

I Congress Latin American and Caribbean Regional Science Association International
XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos

de 11 a 13 de outubro de 2017 - FEA/USP - São Paulo, SP - Brasil

ANÁLISE SETORIAL DAS EMISSÕES DE CO₂ INCORPORADAS NO COMÉRCIO DE SÃO PAULO

Flavia Mayumi Fugita Nakano*

Gabriella Nunes da Costa**

Alexandre Lopes Gomes***

RESUMO

Um dos desafios atuais que as economias enfrentam é manter os níveis de produção aliando à redução de emissões de gases do efeito estufa, de forma a tornar a atividade econômica compatível com as metas estabelecidas em acordos climáticos internacionais. Assim, este artigo se propõe a realizar uma análise setorial das emissões de dióxido de carbono (CO₂) provenientes do uso de fontes energéticas na produção e transações comerciais do estado de São Paulo no ano de 2008. Para isso utiliza-se a metodologia da Matriz Híbrida de Insumo-Produto para o cálculo das emissões incorporadas, seus impactos e identificação dos setores-chave. Identificou-se que o estado é exportador líquido de emissões e tem como setores-chave de consumo de energia e emissões: “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Indústria de Bens de Consumo” e “Transportes”.

Palavras-chave: Emissões de CO₂. Matriz híbrida de insumo-produto. Comércio.

ABSTRACT

One of the current challenges that nations face is to maintain production levels allied to reduction of greenhouse gases emissions, in a way to make economic activity compatible to targets established in international climate agreements. This paper has the purpose of analyze sectoral emissions of carbon dioxide (CO₂) from the use of energetic sources in production and commercial transactions of Sao Paulo state in 2008. For that, it is employed the methodology of hybrid input-output matrix to calculate incorporated emissions, their impacts and to identify key sectors. As the main conclusion, one can find that the state was an emission exporter and the key sectors in energy consumption and emissions were: “Food and Beverage Industry”, “Consumption Goods Industry” and “Transportation”.

Key words: CO₂ emissions. Hybrid input-output matrix. Trade.

Código JEL: R15. P18. Q51.

* Mestranda em Economia do PPGEC-UFSCar. e-mail: flavianakano@gmail.com

** Mestranda em Economia do PPGEC-UFSCar. e-mail: gabriella.nunescosta@gmail.com

*** Professor Doutor – Universidade Federal de São Carlos *Campus* Sorocaba.



*I Congress Latin American and Caribbean Regional Science Association International
XV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*

de 11 a 13 de outubro de 2017 - FEA/USP - São Paulo, SP - Brasil

Introdução

A utilização de fontes de energia e combustíveis na atividade econômica tem como consequência a emissão de gases do efeito estufa (GEE), por conseguinte, estes estão diretamente relacionados com as mudanças climáticas intensificadas pela atividade humana. Estas externalidades provenientes da produção não são sentidas apenas localmente, entre as consequências da propagação destes gases poluentes pode-se citar: aumento dos níveis globais de temperatura e incidência de doenças associadas à poluição.

Diante de prognósticos pouco otimistas no que se refere ao meio ambiente e ao clima, entende-se que as metas de desenvolvimento das nações deveriam estar associadas a um planejamento que vise atingir um padrão de crescimento sustentável. Entre 2015 e 2016, 175 países assinaram o Acordo de Paris se comprometendo a reduzir as emissões de GEE, de acordo com metas voluntárias nacionais, sendo a primeira meta prevista para 2025 (BRASIL, 2015).

A meta brasileira, instituída na Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), prevê redução das emissões em 37% em relação aos níveis de 2005, tendo como parte do plano de ação o monitoramento e a restauração florestal, a ampliação do uso de biocombustíveis e fontes renováveis, o investimento em agricultura de baixo carbono, entre outros (BRASIL, 2015). Segundo dados do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2013), no período entre 2005 e 2013, houve redução total das emissões de 41,1%. Sendo que a fonte que mais reduziu suas emissões foi o uso de terras e florestas, atingindo redução de 85,1%. Porém, no mesmo período, as emissões de CO₂ provenientes do consumo de energia aumentaram em 35,9%.

Entre os estados brasileiros, aquele que mais se destaca em relação a sua importância econômica é o estado de São Paulo. Trata-se do estado mais populoso e da maior economia do país, visto que apresentou, no ano de 2014, um produto equivalente a R\$1,8 trilhão, representando aproximadamente 32,67% do PIB nacional (IBGE, 2016).

No ano de 2008, o estado de São Paulo representou 29,15% do valor total exportado pelo país, a maior parcela quando se trata de exportações por estados. Em 2008, as exportações corresponderam a um total de US\$57,7 bilhões. Sendo que os produtos que mais contribuem para este valor possuem alto valor agregado, como veículos aéreos, automóveis e aparelhos de telefonia (SÃO PAULO, 2008). Do total exportado, 87,1% são de produtos industrializados, esta mesma classe de produtos representa cerca de 51,1% do total de exportações do Brasil (SEADE, 2013).

Quanto às importações, os bens intermediários representaram 40,6% do total de importados pelo estado em 2013, dentre os principais produtos da pauta importadora há destaque para os derivados de petróleo, e partes, peças e componentes de produtos que se destacam na pauta exportadora, como é o caso de veículos aéreos e telefonia (SÃO PAULO, 2008).

No estado, a maior parcela das emissões de CO₂ é gerada no setor energético. Em 2008, 87,17% das emissões resultaram deste setor, correspondendo a 85,3 mil toneladas de CO₂ equivalente ao ano (SÃO PAULO, 2011). Do total das emissões do setor energético brasileiro, somente o setor energético do estado de São Paulo é responsável por, em média, 28% das emissões totais (BRASIL, 2014; SÃO PAULO, 2011).



Diante do que fora apresentado, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise setorial das emissões de CO₂ provenientes do consumo energético no estado de São Paulo. Além disso, pretende-se como objetivos específicos: (i) Verificar se as emissões são mais intensas no consumo interno ou nas exportações. Cabe aqui uma análise acerca do princípio da responsabilidade dos consumidores e dos produtores. (ii) Averiguar se a competitividade do estado de São Paulo no comércio está baseada em setores intensivos em emissões. (iii) Através dos resultados obtidos, indicar quais setores devem ser foco de políticas setoriais que visem atingir a meta estadual de redução de 20% das emissões de dióxido de carbono (CO₂), em relação aos níveis de 2005, até 2020.

A fim de atingir os objetivos propostos, propõe-se a criação de uma matriz híbrida de produção e fluxos energéticos, utilizando a matriz insumo-produto regional para o estado de São Paulo do ano de 2008.

Este trabalho divide-se em 5 seções. A seção a seguir apresenta uma breve revisão de literatura a respeito dos trabalhos que relacionam a produção e o comércio às emissões de CO₂ utilizando a metodologia de Matriz Híbrida de Insumo-Produto. A terceira seção apresenta os procedimentos metodológicos. A quarta seção apresenta os resultados e as discussões sobre os mesmos. Por fim, na quinta seção, destacam-se as conclusões deste artigo.

Revisão de literatura

Dado que as emissões de GEE e outros gases poluentes são externalidades da atividade econômica, os modelos de insumo-produto têm sido estendidos para realizar uma análise das emissões de CO₂ resultantes da atividade econômica (GUILHOTO, 2011). Além disto, utilizam-se tais modelos devido à necessidade de considerar a importância das ligações inter-setoriais, assim identificando os setores emissores (GUILHOTO, 2011; CARVALHO; SANTIAGO; PEROBELLI, 2013), visto que as emissões geradas pela produção de bens e serviços podem ter como finalidade atender a demanda final deste produto ou bem, assim como atender o consumo intermediário dos demais setores.

A metodologia de Matriz Híbrida de Insumo-Produto também tem sido utilizada a fim de avaliar os impactos de políticas ambientais sobre as variáveis econômicas, como é o caso do estudo de Hilgemberg e Guilhoto (2006). Neste estudo, os autores quantificaram as emissões de CO₂ e realizaram simulações com o objetivo de avaliar os efeitos sobre o PIB de eventuais políticas de controle e de impostos sobre as emissões de CO₂ aplicadas sobre os vários setores da economia. Os resultados indicaram a importância de os esforços na redução de emissões abrangerem não somente os setores produtivos da indústria, mas também as preferências e o comportamento do consumidor, de modo que as políticas de restrição de emissões deveriam ser focadas nos produtos que atendem à demanda das famílias, principalmente nas regiões Nordeste e Sul (HILGEMBERG; GUILHOTO, 2006). Os autores, inclusive destacam a importância econômica do estado de São Paulo, ao considerar a heterogeneidade espacial da atividade econômica no Brasil e dividir o país em seis regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul, São Paulo e Restante do Sudeste.

Souza, Ribeiro e Perobelli (2016) simularam o impacto de diferentes políticas de redução das emissões de GEE sobre a atividade econômica do Brasil, a partir da integração da Matriz Insumo-Produto com Modelos de Programação Linear. Como resultado, os autores observaram o *trade-off* existente entre tais políticas e a produção, sendo que o impacto em cada setor depende de como cada um é penalizado individualmente. Destaca-se o resultado de



que estas políticas ambientais afetariam diretamente o nível de emissões geradas pela pecuária, dada à importância do setor na economia brasileira. Deste modo, mudanças estruturais na pecuária e nos demais setores poderiam ser incentivadas, no curto prazo, através de políticas como a adoção de taxas ou de permissões a fim de criar incentivos privados para reduzir as emissões (SOUZA; RIBEIRO; PEROBELLI, 2016).

Resultados mais específicos sobre o estado de São Paulo foram obtidos por Carvalho e Perobelli (2009), considerando um modelo de insumo-produto inter-regional híbrido para São Paulo e Restante do Brasil para o ano de 1996, os autores quantificaram as emissões de CO₂ e verificaram a quantidade de CO₂ incorporada nas exportações. Em relação ao estado de São Paulo em particular, os setores que mais contribuíram para o aumento total das emissões são “Siderurgia”, “Metalurgia básica”, “Alimentos e bebidas” e “Transportes”. Quanto aos efeitos diretos, ou seja, as emissões geradas devido aumentos na produção para atender diretamente o consumo final, destacam-se os setores “Siderurgia”, “Alimentos e Bebidas”, “Transportes”, “Setor Energético” e “SIUP” (Serviços Industriais de Utilidade Pública). Já o setor “Metalurgia Básica” apresentou os maiores acréscimos nas emissões de CO₂ devido a aumentos na produção para satisfazer o consumo intermediário. Em relação às emissões incorporadas no comércio internacional, os autores obtiveram que a pauta de exportação brasileira e paulista são majoritariamente intensivas em poluição. (CARVALHO; PEROBELLI, 2009).

A respeito das emissões de CO₂ incorporadas no comércio internacional, discute-se quem seria responsável pela poluição: o produtor ou o consumidor. Pelo princípio do consumidor, independentemente se o produto ou serviço é produzido domesticamente ou importado, a responsabilidade pelas emissões é do consumidor (VALE; PEROBELLI, 2014). Entretanto, pelo princípio do produtor, o qual é utilizado no Protocolo de Kyoto (VALE; PEROBELLI, 2014), o produtor é o responsável pelas emissões geradas no processo produtivo de bens e serviços, o que dá margem a reduções de emissões a partir da transferência destes processos para outras localidades, o que ficou conhecido como fuga de carbono (*carbon leakage*), sendo que, de acordo com a hipótese de Refúgio da Poluição, este processo seletivo será transferido para países com baixo nível de regulamentação ambiental (CARVALHO; PEROBELLI, 2009; CARVALHO; SANTIAGO; PEROBELLI, 2014).

Assim, a fim de avaliar a relação entre comércio internacional e responsabilidade pelas emissões, Vale e Perobelli (2014) analisaram, no período de 1995 a 2014, as emissões incorporadas no comércio internacional de 27 países da União Europeia e de outros 13 países selecionados, entre eles o Brasil. Os resultados indicaram que, os Estados Unidos e a Índia foram importadores líquidos de CO₂; e a França, o Japão, a Rússia e a China foram os países classificados como exportadores líquidos. Porém, o Brasil, a Alemanha e o Reino Unido apresentaram comportamentos diferentes entre os anos, sendo que o Brasil foi classificado como exportador líquido na maioria dos anos analisados, com exceção do ano 2000.

Com o objetivo de traçar as emissões incorporadas no comércio dos estados brasileiros dentro do país e internacionalmente, Imori e Guilhoto (2015) combinaram uma matriz insumo-produto global com uma matriz insumo-produto inter-regional. Como resultado, os autores obtiveram que, para o ano de 2008, as emissões para a produção visando o comércio entre os estados do país corresponderam a 36% das emissões de CO₂ do Brasil, sendo São Paulo o estado que gera os maiores níveis de emissões tanto devido à demanda final quanto ao consumo intermediário. Quanto ao comércio internacional, à intensidade de emissão varia



entre os países parceiros, analisando a razão emissão de CO₂ por valor adicionado, a demanda final dos Estados Unidos gera uma razão superior às razões chinesa ou dos países da União Europeia.

Assim, considerando a existência de transferências tecnológicas entre os estados brasileiros de modo que todos adotem a tecnologia de menor emissão de poluentes, o estado de São Paulo, de acordo com os resultados obtidos pelos autores, é o único com potencial de redução de emissões baseadas no consumo. Esta redução seria de 22%, valor superior ao potencial de redução de emissões baseadas na produção; enquanto que no Brasil tais reduções seriam de 47% e 32%, respectivamente (IMORI; GUILHOTO, 2015).

Metodologia

Construção da matriz híbrida de insumo-produto: Com o objetivo de estimar as emissões de CO₂ pelos setores de uma economia, têm-se como procedimento usual utilizar o modelo híbrido de insumo-produto para estimar o uso de energia pelas indústrias e pelos consumidores finais (HILBEMBERG; GUILHOTO, 2006; MONTOYA; LOPES; GUILHOTO, 2013). Esta metodologia tem suas vantagens, pois permite uma desagregação setorial maior do que os modelos de otimização dinâmica e os modelos macroeconômicos, assim como a incorporação de fluxos de energia inter-setoriais, tanto em termos físicos quanto monetários. Além disso, possibilita a implementação de análises de impacto. Vale ressaltar que este procedimento apresenta limitações, visto que a metodologia de matriz insumo-produto assume coeficientes fixos, retornos constantes de escala e que a demanda final é determinada exogenamente (FIRME; PEROBELLI, 2012; FIGUEIREDO; ARAÚJO JUNIOR; PEROBELLI, 2009).

O procedimento realizado para a construção da matriz híbrida de insumo-produto, na qual se tem unidades monetárias e unidades físicas representadas pelas emissões de CO₂, são descritos a seguir, e foram baseados em Miller e Blair (2009), Guilhoto (2011), Figueiredo, Araújo Junior e Perobelli (2009) e Hilbemberg e Guilhoto (2006). A principal diferença deste trabalho é que a conversão de consumo de combustíveis energéticos em emissão de CO₂ foi feita anteriormente a obtenção dos requerimentos de energia, pois se tem como objetivo considerar que os combustíveis emitem diferentes níveis de CO₂.

Em uma economia com n setores, dos quais m são setores energéticos, a matriz de fluxos de energia, E , tem dimensão m por n e a energia consumida em unidades físicas pela demanda final é dada por e_y . O consumo total de energia é representado pela matriz F , sendo e_y e F vetores-coluna com m elementos, e i um vetor ($n \times 1$) cujos elementos são todos iguais a um, de modo que: $Ei + e_y = F$.

Utilizando os fatores de conversão de consumo de energia em emissões de CO₂, obtêm-se a matriz de fluxos de emissão de CO₂ (E^{CO_2}), a emissão de CO₂ pela demanda final, ($e_y^{CO_2}$) e a emissão total de CO₂ nesta economia (F^{CO_2}).

Partindo da matriz insumo-produto obtêm-se a matriz de transações interindustriais (Z), o vetor coluna de produto total (X) e o vetor coluna de demanda final (Y). Deste modo, para construir a matriz híbrida é necessário substituir a linha dos m setores de energia em fluxos monetários para os valores correspondentes em emissão de CO₂, e, assim, têm-se as matrizes Z^* , X^* e Y^* , em que:

$$Z_i^* = \begin{cases} Z_j & \text{para linhas não energéticas} \\ E_k^{CO_2} & \text{para linhas de energia} \end{cases}$$

$$Y_i^* = \begin{cases} Y_j & \text{para linhas não energéticas} \\ e_{ky}^{CO_2} & \text{para linhas de energia} \end{cases}$$

$$X_i^* = \begin{cases} X_j & \text{para linhas não energéticas} \\ F_k^{CO_2} & \text{para linhas de energia} \end{cases}$$

As matrizes $A^* = Z^*(\hat{X}^*)^{-1}$ e $(I - A^*)^{-1}$ originam-se destas definições, sendo que a soma das colunas da matriz A^* não necessariamente será menor que um, o que difere da abordagem tradicional de insumo-produto. A matriz \hat{X}^* é uma matriz diagonal dos elementos da matriz X^* e os demais elementos são zero. As matrizes A^* e $(I - A^*)^{-1}$ representam, respectivamente, a emissão de CO₂ por unidade de produto total e as emissões de CO₂ por unidade de demanda final.

Coefficientes de intensidade de emissões diretas, indiretas e totais: A fim de se obter a intensidade de emissões diretas, indiretas e totais, as matrizes \hat{X}^* , A^* , $(I - A^*)^{-1}$ e F^* foram utilizadas. Sendo que a matriz F^* tem dimensão n por n e é construída a partir da diagonalização da matriz de F^{CO_2} . Logo, as emissões diretas, indiretas e totais são, respectivamente, obtidas a partir das seguintes equações:

$$\delta_{CO_2} = F^*(\hat{X}^*)^{-1}A^* \quad (1)$$

$$\gamma_{CO_2} = F^*(\hat{X}^*)^{-1}[(I - A^*)^{-1} - A^*] \quad (2)$$

$$\alpha_{CO_2} = F^*(\hat{X}^*)^{-1}(I - A^*)^{-1} \quad (3)$$

Assim, é possível avaliar tanto as emissões causadas pela produção, com objetivo de atender a demanda final daquele setor (Equação 1), quanto às emissões indiretas, provenientes do uso de combustíveis energéticos para atender a demanda dos demais setores (Equação 2). A equação 3 representa o efeito total das duas equações anteriores. (CARVALHO; PEROBELLI, 2009). Deste modo, para o cálculo das emissões totais associadas à produção, o coeficiente de emissão total deve ser diagonalizado e multiplicado pelo vetor de produto total (X).

Impactos setoriais e setores-chaves nas emissões de CO₂¹: Nos indicadores tradicionais da metodologia de insumo produto, os setores-chaves são aqueles que contribuem acima da média para a economia, isto significa que, assim como o setor demanda grande quantidade de insumos, é demandado de forma significativa pelos demais setores (MILLER; BLAIR, 2009; GUILHOTO, 2011). Por outro lado, na abordagem de matriz insumo-produto híbrida, os setores-chave são aqueles que pressionam a emissão de CO₂ (ou o consumo de

¹ Este item e o posterior basearam-se nos trabalhos de Alcántara e Padilha (2003), Carvalho e Perobelli (2009) e Carvalho, Santiago e Perobelli (2013).

energia), e são pressionados a emitir CO₂ (ou a consumir energia). Para encontrar quais são os setores-chave em relação à emissão de CO₂, é necessário construir uma matriz de elasticidades inter-setoriais da demanda em relação à emissão total de dióxido de carbono, cujos procedimentos para obtenção da mesma são descritos a seguir.

Considerando Γ um escalar que representa o fluxo de emissão total de todos os setores, para obtê-lo basta somar todos os elementos da matriz E^{CO_2} . O vetor-linha da emissão de CO₂ por unidade de produto setorial (τ') é obtido dividindo-se os elementos da matriz E^{CO_2} pelos elementos da matriz X^* . Portanto, pode-se escrever, a partir do modelo de Leontief, a seguinte equação:

$$\Gamma = \tau' X^* = \tau' (I - A^*)^{-1} Y^* \quad (4)$$

Se as emissões de CO₂ são dependentes da demanda final da economia, considerando que γ é um escalar que representa o aumento proporcional da demanda final, têm-se:

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

Assumindo que s é um vetor da participação das demandas finais de cada setor em suas respectivas produções efetivas, têm-se:

$$s = (\hat{X}^*)^{-1} Y^*$$

$$\text{Portanto, } Y^* = s \hat{X}^* \quad (6)$$

Substituindo (6) em (5), obtêm-se que:

$$\Delta \Gamma = \tau' (I - A^*)^{-1} \hat{X}^* s \gamma \quad (7)$$

Dividindo a equação (7) por Γ :

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

Em que $\Gamma^{-1} \Delta \Gamma$ mostra o aumento total de emissão de CO₂ em relação ao aumento na demanda final, ou seja, a elasticidade de Γ em relação à demanda final. Mas, dada à natureza linear do modelo, tal informação não traz informações adicionais, visto que $\Gamma^{-1} \Delta \Gamma = \gamma$. Por isso, é necessário fazer uma desagregação da elasticidade, transformando a equação (8). Assim, seja d' um vetor da distribuição de emissão de CO₂ entre os n setores produtivos da economia, de modo que este é obtido dividindo cada elemento da matriz E^{CO_2} por Γ , tal que $\sum_{i=1}^n d_i = 1$, pode-se escrever o vetor τ' da seguinte maneira:

$$\tau' = \Gamma d' (\hat{X}^*)^{-1} \quad (9)$$

Assim, substituindo (9) em (8), têm-se:

$$\Gamma^{-1} \Delta \Gamma = d' (\hat{X}^*)^{-1} (I - A^*)^{-1} \hat{X}^* s \gamma \quad (10)$$

Ao considerar que:

$$(I - D)^{-1} = (\hat{X}^*)^{-1}(I - A^*)^{-1}\hat{X}^* \quad (11)$$

Deve-se lembrar que, quando duas matrizes quaisquer, P e Q, por exemplo, são conectadas pela relação $P = MQM^{-1}$, tais matrizes são similares e expressas por $P \approx Q$. O que implica que $(I - D)^{-1} \approx (I - A^*)^{-1}$ e, assim, $(I - D)^{-1}$ pode ser interpretado como o valor aproximado das emissões totais necessárias para a produção dos bens e serviços da economia.

Diagonalizando o vetor s e utilizando as equações (10) e (11), têm-se a equação (12), que fornece a variação proporcional do consumo setorial de energia em relação a uma mudança proporcional na demanda final.

$$\varepsilon' = d'(I - D)^{-1}\hat{s}\gamma \quad (12)$$

Omitindo γ e diagonalizando o vetor d' :

$$\Gamma^y = \hat{d}(I - D)^{-1}\hat{s} \quad (13)$$

Em que τ_{ij}^y , elemento da matriz Γ^y , pode ser interpretado como elasticidade, e os impactos totais e distributivos de cada setor podem ser obtidos a partir das equações a seguir:

$$P_{\bullet j} = \sum_{i=1}^n \tau_{ij}^y \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

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

A equação (14) descreve que o impacto total, que expressa à porcentagem de aumento de emissão total de CO₂ em resposta a uma mudança de 1% na demanda final do setor j, é obtido a partir da soma das colunas. Já o impacto distributivo, este é dado pela soma dos elementos das linhas e mostra a porcentagem de variação da emissão de CO₂ do setor i que resulta de um aumento de 1% na demanda final de todos os setores da economia, o que é obtido através da equação (15).

Definindo-se Γ_T e Γ_D como os valores medianos dos impactos totais e distributivos, respectivamente, adota-se a classificação estabelecida na Tabela 1. No quadrante I, têm-se os setores que tem suas emissões de CO₂ determinadas pela demanda de outros setores, visto que o impacto distributivo destes setores é maior do que a mediana da economia. Os setores no quadrante II apresentam efeito total e distributivo acima das medianas da economia, ou seja, são induzidos a emitir pelo aumento da demanda dos demais setores, assim como pressionam as emissões dos outros setores pelo aumento de sua própria demanda; assim, os setores que se encontram neste quadrante são classificados como os setores-chave. No quadrante III, encontram-se os setores menos relevantes em relação as suas emissões. Enquanto no quadrante IV estão os setores com altos níveis de emissão de CO₂.



Tabela 1 - Classificação dos setores

$\sum_i \tau_{ij}^y < \Gamma_T$		$\sum_i \tau_{ij}^y > \Gamma_T$	
I		II	
$\sum_j \tau_{ij}^y > \Gamma_D$	Setores relevantes do ponto de vista da demanda de outros setores	Setores-chave: pressionam a emissão de CO ₂ e são pressionados a emitir.	
III		IV	
$\sum_j \tau_{ij}^y < \Gamma_D$	Setores não relevantes	Setores relevantes na perspectiva de sua demanda final	

Fonte: Alcântara e Padilha (2003); Carvalho e Perobelli (2009).

Emissões incorporadas nas exportações e importações: Antes de utilizar os coeficientes de intensidade de emissões de CO₂ de uma economia para se estimar a quantidade de emissões (ou a quantidade de energia) embutida no comércio internacional, é necessário realizar um teste de consistência, de modo que o produto vetorial, entre o vetor de coeficientes totais de emissão e o vetor de demanda final, ambos expressos em unidades híbridas, $\alpha_{CO_2} Y^*$, tem que igualar o vetor de emissão total de CO₂ nesta economia, F^{CO_2} , ou seja, $F^{CO_2} = \alpha_{CO_2} * Y^*$.

Passando por este teste de consistência, como as exportações (*Exp*) é um dos componentes da demanda final, as emissões de CO₂ incorporada nas exportações de casa setor, $F_E^{CO_2}$, são obtidas pela equação (16), em que $\hat{\alpha}_{CO_2}$ é a matriz diagonal de α_{CO_2} .

$$F_E^{CO_2} = \hat{\alpha}_{CO_2} Exp \quad (16)$$

Partindo da hipótese de que se os produtos que são importados fossem produzidos dentro desta economia haveria em vazamento das emissões de dióxido de carbono para outras economias, têm-se que as emissões de CO₂ incorporadas nas importações, $I_E^{CO_2}$, podem ser obtidas a partir da seguinte equação:

$$I_E^{CO_2} = \hat{\alpha}_{CO_2} Imp \quad (17)$$

Em que *Imp* é o vetor de importações de cada setor da economia.

Preparação dos dados: Para a elaboração deste artigo foram utilizados os dados referentes ao estado de São Paulo obtidos pela Matriz Insumo–Produto Inter-regional de São Paulo/Restante do Brasil do ano de 2008, estimada por Guilhoto (2008) a partir de dados das Contas Nacionais e das Contas Regionais. Também foram utilizados os dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo (BESP) para o ano de 2008.

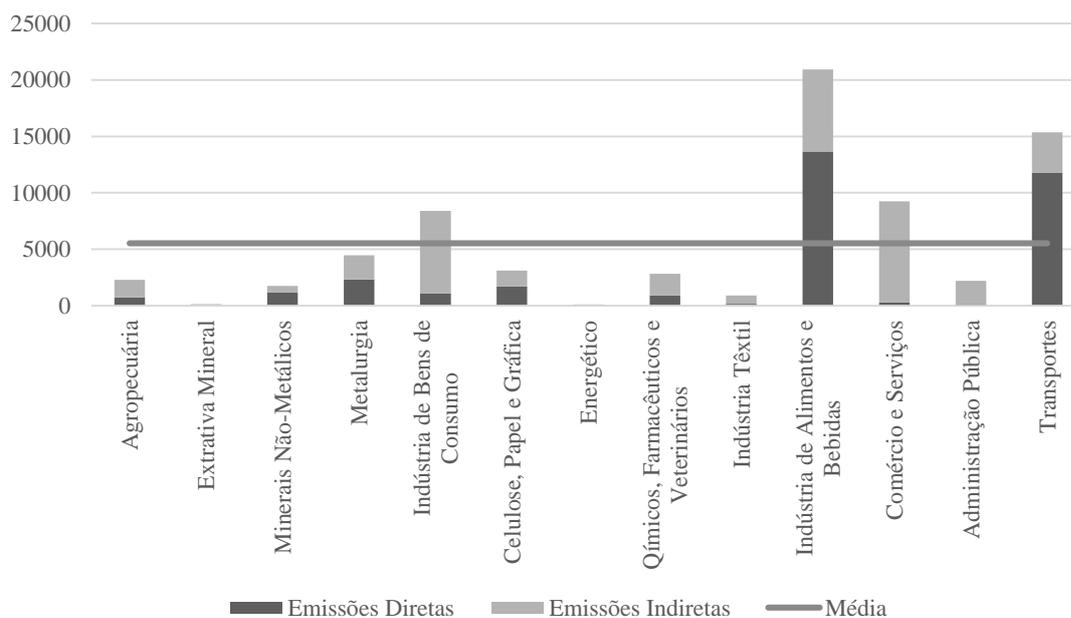
A primeira etapa de preparação dos dados foi à compatibilização das bases através da agregação dos setores, conforme apresentado no Quadro 1A que se encontra no Apêndice. Pelo fato das bases de dados conterem diferentes quantidades de setores, a compatibilização resultou em uma matriz híbrida com 13 setores. A segunda etapa foi à conversão do consumo de combustíveis em emissão de CO₂, utilizando os fatores de conversão apresentados na Tabela 1A, também no Apêndice.

Resultados e discussões

Emissões diretas, indiretas e totais dos setores do estado de São Paulo: Como este artigo se propõe a comparar as emissões incorporadas ao consumo interno no estado e às exportações, calculou-se a quantidade de gases de CO₂ na produção setorial desagregando-a em emissões provenientes da demanda final (emissões diretas) e para satisfazer as demandas dos outros setores (emissões indiretas).

Analisando a Figura 1, pode-se observar que a produção de quatro setores apresenta níveis de emissões acima da média: “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Transportes”, “Indústria de Bens de Consumo” e “Comércio e Serviços”. Nota-se que os dois primeiros setores apresentam maior contribuição das emissões diretas na emissão total, enquanto os demais têm como maior responsável por suas emissões totais às emissões indiretas. Além deste, vale ressaltar que os setores “Agropecuária”, “Químicos” e “Comércio” apresentam relativamente emissões indiretas superiores as emissões diretas. O que significa que os demais setores pressionam estes a emitir.

Figura 1 – Emissões de CO₂ (em mil toneladas) provenientes do uso energético incorporado à produção



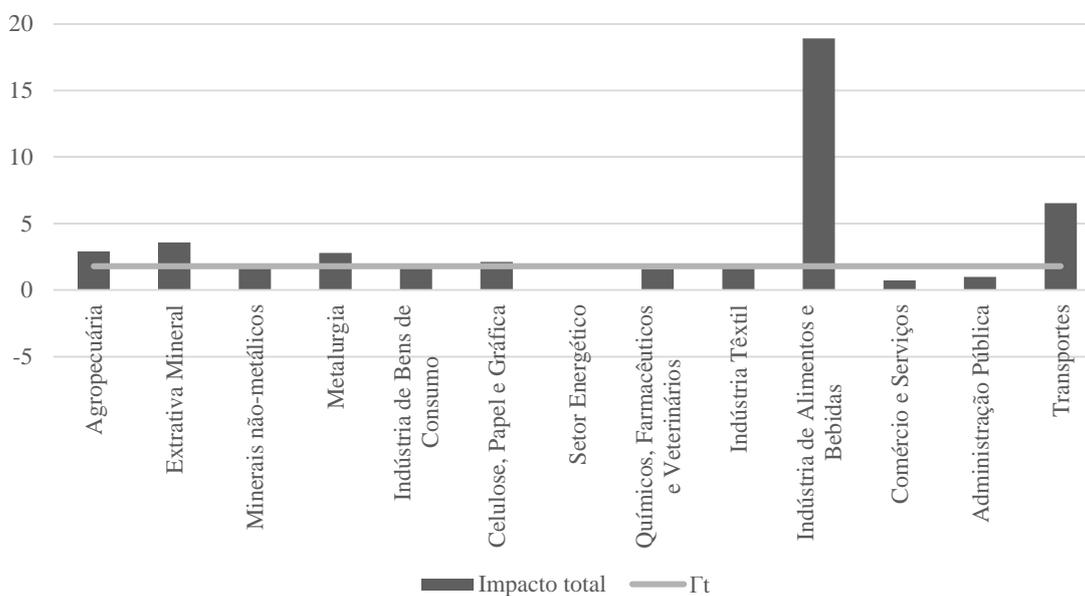
Fonte: Elaboração dos autores.

Análise setorial - impactos distributivos e totais e a classificação dos setores: O impacto total, representado na Figura 2, expressa a porcentagem de aumento de emissão total de CO₂ em resposta a uma mudança de 1% na demanda final do setor. Conforme se observa, os setores com impacto total acima da mediana da economia foram: “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Transportes”, “Extrativa Mineral”, “Agropecuária”, “Metalurgia” e “Celulose, Papel e Gráfica” (Figura 2).

O impacto distributivo refere-se à emissão de CO₂ relacionada ao aumento do consumo intermediário. Os setores “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Transportes”, “Metalurgia” e “Indústria de Bens de Consumo” foram os setores que apresentaram impactos acima da mediana (Figura 3).

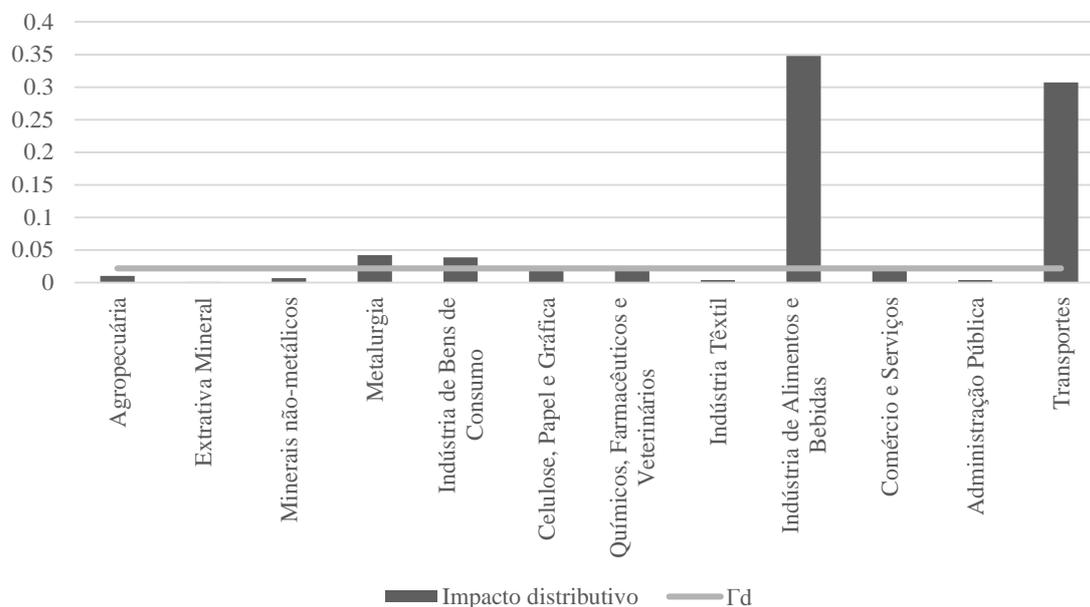
A partir da análise das Figuras 1, 2 e 3, observa-se que os setores “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Transportes” apresentaram emissões totais acima da média, sendo grande parte desta explicada pela demanda final do setor, o que explica os resultados de impacto total destes dois setores serem superiores aos impactos distributivos.

Figura 2 – Impacto total dos setores sobre a emissão de CO₂ (em toneladas).



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 3 – Impacto distributivo dos setores sobre a emissão de CO₂ (em toneladas).



Fonte: Elaboração dos autores.

Os impactos totais e distributivos dos setores da economia brasileira foram utilizados para a construção da Tabela 2 e, portanto, para a classificação dos setores de acordo com a intensidade das emissões.

Tabela 2 – Classificação dos Setores por Emissões de CO₂

I	II
Energéticos; Químico, Farmacêuticos e Veterinários.	Metalurgia; Indústria de Alimentos e Bebidas; Transportes.
III	IV
Minerais não-metálicos; Comércio e Serviços; Administração Pública.	Agropecuária; Extrativa Mineral.

Fonte: Elaboração dos autores.

No Quadrante I estão dispostos os setores fornecedores, isto significa que um aumento da demanda final resultará em um aumento na demanda dos bens produzidos destes setores e, conseqüentemente, haverá um aumento da emissão destes setores. Em São Paulo, um setor que tem sua demanda pressionada indiretamente é o “Energético”, pois seu produto final corresponde a um bem essencial, visto que é utilizado nas demais etapas da cadeia de



produção de todos os setores. Além deste setor, são classificados no Quadrante I o setor “Químicos, Farmacêuticos e Veterinários”.

O Quadrante II corresponde aos setores-chave de emissão da economia, aqueles em que o aumento da demanda final impulsiona a emissão de CO₂ (a partir do consumo energético) dele mesmo e dos demais setores. Os setores que apresentaram impacto total e distributivo maior que a mediana e, portanto, foram classificados como setores-chave, são: a “Metalurgia”, “Indústria de Alimentos e Bebidas” e o setor de “Transportes”.

Os setores “Minerais não-metálicos”, “Comércio e Serviços” e “Administração Pública” (Quadrante III) apresentam baixos níveis de emissões produzidas se comparados aos demais. A partir desta análise pode-se afirmar que as interações existentes destes com outros setores também não pressionam demasiadamente a emissão de CO₂ proveniente do consumo energético. Ademais, os setores “Extrativa Mineral” e “Agropecuária” (Quadrante IV) são os setores que mais pressionam a demanda dos demais setores a partir de um aumento na demanda final.

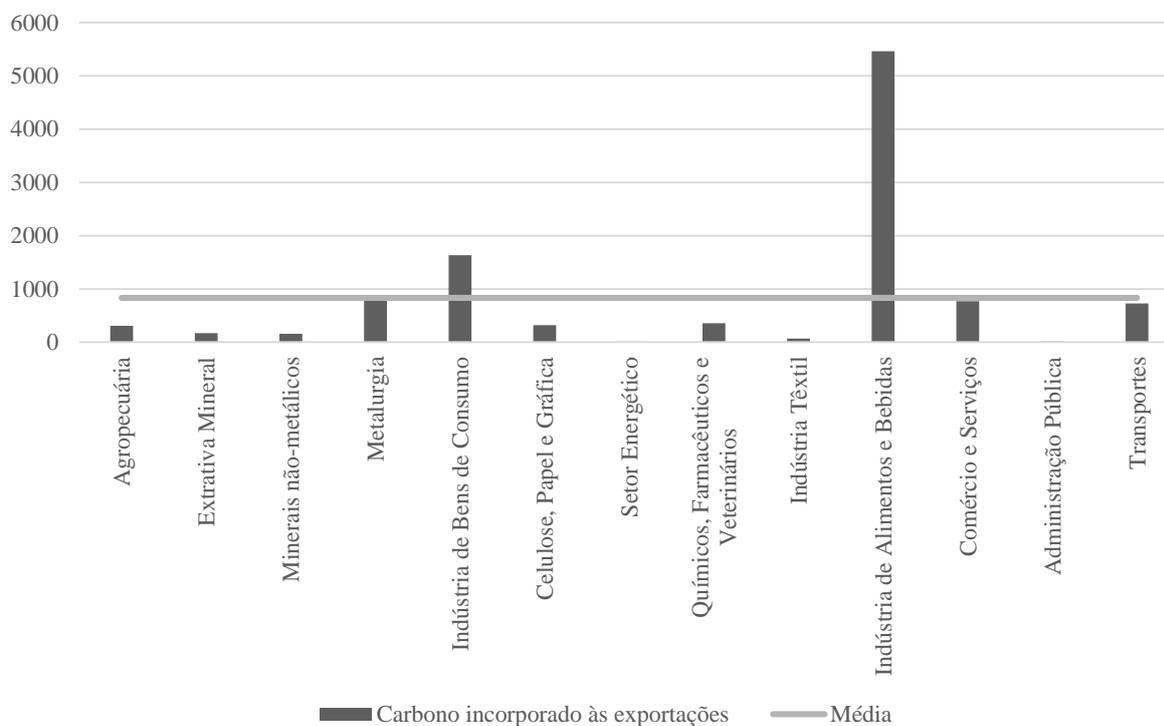
Intensidade de emissões na estrutura estadual de exportações: Segundo dados de Contas Nacionais disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDICES), a pauta exportadora do estado de São Paulo concentra-se em produtos manufaturados, principalmente insumos industriais e bens de consumo não duráveis. Os principais produtos de exportação no ano de 2008 foram: veículos aéreos, açúcar de cana, álcool etílico, automóveis, portáteis de telefonia celular, carne bovina, suco de laranja (BRASIL, 2008).

Os resultados do cálculo de toneladas de carbono emitido nas exportações do estado são apresentados na Figura 4. Nota-se que alguns dos mais importantes produtos para o comércio externo são bens de consumo alimentícios parcialmente ou totalmente beneficiados. O setor de “Indústria de Alimentos e Bebidas” foi o que mais emitiu CO₂, no ano de 2008, em decorrência do uso de fontes energéticas.

Outro setor que apresentou nível de emissões acima da média foi “Indústria de Bens de Consumo” cuja produção também se mostra relevante para a pauta exportadora. Assim, pode-se deduzir que a competitividade do estado no comércio externo é baseada em setores intensivos em emissões de dióxido de carbono. Estes resultados são condizentes com os resultados de Carvalho e Perobelli (2009), que também apontam o setor “Indústria de Alimentos e Bebidas” como um dos setores que incorporam maior quantidade de CO₂ em suas exportações.

É relevante notar que os setores que apresentaram maiores níveis de emissões incorporadas nas exportações (“Indústria de Alimentos e Bebidas” e “Indústria de Bens de Consumo”) possuem impacto total e distributivo acima da mediana, contribuindo com as emissões devido a pressões na demanda final e intermediária. Por esta razão é preciso cautela quando se recomenda políticas de restrição da produção visando redução da emissão de gases poluentes para setores com estas características (CARVALHO; PEROBELLI, 2009). Vale lembrar que a redução da produção em setores com grande número de ligações inter-setoriais e inter-regionais podem resultar em impactos negativos para a economia.

Figura 4 – Emissões de CO₂ (em mil toneladas) provenientes do uso energético incorporado às exportações



Fonte: Elaboração dos autores.

Intensidade de emissões incorporadas às importações do estado: É importante destacar que, para obter os resultados deste item partiu-se da hipótese simplificadora de que as importações são produzidas a partir dos mesmos coeficientes técnicos da produção do estado de São Paulo.

Os principais produtos de importação no estado são bens de capital, insumos industriais e combustíveis. Percebe-se uma predominância, em relação aos importados, de bens intermediários que serão transformados e, posteriormente, exportados. Os produtos com maior valor no ano de 2008 foram: óleo bruto de petróleo, óleo diesel, álcool etílico, partes para veículos aéreos, partes para aparelhos de telefonia, dispositivos de cristal líquido (LCD), querosene de avião (BRASIL, 2008).

A análise das emissões das importações provenientes do restante do país, conforme apresentado na Figura 5, revelou que três setores apresentaram emissões de CO₂ acima da média: “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Indústria de Bens de Consumo” e “Transportes”. Pode-se observar que os dois primeiros são em setores que apresentaram emissões elevadas nas exportações do estado de São Paulo, conforme mencionado anteriormente. Este fato pode indicar que se trata de setores que consomem grande quantidade de energia de fontes poluentes.

De acordo com dados do Balanço Energético de São Paulo, no ano de 2008, combustível de óleo diesel e gasolina corresponderam a 61,9% da matriz energética do setor



de “Transportes” liderado pelo modal rodoviário. Enquanto as fontes renováveis correspondem a 23,2% do combustível utilizado pelo setor.

O setor “Indústria de Alimentos e Bebidas” teve como principal fonte energética o Bagaço de Cana, correspondendo a 88,2% de toda a energia utilizada na produção (BESP, 2009). Trata-se de uma fonte proveniente de recursos renováveis e tem como vantagem econômica a possibilidade de ser produzida através do aproveitamento da palha da cana, muitas vezes residual, em usinas sucroalcooleiras. Por outro lado, é necessário ressaltar que apesar do elevado conteúdo energético, a queima do bagaço nas caldeiras de produção de energia lança gases poluentes na atmosfera, o que explica o alto fator de conversão de carbono desta fonte (vide Tabela 3, em anexo).

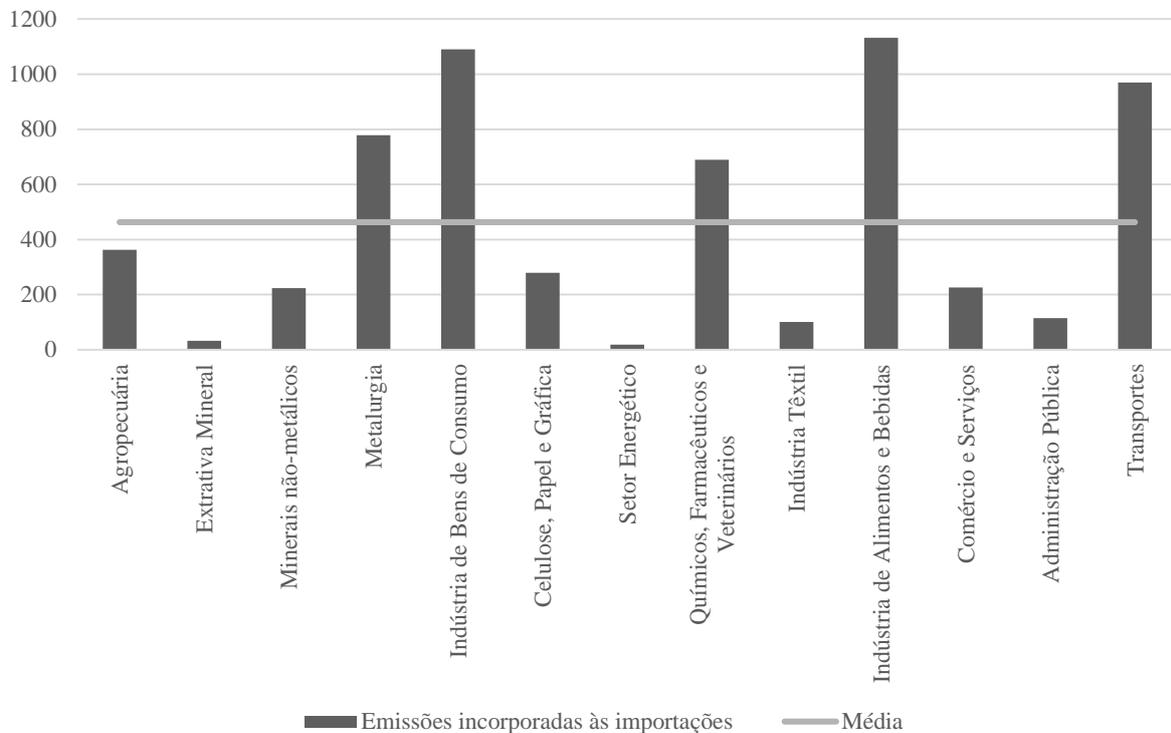
Analisando as emissões provenientes das importações (Figura 5), nota-se que mais setores apresentam níveis de emissões acima da média, sendo eles: “Metalurgia”, “Indústria de Bens de Consumo”, “Químicos, Farmacêuticos e Veterinários”, “Indústria de Alimentos e Bebidas” e o setor de “Transportes”.

Novamente, os setores de produção de bens de consumo e bens alimentícios apresentaram elevadas emissões provenientes de fontes energéticas. O setor “Transportes” apresentou emissões acima da média nos produtos importados, por se tratar de um setor que utiliza intensamente combustíveis fósseis e possui interações com todos os demais setores, tais resultados já eram esperados. Isso é explicado pela maior distância que estes produtos percorrem para chegar ao estado e os diferentes modais de transportes necessários para os deslocamentos. Enquanto as importações dos demais estados com destino a São Paulo exercem pressões sobre o modal rodoviário; importações de outros países utilizam além do modal rodoviário, o marítimo e ferroviário, se considerarmos que os principais parceiros comerciais do estado, quanto à origem das importações, são: Estados Unidos, China e Alemanha (BRASIL, 2008).

O saldo líquido das emissões de CO₂ consiste na diferença entre o total das emissões provenientes das exportações e o total referente às importações. A análise da Figura 6 mostra que dentre os 13 setores analisados, 6 apresentaram saldo de emissões negativo. Porém, o setor “Indústria de Alimentos e Bebidas” apresentou um saldo de emissões positivo e elevado, contribuindo para a média estadual positiva. Deste modo, o estado de São Paulo, no ano de 2008, seria um estado exportador líquido de emissões, mas não em todos os setores.

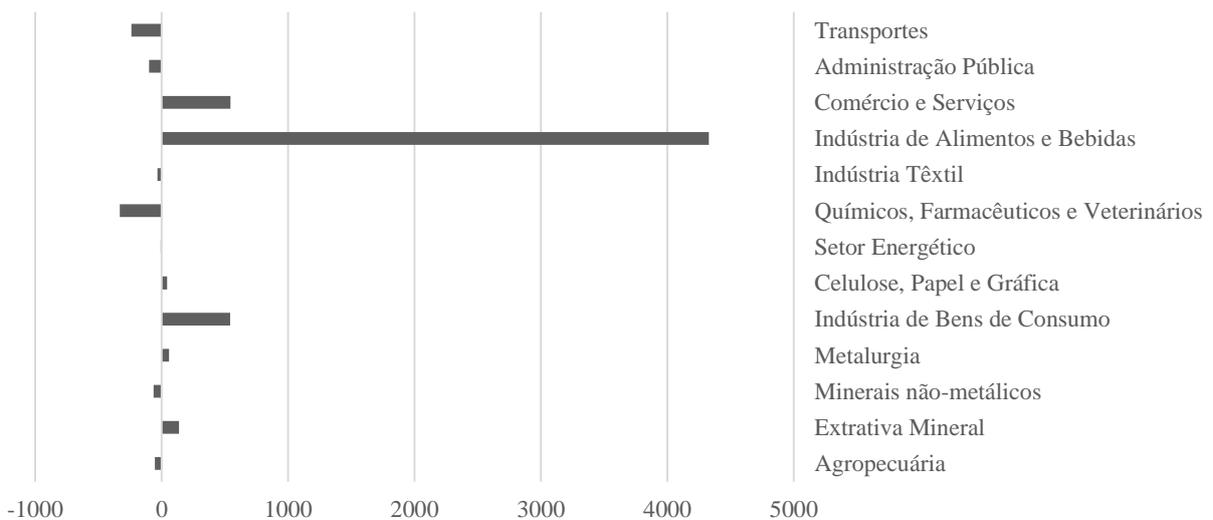
É relevante notar que o estado emite elevada quantidade de gases no setor “Alimentos e Bebidas”, mas também importa. Trata-se de um setor que possui como bem final um produto prioritário na cesta de consumo doméstico e que possui elevada utilização energética na cadeia de produção. Em todas as análises empregadas no presente trabalho, este setor aparece como o principal responsável pelas emissões estaduais.

Figura 5 - Emissões de CO₂ (em mil toneladas) provenientes do uso energético incorporado às importações



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 6 – Saldo das Emissões de CO₂ (em mil toneladas)

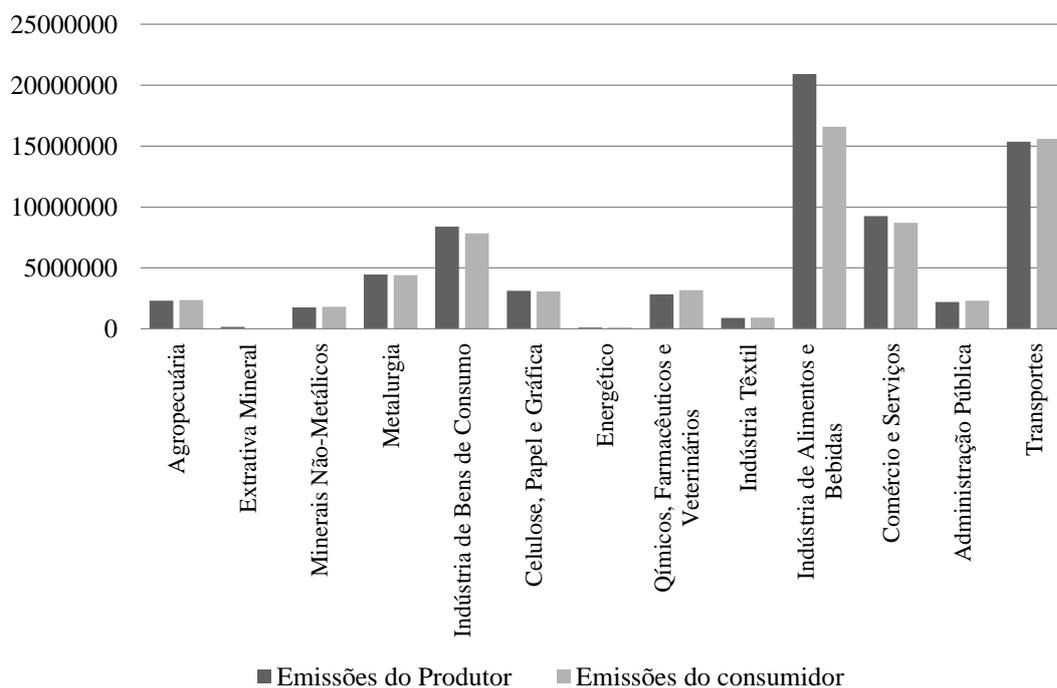


Fonte: Elaboração dos autores.

Emissões e os princípios de responsabilidades do produtor e do consumidor: A fim de quantificar as emissões de CO₂ a partir do princípio contábil de responsabilidade do produtor, os coeficientes de emissões totais de cada setor foram multiplicados por suas respectivas produções setoriais. Para calcular o valor associado ao princípio do consumidor, a quantidade exportada foi deduzida da produção total e acrescida às importações (VALE; PEROBELLI, 2013; IMORI; GUILHOTO, 2015).

Portanto, tem-se que, se as emissões forem contabilizadas pelo princípio do produtor, o estado de São Paulo seria responsável por um nível de emissão similar ou maior do que seria caso as emissões fossem contabilizadas pelo princípio do consumidor (Figura 7). Assim, a hipótese de refúgio da poluição pode ser refutada para o estado, já que independentemente de uma mudança de localidade das atividades produtivas o produtor ainda seria responsabilizado por parte majoritária das emissões de CO₂ proveniente do uso de combustíveis. Isto porque as quantidades exportadas e importadas de CO₂ incorporadas no comércio são muito próximas na maioria dos setores, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 7 – Emissões de CO₂ (em toneladas) pela responsabilidade do produtor e do consumidor



Fonte: Elaboração dos autores.

O setor que apresentou maior diferença entre as emissões de responsabilidade do produtor e do consumidor foi o setor “Indústria de Alimentos e Bebidas” (Figura 7), dado o alto volume de emissão que é exportada pelo setor, conforme pode ser observado na Figura 6. Outros setores que se destacaram foram “Transportes”, “Químicos, Farmacêuticos e Veterinários”, “Minerais Não-Metálicos” e “Administração Pública”, os quais apresentaram



emissões de responsabilidade do consumidor superior às emissões de responsabilidade do consumidor.

Conclusões

O presente artigo, partindo das relações de interação entre a atividade econômica (produção e comércio) e da relevância do estado de São Paulo para a economia brasileira, teve como objetivos: (i) Verificar se as emissões são mais intensas no consumo interno ou nas exportações; (ii) Averiguar se a competitividade do estado de São Paulo no comércio está baseada em setores intensivos em emissões; e (iii) Analisar implicações para uma política setorial, tendo em vista a meta estadual de redução de GEE e a importância econômica dos setores. Os principais resultados e as implicações em termos de políticas ambientais e de propostas de estudos futuros de cada um destes objetivos serão apresentados a seguir.

Quanto ao saldo líquido das emissões incorporadas no comércio do estado paulista com os demais estados do país e com o restante do mundo, obteve-se como resultado que este, no ano de 2008, foi um exportador líquido de emissões de CO₂. Além de sugerir avaliar o saldo de emissões de outros anos para o estado de São Paulo, dada à limitação de tratar a estrutura produtiva dos demais estados e de outros países como sendo similar à estrutura de São Paulo, sugere-se que outros estudos venham a calcular os coeficientes de emissões de cada estado e país que faça comércio com o estado de São Paulo.

Observou-se que os setores em que o estado apresenta elevada competitividade são aqueles que impulsionam as exportações e importações de CO₂, sendo eles: “Indústria de Alimentos e Bebidas” e a “Indústria de Bens de Consumo”. Tais setores, dada a necessidade de transporte de seus produtos e os modais comumente utilizados pela economia brasileira, impulsionam a importação de combustíveis energéticos, levando o setor de Transporte também a aparecer como um setor com elevada incorporação de CO₂ em suas importações. Destes, os setores “Indústria de Alimentos e Bebidas” e “Transportes” se destacaram por serem setores-chave de emissões, de modo que pressionam os demais setores a emitir CO₂, quanto são pressionados a emitir.

Identifica-se que estes setores possuem importância tanto para a economia paulista como para a economia brasileira, visto que tais setores demandam produtos e serviços de outros estados. Por essa razão, antes de se indicar quais políticas deveriam ser adotadas (taxas, permissões, etc.) mais estudos devem ser realizados quantificando o impacto de políticas de redução de GEE na atividade econômica do estado de São Paulo e as implicações para a atividade econômica dos demais estados.

Ainda assim, o presente artigo permite afirmar quais setores deveriam ser priorizados, tanto em estudos quanto em políticas de mitigação de emissões de CO₂, devido às elevadas quantidades de CO₂ por eles emitidas e demandadas a partir das importações, são eles, portanto: “Indústria de Alimentos e Bebidas”, “Indústria de Bens de Consumo”, o “Transportes” e “Metalurgia”, sendo este último setor o responsável por importação de CO₂ acima da média e também classificado como um setor-chave.



Referências

- Alcântara, V.; Padilha, E. (2003). “Key” sectors in final energy consumption: an input–output application to the Spanish case. *Energy Economics*, vol. 31, p. 1676–1678.
- Brasil. MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia (2010). Adequação da Metodologia do IPCC para o Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Combustíveis: Abordagem bottom-up. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212235.pdf>. Acesso em: 08/11/2016.
- Brasil. MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2014). Estimativas Anuais de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. 2 ed. Brasília, 168 p.
- Brasil. MDICES – Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2008). Balança Comercial Brasileira: São Paulo. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-unidades-da-federacao>>. Acesso em: 21/04/2017.
- Brasil. MMA – Ministério do Meio Ambiente (2015). Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada. Brasília, 10 p.
- Carvalho, T. S.; Perobelli, F. S. (2009). Avaliação da intensidade de emissões de CO₂ setoriais e na estrutura de exportações: um modelo inter-regional de insumo-produto São Paulo/restante do Brasil. *Economia Aplicada*, São Paulo, vol. 13(1), p. 99-124.
- Carvalho, T. S.; Santiago, F. S.; Perobelli, F. S. (2013). International trade and emissions: The case of Minas Gerais. *Energy Economics*, vol. 40, p. 383-395.
- Figueiredo, N. R. M.; Araújo Júnior, I. T.; Perobelli, F. S. (2009). Construção da matriz de Insumo-produto híbrida para o estado de Pernambuco e avaliação da intensidade energética e de emissões de CO₂ setorial. In: XIV Encontro Regional de Economia, 2009, Fortaleza.
- Firme, V. A. C.; Perobelli, F. S. (2012). O setor energético brasileiro: uma análise via indicadores de insumo-produto e o modelo híbrido para os anos de 1997 e 2002. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, n. 39, p. 123-153.
- Guilhoto, J. J. M. Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos. Disponível em: <<https://mpira.ub.uni-muenchen.de/32566/>>.
- Hilgemberg, E. M.; Guilhoto, J. J. M. (2006). Uso de combustíveis e emissões de CO₂ no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 16(1), p. 44-99.
- Hanley, N.; Shogren, J. F.; White, B. (2007). *Environmental Economics: in theory and practice*. Palgrave-Macmillan.
- IBGE. Contas Regionais 2014: cinco estados respondem por quase dois terços do PIB do país. 2016. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=3315>>. Acesso em: 04/01/2017.
- Imori, D.; Guilhoto, J. J. M. (2015) Tracing Brazilian regions’ CO₂ emissions in domestic and global trade. Working Paper Series, n. 2015-33.
- Miller, R. E.; Blair, P. D. (2009). *Input–Output Analysis*. Cambridge University Press.



Montoya, M. A.; Lopes, R. L.; Guilhoto, J. J. M. (2013). Desagregação Setorial do Balanço Energético Nacional a Partir dos Dados da Matriz Insumo-Produto: Uma Avaliação Metodológica. TD Nereus, n. 5, 42 p.

São Paulo. Balanço Energético do Estado de São Paulo (2009). Disponível em <<http://www.saneamento.sp.gov.br/>>. Acesso em: 08/11/2016.

São Paulo. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2011). 1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo. 2 ed. São Paulo: CETESB. 192 p.

Schaeffer, R.; De Sá, A. (1996) The embodiment of carbon associated with Brazilian imports and exports. Energy Convers. Manag., vol. 37, p. 955–960.

SEADE (2013). O Papel Estratégico de São Paulo nas Exportações Brasileiras. Análise Seade, n. 3, 19 p.

SEADE (2015). A Trajetória das Importações no Estado de São Paulo (1999-2013). Análise Seade, n. 29.

Souza, K. B.; Ribeiro, L. C. S.; Perobelli, F. S. (2016). Reducing Brazilian greenhouse gas emissions: scenario simulations of targets and policies. Economic System Research, vol. 28(4), p. 482-496.

Vale, V. A.; Perobelli, F. S. (2013). Comércio internacional e emissões: uma análise intertemporal de insumo-produto. In: 41º Encontro Nacional de Economia ANPEC, 2013, Foz de Iguaçu. Anais do 41 Encontro Nacional de Economia – ANPEC, 2013. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2013/files_I/i11162abcafffbf4aa8fde1538e254e1721.pdf>. Acesso: 23/02/2017.



APÊNDICE A

Tabela 1A - Fatores de Conversão em emissões de CO₂

Fonte	Fator de Conversão (tC/TJ)
Bagaço de Cana	26.5
Caldo de Cana	20.0
Carvão Metalurg.	25.8
Carvão Vapor	25.8
Carvão Vegetal	29.1
Coque Carvão Mi.	29.5
Gás Canalizado	15.2
Gás de Coqueria	11.7
Gás de Refinaria	18.2
Gás Natural	15.3
Gasolina	18.9
GLP	17.2
Lenha	28.9
Lixívia	20.0
Melaço	20.0
Nafta	20.0
Óleo Combustível	21.1
Óleo Diesel	20.2
Out. Ene. Petróleo	20.0
Outras Primárias	20.0
Prod. Não Energéticos	20.0
Querosene	19.6

Fonte: MCTI (2010).

Quadro 1A - Agregação de setores

	Setores	Matriz Insumo-Produto	Balanco Energético
1	Agropecuária	Agricultura, silvicultura, exploração florestal Pecuária e pesca	Agropecuário
2	Extrativa Mineral	Mineração	Mineração e pelotização
3	Indústria de alimentos e bebidas	Alimentos, bebidas e fumo	Alimentos e Bebidas
4	Indústria têxtil	Têxtil, vestuário e calçados	Têxtil
5	Celulose, papel e gráfica	Madeira, papel e impressão	Papel e Celulose
6	Setor energético	Refino de petróleo, coque e álcool Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Setor energético
7	Químicos, farmacêuticos e veterinários	Outros produtos químicos e farmacêuticos	Química
8	Minerais não-metálicos	Cimento e outros produtos de minerais não- metálicos	Cerâmica Cimento
9	Metalurgia	Metalurgia	Não Ferrosos e outros metálicos Ferro Gusa Aço
10	Indústrias de bens de produção e consumo	Máquinas e equipamentos Material elétrico e eletrônicos Indústrias diversas Artigos de borracha e plástico Construção Material de transporte	Outros Consumo não identificado Ajustes
11	Comércio e serviços	Comércio Serviços privados Intermediação financeira e seguros Serviços imobiliários e aluguel Serviços de alojamento e alimentação	Comercial
12	Administração pública	Educação mercantil e pública Saúde mercantil e pública Administração pública e seguridade social	Pública
13	Transporte	Transporte, armazenagem e correio	Rodoviário Ferroviário Aéreo Hidroviário

Fonte: Elaboração própria com base em Montoya *et al.* (2013)