participam diretamente do AFOLU.

A análise das elasticidades no cenário com Plano ABC indicou que as emissões de GEE derivadas do consumo dos setores mais poluentes no MATOPIBA devem-se mais à demanda final do que ao consumo intermediário. Da mesma forma, os resultados obtidos para a simulação sem Plano ABC mostraram que os níveis gerados de GEE devem-se mais à demanda final do que ao consumo intermediário. Para as duas situações estudadas, os setores da “Pecuária”, “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo”, “Energia Elétrica” e “Administração Pública” são os setores-chave no MATOPIBA. No entanto, foram observados aumentos na grandeza de 4,5% na mediana das emissões do Impactos Distributivo e Total em todos os setores da segunda simulação em comparação ao primeiro cenário.

Considerando as emissões oriundas do setor AFOLU, conclui-se que os setores-chave para o controle das emissões de GEE na região do MATOPIBA são “Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo”, “Pecuária”, “Energia Elétrica”, “Produção Florestal, Pesca e Aquicultura” e “Administração Pública”. A partir dessas informações, é razoável afirmar que as ações pró-ambientais decorrentes do Plano ABC, ou outro plano de mitigação que possa vir a ser implementando futuramente, serão mais eficientes se forem direcionadas a esses setores específicos. A maioria deles é altamente dependente do uso da terra e seus meios de produção levam os outros setores a emitirem muito mais.

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 o controle do desmatamento. É necessário 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 debate sobre quais trabalhos futuros deveriam se aprofundar.

Os resultados obtidos revelam a importância que as ações do Plano ABC tiveram para o MATOPIBA. 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.

## 6. REFERÊNCIAS

ABDALLAH P. R.; MONTOYA M. A. Perspectivas da utilização de modelos insumo-produto na administração do meio ambiente. In: MONTOYA, M.A. Relações intersetoriais do Mercosul e da economia brasileira: uma abordagem de equilíbrio geral do tipo insumo-produto. Passo Fundo: EDIUPF, cap.10, p.345-365. 1998.

AGROSATÉLITE GEOTECNOLOGIA APLICADA Ltda. Análise Geoespacial da Dinâmica das Culturas Anuais no Bioma Cerrado: 2000 a 2014. Rudorff, B.; Rizzo, J. et al., 2015 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2015.

ALCÁNTARA V.; PADILLA E. “Key” sectors in final energy consumption: an input-output application to the Spanish case. *Energy Economics*, n.31, p.1673-1678, 2003.

ANGELO C. Brazil’s Fund Low-Carbon Agriculture Lies Fallow. *Nature*. doi:10.1038/nature.2012.11111. Reino Unido, UK. 2012.

AZEVEDO, T. R. et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. *Sci. Data* 5:180045 doi: 10.1038/sdata.2018.45 (2018).

BROOKS J. Brazilian Agriculture: Balancing Growth with the Need for Equality and Sustainability. *EuroChoices*, 16(1), 32–36. doi:10.1111/1746-692x.12148, 2017.

CARVALHO T. S., PEROBELLI F. S. 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*. São Paulo. v. 13. n. 1. p. 99-120. Janeiro/Março 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Perspectivas para a Agropecuária: volume 7 – safra 2019-2020. Brasília, DF. 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. MATOPIBA, delimitação, caracterização, desafios e oportunidades para o desenvolvimento. Brasília, DF. 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tipos de vegetação do bioma Cerrado. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_911200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html). Acesso: 01 junho 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. Brasília, DF. 2017.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF. p. 212. 2018.

HADDAD, E. A., Gonçalves Jr, C.A., Nascimento, T. B. Matriz Interestadual de Insumo-Produto para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)*. v. 11, n. 4, p. 424-446. 2017

HILGEMBERG E. M. 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”. 2005. 158f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contas Regionais 2015: queda no PIB atinge todas as unidades da federação pela primeira vez na série. Novembro de 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/17999-contas-regionais-2015-queda-no-pib-atinge-todas-as-unidades-da-federacao-pela-primeira-vez-na-serie>. Acesso: 25 de maio de 2019.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Fronteira Agrícola: na Amazônia Legal. Disponível: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13575>. Acesso: 18 de maio de 2019.

MAPA - 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). 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Dinâmica da Economia e da Agropecuária no MATOPIBA. Rio de Janeiro, RJ. p. 64. 2017.

MILLER R.; BLAIR P. Input-output analysis: foundations and extensions. New Jersey: *Prentice-Hall*, 746p. 2009

MCTIC - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. Estimativas Anuais De Emissões De Gases De Efeito Estufa No Brasil. 4ª Edição. Brasília. 2017.

NOOJIPADY P., MORTON D. C., MACEDO M. N., VICTORIA D. C., HUANG C., GIBBS H. K., BOLFE E. L. Forest Carbon Emissions From Cropland Expansion In The Brazilian Cerrado Biome. *Environmental Research Letters*. v. 12, p. 1-11, 2017.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Desmatamentos no Cerrado Anula Ganhos na Amazônia. São Paulo. Disponível: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/desmate-no-cerrado-anula-ganhos-na-amazonia/>. Acesso: 20 de Agosto de 2019.

PAPP G. H., MOHR G., MORA P. C., NALI P. R., VELAZQUEZ S. M. S. G. Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono em Usinas de Cana-de-Açúcar. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*. São Paulo. v. 16. n. 1. p. 87-111. 2016.

PEROBELLI, F. S.; MATTOS, R. S.; FARIA, W. R. A interdependência energética entre o estado de Minas Gerais e o restante do Brasil: uma análise inter-regional de insumo-produto. *Economia Aplicada*, Ribeirão Preto, v. 11, n. 1, jan./mar. 2007.

SEEG - SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA. Emissões do Setor de Agropecuária. Período 1970 – 2015. Brasília. p.92. Ano 2017.

SASSEN, S. Expulsões. São Paulo: *Paz e Terra*, 2016.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA – SEEG. Análise das Emissões brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas do Brasil. 2019. Disponível: [http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC\\_SEEG\\_Relatorio\\_2019pdf.pdf](http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC_SEEG_Relatorio_2019pdf.pdf)>. Acesso em 31 de Maio de 2020.

VIEIRA R. R. S.; RIBEIRO B. R.; RESENDE F.M.; BRUM F. T.; MACHADO N. SALES L. P.; MACEDO L.; SOARES-FILHO B.; LOYOLA R. Compliance to Brazil's Forest Code Will Not Protect Biodiversity and Ecosystem Services. *Diversity and Distributions*. <http://dx.doi.org/10.1111/DDI.12700>. p. 24: 434-438. 2017.

WWF - WORLD WIDE FUND FOR NATURE. Por dentro do MATOPIBA. 2017.

## APÊNDICE

### Quadro A1. Agregação dos setores

S1 <i>Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita</i> <i>Pecuária, inclusive o apoio à pecuária</i>	S10 <i>Energia elétrica, gás natural e outras utilidades</i> Água, esgoto e gestão de resíduos
S2 Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	
S3 <i>Produção florestal; pesca e aquicultura</i> <b>Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos</b> Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	S10 Construção Alojamento Alimentação
S4 Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	S11 <i>Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas</i> Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
S5 <i>Refino de Açúcar e Produção de Bebidas e Fumo</i> Outros produtos alimentares Fabricação de bebidas Fabricação de produtos do fumo	
S6 <i>Fabricação de produtos têxteis</i> Confecção de artefatos do vestuário e acessórios Fabricação de calçados e de artefatos de couro	S11 Transporte terrestre Transporte aquaviário Transporte aéreo Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
S7 <i>Fabricação de produtos da madeira</i> Fabricação de celulose, papel e produtos de papel Impressão e reprodução de gravações Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	S12 <i>Edição e edição integrada à impressão</i> Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem Telecomunicações Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
S8 <i>Refino de petróleo e coquerias</i> Fabricação de biocombustíveis Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos Fabricação de produtos de borracha e de material plástico Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	S13 <i>Intermediação financeira, seguros e previdência complementar</i> Atividades imobiliárias Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D Outras atividades profissionais, científicas e técnicas Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual Outras atividades administrativas e serviços complementares Atividades de vigilância, segurança e investigação
S9 <i>Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura</i> Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	S14 <i>Administração pública, defesa e seguridade social</i> Educação pública Educação privada Saúde pública Saúde privada Atividades artísticas, criativas e de espetáculos Organizações associativas e outros serviços pessoais Serviços domésticos

Fonte: NEREUS (2018)