

NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

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

Marco Antonio Montoya, Cássia Aparecida Pasqual, Ricardo Luis
Lopes e Joaquim José Martins Guilhoto

TD Nereus 07-2013
São Paulo
2013

Consumo de Energia, Emissões de CO₂ e a Geração de Emprego e Renda no Agronegócio Brasileiro: Uma Análise Insumo-Produto

Marco Antonio Montoya¹, Cássia Aparecida Pasqual², Ricardo Luis Lopes³ e Joaquim José Martins Guilhoto⁴

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 34,84% do consumo de energia e, por 40,74% 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%).

1. Introdução

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 59,94 trilhões de dólares em 2006 para 137,48 trilhões de dólares 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 6,590 bilhões para 8,327 bilhões de habitantes, ao mesmo tempo em que cada habitante quase duplicará (179,34%) seu consumo individual, dado o aumento da renda de 9.095,60 para 16.510,14 dólares (IEO, 2009).

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

¹ Professor Titular da Faculdade de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis da Universidade de Passo Fundo FEAC-UPF. e-mail: montoya@upf.br

² e-mail: cpasqual@upf.br

³ e-mail: rllopes@uem.br

⁴ e-mail: guilhoto@usp.br

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 o país lidera o mercado de carne de frango, de carne bovina, de suco de laranja, de açúcar, de café e de etanol, além de destaque em outros produtos como a carne suína, o milho e a soja onde figura entre os três maiores exportadores.

Por essa trajetória, fica evidente que a produção do agronegócio brasileiro e, portanto, da economia do país, crescerá de forma acelerada e esse crescimento esperado terá um relevante papel no aumento da demanda de energia, dado a vital importância desse insumo para o desenvolvimento de suas atividades produtivas. Previsões sobre a demanda de energia para o Brasil apontam, no período de 2006 a 2030, que o mercado energético nacional aumentará 196,25% já que o consumo de energia crescerá a uma taxa de 2,6% a.a., passando de 202,9 milhões de tep⁵ para 398,2 milhões de tep em 2030 (BERS, 2010 e IPE, 2010). Assim, espera-se que a queima de combustíveis fósseis responsáveis pelos gases de “efeito estufa” aumente em todos os setores produtivos, particularmente no agronegócio brasileiro, cujo crescimento econômico para os próximos anos será impulsionado pelo consumo global de alimentos.

Nessas circunstâncias, os riscos e as incertezas da maior degradação do meio ambiente serão um grande desafio para o crescimento econômico sustentável de alta produtividade. Será preciso definir com clareza as metas e o papel que o Brasil deverá desempenhar na segurança alimentar e energética do planeta. Portanto, torna-se de suma importância questionar as implicações do crescimento econômico sobre o consumo de

⁵ toneladas equivalentes de petróleo

energia e, principalmente, sobre as emissões de gases de efeito estufa (GHG).

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?

Levando em consideração as oportunidades para o crescimento do agronegócio e sua relevante pressão por maiores níveis de consumo de energia, este artigo tem como objetivo, com base numa perspectiva sistêmica, mensurar e avaliar, na estrutura do agronegócio brasileiro o consumo setorial de energia e suas implicações inerentes às emissões de CO₂. Com isso espera-se, num 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 2, com fins de compreender a dimensão do agronegócio é apresentado um referencial sobre sua evolução na economia brasileiro nos últimos 50 anos; a 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 e a seção 4 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 emissões de CO₂ por unidade de renda e empregos gerados; na última seção são apresentadas as principais conclusões obtidas no decorrer da análise.

2. Agronegócio Brasileiro de 1959 a 2011

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, a evolução do agronegócio brasileiro de 1959 a 2011 mostra transformações estruturais importantes (Tabela 1). Aparentemente, espera-se que, quanto mais interligados estiverem os diversos setores do agronegócio, maior deverá ser sua participação relativa no PIB nacional. Isso, porque a inovação tecnológica na produção rural, a intensificação da industrialização de produtos agropecuários e a maior oferta de serviços incrementam a geração de renda e, portanto, a dimensão do agronegócio. Contudo, o fato de existirem, além do agronegócio, outros complexos industriais dinâmicos em franca expansão a partir da década de 1970, tais como metalúrgico, mecânico e automotores, associado à crescente demanda de serviços do sistema econômico como um todo, a participação relativa do agronegócio no PIB apresenta uma tendência gradativa à diminuição.

Tabela 1. PIB do Brasil e do Agronegócio e sua Participação Relativa, 1959 a 2011 (em US\$ milhões correntes para 1959-1995 e em R\$ milhões de 2011 para 2000-2011)

Anos	PIB Nacional	PIB do Agronegócio	Participação relativa do Agronegócio no PIB Nacional
	Valores	Valores	Percentual
1959	6.555	11.760	55,74
1970	11.477	29.746	38,58
1975	36.009	100.377	35,87
1980	65.277	212.309	30,75
1985	65.948	206.614	31,92
1990	118.703	463.056	25,63
1995	167.091	634.228	25,40
2000	2.827.605	667.003	23,59
2005	3.243.877	769.203	23,71
2010	4.032.805	879.116	21,80
2011	4.143.013	917.654	22,15

Fonte: Montoya e Guilhoto (2000), Montoya e Finamore (2001), e CEPEA (2013).

Verifica-se, na Tabela 1, que de 1959 a 1970 o agronegócio passou de 55,74% para 38,58% do PIB, certamente influenciado pelo programa de substituição de importações de bens de consumo não duráveis. O enfoque do programa de substituição de importações para a produção de bens de consumo duráveis, intermediários e de capital levou a uma diminuição gradativa do agronegócio no PIB, o qual, em 1975, passou a responder por 35,87%, chegando em 1985 a 31,92%, quando o modelo de substituição de importações se esgotou.

A década de 1990 foi marcada pela abertura comercial, pelo processo acelerado de privatizações e pela manutenção de uma taxa cambial valorizada. Como resultado, a inflação foi controlada, aumentou a oferta interna de bens e se criaram, com a abertura econômica, condições para um longo processo de modernização das atividades produtivas. Essas mudanças que atingiram de forma diversificada os setores da economia, fizeram com que o agronegócio recuasse em 1995 para 25,40% do PIB.

O crescimento econômico na década de 2000 está marcado pela retomada das empresas estatais nos setores estratégicos de infraestrutura, pela prosperidade e estabilidade econômica até 2007 e, posteriormente, pelo aumento do consumo interno induzido pelo governo, para fazer frente à recessão do mercado externo decorrente da crise do sistema financeiro internacional. Nessas circunstâncias, o agronegócio de 2000 respondeu por 23,59% do PIB nacional.

O agronegócio de 2005 que apresentou uma participação relativa de 23,71% do PIB manteve certa estabilidade com os indicadores que apresentou nos anos 1990. Contudo, termina a década, em 2010, com participação de 21,80% do PIB brasileiro e inicia a nova década com 22,15%.

Em síntese, observa-se que a tendência decrescente da participação relativa do agronegócio no PIB brasileiro, no período de 1959 a 2011, está fortemente vinculada às etapas históricas do crescimento econômico em que a produção rural se industrializa, bem como ao nível de desenvolvimento da matriz produtiva.

3. 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, se faz 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.

3.1. 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 Malassis (1969) demonstram que as técnicas mais adequadas para se mensurar o agronegócio e a dinâmica agroindustrial do sistema econômico baseiam-se ou se utilizam das matrizes insumo-produto desenvolvidas por Leontief (1951).

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. Cabe salientar que, diferentemente de outras metodologias sobre o dimensionamento do agronegócio, que pretendem captar os segmentos do setor serviços a partir de coeficientes técnicos de produção, a linha de pensamento dos trabalhos acima citados tem como hipótese central estimar os serviços da economia a partir do consumo final, haja visto 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.

3.2. 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 sI^6). A coluna com os valores dos insumos é multiplicada pelos respectivos Coeficientes de Valor Adicionado (CVA_S), 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 .

Observar 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.

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

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.

⁶ O 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 $\cup_i s_i = S$

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

em que:

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

PIB_{II} = PIB do Agregado II.

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:

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

PIB_{III} = PIB do Agregado III.

Para fins de definir o valor do produto agroindustrial, utilizou-se a Classificação Industrial Internacional Uniforme (Versão 2) de todas as atividades econômicas, publicada pela Cepal (1986), bem como, Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 do IBGE. 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 (Anexo 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 utilizados os seguintes coeficientes. (ver Tabela 2)

Tabela 2. 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.

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

em que:

DFD = Demanda Final Doméstica Total;

DFG = Demanda Final Global Total;

$IILDF$ = 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;

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

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 destes setores que foram utilizados como insumos do Agregado I, conforme equação 11.

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

em que:

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

PIB_V = PIB do Agregado V para a Indústria.

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 anexo A.

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:

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

DF_{s3} = Demanda Final dos 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:

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

DF_{s4} = demanda final dos setores de Comércio, Transporte e Serviços;

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

3.3. 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 é similar ao 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.

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

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 (sI) 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)

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

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 III. Deve-se descontar do valor total do setor $s2$ aqueles que foram atribuídos como insumos nos efeitos do Agregado I. (equação 18)

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

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 a 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.

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

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;

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

em que:

Q_{III}^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. O impacto do setor industrial estima-se do valor referente ao subconjunto $s3$ e exclui o que já foi contabilizado para o agronegócio, conforme equação 22.

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

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 a 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 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;

3.4. Matriz Energética Nacional e Emissões de Gases 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);

Figueiredo *et al.* (2011). 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 2.0 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 BEM, tomando como referência os dados da MIP. Para tal procedimento utilizou-se a metodologia (Base BEN) desenvolvida por Montoya *et al.* (2013). Com base nesse método que compatibiliza, por um lado, os setores consumidores de energia (Anexo B) e, por outro, os fluxos das Fontes de Energia com os setores consumidores (Anexo C), se obteve, para o ano de 2009, uma Matriz Energética Nacional desagregada setorialmente em 56 setores compatíveis com o número de setores consumidores que apresenta a MIP do país. Este 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 estimada em emissões setoriais de CO₂. Para isso foram utilizados os coeficientes de conversão encontrados na Matriz Energética e de Emissões (COEFICIENTE..., 2000) os quais representam a quantidade total de CO₂ medido em Gg/1000 tep emitidas na atmosfera (Anexo D).

3.5. 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 Filho (2005 e 2010) e da Matriz Energética do Brasil de 2009 (EPE, 2010). 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 estimada 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 e ele 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.

4. 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.

4.1. PIB

O agronegócio brasileiro, medido a preços de mercado, chegou a responder por 21,26% do PIB nacional de 2009. Como mostra a Tabela 3, 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 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 constitui-se num setor-chave com fortes encadeamentos, não só para os agregados do agronegócio, mas também para a economia brasileira como um todo.

4.2. 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 3, 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, num 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 emprego que o conjunto de agregados do agronegócio (31,93%). Certamente a mecanização do campo e a automação dos processos agroindustriais contribuíram com esse fato.

Tabela 3. O PIB e o Emprego do Agronegócio na Estrutura da Economia Brasileira em 2009

Agregados	PIB			Pessoal ocupado (L)		
	Valores a preços de mercado em milhões de reais	Participação relativa dos agregados no PIB Nacional	Participação relativa dos agregados no PIB do agronegócio	Número de empregos	Participação relativa dos agregados no emprego brasileiro	Participação relativa dos agregados no PIB do agronegócio
I Insumos Agropecuários	38.914	1,39%	6,55%	2.087.716	2,16%	6,77%
II Produto Agropecuário	144.385	5,17%	24,30%	15.396.039	15,93%	49,90%
III Agroindústria	133.722	4,79%	22,51%	4.900.632	5,07%	15,88%
IV Agrosserviços	277.088	9,92%	46,64%	8.472.421	8,77%	27,46%
PIB do agronegócio (I + II + III+ IV)	594.110	21,26%	100,00%	30.856.808	31,93%	100,00%
V Indústria	516.721	18,49%		14.313.141	14,81%	
VI Serviços Industriais	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

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, essas 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.

4.3. 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, 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 63.640 mil tep, valor que equivale a 34,84% 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 26,24%) e na Agroindústria (Agregado III, com 20,86%), perfazendo um total de 74,82% do consumo total (Tabela 4).

Do ponto de vista do consumo energético dos agregados do agronegócio (63.640 mil tep), as atividades com os Insumos Agropecuários consumiram 5.518 mil tep ou 8,67% (Agregado I); a Produção Rural 8.763 mil tep ou 13,77% (Agregado II); a Agroindústria 38.104 mil tep ou 59,87% (Agregado III); e; o Agrosserviços consumiu 11.254 mil tep ou 17,68% (Agregado IV). Fica evidente, portanto, que a Agroindústria, em seu processo produtivo, concentra praticamente 60% do consumo de energia do agronegócio.

4.4. Emissões de CO₂

O relatório Brundtland (WCED, 1987) 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 4 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 26,87% das emissões totais. Seguidamente, destacam-se os Serviços (Agregado VII) e a Indústria (Agregado V) com uma participação de 24,59% e 24,18%, respectivamente. Contrapondo a esses indicadores, cabe destacar que os menores níveis de emissões de CO₂ podem ser encontrados nos Insumos Agropecuários (Agregado I), com 3,12% ou 16.088 Gg de CO₂; no Produto Agropecuário (Agregado II), com 4,98% ou 25.656 Gg de CO₂; e no Agrosserviços (Agregado IV), com 5,77% ou 29.758 Gg de CO₂.

Tabela 4. O Consumo de energia (em 1000 tep) e as Emissões de CO₂ (em Gg) do Agronegócio na estrutura da economia Brasileira em 2009 e o Emprego do Agronegócio na estrutura da economia Brasileira em 2009

Agregados	Consumo Energético (tep)			Emissão de CO ₂		
	Valores em 1000 tep	Participação relativa dos agregados no consumo de energia nacional	Participação relativa dos agregados no consumo de energia do agronegócio	Valores em Gg de CO ₂	Participação relativa dos agregados na emissão de CO ₂ do Brasil	Participação relativa dos agregados na emissão de CO ₂ do agronegócio
I Insumos Agropecuários	5.518	3,02%	8,67%	16.088	3,12%	7,66%
II Produto Agropecuário	8.763	4,80%	13,77%	25.656	4,98%	12,22%
III Agroindústria	38.104	20,86%	59,87%	138.520	26,87%	65,96%
IV Agrosserviços	11.254	6,16%	17,68%	29.758	5,77%	14,17%
PIB do agronegócio (I + II + III+ IV)	63.640	34,84%	100,00%	210.023	40,74%	100,00%
V Indústria	50.642	27,72%		124.632	24,18%	
VI Serviços Industriais	20.446	11,19%		54.062	10,49%	
VII Serviços	47.934	26,24%		126.744	24,59%	
PIB do resto da economia (V + VI + VII)	119.022	65,16%		305.439	59,26%	
PIB Nacional (I + II + III+ IV + V + VI + VII)	182.662	100,00%		515.462	100,00%	

Fonte: Cálculos dos autores

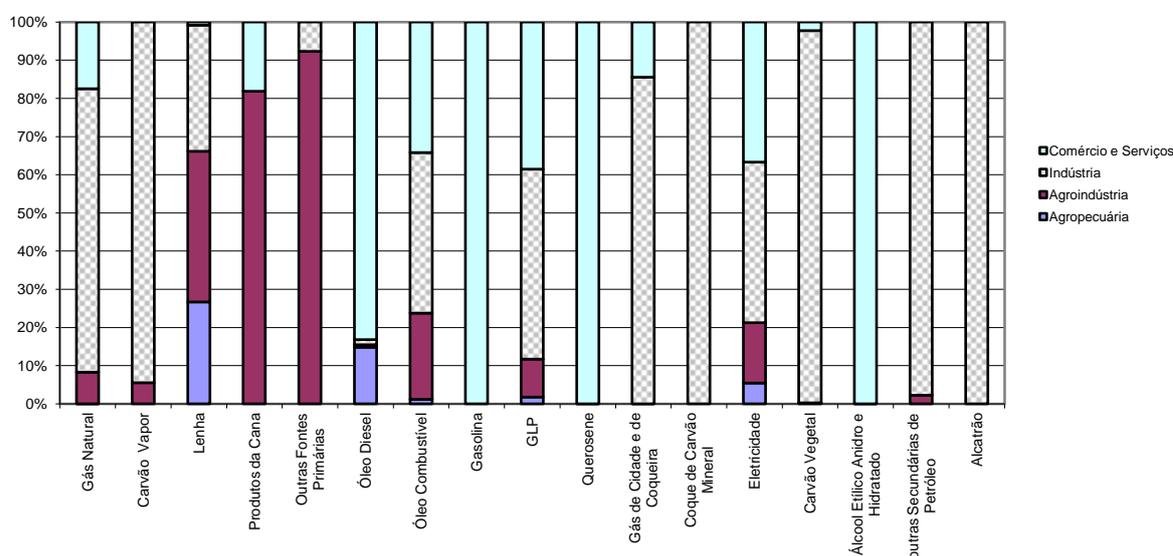
Tabela 5. Consumo Setorial de Energia da Economia Brasileira por Fonte de Energia para o ano de 2009. Em 1000 tep e percentual

FONTES DE ENERGIA	Agropecuária		Agroindústria		Indústria		Comércio e Serviços		Total Consumo Energético	
	tep	%	tep	%	tep	%	tep	%	tep	%
Petróleo	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	2.250	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 ₃ O 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	59.800	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	14.720	18,13	14.720	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	1.200	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.

Convêm destacar, na estrutura do agronegócio, 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 5 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.

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



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

Observa-se na agroindústria que 80,53% do seu consumo está composto por Energias Primárias renováveis tais como, Produtos da cana (58,58%), Outras 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 a Energia Secundária que contribui com 16,15% do consumo da Agroindústria destaca em primeiro lugar a Eletricidade ou energia “limpa” (11,14%), seguido 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, os Produtos da cana constituem-se na

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. 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 de que no 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.

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 (Anexo D), variando entre 3,31 a 4,59 de Gg CO₂ por 1000 tep, fica evidente do porque as emissões de CO₂ por consumo de energia são mais intensas no Agronegócio e na Agroindústria do país. Contudo, essas emissões, devem ser consideradas num contexto ecologicamente mais correto, pois, embora com a queima do bagaço da cana, casca de arroz e madeira, se libere abundante emissão de CO₂ pela combustão da biomassa, este também é minimizado 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 da próxima seção deixam mais evidentes estes fatos.

4.5. 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 6 resume os resultados de diversos indicadores gerados para os agregados do agronegócio e da economia brasileira.

4.5.1. 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 30,6 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 (106,6 / 34,6) do que a média da economia brasileira.

Tabela 6. Indicadores Físico-Econômicos do Agronegócio na Estrutura da Economia Brasileira em 2009

Agregados	Empregos, Consumo Energético e Emissões de CO ₂ por unidade de renda gerada.			PIB, Consumo Energético e Emissões de CO ₂ por trabalhador.			Emissões de CO ₂ por consumo de tep
	Trabalhador por milhão	tep por milhão	Tonelada de CO ₂ por milhão	Real por trabalhador	tep por trabalhador	Tonelada de CO ₂ por trabalhador	Tonelada de CO ₂ por tep
	(L/PIB)	(tep/PIB)	(CO ₂ /PIB)	(PIB/L)	(tep/L)	(CO ₂ /L)	(CO ₂ /tep)
I Insumos Agropecuários	53,6	141,8	413,4	18.640	2,6	7,7	2,92
II Produto Agropecuário	106,6	60,7	177,7	9.378	0,6	1,7	2,93
III Agroindústria	36,6	284,9	1.035,9	27.287	7,8	28,3	3,64
IV Agrosserviços	30,6	40,6	107,4	32.705	1,3	3,5	2,64
PIB do agronegócio (I + II + III+ IV)	51,9	107,1	353,5	19.254	2,1	6,8	3,30
V Indústria	27,7	98,0	241,2	36.101	3,5	8,7	2,46
VI Serviços Industriais	30,6	40,6	107,4	32.705	1,3	3,5	2,64
VII Serviços	30,6	40,6	107,4	32.705	1,3	3,5	2,64
PIB do resto da economia (V + VI + VII)	29,9	54,1	138,8	33.444	1,8	4,6	2,57
PIB Nacional (I + II + III+ IV + V + VI + VII)	34,6	65,4	184,5	28.913	1,9	5,3	2,82

Fonte: Cálculos dos autores

O consumo de energia em tep por milhão de reais (tep/PIB) evidencia, no agronegócio, (107,1) mais consumo de energia que no resto da economia (54,1), ao mesmo tempo em que a Agroindústria (Agregado III) consolida-se como o maior consumidor de energia do país, apresentando um índice de 284,0 tep por milhão de reais, seguido de longe pelos Insumos Agropecuários (141,8 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, polui com maior intensidade o 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 agro energia, como por exemplo, etanol, em função da escassez das fontes de energia fósseis como a do petróleo e, por outro, mudanças nos hábitos alimentares passando para um maior consumo de produtos agropecuários industrializados.

4.5.2. PIB, Consumo Energético e Emissões de CO₂ por Trabalhador

O coeficiente da renda gerada por trabalhador (PIB/L) indica na economia brasileira uma média de R\$ 28.913. 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 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 pelos demais agregados da economia, que em média apresentam 5,3 toneladas para cada trabalhador.

4.5.3. 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 (3,30) mais intensiva do que o resto da economia (2,57), bem como da média nacional (2,82). 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 (2,92). 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.

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.

5. Considerações Finais

O artigo, considerando as oportunidades para o crescimento do agronegócio e sua relevante pressão por maiores níveis de consumo de energia, teve como objetivo, avaliar na estrutura do agronegócio brasileiro, a renda, o emprego, o consumo setorial de energia e suas emissões de CO₂. 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 34,84% do consumo de energia e, por 40,74% 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 este

agregado gera mais emprego 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 26,24% do consumo nacional, respectivamente. Entretanto, as emissões de gases mostram a Agroindústria (Agregado III) com a maior parcela (26,87%) das emissões de CO₂.

Deve-se mencionar que no agronegócio a Agroindústria (Agregado III) concentra 59,87% do consumo de energia e 65,96% 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.

O cruzamento 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 encontradas fornecem subsídios para direcionar em setores específicos políticas que restrinjam a emissão de CO₂ nos próximos anos. Portanto, o desafio atual se traduz em como conciliar o crescimento do agronegócio de alta tecnologia com a conservação e a preservação ambiental.

Referências

ARAÚJO, N. B. et. al.. Complexo agroindustrial. “O Agribusiness Brasileiro”. São Paulo. Dez.1990. 228 p.

BERS- BALANÇO ENERGÉTICO DO RIO GRANDE DO SUL – 2010: ano base 2009. Gilberto José Capeletto e Gustavo Humberto Zanchi de Moura. POA, Grupo CEEE/Secretaria de infra-estrutura e logística do Rio Grande do Sul, 2010. 240p.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 28 març. 2013.

COEFICIENTE da matriz de emissões: Projeto “fornecimento de instrumentos de avaliação de emissões de gases de efeito estufa acoplados a uma matriz energética”. Economia & Energia, n. 24, 2000. Disponível em:<<http://ecen.com/matriz/eee24/>>. Acesso em: 30 out 2007.

DAVIS, J. & GOLDBERG, R. A concept of agribusiness. Boston: Harvard University, 1957.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (BRASIL). Balanço Energético Nacional 2010: Ano base 2009. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2010. 276p

FIGUEIREDO, N. R. M.; ARAÚJO JUNIOR, I. T.; PEROBELLI, F. S. Construção da matriz de insumo-produto híbrida para o estado de Pernambuco e avaliação da intensidade energética e de emissões de CO₂ setorial. Disponível em: WWW.bnb.gov.br Acesso em 24/06/2011

FINAMORE, E. B. & MONTOYA, M. A. PIB, tributos, emprego, salários e saldo da balança comercial no agronegócio gaúcho. Revista Ensaios FEE. Porto Alegre - RS. Porto Alegre – RS, v24, n. 1, p. 93-126, 2003.

FURTUOSO, M. O produto interno bruto do complexo agroindustrial brasileiro. Tese (Doutorado) – Esalq/USP, 1998.

GUILHOTO, J.J.M., U.A. SESSO FILHO. “Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005”. Economia & Tecnologia. UFPR/TECPAR. Ano 6, Vol 23, Out 2010.

GUILHOTO, J.M.G.; FURTUOSO, O.C.M.; BARROS, G.S.C.O Agronegócio na Economia Brasileira 1994 a 1999. Confederação Nacional da Agricultura, 2000.

GUILHOTO, J.J.M.; SESSO FILHO, U.A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. Economia Aplicada. v. 9. n. 2. p. 277-299. abr-jun. 2005.

HILGEMBERG, E. M.; GUILHOTO, J. J. M. Uso de combustíveis e emissões de CO₂ no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. Belo Horizonte: Nova Economia, vol. 16, n. 1, Jan./Abr., 2006.

IEO - INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK 2009. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov>. Acesso em: 11 jun. 2011.

JANK, M. S. A hora e a vez da moderna agricultura tropical. Estado de S. Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.redeagro.org.br>. Acesso em: 25 març. 2013.

LAUSCHNER, R. Agribusiness, cooperativa e produtor rural. São Leopoldo: Unisinos, 1993. 296 p.

MALASSIS, L. Analyse du complexe agro-alimentaire d'après la comptabilité nationale française. Économies et sociétés. Paris, v. 3, n. 9, p. 1667-1687, set. 1969 (Cahiers de L'Í.S.E.A, Série " Développement économique et agriculture", dirigida por Michel Cépède, Luois Malassis e Joseph Klatzmann).

MATTOS, R. S. Interações setoriais sobre a demanda de energia elétrica em Pernambuco: uma análise inter-regional de insumo-produto. Juiz de Fora: ENABER, 2010. Disponível em: <http://www.estudosregionais.org.br>. Acesso em 08/06/2011

MONTOYA , M. A. & FINAMORE, E. B. Evolução do PIB do agronegócio brasileiro de 1959 a 1995: uma estimativa na ótica do valor adicionado. Revista Teoria e Evidencia Econômica (UPF). Passo Fundo – RS: UPF editora, v 9 , n. 16, p. 9-24, maio de 2001.

MONTOYA, M, A. LOPES, R, L. GUILHOTO, J, J, M. Desagregação Setorial do Balanço Energético Nacional a Partir dos Dados da Matriz Insumo-Produto: Uma Avaliação Metodológica. NEREUS. São Paulo – SP. TD Nereus 5. 2013. Disponível em <http://www.usp.br/nereus/?td=nova-serie> Acesso em 08/04/2013

MONTOYA, M. A. & GUILHOTO, J. J. M. O agronegócio brasileiro entre 1959 e 1995: dimensão econômica, mudança estrutural e tendências. In: Montoya, M. A., Parré, J. L. (Eds.) O agronegócio brasileiro no final do século XX. Passo Fundo – RS: Ediupf, p. 3 – 32, 2000.

PEROBELLI, F. S.; MATTOS, R. S.; FARIA, W. R. A interdependência energética entre o estado de Minas Gerais e o restante do Brasil: uma análise inter-regional de insumo-produto, 2006. Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/> Acesso em 08/06/2011

ANEXO A. 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

ANEXO B. 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 BRASIL 2009			MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL 2009		
	Setores	Nível 80	DESCRIÇÃO ATIVIDADES	Código	DESCRIÇÃO ATIVIDADES	
I	1	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal.	11.2.5	Agropecuários	
	2	0102	Pecuária e pesca	11.2.5	Agropecuários	
II	3	0201	Petróleo e gás natural	11.2.1	Energético	
	14	0309	Refino de petróleo e coque	11.2.1	Energético	
	15	0310	Álcool	11.2.1	Energético	
	40	0401	Eleticidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana.	11.2.1	Energético	
III	4	0202	Minério de ferro	11.2.7.4	Mineração e Pelotização	
	5	0203	Outros da indústria extrativa	11.2.7.4	Mineração e Pelotização	
IV	6	0301	Alimentos e Bebidas	11.2.7.7	Alimentos e Bebidas	
	7	0302	Produtos do fumo	11.2.7.7	Alimentos e Bebidas	
V	8	0303	Têxteis	11.2.7.8	Têxtil	
	9	0304	Artigos do vestuário e acessórios	11.2.7.8	Têxtil	
	10	0305	Artefatos de couro e calçados	11.2.7.8	Têxtil	
VI	11	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	11.2.7.9	Papel e Celulose	
	12	0307	Celulose e produtos de papel	11.2.7.9	Papel e Celulose	
	13	0308	Jornais, revistas, discos	11.2.7.9	Papel e Celulose	
VII	16	0311	Produtos químicos	11.2.7.6	Química	
	17	0312	Fabricação de resina e elastômeros	11.2.7.6	Química	
	18	0313	Produtos farmacêuticos	11.2.7.6	Química	
	19	0314	Defensivos agrícolas	11.2.7.6	Química	
	20	0315	Perfumaria, higiene e limpeza.	11.2.7.6	Química	
	21	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas.	11.2.7.6	Química	
	22	0317	Produtos e preparados químicos diversos	11.2.7.6	Química	
	23	0318	Artigos de borracha e plástico	11.2.7.6	Química	
VIII	24	0319	Cimento	11.2.7.1	Cimento	
IX	25	0320	Outros produtos de minerais não metálicos	11.2.7.10	Cerâmica	
X	26	0321	Fabricação de aço e derivados	11.2.7.3	Ferroligas	
				11.2.7.2	Ferro-gusa e Aço	
XI	27	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	11.2.7.5	Não- Ferrosos e Outros Metálicos	
				28	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
XII	29	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos.	11.2.7.11	Outras indústrias	
	30	0325	Eletrodomésticos	11.2.7.11	Outras indústrias	
	31	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	11.2.7.11	Outras indústrias	
	32	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.	11.2.7.11	Outras indústrias	
	33	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	11.2.7.11	Outras indústrias	
	34	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico.	11.2.7.11	Outras indústrias	
	35	0330	Automóveis, camionetas e utilitários.	11.2.7.11	Outras indústrias	
	36	0331	Caminhões e ônibus	11.2.7.11	Outras indústrias	
	37	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	11.2.7.11	Outras indústrias	
	38	0333	Outros equipamentos de transporte	11.2.7.11	Outras indústrias	
	39	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	11.2.7.11	Outras indústrias	
	41	0501	Construção	11.2.7.11	Outras indústrias	
	XIII	42	0601	Comércio	11.2.3	Comercial
		44	0801	Serviços de informação	11.2.3	Comercial
45		0901	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	0701	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	

OBS: O consumo não identificado (11.2.8) foi adicionado ao consumo de Outras indústrias (11.2.7.11)

Fonte: Elaborado com base em Montoya, Lopes e Guilhoto (2013).

ANEXO C. Compatibilização dos Fluxos Setoriais da Matriz Energética com os Fluxos Setoriais da Matriz Insumo-Produto para Estabelecer o Fator de Ponderação

MATRIZ ENERGETICA DO BRASIL 2009	MIP (Tabela de Recursos e Usos) BRASIL 2009	
DESCRIÇÃO FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIA	NIVEL 80	DESCRIÇÃO ATIVIDADES
PETRÓLEO		NC: não consome
GÁS NATURAL	020101	Petróleo e gás natural
CARVÃO VAPOR	020301	Carvão mineral
CARVÃO METALÚRGICO		NC: não consome
URÂNIO U ₃ O ₈		NC: não consome
ENERGIA HIDRÁULICA		NC: não consome
LENHA	010112	Produtos da exploração florestal e da silvicultura
PRODUTOS DA CANA	030115	Produtos das usinas e do refino de açúcar
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	010112	Produtos da exploração florestal e da silvicultura
DESCRIÇÃO FONTES DE ENERGIA SECUNDÁRIA	NIVEL 80	DESCRIÇÃO ATIVIDADES
ÓLEO DIESEL	030905	Óleo diesel
ÓLEO COMBUSTIVEL	030904	Óleo combustível
GASOLINA	030903	Gasoálcool
GLP	030901	Gás liquefeito de petróleo
NAFTA		NC: não consome
QUEROSENE	030906	Outros produtos do refino de petróleo e coque
GÁS DE CIDADE E DE COQUERIA	040101	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
COQUE DE CARVÃO MINERAL	020301	Carvão mineral
URÂNIO CONTIDO NO UO ₂		NC: não consome
ELETRICIDADE	040101	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
CARVÃO VEGETAL	031102	Produtos químicos orgânicos
ÁLCOOL ETÍLICO ANIDRO E HIDRATADO	031001	Álcool
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	030906	Outros produtos do refino de petróleo e coque
PRODUTOS NÃO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO		NC: não consome
ALCATRÃO	020301	Carvão mineral

Fonte: Elaborado com base em Montoya, Lopes e Guilhoto (2013).

ANEXO D. 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 Secundaria 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	3,81
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 pelotização	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 Bebidas	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..., 2000.