

CONSUMO DE ENERGIA, EMISSÕES DE CO₂ E A GERAÇÃO DE RENDA E EMPREGO NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE INSUMO-PRODUTO

MARCO ANTONIO MONTOYA *
CÁSSIA APARECIDA PASQUAL †
RICARDO LUIS LOPES ‡
JOAQUIM JOSÉ MARTINS GUILHOTO §

Resumo

O artigo avalia, na estrutura do agronegócio brasileiro, a renda, o emprego, o consumo setorial de energia e as emissões de CO₂. Para isso, estima uma matriz energética com 56 setores consumidores compatíveis com os 56 setores apresentados pela MIP do Brasil para 2009, o que permite mensurar o agronegócio em unidades econômicas e físicas. Verificou-se que o agronegócio brasileiro responde por 21,26% do PIB, por 31,93% dos empregos, por 34,72% do consumo de energia e, por 40,96% das emissões de CO₂. Os indicadores físico-econômicos assinalam que a intensidade do consumo de energia e as emissões de CO₂ no agronegócio são maiores que a média nacional, em particular, destaca a agroindústria como o agregado que proporcionalmente emite mais CO₂ no país por unidade monetária, por trabalhador e por consumo de energia. Contudo, verificou-se que a Agroindústria utiliza energia “limpa” (eletricidade com 11,14%) e majoritariamente renovável (Produtos da cana, Outras fontes primárias e Lenha com 80,53%).

Palavras-chave: Agronegócio; Consumo de energia; Emissões de CO₂; PIB; Emprego; insumo-produto.

Abstract

The article evaluates the structure of Brazilian agribusiness in their components such as income, employment, sectorial energy consumption, and CO₂ emissions. An energy matrix with 56 consumer sectors compatible with the 56 sectors of Brazil presented by MIP for 2009 was estimated, which enabled the measurement of agribusiness in economic and physical units. It was found that agribusiness accounts for 21.26% of GDP, 31.93% of the jobs, 34.72% of energy consumption, and 40.96% of CO₂ emissions. The physical-economic indicators show that energy consumption

* Univesidade de Passo Fundo. E-mail: montoya@upf.br

† Univesidade de Passo Fundo. E-mail: cpasqual@upf.br

‡ Universidade Estadual de Maringá. E-mail: rllopes@uem.br

§ Universidade de São Paulo. E-mail: guilhoto@usp.br

and CO₂ emissions in agribusiness are larger than the national average; in particular, it highlights the agricultural industry as the aggregate proportion that emits more CO₂ per unit of currency in the country, per worker, and per energy consumption. However, it was found that the agribusiness uses "clean" energy (11.14% for electricity) and mainly renewable energy (80.53% for sugarcane products, firewood and other primary sources).

Keywords: Agribusiness; energy consumption; CO₂ emissions; GDP; employment; input-output.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-8050/ea134600>

1 Introdução

Ao longo das últimas décadas, na economia mundial, os sistemas produtivos agrícolas sofreram transformações importantes em virtude da mecanização agrícola, do desenvolvimento de defensivos e fertilizantes químicos, da biotecnologia e da tecnologia da informação. No Brasil, o conjunto dessas transformações estruturais, associadas ao plano de substituição de importações, expandiu a produção industrial de bens de consumo não duráveis, duráveis, intermediários e de capital. Em decorrência disso, a produção rural passou a se integrar à dinâmica econômica das indústrias produtoras de bens e insumos para a agricultura, bem como as indústrias processadoras e de serviços de base agrícola, naquilo que ficou conhecido como agronegócio.

Nesse contexto, previsões sobre o crescimento da economia mundial apontam, até o ano de 2030, que o PIB crescerá a uma taxa de 3,5% a.a. passando de US\$ 59,94 trilhões em 2006 para US\$ 137,48 trilhões em 2030, ou seja, o mercado mundial aumentará 229,36%. Em decorrência desse cenário, nos próximos anos o mundo oferecerá uma oportunidade ímpar para o agronegócio brasileiro: o consumo global de alimentos vai aumentar 126,36% no período, pois a população crescerá de 6,6 bilhões para 8,3 bilhões de habitantes, ao mesmo tempo em que cada habitante quase duplicará (179,34%) seu consumo individual, dado o aumento da renda de US\$ 9.095,60 para US\$ 16.510,14 (IEA 2011).

O volume de alimentos demandados será de tal magnitude que as commodities alimentares serão produtos valorizados e dinâmicos não somente pelo crescimento da renda per capita nas economias emergentes, mas também pela urbanização acelerada e pela mudança dos hábitos alimentares, com a substituição de grãos e tubérculos por proteína animal. A desaceleração da economia chinesa pode até impactar momentaneamente esse movimento, mas ela continuará positiva e exponencial nas próximas décadas, pois é de natureza estrutural. Basta lembrar que a própria China está mudando o foco de seus investimentos de infraestrutura para consumo, o que se traduz por uma migração de commodities minerais para agrícolas e energéticas, com destaque para as carnes e os lácteos (Jank 2012).

Nesse panorama, a disponibilidade de abundantes recursos naturais, inovação tecnológica e investimentos na agropecuária com ganhos de produtividade acima da média internacional, têm colocado o agronegócio brasileiro como uma referência mundial no fornecimento de alimentos. Nas exportações agropecuárias e agroindustriais o país lidera o mercado de carne de frango, carne bovina, suco de laranja, açúcar, café e etanol, além de destaque em outros produtos como a carne suína, o milho e a soja, os quais figuram entre os três maiores exportadores.

Contudo, é preciso entender como o desempenho do agronegócio brasileiro impacta a demanda energética e as emissões de Gases Efeito Estufa (GEE), isso porque, no mercado internacional as questões ambientais vêm condicionando, cada vez mais, as atividades econômicas, ao ponto de constituir-se em uma barreira para a expansão dos negócios.

Sob o particular, as evidências empíricas nos setores do agronegócio mostram tendências diversas sobre o consumo de energia. Por exemplo, no período de 1995 a 2012¹, com base nos dados do agronegócio do CEPEA (2013)

¹Os dados foram calculados utilizando-se média móvel três

e do balanço energético do *Balanço Energético Nacional 2014 – ano base 2013* (2014), observa-se no setor agropecuário que a taxa de crescimento do PIB (3,33% a.a.) é significativamente maior que a taxa de crescimento da demanda energética em tep (-0,95% a.a.) (Ver Apêndice A). Pelo contrário, na agroindústria o crescimento do PIB (1,67% a.a.) é menor que o crescimento do consumo energético (2,76% a.a.) (Ver Apêndice B). Assim, pode-se argumentar que em alguns dos setores do agronegócio está ocorrendo melhoria na eficiência energética e em outros, um aumento mais que proporcional no consumo de energia, em particular na agroindústria que utiliza de forma intensa recursos energéticos.

Certamente, a maior pressão por demanda energética implica em maiores emissões de GEE, contribuindo para elevação dos riscos e das incertezas sobre os efeitos no aquecimento global. Tal situação se constitui em um grande desafio para o agronegócio em buscar um crescimento econômico sustentável e de alta produtividade. Portanto, torna-se relevante questionar: Qual é a dimensão do consumo de energia e emissões de CO₂ do agronegócio brasileiro? Qual é o consumo setorial de energia e de emissões por unidade de renda e empregos gerados? As emissões de CO₂ por consumo de energia nos agregados do agronegócio são maiores ou menores que no resto da economia brasileira?

Considerando as oportunidades da economia mundial para o crescimento do agronegócio e a relevante pressão setorial da agroindústria por maiores níveis de consumo de energia, este artigo tem como objetivo mensurar na estrutura do agronegócio brasileiro o consumo setorial de energia e suas implicações inerentes às emissões de CO₂. Especificamente, pretende-se avaliar, comparativamente, entre os agregados do agronegócio e do resto da economia o consumo de energia e as emissões de CO₂ por unidade de renda e empregos gerados. Com isso espera-se, em um primeiro momento, compreender melhor a abrangência econômica do agronegócio com seus impactos ambientais, bem como, fornecer subsídios para um melhor planejamento energético nos próximos anos.

O presente artigo está dividido da seguinte maneira: na Seção 3 apresenta a estrutura matemática para mensurar o agronegócio, o método de desagregação setorial do consumo de energia e a base de dados utilizada; a Seção ?? avalia, na estrutura do agronegócio, inicialmente, o PIB, o emprego, o consumo de energia e as emissões de CO₂, para logo, estabelecer indicadores físico-econômicos entre o consumo setorial de energia e as emissões de CO₂ por unidade de renda e empregos gerados; na última seção são apresentadas as principais conclusões obtidas no decorrer da análise.

2 Metodologia

Para calcular a dimensão econômica e ambiental do agronegócio nesta pesquisa é necessário compatibilizar duas bases de dados: A Matriz Insumo-Produto (MIP) e o Balanço Energético Nacional (BEN). Para isso, primeiramente é apresentado um referencial sobre a metodologia de mensuração do agronegócio brasileiro. Seguidamente, faz-se uma descrição detalhada da base de dados utilizada e do método adotado para desagregar setorialmente o consumo de energia do BEN, de forma a ser compatível com os setores da MIP.

2.1 Processo de Cálculo do Agronegócio

Considerando as profundas relações tecnológicas, produtivas, financeiras e de negócios que a agricultura tem com a indústria e demais atividades econômicas, a mensuração do agronegócio, obrigatoriamente, deve ser implementada a partir de uma visão sistêmica, na qual os fluxos e transferências de insumos e produtos de um setor a outro estejam integrados. Nesse sentido, Davis & Goldberg (1957) e Malassi (1973) demonstram que as técnicas mais adequadas para se mensurar o agronegócio e a dinâmica agroindustrial do sistema econômico baseiam-se ou utilizam-se das matrizes insumo-produto desenvolvidas por Leontief (1983).

Tais matrizes, além de fornecerem informações sobre diferentes setores da economia, descrevem o sistema econômico em termos de fluxo circular, de forma que todas as vendas são igualmente compras e todos os produtos são utilizados como insumos, na medida em que sejam aproveitáveis por outra cadeia produtiva do sistema, ou como bens e serviços finais quando consumidos pela demanda final.

Para o cálculo do agronegócio, utilizam-se como referencial os conceitos de Davis; Goldberg, desenvolvido no final da década de 1950 e Malassis, no final de 1960. Tal referencial foi utilizado na estimação do agronegócio brasileiro por Araújo et al. (1990), Lauschner (1993), Furtuoso (1998) e Montoya & Guilhoto (2000). Entretanto, pelo fato desses trabalhos apresentarem dupla contagem na mensuração dos principais agregados do agronegócio, novas contribuições de Guilhoto et al. (2000), Montoya & Finamore (2001), entre outros, vieram a superar gradativamente esses problemas. Com base nesse referencial o CEPEA (2013) revisou os ponderadores de rateio setorial da agroindústria para evitar dupla contagem e atualmente constitui-se a instituição oficial que calcula permanentemente o PIB do agronegócio brasileiro.

Diferentemente de outras metodologias sobre o dimensionamento do agronegócio, que pretendem captar os segmentos do setor serviços a partir de coeficientes técnicos de produção, cabe salientar que a linha de pensamento dos trabalhos acima citados tem como hipótese central estimar os serviços da economia a partir do consumo final, haja vista que nessas informações encontra-se o total de serviços agregados sobre produtos e subprodutos do agronegócio no processo circular da economia, distribuindo-se de modo homogêneo em todos os setores.

2.2 Mensuração do Agronegócio

Nesta seção são ilustrados os procedimentos adotados para a estimativa do PIB do agronegócio, que se dá pelo enfoque do produto tanto a preços de mercado quanto a preços básicos. O valor total do PIB do Agronegócio será dividido em:

- a) Agregado I Insumos Agropecuários;
- b) Agregado II Produto Agropecuário;
- c) Agregado III Agroindústria;
- d) Agregado IV Agrosserviços.

Além desse procedimento, para uma análise comparativa do agronegócio com o resto da economia, este trabalho, conforme Finamore & Montoya (2003)

utiliza o processo de desagregação do resto da economia em mais três componentes:

- e) Agregado V Indústria;
- f) Agregado VI Serviços Industriais;
- g) Agregado VII Serviços.

A seguir é exposto o procedimento de mensuração do agronegócio a preços de mercado, salientando-se que, para calcular o agronegócio a preços básicos simplesmente devem ser subtraídos os impostos indiretos líquidos ao longo do processo de cálculo.

O Valor Adicionado a preços de mercado é obtido pela soma do valor adicionado a preços básicos aos impostos indiretos líquidos de subsídios sobre produtos, resultando na Equação 1.

$$VAPM = VAPB + IIL - DuF \quad (1)$$

em que:

$VAPM$ = Valor Adicionado a Preços de Mercado

$VAPB$ = Valor Adicionado a Preços Básicos

IIL = Impostos Indiretos Líquidos

Para o cálculo do PIB do Agregado I (equação 3) são utilizadas as informações disponíveis nas tabelas de insumo-produto referentes aos valores dos insumos adquiridos pela Agricultura e Pecuária (definido aqui como conjunto $s1^2$). A coluna com os valores dos insumos é multiplicada pelos respectivos Coeficientes de Valor Adicionado (CVAS), conforme equação 2.

$$CVA_s = VAPM_s \cdot (\hat{X}_s)^{-1} \quad (2)$$

Tem-se, então:

$$PIB_I = CVA_s \cdot Z_{S,s1} \cdot i \quad (3)$$

em que:

PIB_I = PIB do Agregado I;

$Z_{S,s1}$ = Valor dos Insumos Adquiridos dos setores S por $s1$;

CVA_s = Coeficiente de Valor Adicionado dos setores da economia S .

Observe que o PIB do Agregado I é composto pela soma do valor adicionado dos quatro subconjuntos (equação 4), que são: Agropecuária ($s1$), Agroindústria ($s2$), Indústria ($s3$) e Transporte, Comércio e Serviços ($s4$), que deverão ser descontados na mensuração dos demais agregados para se evitar a dupla contagem.

$$\begin{aligned} CVA_s \cdot Z_{S,s1} \cdot i &= CVA_{s1} \cdot Z_{s1,s1} && \text{Insumos Agropecuários} \\ &+ CVA_{s2} \cdot Z_{s2,s1} && \text{Insumos Agroindustriais} \\ &+ CVA_{s3} \cdot Z_{s3,s1} && \text{Insumos Industriais} \\ &+ CVA_{s4} \cdot Z_{s4,s1} && \text{Insumos Transp., Comércio e Serv.} \end{aligned} \quad (4)$$

²O conjunto de setores da economia é definido com S . Seus subconjuntos são $s1$ representando a agropecuária, $s2$ representando agroindústria, $s3$ representando a indústria e $s4$ representando o transporte, comércio e serviços, em que $\cup si = S$

Para o Agregado II considera-se no cálculo o valor adicionado gerado pela Agricultura e Pecuária e subtraem-se do valor adicionado desses setores os valores que foram utilizados como insumos e incorporados no PIB do agregado I, conforme equação 5.

$$PIB_{II} = (VAPM_{s1} - CVA_{s1} \cdot Z_{s1,s1}) \cdot i \quad (5)$$

em que:

PIB_{II} = PIB do Agregado II;

$Z_{s1,s1}$ = Valor do Insumo da Agropecuária adquirido pela própria Agropecuária

No caso da estimação do Agregado III (Agroindústrias), adota-se o somatório dos valores adicionados gerados pelos setores agroindustriais, subtraídos dos valores adicionados que foram utilizados como insumos do Agregado I, conforme equação 6.

$$PIB_{III} = (VAPM_{s2} - CVA_{s2} \cdot Z_{s2,s1}) \cdot i \quad (6)$$

em que:

PIB_{III} = PIB do Agregado II;

$Z_{s2,s1}$ = Valor do Insumo da Agroindústria adquirido pela Agropecuária

Para fins de definir o valor do produto agroindustrial, utilizou-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 obtida em Concla (2014). Como resultado, os setores que compõem o Agregado III são: Alimentos e Bebidas; Produtos do fumo; Têxteis; Artigos do vestuário e acessórios; Artefatos de couro e calçados; Produtos de madeira e mobiliário; Celulose e produtos de papel; Álcool e Artigos de borracha e plástico (Apêndice A).

Pelo nível de agregação setorial das MIPs disponíveis no Brasil (56 setores), fica evidente que alguns setores considerados contêm valores que não fazem parte de processamentos de produtos agrícolas. Assim, com fins de evitar superestimação desse agregado, foram resgatados do valor adicionado dos setores da Tabela 1 os percentuais (ponderador) que representam o valor do produto agrícola processado.

Tabela 1: Ponderação das atividades industriais que não são essencialmente agrícolas

Setor	Ponderador (%)
Têxtil	48,49
Artigos do Vestuário e Acessórios	20,23
Artefatos de Couro e Calçados	62,01
Prod. da Madeira e Mobiliário	23,40

Fonte: CEPEA (2013)

O Agregado IV, referente à Distribuição Final, considera-se para fins de cálculo o valor agregado dos setores relativos ao Transporte, Comércio e segmentos de Serviços. Do valor total obtido destina-se ao Agronegócio apenas a parcela que corresponde à participação dos produtos agropecuários e agroindustriais na demanda final de produtos. A distribuição é feita através da

participação relativa da demanda final doméstica dos setores de interesse na demanda final total doméstica. A demanda final doméstica é calculada conforme equação 7. A margem de comercialização pela equação 8, e o PIB do quarto Agregado pela equação 9.

$$DFD = DFG - ILLDF - PIDF \quad (7)$$

em que:

DFD = Demanda Final Doméstica Total;

DFG = Demanda Final Global Total;

$ILLDF$ = Total de Impostos Indiretos Líquidos pagos pela Demanda Final;

$PIDF$ = Total de Produtos Importados pela Demanda Final;

$$MC = (VAPM_{s4} - CVA_{s4} \cdot Z_{s4,s1}) \cdot i \quad (8)$$

em que:

MC = Margem de Comércio;

$VAPM_{s4}$ = Valor Adicionado do subconjunto s4

$Z_{s4,s1}$ = Valor do Insumo do Transporte, Comércio e Serviços adquirido pela Agropecuária;

$$PIB_{IV} = MC \cdot ([DF'_{s1} DF'_{s2}] \cdot i) \cdot DFD^{-1} \quad (9)$$

em que:

DF'_{s1} = Demanda Final Doméstica da Agricultura e Pecuária;

DF'_{s2} = Demanda Final Doméstica dos setores da Agroindustriais;

PIB_{IV} = PIB do Agregado IV.

O PIB total do Agronegócio é dado pela soma dos seus agregados, conforme equação 10.

$$PIB_{ag} = PIB_I + PIB_{II} + PIB_{III} + PIB_{IV} \quad (10)$$

em que:

PIB_{ag} = PIB do Agronegócio

A seguir, é apresentado o PIB do resto da economia de modo desagregado. A indústria é vista como dividida no valor agregado das indústrias, além de uma parcela dos setores de transporte, comércio e segmentos de Serviços. Assim, o PIB da Indústria (Agregado V) é estimado adotando-se o somatório dos valores adicionados pelas indústrias que não utilizam insumos agrícolas para operar, subtraídos dos valores adicionados desses setores que foram utilizados como insumos do Agregado I, conforme equação 11.

$$PIB_V = (VAPM_{s3} - CVA_{s3} \cdot Z_{s3,s1}) \cdot i \quad (11)$$

em que:

PIB_{III} = PIB do Agregado V para a Indústria.

$Z_{s3,s1}$ = Valor do Insumo da Indústria adquirido pela Agropecuária;

Para fins de definir o valor do produto industrial, utilizou-se o mesmo procedimento adotado para o caso das agroindústrias, os setores que compõem tal Agregado podem ser visualizados no Apêndice C.

O Agregado VI, referente à Distribuição Final do produto da indústria, considera também, para fins de cálculo, a parte do valor agregado dos setores relativos ao Transporte, Comércio e segmentos de Serviços, que corresponde à participação dos produtos industriais na demanda final de produtos. Portanto, é adotado o mesmo procedimento do cálculo do valor da distribuição final do agronegócio industrial (Agregado IV). O Agregado VI é calculado segunda a equação 12.

$$PIB_{VI} = MC.(DF'_{s3}.i).DFD^{-1} \quad (12)$$

em que:

DF'_{s3} = Demanda Final dos setores industriais;

PIB_{VI} = PIB do Agregado VI para os setores industriais.

Por fim, o mesmo procedimento é adotado para o cálculo dos segmentos do setor Serviços (Agregado VII), aqui chamado de “Serviços Puros”, ou seja, aquela parte dos setores de Comércio, Transporte e Setores de Serviço que não foram utilizados pela Agroindústria e Indústria. O Agregado VII pode ser calculado pela equação 13.

$$PIB_{VII} = MC.(DF'_{s4}.i).DFD^{-1} \quad (13)$$

em que:

DF'_{s4} = Demanda final dos setores de Comércio, Transporte e Serviços;

PIB_{VII} = PIB do Agregado VII para os setores de Serviços Puros.

Portanto, o PIB total (PIB_{tot}) do sistema econômico como um todo é dado pela soma de todos os agregados, conforme a equação 14

$$PIB_{tot} = PIB_I + PIB_{II} + PIB_{III} + PIB_{IV} + PIB_V + PIB_{VI} + PIB_{VII} \quad (14)$$

em que:

PIB_{tot} = PIB da economia.

2.3 Mensuração da Mão de Obra Ocupada, do Consumo de Energia e da Emissão de CO₂

Para se obter os valores de pessoal ocupado (L), consumo de energia (tep) e emissões de dióxido de carbono (CO₂) de cada agregado do sistema econômico, o processo metodológico e as ponderações (percentuais da Tabela 1) são similares aos da obtenção do PIB, apresentada anteriormente. Contudo, os cálculos são efetuados separadamente para cada variável, generalizada com o símbolo Q_S^k , em que k representa as variáveis de interesse, sendo 1 para pessoal ocupado, 2 para consumo de energia e 3 para emissões de GHG.

Inicialmente deve-se calcular o coeficiente setorial por unidade monetária para cada uma das variáveis k, conforme equação 15.

$$CQ_S^k = Q_S^k.(\hat{X}_S)^{-1} \quad (15)$$

em que:

CQ_S^k = Coeficiente Setorial da variável k por unidade monetária;

Q_S^k = Quantidade Setorial da variável k .

Para se calcular os impactos do Agregado I nas variáveis de interesse (k), os valores dos insumos adquiridos pelos setores Agropecuários ($s1$) são multiplicados pelos coeficientes por unidade monetária em questão, conforme equação 16.

$$Q_I^k = (CQ_S^k \cdot Z_{S,s1}) \cdot i \quad (16)$$

em que:

Q_I^k = Quantidade Q do Agregado I para as variáveis de interesse k .

Para se calcular os impactos dos produtos gerados pelo setor agropecuário nas variáveis de interesse, deve-se descontar do valor gerado pelo setor agropecuário e descontar os valores decorrentes daqueles utilizados como insumos. (equação 17)

$$Q_{II}^k = (Q_{s1}^k - CQ_{s1}^k \cdot Z_{s1,s1}) \cdot i \quad (17)$$

em que:

Q_{II}^k = Quantidade Q do Agregado II para as variáveis de interesse k ;

Q_{s1}^k = Quantidade Q para as variáveis de interesse k para os setores $s1$;

CQ_{s1}^k = Coeficiente do Setor $s1$ da variável k por unidade monetária.

Para o cálculo do impacto do Agregado III, utiliza-se procedimento semelhante ao cálculo do Agregado II. Deve-se descontar do valor total do setor $s2$ aqueles que foram atribuídos como insumos nos efeitos do Agregado I. (equação 18)

$$Q_{III}^k = (Q_{s2}^k - CQ_{s2}^k \cdot Z_{s2,s1}) \cdot i \quad (18)$$

em que:

Q_{III}^k = Quantidade Q do Agregado III para as variáveis de interesse

k ;

Q_{s2}^k = Quantidade Q para as variáveis de interesse k para os setores

$s2$;

CQ_{s2}^k = Coeficiente do Setor $s2$ da variável k por unidade monetária.

Para o cálculo dos impactos do Agregado IV, deve-se estimar o quanto se refere aos setores $s4$. Como este está relacionado à demanda final, deve-se calcular a ponderação do consumo da demanda final doméstica da agropecuária e da agroindústria para se distribuir o valor dos impactos do subconjunto $s4$, conforme equações 19 e 20.

$$QCM^k = (Q_{s4}^k - CQ_{s4}^k \cdot Z_{s4,s1}) \cdot i \quad (19)$$

em que:

QCM^k = Quantidade Q das variáveis de interesse k , para os setores

$s4$;

Q_{s4}^k = Quantidade Q para as variáveis de interesse k para os setores

$s4$;

CQ_{s4}^k = Coeficiente do Setor $s4$ da variável k por unidade monetária.

$$Q_{IV}^k = QCM^k \cdot ([DF'_{s1} DF'_{s2}] \cdot i) \cdot DFD^{-1} \quad (20)$$

em que:

Q_{IV}^k = quantidade Q do Agregado III para as variáveis de interesse k .

O total da variável Q para a variável de interesse k para o Agronegócio é dado pela soma dos seus agregados, conforme equação 21.

$$Q_{ag}^k = Q_I^k + Q_{II}^k + Q_{III}^k + Q_{IV}^k \quad (21)$$

em que:

Q_{ag}^k = Quantidade Q das variáveis de interesse k para o complexo do agronegócio.

Para se calcular o impacto nas variáveis de interesse k provocado pelo restante da economia deve-se proceder de maneira similar ao cálculo do PIB setorial. Estima-se o impacto do setor industrial a partir do valor referente ao subconjunto $s3$ e exclui-se o que já foi contabilizado para o agronegócio, conforme equação 22.

$$Q_V^k = (Q_{s3}^k - CQ_{s3}^k \cdot Zs3, s1) \cdot i \quad (22)$$

em que:

Q_V^k = Quantidade Q do agregado V para as variáveis de interesse k ;

Q_{s3}^k = Quantidade Q para as variáveis de interesse k para os setores $s3$;

CQ_{s3}^k = Coeficiente do Setor $s3$ da variável k por unidade monetária.

O impacto do Agregado VI é realizado através da ponderação da variável atribuída ao setor de Transporte, Comercialização e Serviços, calculado na equação 19, através da participação relativa da demanda final dos setores industriais, conforme equação 23.

$$Q_{VI}^k = QCM^k \cdot (DF'_{s3} \cdot i) \cdot DFD^{-1} \quad (23)$$

em que:

Q_{VI}^k = Quantidade Q do agregado VI para as variáveis de interesse k ;

O impacto do Agregado VII refere-se à participação relativa da demanda final do complexo $s4$, conforme equação 24.

$$Q_{VII}^k = QCM^k \cdot (DF'_{s4} \cdot i) \cdot DFD^{-1} \quad (24)$$

em que:

Q_{VII}^k = Quantidade Q do agregado VII para as variáveis de interesse k .

Portanto, o total Q^k para cada uma das variáveis de interesse k será a soma das participações dos sete agregados calculados anteriormente, conforme equação 25.

$$Q_{tot}^k = Q_I^k + Q_{II}^k + Q_{III}^k + Q_{IV}^k + Q_V^k + Q_{VI}^k + Q_{VII}^k \quad (25)$$

em que:

Q_{tot}^k = Quantidade Q das variáveis de interesse k para a economia.

2.4 Matriz Energética Nacional e Emissões de Gases de Efeito Estufa (CO₂)

A utilização conjunta das informações dos dados de consumo energético com os da atividade econômica da Matriz Insumo-Produto (MIP) para avaliar o consumo setorial de energia e suas implicações inerentes às emissões de gases efeito estufa vem ganhando importância, em particular, através da construção de sistemas insumo-produto híbridos. Ver Perobelli et al. (2006), Hilgemberg & Guilhoto (2006), Mattos (2010) e Figueiredo et al. (2009). Contudo, esses modelos apresentam uma séria limitação na análise de impactos ambientais, que consiste na falta de dados mais desagregados do consumo setorial de energia em unidades físicas.

No Brasil, embora o BEN e a MIP apresentem setores consumidores compatíveis com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0 do IBGE, o nível de agregação é diferente, já que a Matriz Energética do BEN apresenta 22 setores consumidores em unidades físicas e a MIP 56 setores em unidades monetárias. Em decorrência disso, a compatibilização das informações gera um reduzido número de setores consumidores o que afeta os resultados e as análises do sistema.

Para superar esse problema e calcular o impacto do agronegócio no consumo energético e nas emissões de gases de efeito estufa é necessário compatibilizar e desagregar setorialmente os dados do BEN, tomando como referência os dados da MIP. Para tal procedimento utilizou-se a metodologia (Base BEN) desenvolvida por Montoya et al. (2014). Com base nesse método que compatibiliza, por um lado, os setores consumidores de energia (ver Apêndice A em Montoya et al. (2014)) e, por outro, os fluxos das Fontes de Energia com os setores consumidores (ver Apêndice C em Montoya et al. (2014)), se obteve, para o ano de 2009, uma Matriz Energética Nacional Desagregada em 56 setores compatíveis com o número de setores consumidores que apresenta a MIP do país. Esse procedimento torna-se necessário para mensurar o consumo de energia do agronegócio e suas emissões de CO₂.

Para calcular as emissões de gases de efeito estufa da economia brasileira foi necessário fazer a conversão da Matriz Energética Nacional Desagregada em emissões setoriais de CO₂. Para isso foram utilizados os coeficientes de conversão encontrados na Matriz Energética e de Emissões (*Coefficiente da matriz de emissões: Projeto "fornecimento de instrumentos de avaliação de emissões de gases de efeito estufa acoplados a uma matriz energética"* (2000)) os quais representam a quantidade total de CO₂ medido em Gg/1000 tep emitidas na atmosfera (ver também Apêndice B em Montoya et al. (2014)).

2.5 Base de Dados

A MIP mais recente publicada pelo IBGE refere-se ao ano de 2005. Assim com fins de estabelecer uma visão mais atualizada da economia brasileira, para o cálculo do agronegócio os dados utilizados foram extraídos da Matriz Insumo-Produto do Brasil de 2009 estimada por Guilhoto & Sesso (2005, 2010) e da Matriz Energética do Brasil de 2009 publicada pelo *Balanco Energético Nacional 2014 – ano base 2013* (2014). As informações da MIP apresentam 56 setores que estão a preços de mercado, em milhões de reais e adota a tecnologia setor x setor baseada na indústria. Já as informações da Matriz energética desagregada

gada para esta pesquisa apresentam 56 setores consumidores de energia, em unidades físicas (mil tep), compatíveis com os 56 setores da MIP.

Finalmente, deve-se esclarecer que o consumo final total de energia na Matriz Energética Nacional para o ano de 2009 é da ordem de 220.711 mil tep, que está dividido em Consumo final não energético (14.921 mil tep) e em Consumo final energético (205.790 mil tep). Para esta pesquisa, as informações utilizadas compreendem o Consumo final energético menos o consumo residencial (23.129 mil tep) perfazendo um total de 182.662 mil tep, isso porque estamos interessados em avaliar os impactos das atividades produtivas do agronegócio e da economia brasileira sobre o consumo de energia e emissões de CO₂.

3 Dimensão Econômica e Ambiental do Agronegócio Brasileiro

A seguir, os resultados da pesquisa foram organizados de modo a observar os agregados do agronegócio comparativamente com os do resto da economia, bem como foram gerados indicadores físico-econômicos que mostram o consumo setorial de energia e as emissões de CO₂ por unidade de renda e empregos, respectivamente. Além de estabelecer nos agregados as relações entre as emissões de CO₂ e o consumo de energia.

3.1 PIB

O agronegócio brasileiro, medido a preços de mercado, chegou a responder por 21,26% do PIB nacional de 2009. Como mostra a Tabela 2, do valor total do agronegócio de R\$ 594.110 milhões, R\$ 38.914 milhões (6,55 %) correspondiam às compras de insumos ou gastos em custeio feitos pelos agricultores (Agregado I ou Insumos Agropecuários); e R\$ 144.385 milhões (ou 24,309%) correspondiam à agregação de valor por parte dos produtores rurais em atividades puramente agrícolas (Agregado II ou Produto Rural). Desse modo, do produto agropecuário conjunto (insumos agropecuários e produção rural) de R\$ 183.299 milhões vendidos à Agroindústria, os produtores rurais, por um lado, gastaram R\$ 38.914 milhões em insumos e, por outro, agregaram valor na ordem de R\$ 144.385 milhões, com a remuneração dos fatores de produção da terra (renda da terra, aluguéis), mão de obra (salário e pagamento dos autônomos familiares) e capital (juros e lucros) e, também, do governo, sob a forma de impostos indiretos líquidos.

A Agroindústria, por sua vez, que comprou a produção rural no valor de R\$ 144.385 milhões, adicionou R\$ 133.722 milhões (ou 22,51%) ao processo de industrialização desses produtos (Agregado III ou Agroindústria). Finalmente, o Agrosserviços adicionou R\$ 277.088 milhões (ou 46,64%), via serviços de transporte, armazenamento e comercialização final de mercadorias (Agregado IV ou Agrosserviços), vendendo ao mercado os R\$ 594.110 milhões do agronegócio brasileiro.

As informações de 2009 indicam também que o Agregado II, ou Produto Agropecuário, está fortemente vinculado ao setor urbano e, portanto, interconectado ao resto da economia uma vez que, do produto total do agronegócio, 24,30% são gerados no campo e 75,70% (Agregados I, III e IV), na sua maior parte, no setor urbano. Esse fato, por sua vez, permite inferir que a agropecuária se constitui em um setor-chave com fortes encadeamentos, não só para

os agregados do agronegócio, mas também para a economia brasileira como um todo.

3.2 Pessoal Ocupado

Uma questão crítica para a sociedade como um todo é o emprego da mão de obra visto que, quando há desemprego, significa que a produção total está abaixo do seu nível potencial e o desempregado, enquanto pessoa sofre tanto pela perda de renda como pelo baixo nível de autoestima. Portanto, o nível de emprego da mão de obra torna-se uma preocupação pública e um tópico de pesquisa permanente na medida em que possibilita identificar elementos fundamentais para a política econômica.

Na Tabela 2, verifica-se que o agronegócio desempenha um papel importante na economia brasileira, pois, do total de trabalhadores no país (96.647.139 empregados), 31,93% (ou 30.856.808 pessoas) estão empregados no agronegócio. Isso, associado a sua participação no PIB brasileiro (21,26%), indica que a importância relativa das atividades do agronegócio no emprego é maior que no valor adicionado. Além disso, fica evidente, em um primeiro momento, que o resto da economia concentra atividades que utilizam em seus processos produtivos tecnologias mais intensivas no uso de capital que na mão de obra.

Com relação à participação dos agregados na ocupação de mão de obra nacional, observa-se que o Serviços (Agregado VII) é o principal agregado que emprega mão de obra (36.085.155 empregados ou 37,34%), seguido de longe pelo Produto Agropecuário (Agregado II) e Serviços Industriais (Agregado VI), empregando coincidentemente, cada um 15.396.039 pessoas ou 15,93%. Aliás, o conjunto de informações mostra uma mudança estrutural importante no mercado de trabalho da economia brasileira: o agregado Serviços (37,34%) gera mais empregos que o conjunto de agregados do agronegócio (31,93%). Certamente a mecanização do campo e a automação dos processos agroindustriais contribuíram com esse fato.

Nesse contexto, analisando a distribuição do total de trabalhadores empregados no agronegócio, observa-se o destaque do Produto Agropecuário (49,90%) sobre os demais agregados, indicando, com isso, que as atividades rurais propriamente ditas são as que empregam maior mão de obra, se comparadas com o Agrosserviços (27,46%), a Agroindústria (15,88%) e os Insumos Agropecuários (6,77%).

Em síntese, embora as informações indiquem o agronegócio como um grande gerador de emprego no Brasil, elas também assinalam que políticas de investimento diferenciadas por agregados que objetivam o aumento do emprego, encontrarão seus alicerces nos Agregados VII, VI e II, uma vez que, em conjunto, detêm 69,20% dos empregados do país, em particular, no agregado Serviços, que gera o maior volume de empregos.

3.3 Consumo de Energia

O incremento dos preços do petróleo no mundo em virtude do esgotamento de suas reservas tem feito com que a maior parte dos países se empenhe em buscar fontes alternativas de energia que permitam mitigar problemas de ordem econômica. Além disso, as questões sociais e ambientais vêm reforçando a necessidade do uso de combustíveis produzidos a partir de biomassa. Contudo,

Tabela 2: O PIB e o Emprego do Agronegócio na estrutura da economia Brasileira em 2009

Agregados	PIB			Pessoal Ocupado		
	R\$	%		Empregos	%	
	Milhões	Nacional	Agronegócio		Nacional	Agronegócio
I Ins. Agrop.	38.914	1,39	6,55	2.087.716	2,16	6,77
II Prod. Agrop.	144.385	5,17	24,30	15.396.039	15,93	49,90
III Agroind.	133.722	4,79	22,51	4.900.632	5,07	15,88
IV Agrosserv.	277.088	9,92	46,64	8.472.421	8,77	27,46
PIB do agronegócio (I + II + III+ IV)	594.11	21,26	100,00	30.856.808	31,93	100,00
V Indústria	516.721	18,49		14.313.141	14,81	
VI Serv. Ind.	503.393	18,01		15.392.034	15,93	
VII Serviços	1.180.156	42,23		36.085.155	37,34	
PIB do resto da economia (V + VI + VII)	2.200.269	78,74		65.790.331	68,07	
PIB Nacional (I + II + III+ IV + V + VI + VII)	2.794.379	100,00		96.647.139	100,00	

Fonte: Cálculos dos Autores

a expansão econômica tem pressionado o aumento do consumo de energia nos setores produtivos que tradicionalmente utilizam fontes de energia fósseis.

Nesse contexto, a demanda total de energia na economia brasileira (consumo energético), em 2009, alcançou o volume de 182.662 mil tep, do qual o agronegócio consumiu 63.418 mil tep, valor que equivale a 34,72% do consumo do país. As participações relativas dos agregados no consumo de energia apontam grande concentração na Indústria (Agregado V, com 27,72%), nos Serviços (Agregado V, com 26,33%) e na Agroindústria (Agregado III, com 20,86%), perfazendo um total de 74,91% do consumo total (Tabela 3).

Do ponto de vista do consumo energético dos agregados do agronegócio (63.418 mil tep), as atividades com os Insumos Agropecuários consumiram 5.261 mil tep ou 8,30% (Agregado I); a Produção Rural 8.763 mil tep ou 13,82% (Agregado II); a Agroindústria 38.104 mil tep ou 60,08% (Agregado III); e; o Agrosserviços consumiu 11.291 mil tep ou 17,80% (Agregado IV). Fica evidente, portanto, que a Agroindústria, em seu processo produtivo, concentra pouco mais de 60% do consumo de energia do agronegócio.

3.4 Emissões de CO₂

O relatório Brundtland WCED (2011) salienta que a importância de avaliar o consumo energético radica na crescente preocupação com os riscos e as incertezas ambientais decorrentes de um consumo elevado de energia no futuro. A queima de combustíveis fósseis que emite dióxido de carbono (CO₂) e seu acúmulo na atmosfera destaca-se como o de maior probabilidade de risco para a alteração do clima devido ao “efeito estufa”. Em função desses fatos, acredita-se que o uso de recursos energéticos disponíveis respeitando o meio ambiente torna-se fundamental para o desenvolvimento econômico e, portanto, avaliar o comportamento do consumo setorial de energia e questões inerentes às emissões de CO₂ se torna premente para um melhor planejamento energético nacional.

As informações da Tabela 3 mostram os resultados das emissões de CO₂ provenientes do consumo de energia nos agregados da economia brasileira. De modo geral observa-se que a Agroindústria (Agregado III) emite 138.520 Gg de CO₂ destacando-se como o agregado que mais emite dióxido de carbono no país, visto que concentra 27,25% das emissões totais. Seguidamente, destacam-se a Indústria (Agregado V) e os Serviços (Agregado VII) com uma participação de 24,52% e 24,20%, respectivamente. Contrapondo a esses indicadores, cabe destacar que os menores níveis de emissões de CO₂ podem ser encontrados nos Insumos Agropecuários (Agregado I), com 2,99% ou 15.189 Gg de CO₂; no Produto Agropecuário (Agregado II), com 5,05% ou 25.656 Gg de CO₂; e no Agrosserviços (Agregado IV), com 5,68% ou 28.883 Gg de CO₂.

Na estrutura do agronegócio, convém destacar que a Agroindústria gera 65,96% das emissões de CO₂, sugerindo, de certa forma, que se trata de um agregado que utiliza, em seus processos produtivos, abundantes combustíveis fósseis. Contudo, isso não é verdadeiro já que a estrutura de consumo da Agroindústria por fontes de energia (Tabela 4 e Figura 1) mostra em suas atividades econômicas o uso de energia “limpa” e majoritariamente renovável, isto é, uma matriz de consumo energético que utiliza poucas fontes de energia de origem fóssil.

Observa-se na agroindústria que 80,53% do seu consumo está composto por Energias Primárias renováveis tais como, Produtos da cana (58,58%), Ou-

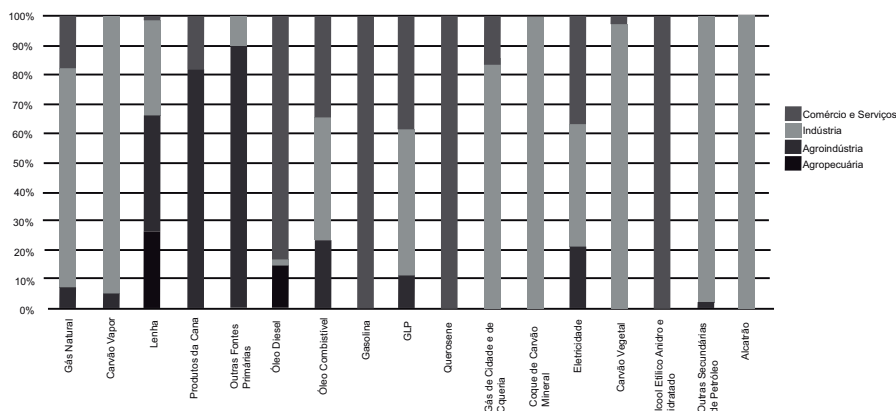
Tabela 3: Consumo de energia (em 1000 tep) e Emissões de CO₂ (em Gg) do Agronegócio na estrutura da economia Brasileira em 2009

Agregados	Consumo Energético			Emissões		
	1000	%		Gg de	%	
	tep	Nacional	Agronegócio	CO ₂	Nacional	Agronegócio
I Ins. Agrop.	5.261	2,88	8,30	15.189	2,99	7,29
II Prod. Agrop.	8.763	4,80	13,82	25.656	5,05	12,32
III Agroind.	38.104	20,86	60,08	138.52	27,25	66,52
IV Agrosserv.	11.291	6,18	17,80	28.883	5,68	13,87
PIB do agronegócio (I + II + III+ IV)	63.418	34,72	100,00	208.248	40,96	100,00
V Indústria	50.642	27,72		124.632	24,52	
VI Serv. Ind.	20.512	11,23		52.472	10,32	
VII Serviços	48.089	26,33		123.016	24,20	
PIB do resto da economia (V + VI + VII)	119.243	65,28		300.121	59,04	
PIB Nacional (I + II + III+ IV + V + VI + VII)	182.662	100,00		508.368	100,00	

Fonte: Cálculos dos Autores

tras fontes primárias (12,94%) e Lenha (9,01%), que são usados como matéria-prima (bagaço de cana, casca de arroz e madeira) para a geração de energia elétrica. Além do uso de Gás natural (2,99%) que apresenta baixo nível de emissões de gases de efeito estufa. Já para a Energia Secundária que contribui com 16,15% do consumo da Agroindústria destaca em primeiro lugar a Eletricidade ou energia “limpa” (11,14%), seguida de longe pelo Óleo combustível (3,40%).

A questão é: porque a Agroindústria se destaca por ser o Agregado que mais emite CO₂? Ocorre que na Matriz Energética Nacional (Tabela 4), os Produtos da cana constituem a segunda maior fonte de energia (15,57% ou 28.445 mil tep), da qual a Agroindústria consome 81,18% ou 23.271 mil tep do país (Figura 1). Pelo contrário, na Eletricidade que representa a terceira maior fonte de energia (15,32% ou 27.984 mil tep) do país, a Agroindústria consome somente 15,81% ou 4.424 mil tep, sendo que a Indústria (42,00% ou 11.752 mil tep) e os Serviços (36,76% ou 10.286 mil tep) em conjunto perfazem um total de 78,76% ou 22.038 mil tep da eletricidade consumida no território nacional. Além disso, para o Gás natural, que emite baixo carbono, a Indústria consome 74,19% ou 10.648 mil tep e a Agroindústria apenas 8,28% ou 1.188 mil tep.



Fonte: Cálculos dos autores, com base na Matriz Energética Desagregada para 56 setores

Figura 1: Participação Relativa dos Setores da Economia Brasileira no Consumo de cada Fonte de Energia para o ano de 2009. Em percentual.

Nesse contexto, se considerarmos, dentre as fontes de energia, que os Produtos da cana, Outras fontes primárias e a Lenha representam 80,53% do consumo de energia da Agroindústria e simultaneamente detêm, em média, os maiores coeficientes de conversão de CO₂ por tep emitidas na atmosfera (Apêndice Apêndice D), variando entre 3,31 a 4,59 de Gg CO₂ por 1000 tep, fica evidente por que as emissões de CO₂ por consumo de energia são mais intensas no Agronegócio e na Agroindústria do país. Contudo, essas emissões devem ser consideradas em um contexto ecologicamente mais correto, pois, embora com a queima do bagaço da cana, da casca de arroz e madeira, libere abundante emissão de CO₂ pela combustão da biomassa, esta também é minimizada pela absorção das plantas durante seu crescimento, no processo de fotossíntese, o que ajuda a controlar o “efeito estufa” global. As análises dos indicadores que relacionam unidades físicas com unidades econômicas

Tabela 4: Consumo Setorial de Energia da Economia Brasileira por Fonte de Energia para o ano de 2009. Em 1000 tep e percentual

Fontes de Energia	Agropecuária		Agroindústria		Indústria		Comércio e Serviços		Total Consumo Energético			
	tep	%	tep	%	tep	%	tep	%	tep	%	tep	%
Petróleo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Gás natural	2	0,02	1,188	2,99	10,648	20,40	2,513	3,10	14,352	7,86		
Carvão vapor	0	0,00	132	0,33	2,25	4,31	0	0,00	2,382	1,30		
Carvão metalúrgico	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
Urânio U_3O_8	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
Energia hidráulica	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
Lenha	2,411	25,24	3,579	9,01	2,984	5,72	80	0,10	9,055	4,96		
Produtos da cana	0	0,00	23,271	58,58	0	0,00	5,173	6,37	28,445	15,57		
Outras fontes primárias	0	0,00	5,138	12,94	429	0,82	0	0,00	5,568	3,05		
Energia Primária Total	2,413	25,25	33,309	83,85	16,312	31,26	7,767	9,57	59,8	32,74		
Óleo diesel	5,515	57,72	251	0,63	502	0,96	30,995	38,17	37,263	20,40		
Óleo combustível	68	0,71	1,349	3,40	2,513	4,82	2,045	2,52	5,975	3,27		
Gasolina	0	0,00	0	0,00	0	0,00	14,72	18,13	14,72	8,06		
GLP	23	0,24	133	0,33	662	1,27	514	0,63	1,331	0,73		
Nafta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
Querosene	0	0,00	0	0,00	3	0,01	2,828	3,48	2,831	1,55		
Gás de cidade e de coqueria	0	0,00	1	0,00	1,024	1,96	174	0,21	1,2	0,66		
Coque de carvão mineral	0	0,00	0	0,00	5,309	10,17	0	0,00	5,309	2,91		
Urânio contido no UO_2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
Eletricidade	1,521	15,92	4,424	11,14	11,752	22,52	10,286	12,67	27,984	15,32		
Carvão vegetal	7	0,08	3	0,01	3,299	6,32	78	0,10	3,386	1,85		
Álcool etílico anidro e hidratado	7	0,07	0	0,00	0	0,00	11,792	14,52	11,799	6,46		
Outras secundárias de petróleo	0	0,00	253	0,64	10,766	20,63	0	0,00	11,019	6,03		
Produtos não energéticos de petróleo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
Alcatrão	0	0,00	0	0,00	44	0,08	0	0,00	44	0,02		
Energia Secundária Total	7,141	74,75	6,414	16,15	35,874	68,74	73,432	90,43	122,861	67,26		
TOTAL	9,553	100,00	39,723	100,00	52,186	100,00	81,199	100,00	182.661,53	100,00		

Fonte: Cálculos dos autores, com base na Matriz Energética Desagregada para 56 setores.

da próxima seção deixam mais evidentes estes fatos.

3.5 Indicadores Físico-Econômico

A fim de compreender melhor o contexto ambiental dos agregados da economia brasileira, questiona-se nesta seção: quais são as relações entre o pessoal ocupado, o consumo setorial de energia e as emissões de CO₂ por unidade de renda e empregos gerados? A Tabela 5 resume os resultados de diversos indicadores gerados para os agregados do agronegócio e da economia brasileira.

a) Empregos, Consumo Energético e Emissões de CO₂ por Unidade de Renda Gerada

O coeficiente trabalhador por PIB gerado (L/PIB) mostra no agronegócio atividades mais intensivas no uso da mão de obra do que o resto da economia, já que utiliza 51,9 trabalhadores por cada milhão de reais, enquanto que o resto da economia utiliza 29,9 trabalhadores. Entretanto, destaca-se, sobre todos os agregados, o Produto Agropecuário (Agregado II) pela utilização de 106,6 trabalhadores por milhão de reais, ou seja, trata-se de um agregado que utiliza 3,8 vezes mais trabalhadores por milhão de reais do que a média da economia brasileira (34,6 trabalhadores por milhão).

O consumo de energia em tep por milhão de reais (tep/PIB) evidencia, no agronegócio, (106,7) mais consumo de energia que no resto da economia (54,2), ao mesmo tempo em que a Agroindústria (Agregado III) consolida-se como o maior consumidor de energia do país, apresentando um índice de 284,9 tep por milhão de reais, seguido de longe pelos Insumos Agropecuários (135,2 tep) e pela Indústria (98,0 tep).

As emissões de CO₂ por milhão de reais (CO₂/PIB) apresenta a mesma hierarquia observada no consumo de energia por milhão de reais (tep/PIB). Entretanto, observa-se que as maiores proporções de emissões por consumo de energia localizam-se na Agroindústria ($1.035,9 / 284,9 = 3,64$), ou seja, trata-se de um agregado que, por unidade monetária, emite CO₂ com maior intensidade no meio ambiente se comparado com os outros agregados da economia.

Frente a essas evidências e considerando que o consumo mundial de alimentos praticamente duplicará até 2030, fica estabelecido que os desafios para o crescimento do agronegócio são gigantescos. Em particular para a Agroindústria já que se espera, por um lado, maior consumo de produtos da agroenergia, como por exemplo, etanol, em função da escassez das fontes de energia fósseis como a do petróleo e, por outro, das mudanças nos hábitos alimentares passando para um maior consumo de produtos agropecuários industrializados.

b) PIB, Consumo Energético e Emissões de CO₂ por Trabalhador

O coeficiente da renda gerada por trabalhador (PIB/L) indica uma média de R\$ 28.913 na economia brasileira. Da comparação dos diversos agregados da economia emergem três níveis de renda por trabalhador: a Indústria (Agregado V, com R\$ 36.101) e os diversos Serviços (Agregados IV, VI e VII, com R\$ 32.705, respectivamente) destacam-se por sua localização acima da média; a Agroindústria (Agregado III, com R\$ 27.287) por manter-se em torno da média e; os Insumos Agropecuários (Agregado I, com R\$ 18.640) e o Produto Agropecuário (Agregado II, com R\$ 9.378) por estarem abaixo da média. Cabe

Tabela 5: Indicadores Físico-Econômicos do Agronegócio na Estrutura da Economia Brasileira em 2009.

	Indicadores por Renda Gerada			Indicadores por Trabalhador.			CO ₂ / tep
	(L/PIB)	(tep/PIB)	(CO ₂ /PIB)	(PIB/L)	(tep/L)	(CO ₂ /L)	(CO ₂ /tep)
I Ins. Agrop.	53,6	135,2	390,3	18,64	2,5	7,3	2,89
II Prod. Agrop.	106,6	60,7	177,7	9.378	0,6	1,7	2,93
III Agroind.	36,6	284,9	1.035,9	27.287	7,8	28,3	3,64
IV Agrosserv.	30,6	40,7	104,2	32.705	1,3	3,4	2,56
PIB do agronegócio (I + II + III+ IV)	51,9	106,7	350,5	19.254	2,1	6,7	3,28
V Indústria	27,7	98,0	241,2	36.101	3,5	8,7	2,46
VI Serv. Ind.	30,6	40,7	104,2	32.705	1,3	3,4	2,56
VII Serviços	30,6	40,7	104,2	32.705	1,3	3,4	2,56
PIB do resto da economia (V + VI + VII)	29,9	54,2	136,4	33.444	1,8	4,6	2,52
PIB Nacional (I + II + III+ IV + V + VI + VII)	34,6	65,4	181,9	28.913	1,9	5,3	2,78

Fonte: Cálculos dos autores

salientar, nesse contexto, que a renda gerada por trabalhador no agronegócio (R\$ 19,254) é menor que o resto da economia (R\$ 33.444), isso certamente porque a participação de todos os agregados de base agrícola no PIB nacional é somente de 21,26%.

O consumo de energia por trabalhador (tep/L) destaca a Agroindústria como o maior consumidor, em virtude de utilizar 7,8 tep por trabalhador. Isto é, o consumo de energia por trabalhador na Agroindústria é 2,2 vezes maior do que o segundo colocado (Indústria ou Agregado V, com 3,5) e, 4,1 vezes maior do que a média da economia nacional. Como resultado, as emissões de CO₂ por trabalhador concentram-se significativamente na Agroindústria por apresentar 28,3 toneladas de CO₂ por trabalhador, seguido de longe pela Indústria (8,7), Insumos Agropecuários (7,3) e pelos demais agregados da economia, que em média apresentam 5,3 toneladas para cada trabalhador.

c) Emissões de CO₂ por Consumo de tep

A análise dos coeficientes de toneladas de CO₂ por consumo de energia em tep possibilita identificar os agregados que mais poluem o meio ambiente, uma vez que através desse coeficiente pode-se avaliar, de forma comparativa, a capacidade relativa de cada agregado na emissão de dióxido de carbono por consumo de energia.

As emissões de gases por consumo de energia (CO₂/tep) evidenciam no agronegócio um nível de poluição média (3,28) mais intensiva do que o resto da economia (2,52), bem como da média nacional (2,78). Novamente, a análise dos agregados destaca a Agroindústria (Agregado III) como o maior poluidor do país, apresentando um índice de 3,64 toneladas de CO₂ por tep, seguida pelo Produto Agropecuário (2,93) e pelos Insumos Agropecuários (2,89). Deve-se destacar que dentre os agregados, a Indústria (2,46) apresenta a mais baixa relação entre emissões e consumo de energia, inclusive abaixo dos agregados que envolvem serviços (2,56).

Nesse panorama, fica evidente que, com o crescimento do agronegócio brasileiro, o aumento na demanda de energia e suas correspondentes emissões de CO₂, os riscos e as incertezas da maior degradação do meio ambiente, são um grande desafio para o crescimento econômico sustentável de alta produtividade, com eficiência econômica e responsabilidade socioambiental.

4 Considerações Finais

Considerando as oportunidades para o crescimento do agronegócio e sua relevante pressão por maiores níveis de consumo de energia, o artigo teve como objetivo, avaliar a renda, o emprego, o consumo setorial de energia e suas emissões de CO₂ na estrutura do agronegócio brasileiro. Com esses fins, inicialmente estimou-se uma matriz energética com 56 setores consumidores de energia compatíveis com os 56 setores que apresenta a MIP do Brasil para 2009. Seguidamente, para o cálculo do agronegócio, a economia do país foi dividida em sete grandes agregados, de modo a analisar comparativamente os componentes do agronegócio com os do resto da economia.

Verificou-se que o agronegócio brasileiro de 2009 responde por 21,26% do PIB, por 31,93% dos empregos, por 34,72% do consumo de energia e, por 40,96% das emissões de CO₂. A análise dos agregados da economia destaca o Serviços (Agregado VII) pela maior geração de renda (42,23%) e do emprego

(37,34%), além de mostrar que esse agregado gera mais empregos que o agronegócio como um todo. Já no consumo de energia destacam-se a Indústria (Agregado V) e o Serviços (Agregado VII) por deterem em 27,72% e 26,33% do consumo nacional, respectivamente. Entretanto, as emissões de gases mostram a Agroindústria (Agregado III) com a maior parcela (27,25%) das emissões de CO₂.

Deve-se mencionar que no agronegócio a Agroindústria (Agregado III) concentra 60,08% do consumo de energia e 65,52% das emissões de CO₂. Contudo, verificou-se na estrutura de consumo da Agroindústria por fontes de energia o uso de energia “limpa” (Eletricidade com 11,14%) e majoritariamente renovável (Produtos da cana, Outras fontes primárias e Lenha, em conjunto, com 80,53%), isto é, utiliza poucas fontes de energia de origem fóssil. Assim, as emissões da Indústria e por extensão do agronegócio, devem ser consideradas em um contexto ecologicamente correto, pois, embora com a queima do bagaço da cana, da casca de arroz e da madeira, libere abundante emissão de CO₂, este também é capturado pelas plantas durante seu crescimento, no processo de fotossíntese, o que ajuda a controlar o “efeito estufa” global.

Nesse contexto, os cruzamentos das variáveis estimadas para os agregados da economia permitiram estabelecer alguns indicadores físico-econômicos. Verificou-se através do coeficiente trabalhador por milhão de reais (L/PIB) que nas atividades do Produto Agropecuário (Agregado II) são necessárias mais pessoas (106) para gerar renda, ou seja, são empregados mais indivíduos por unidade de renda gerada na economia. Por sua vez, o consumo de energia e as emissões de CO₂ assinalam, no agronegócio, maiores coeficientes que a média nacional, em particular, destacando a Agroindústria (Agregado III) como o agregado que mais consome (tep/PIB) e emite gases (CO₂/PIB) por unidade monetária no país.

O coeficiente da renda gerada por trabalhador (PIB/L) destaca a Indústria (Agregado V) e os diversos Serviços (Agregados IV, VI e VII) com as maiores rendas, bem como evidencia que a renda por trabalhador do agronegócio (R\$ 19.254) é relativamente menor que a média nacional (R\$ 28.913). Verificou-se também que o consumo de energia por trabalhador (tep/L) na Agroindústria é 4,1 vezes mais do que a média da economia nacional. Os resultados das emissões de CO₂ por trabalhador apontam concentração significativa na Agroindústria por apresentar 28,3 toneladas de CO₂ por trabalhador, seguido de longe pelos demais agregados da economia, que em média apresentam 5,3 toneladas para cada trabalhador.

Em suma, os resultados desta pesquisa, ao mensurar na economia brasileira a renda, o emprego, o consumo setorial de energia e suas emissões de CO₂, permitiram compreender melhor a abrangência das atividades do agronegócio e seus impactos ambientais, em particular, os da Agroindústria que apresenta os maiores níveis de poluição do país. Certamente, as informações aqui encontradas apesar de suas limitações, são subsídios importantes para direcionar, em setores específicos ou não, políticas de diminuição de emissões de CO₂. Portanto, o desafio atual se traduz em como conciliar o crescimento do agronegócio de alta tecnologia com a conservação e a preservação ambiental.

Referências Bibliográficas

Araújo, N. B., Wedekin, I. & Pinazza, L. A. (1990), *Complexo agroindustrial: O agribusiness brasileiro*, Agroceres, São Paulo.

Balanço Energético Nacional 2014 – ano base 2013 (2014), EPE, Rio de Janeiro.

CEPEA (2013).

URL: <http://www.cepea.esalq.usp.br>

Coeficiente da matriz de emissões: Projeto “fornecimento de instrumentos de avaliação de emissões de gases de efeito estufa acoplados a uma matriz energética” (2000), *Economia & Energia* (24).

URL: <http://ecen.com/matriz/eee24/>

Concla (2014), Rio de Janeiro, RJ.

URL: <http://www.cnae.ibge.gov.br/>

Davis, J. H. & Goldberg, R. A. (1957), *A concept of agribusiness*, Harvard University press, Boston.

Figueiredo, N. R. M., Araújo, Júnior, I. T. & Perobelli, F. S. (2009), Construção da matriz insumo–produto híbrida para o estado de Pernambuco e avaliação da intensidade energética e de emissões de CO₂ setorial, in ‘Anais’, Encontro Regional de Economia, BNB, Fortaleza.

URL: <http://edi.bnb.gov.br/content/aplicacao/eventos/forumbnb2009/docs/construcao.pdf>

Finamore, E. B. & Montoya, M. A. (2003), ‘PIB, tributos, emprego, salários e saldo da balança comercial no agronegócio gaúcho.’, *Ensaio FEE* 24(1), 93–126.

Furtuoso, M. C. O. (1998), O produto interno bruto do complexo agroindustrial brasileiro, Doutorado em ciências, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba.

Guilhoto, J. J. M., Furtuoso, M. C. O. & Barros, G. S. C. (2000), *Agronegócio na economia brasileira, 1994 a 1999*, CEPEA-USP, Piracicaba.

Guilhoto, J. J. M. & Sesso, Filho, U. A. (2005), ‘Estimação da matriz insumo–produto a partir de dados preliminares das contas nacionais’, *Economia Aplicada* 9(2), 277–299.

Guilhoto, J. J. M. & Sesso, Filho, U. A. (2010), ‘Estimação da matriz insumo–produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005’, *Economia & Tecnológica* 23(6), 63–76.

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* 16(1), 49–99.

IEA (2011), ‘International energy outlook 2009’.

URL: <http://www.iea.doe.gov>

Jank, M. S. A. (2012), 'A hora e a vez da moderna agricultura tropical', *O Estado de S. Paulo*.

URL: <http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,a-hora-e-a-vez-da-moderna-agricultura-tropical-imp-,879849>

Lauschner, R. (1993), *Agribusiness, cooperativa e produtor rural*, Unisinos, São Leopoldo.

Leontief, W. (1983), *A economia do insumo-produto*, Ed. Abril Cultural, São Paulo. (Os Economistas).

Malassi, L. (1973), *Analyse du complexe agro-alimentaire d'après la comptabilité nationale, cahiers de l'ISMEA N. 11 – série AG, ISMEAP.*

URL: <http://www.ismea.org/>

Mattos, R. S. (2010), Interações setoriais sobre a demanda de energia elétrica em Pernambuco: uma análise inter-regional de insumo-produto, *in* 'Anais', ENABER, ABER, Juiz de Fora.

Montoya, M. A. & Finamore, E. B. (2001), 'Evolução do PIB do agronegócio brasileiro de 1959 a 1995: uma estimativa na ótica do valor adicionado', *Teoria e Evidência Econômica* 9(16), 9–24.

Montoya, M. A. & Guilhoto, J. J. M. (2000), O agronegócio brasileiro entre 1959 e 1995: dimensão econômica, mudança estrutural e tendências, *in* M. A. Montoya & J. L. Parré, eds, 'O agronegócio brasileiro no final do século XX', EdiUPF, Passo Fundo, chapter 1, pp. 3–32.

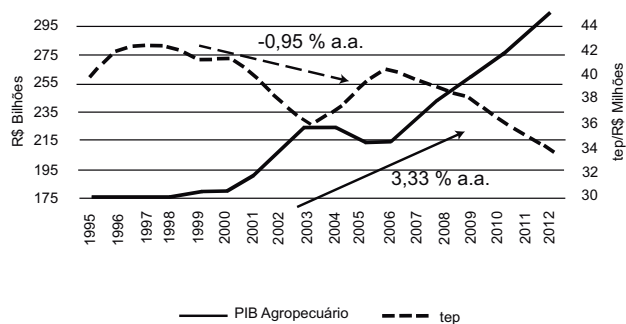
Montoya, M. A., Lopes, R. L. & Guilhoto, J. J. M. (2014), 'Desagregação setorial do balanço energético nacional a partir dos dados da matriz insumo-produto: Uma avaliação metodológica', *Economia Aplicada* 18(3), 379–419.

Perobelli, F. S., Mattos, R. S. & Faria, W. R. (2006), Energetic interactions between Minas Gerais state and the rest of Brazil: An inter-regional input-output analysis, *in* 'Anais', Congress of the European Regional Science Association, ERSA, Volos.

WCED (2011), 'Our common future'.

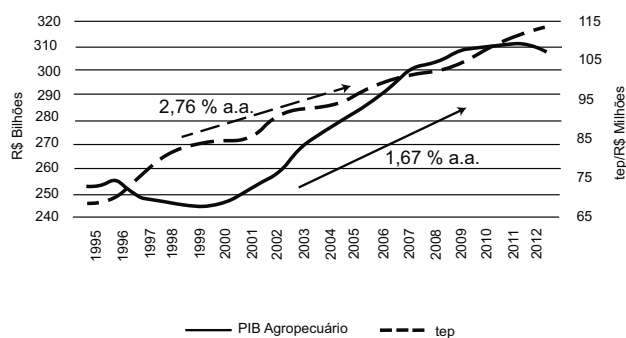
URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Apêndice A



Fonte: Cálculos elaborados pelos autores com base no CEPEA (2015) e EPE (2014)

Figura A.1: Energia consumida “versus” PIB do setor agropecuário brasileiro, 1995 – 2012 (em tep por R\$ Milhões de 2013).



Fonte: Cálculos elaborados pelos autores com base no CEPEA (2015) e EPE (2014)

Figura A.2: Energia consumida “versus” PIB do setor agroindústria brasileiro, 1995 – 2012 (em tep por R\$ Milhões de 2013)

Apêndice B

Tabela B.1: Divisão setorial da pesquisa e correspondência com as atividades da Matriz Insumo-Produto (MIP) do Brasil para o ano de 2009.

DIVISÃO SETORIAL DA PESQUISA		SETORES DA MIP DE 2009	
CODIGO	DESCRIÇÃO	SETOR	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
A	Agropecuária	1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal.
A	Agropecuária	2	Pecuária e pesca
I	Indústrias	3	Petróleo e gás natural
I	Indústrias	4	Minério de ferro
I	Indústrias	5	Outros da indústria extrativa
AI	Agroindústrias	6	Alimentos e Bebidas
AI	Agroindústrias	7	Produtos do fumo
AI	Agroindústrias	8	Têxteis
AI	Agroindústrias	9	Artigos do vestuário e acessórios
AI	Agroindústrias	10	Artefatos de couro e calçados
AI	Agroindústrias	11	Produtos de madeira - exclusive móveis
AI	Agroindústrias	12	Celulose e produtos de papel
I	Indústrias	13	Jornais, revistas, discos.
I	Indústrias	14	Refino de petróleo e coque
AI	Agroindústrias	15	Álcool
I	Indústrias	16	Produtos químicos
I	Indústrias	17	Fabricação de resina e elastômeros
I	Indústrias	18	Produtos farmacêuticos
I	Indústrias	19	Defensivos agrícolas
I	Indústrias	20	Perfumaria, higiene e limpeza.
I	Indústrias	21	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas.
I	Indústrias	22	Produtos e preparados químicos diversos
AI	Agroindústrias	23	Artigos de borracha e plástico
I	Indústrias	24	Cimento
I	Indústrias	25	Outros produtos de minerais não metálicos
I	Indústrias	26	Fabricação de aço e derivados
I	Indústrias	27	Metalurgia de metais não ferrosos
I	Indústrias	28	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
I	Indústrias	29	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos.
I	Indústrias	30	Eletrodomésticos
I	Indústrias	31	Máquinas para escritório e equipamentos de informática
I	Indústrias	32	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.
I	Indústrias	33	Material eletrônico e equipamentos de comunicações
I	Indústrias	34	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico
I	Indústrias	35	Automóveis, camionetas e utilitários.
I	Indústrias	36	Caminhões e ônibus
I	Indústrias	37	Peças e acessórios para veículos automotores
I	Indústrias	38	Outros equipamentos de transporte
I	Indústrias	39	Móveis e produtos das indústrias diversas
S	Setores de serviços	40	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana.
I	Indústrias	41	Construção
S	Setores de serviços	42	Comércio
S	Setores de serviços	43	Transporte, armazenagem e correio.
S	Setores de serviços	44	Serviços de informação
S	Setores de serviços	45	Intermediação financeira e de seguros
S	Setores de serviços	46	Serviços imobiliários e aluguel
S	Setores de serviços	47	Serviços de manutenção e reparação
S	Setores de serviços	48	Serviços de alojamento e alimentação
S	Setores de serviços	49	Serviços prestados às empresas
S	Setores de serviços	50	Educação mercantil
S	Setores de serviços	51	Saúde mercantil
S	Setores de serviços	52	Serviços prestados às famílias e associativas
S	Setores de serviços	53	Serviços domésticos
S	Setores de serviços	54	Educação pública
S	Setores de serviços	55	Saúde pública
S	Setores de serviços	56	Administração pública e seguridade social

Fonte: Elaborado pelos autores

Apêndice C

Tabela C.1: Agregação e compatibilização setorial para o ano de 2009 entre a MIP e a Matriz energética do Brasil.

Agregação Grandes Setores	COMPATIBILIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DO BRASIL				
	MIP			BEN	
	Setores	Nível 80	ATIVIDADES	Código	ATIVIDADES
I	1	101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal.	11.2.5	Agropecuários
	2	102	Pecuária e pesca	11.2.5	Agropecuários
II	3	201	Petróleo e gás natural	11.2.1	Energético
	14	309	Refino de petróleo e coque	11.2.1	Energético
	15	310	Álcool	11.2.1	Energético
	40	401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana.	11.2.1	Energético
III	4	202	Minério de ferro	11.2.7.4	Mineração e Pelotização
	5	203	Outros da indústria extrativa	11.2.7.4	Mineração e Pelotização
IV	6	301	Alimentos e Bebidas	11.2.7.7	Alimentos e Bebidas
	7	302	Produtos do fumo	11.2.7.7	Alimentos e Bebidas
V	8	303	Têxteis	11.2.7.8	Têxtil
	9	304	Artigos do vestuário e acessórios	11.2.7.8	Têxtil
	10	305	Artefatos de couro e calçados	11.2.7.8	Têxtil
VI	11	306	Produtos de madeira - exclusive móveis	11.2.7.9	Papel e Celulose
	12	307	Celulose e produtos de papel	11.2.7.9	Papel e Celulose
	13	308	Jornais, revistas, discos	11.2.7.9	Papel e Celulose
VII	16	311	Produtos químicos	11.2.7.6	Química
	17	312	Fabricação de resina e elastômeros	11.2.7.6	Química
	18	313	Produtos farmacêuticos	11.2.7.6	Química
	19	314	Defensivos agrícolas	11.2.7.6	Química
	20	315	Perfumaria, higiene e limpeza.	11.2.7.6	Química
	21	316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacs.	11.2.7.6	Química
	22	317	Produtos e preparados químicos diversos	11.2.7.6	Química
	23	318	Artigos de borracha e plástico	11.2.7.6	Química
VIII	24	319	Cimento	11.2.7.1	Cimento
IX	25	320	Outros produtos de minerais não metálicos	11.2.7.10	Cerâmica
X	26	321	Fabricação de aço e derivados	11.2.7.3	Ferroligas
XI	27	322	Metalurgia de metais não-ferrosos	11.2.7.2 11.2.7.5	Ferro-gusa e Aço Não-Ferrosos e Outros Metálicos
	28	323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	11.2.7.5	Não-Ferrosos e Outros Metálicos

Fonte: Elaborado com base em Montoya et al. (2014).

Tabela C.1: Agregação e compatibilização setorial para o ano de 2009 entre a MIP e a Matriz energética do Brasil. (continuação)

XII	29	324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos.	11.2.7.11	Outras indústrias
	30	325	Eletrodomésticos	11.2.7.11	Outras indústrias
	31	326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	11.2.7.11	Outras indústrias
	32	327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.	11.2.7.11	Outras indústrias
	33	328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	11.2.7.11	Outras indústrias
	34	329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico.	11.2.7.11	Outras indústrias
	35	330	Automóveis, camionetas e utilitários.	11.2.7.11	Outras indústrias
	36	331	Caminhões e ônibus	11.2.7.11	Outras indústrias
	37	332	Peças e acessórios para veículos automotores	11.2.7.11	Outras indústrias
	38	333	Outros equipamentos de transporte	11.2.7.11	Outras indústrias
	39	334	Móveis e produtos das indústrias diversas	11.2.7.11	Outras indústrias
	41	501	Construção	11.2.7.11	Outras indústrias
XIII	42	601	Comércio	11.2.3	Comercial
	44	801	Serviços de informação	11.2.3	Comercial
	45	901	Intermediação financeira e seguros.	11.2.3	Comercial
	46	1001	Serviços imobiliários e aluguel	11.2.3	Comercial
	47	1101	Serviços de manutenção e reparação	11.2.3	Comercial
	48	1102	Serviços de alojamento e alimentação	11.2.3	Comercial
	49	1103	Serviços prestados às empresas	11.2.3	Comercial
	50	1104	Educação mercantil	11.2.3	Comercial
	51	1105	Saúde mercantil	11.2.3	Comercial
	52	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	11.2.3	Comercial
	53	1107	Serviços domésticos	11.2.3	Comercial
XIV	43	701	Transporte, armazenagem e correio.	11.2.6	Transporte Total
XV	54	1201	Educação pública	11.2.4	Público
	55	1202	Saúde pública	11.2.4	Público
	56	1203	Administração pública e seguridade social	11.2.4	Público

Fonte: Elaborado com base em Montoya et al. (2014).

Apêndice D

Tabela D.1: Compatibilização dos fluxos setoriais da Matriz Energética com os fluxos setoriais da Matriz Insumo-Produto para estabelecer o fator de ponderação.

BEN		MIP	
FONTES PRIMÁRIAS	NIVEL 80	ATIVIDADES	
PETRÓLEO		NC: não consome	
GÁS NATURAL	20101	Petróleo e gás natural	
CARVÃO VAPOR	20301	Carvão mineral	
CARVÃO METAL.		NC: não consome	
URÂNIO U3O8		NC: não consome	
ENERGIA HIDRÁULICA		NC: não consome	
LENHA	10112	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	
PRODUTOS DA CANA	30115	Produtos das usinas e do refino de açúcar	
OUT. FONTES PRIM.	10112	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	
FONTES SECUNDÁRIAS	NIVEL 80	ATIVIDADES	
ÓLEO DIESEL	30905	Óleo diesel	
ÓLEO COMBUSTIVEL	30904	Óleo combustível	
GASOLINA	30903	Gasoálcool	
GLP	30901	Gás liquefeito de petróleo	
NAFTA		NC: não consome	
QUEROSENE	30906	Outros produtos do refino de petróleo e coque	
GÁS DE CIDADE E DE COQUERIA	40101	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	
COQUE CARVÃO MIN.	20301	Carvão mineral	
URÂNIO CONTIDO NO UO2		NC: não consome	
ELETRICIDADE	40101	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	
CARVÃO VEGETAL	31102	Produtos químicos orgânicos	
ÁLCOOL ETÍLICO ANIDRO E HIDRATADO	31001	Álcool	
OUTRAS SEC. DE PETRÓLEO	30906	Outros produtos do refino de petróleo e coque	
ALCATRÃO	20301	Carvão mineral	

Fonte: Elaborado com base em Montoya et al. (2014).

Apêndice E

Tabela E.1: Coeficientes de conversão da quantidade total de CO₂ em Gg/1000 tep emitidas na atmosfera

Setores consumidores	Gás Natural	Carvão Vapor	Carvão Metal	Lenha	Prod. Da Cana	Outra Fonte	Diesel	Combustível	Gasolina	GLP	Querosene	Gás	Coq. Car. Min.	Carvão Veg.	Álcool	Outras Fontes secundarias	Outras secundarias do Petróleo	Alcatrão
Energético	2,34	3,94	3,94	4,52	4,52	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,94	3,86	3,00	3,07	3,07	3,94
Residencial	2,34	3,78	3,78	4,23	4,23	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,78	3,46	2,71	3,07	3,07	3,78
Comercial	2,34	3,81	3,81	4,23	4,23	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,81	3,48	2,71	3,07	3,07	3,81
Público	2,34	3,81	3,81	4,23	4,23	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,81	3,79	2,71	3,07	3,07	3,07
Agropecuário	2,34	3,78	3,78	3,91	3,91	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	2,78	3,46	2,39	3,07	3,07	3,78
Rodoviário	2,34	3,78	3,78	3,91	3,91	3,31	3,07	3,21	2,35	2,62	2,97	3,07	3,98	3,95	2,76	3,07	3,07	3,95
Ferrovário	2,34	3,78	3,78	3,91	3,91	3,31	3,07	3,21	2,35	2,62	2,97	3,07	3,98	3,95	2,76	3,07	3,07	3,95
Aéreo	2,34	3,95	3,95	4,59	4,59	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,97	3,07	3,95	3,95	3,07	3,07	3,07	3,95
Hidroviário	2,34	3,95	3,95	4,59	4,59	3,31	3,07	3,14	2,87	2,62	2,97	3,07	3,95	3,95	3,07	3,07	3,07	3,95
Cimento	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Ferro-Gusa Aço	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Ferro-Ligas	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Mineração e pe- lotização	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Não-Ferrosos	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Química	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Alimentos e Be- bidas	2,34	3,81	3,81	4,55	4,55	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,93	3,48	3,03	3,07	3,07	3,81
Têxtil	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Papel e Celulose	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Cerâmica	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Outros	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Consumo Não- Id.	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93

Fonte: *Coeficiente da matriz de emissões: Projeto "fornecimento de instrumentos de avaliação de emissões de gases de efeito estufa acoplados a uma matriz energética"* (2000)