



NEREUS

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

**DIMENSÃO ECONÔMICA E AMBIENTAL DO AGRONEGÓCIO
BRASILEIRO NA DÉCADA DE 2000: UMA ANÁLISE
INSUMO-PRODUTO DA RENDA, DO CONSUMO E ENERGIA
E DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO POR FONTE
DE ENERGIA**

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

TD Nereus 04-2014
São Paulo
2014

Dimensão Econômica e Ambiental do Agronegócio Brasileiro na Década de 2000: Uma Análise Insumo-Produto da Renda, do Consumo e Energia e das Emissões de Dióxido de Carbono por Fonte de Energia

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

Resumo. O artigo avalia a dimensão econômica e ambiental do agronegócio da economia brasileira na década de 2000. Para isso, estima uma Matriz Energética com 56 setores consumidores compatíveis com os 56 setores apresentados pela MIP do Brasil para os anos de 2000, 2005 e 2009. Verificou-se uma tendência estável da participação relativa do agronegócio no PIB do país, um consumo crescente de energia renovável e, uma redução significativa das emissões de CO₂ oriundas de energia não renovável. Portanto, conclui-se que o agronegócio apresenta perspectivas e resultados que vêm conciliando suas atividades econômicas com a preservação do meio ambiente.

1. Introdução

As ligações relevantes que a agropecuária apresenta com os demais setores da economia, aliados ao seu crescente volume de produção em função da disponibilidade de abundantes recursos naturais, inovação tecnológica, investimentos e ganhos de produtividade acima da média internacional, têm dado ao agronegócio brasileiro, o reconhecimento de ser um componente crítico para o desenvolvimento econômico nacional e, o *status* de referência mundial para o fornecimento de alimentos com destaque no mercado de carne bovina, suína e frango, de suco de laranja, de açúcar, de café, de etanol, além do milho e da soja.

Esses fatos tornam-se ainda mais relevantes se considerarmos que o consumo global de alimentos vai aumentar significativamente já que previsões sobre o crescimento da economia mundial, para o período de 2006 a 2030, apontam que o PIB aumentará em 229,36%, a população em 126,36% e a renda individual em 179,34%. (IEO, 2009).

Certamente o aproveitamento das novas oportunidades de negócios que o mercado mundial oferecerá ao agronegócio brasileiro poderá ser um alicerce de longo prazo do desenvolvimento econômico nacional, desde que possa conciliar o crescimento da produção de alta tecnologia com a conservação e a preservação do meio ambiente. Isso

até porque as questões ambientais relacionadas ao “efeito estufa” vêm condicionando cada vez mais as atividades econômicas, principalmente no mercado internacional, sob o risco de constituir-se uma barreira para a expansão dos negócios.

Frente a esse panorama, não é difícil perceber que o crescimento da economia brasileira e de seu agronegócio terá um relevante papel no aumento do consumo de energia e, portanto, nas emissões de gases no meio ambiente, principalmente o de dióxido de carbono (CO₂). Cabe lembrar que as previsões sobre a demanda de energia para o Brasil indicam no período de 2006 a 2030, que o mercado energético nacional aumentará 196,25%, passando de 202,9 milhões de tep para 398,2 milhões de tep em 2030 (BERS, 2010; IEO, 2011). Assim, fica evidente que os riscos e as incertezas das maiores emissões de CO₂ por conta do maior consumo de energia para crescimento das atividades produtivas tornam-se um tema relevante a ser avaliado no agronegócio brasileiro.

A fim de compreender melhor o contexto ambiental que envolve as atividades do agronegócio, questiona-se neste artigo: qual é a dimensão econômica e ambiental do agronegócio na economia brasileira? No país qual é a contribuição do agronegócio no consumo de energia e emissões de CO₂? As emissões de CO₂ estão aumentando ou diminuindo? Como está evoluindo o consumo de energia renovável *versus* não renovável? Qual é a intensidade dos agregados do agronegócio nas emissões de CO₂? Comparativamente, a intensidade nas emissões de CO₂ do agronegócio são maiores ou menores que no resto da economia?

Certamente, a resposta dessas questões permitirá avaliar, com mais precisão, a abrangência ambiental do agronegócio, seus impactos no meio ambiente e, principalmente, visualizar para os próximos anos se seu crescimento econômico apresenta perspectivas que conciliem suas atividades econômicas com a preservação ambiental.

Com esses fins, o presente artigo, considerando o período de 2000 a 2009, tem como objetivo mensurar e avaliar no agronegócio brasileiro o crescimento econômico e suas implicações sobre o consumo de energia e emissões de CO₂ por fonte de energia. Com isso espera-se, num primeiro momento, compreender com mais detalhe as principais

interações dos agregados do agronegócio com o meio ambiente, bem como, fornecer subsídios para um melhor planejamento energético e de emissões nos próximos anos.

O presente artigo está dividido da seguinte maneira: na seção 2, com fins de compreender o processo de mensuração econômica e ambiental do agronegócio é apresentada uma breve referência sobre a evolução da metodologia insumo-produto utilizada na economia brasileira, à estrutura matemática para mensurar o agronegócio em termos econômico e ambiental, o método de desagregação setorial do consumo de energia e das emissões de CO₂ e, a base de dados utilizada; a seção 3 por um lado, avalia na estrutura do agronegócio de 2000, 2005 e 2009, a evolução do PIB, do consumo de energia e das emissões de CO₂ por fonte de energia renovável *versus* energia não renovável e, por outro, avalia através indicadores físicos econômicos o consumo setorial de energia e emissões de CO₂ por unidade de renda gerada; 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 breve referencial sobre a metodologia de mensuração econômica do agronegócio e sua extensão ambiental, bem como sua estrutura matemática. 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 o número de setores da MIP.

2.1. Evolução Metodológica do 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 operacionalizada 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. Além desses procedimentos, Finamore; Montoya (2003), para uma análise comparativa do agronegócio com o sistema econômico desenvolveram um processo de desagregação do resto da economia em mais três componentes.

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 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.

A extensão metodológica para mensurar o agronegócio em termos ambientais, foi desenvolvida por Montoya; Pasqual; Lopes; Guilhoto (2013) e descansa na hipótese central de que o consumo de energia e as emissões de CO₂ em unidades físicas estão linearmente relacionados com as unidades monetárias geradas pelo agronegócio.

Operacionalmente, para mensurar o agronegócio em unidades físicas é necessário

construir tabelas insumo-produto secundárias do consumo de energia e as emissões de CO₂ compatíveis setorialmente com as tabelas insumo-produto clássicas em unidades monetárias (Ver Montoya; Lopes; Guilhoto, 2013). Com base nisso é possível obter de forma sistêmica indicadores físicos, dentre outros, relacionados ao consumo de energia, às emissões de carbono, ao consumo de água, emprego etc.

Certamente, as bases de dados geradas mostram-se promissoras para analisar a interação das atividades econômicas com o meio ambiente que, por sua vez, os resultados obtidos com esses dados complementam as abordagens do modelo insumo-produto híbrido utilizado para avaliar impactos ambientais.

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 nacional será dividido em oito agregados, dos quais o PIB do agronegócio está composto pelos cinco primeiros:

- | | |
|------------------|---------------------------|
| a) Agregado I | Insumos Agropecuários; |
| b) Agregado II | Produto Agropecuário; |
| c) Agregado III | Agroindústria; |
| d) Agregado IV | Serviços Agropecuários; |
| e) Agregado V | Serviços Agroindustriais; |
| f) Agregado VI | Indústria; |
| g) Agregado VII | Serviços Industriais; |
| h) Agregado VIII | 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 $s1^1$). 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 ($s2$),

¹ 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 $U_{si} = S$

Indústria (s3) e Transporte, Comércio e Serviços (s4), que deverão ser descontados na mensuração dos demais agregados para se evitar a dupla contagem.

$$CVA_{s_1} \cdot Z_{s_1,s_1} \cdot i = CVA_{s_1} \cdot Z_{s_1,s_1} \cdot i + CVA_{s_2} \cdot Z_{s_2,s_1} \cdot i + CVA_{s_3} \cdot Z_{s_3,s_1} \cdot i + CVA_{s_4} \cdot Z_{s_4,s_1} \cdot i \quad (4)$$

em que:

$$CVA_{s_1} \cdot Z_{s_1,s_1} \cdot i = \text{Insumos Agropecuários};$$

$$CVA_{s_2} \cdot Z_{s_2,s_1} \cdot i = \text{Insumos Agroindustriais};$$

$$CVA_{s_3} \cdot Z_{s_3,s_1} \cdot i = \text{Insumos Industriais};$$

$$CVA_{s_4} \cdot Z_{s_4,s_1} \cdot i = \text{Insumos Transporte, Comércio e Serviços}.$$

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.

$$PIB_{II} = (VAPM_{s_1} - CVA_{s_1} \cdot Z_{s_1,s_1}) \cdot i \quad (5)$$

em que:

$$Z_{s_1,s_1} = \text{Valor do Insumo da Agropecuária adquirido pela própria Agropecuária};$$

$$PIB_{II} = \text{PIB do Agregado II}.$$

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.

$$PIB_{III} = (VAPM_{s_2} - CVA_{s_2} \cdot Z_{s_2,s_1}) \cdot i \quad (6)$$

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 (Tabela 1):

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
Produtos 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;

A seguir, os serviços podem ser decompostos em utilizados na Agropecuária e serviços utilizados na Agroindústria.

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

em que:

DF_{sI} = Demanda Final Doméstica da Agricultura e Pecuária;

PIB_{IV} = PIB do Agregado IV.

$$PIB_V = MC. ([DF'_{s2}]. i). DFD^{-1} \quad (10)$$

em que:

DF_{s2} = Demanda Final Doméstica dos setores da Agroindustriais;

PIB_V = PIB do Agregado V.

O PIB total do Agronegócio é dado pela soma dos seus agregados, conforme equação 11.

$$PIB_{ag} = PIB_I + PIB_{II} + PIB_{III} + PIB_{IV} + PIB_V \quad (11)$$

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 VI) 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 12.

$$PIB_{VI} = (VAPM_{s3} - CVA_{s3} \cdot Z_{s3,s1}) \cdot i \quad (12)$$

em que:

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

PIB_{VI} = PIB do Agregado VI 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 VII, 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 VI). O Agregado VII é calculado segundo a equação 13.

$$PIB_{VII} = MC. (DF'_{s3}. i). DFD^{-1} \quad (13)$$

em que:

PIB_{VII} = PIB do Agregado VII 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 VIII), 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 VIII pode ser calculado pela equação 14.

$$PIB_{VIII} = MC. (DF'_{s4}. i). DFD^{-1} \quad (14)$$

em que:

PIB_{VIII} = PIB do Agregado VIII 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 15.

$$PIB_{tot} = PIB_I + PIB_{II} + PIB_{III} + PIB_{IV} + PIB_V + PIB_{VI} + PIB_{VII} + PIB_{VIII} \quad (15)$$

em que:

PIB_{tot} = PIB da economia.

2.3. Mensuração do Consumo de Energia e das Emissões de CO₂ por Fonte de Energia

Para se obter os valores do consumo de energia (tep) e emissões de dióxido de carbono (CO₂) por fonte de energia 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 consumo de energia renovável, 2 para o consumo de energia não renovável, 3 para as emissões de CO₂ da energia renovável e 4 para as emissões de CO₂ da energia não renovável.

Inicialmente deve-se calcular o coeficiente setorial por unidade monetária para cada uma das variáveis k , conforme equação 16.

$$CQ_S^k = Q_S^k \cdot (\hat{X}_S)^{-1} \quad (16)$$

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 17.

$$Q_I^k = (CQ_S^k \cdot Z_{S,s1}) \cdot i \quad (17)$$

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 18)

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

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 sI

CQ_{s1}^k = Coeficiente do Setor sI 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 19).

$$Q_{III}^k = (Q_{s2}^k - CQ_{s2}^k \cdot Z_{s2,s1}) \cdot i \quad (19)$$

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 20, 21 e 22.

$$QCM^k = (Q_{s4}^k - CQ_{s4}^k \cdot Z_{s4,s1}) \cdot i \quad (20)$$

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;

$$Q_{IV}^k = QCM^k \cdot ([DF'_{s1}] \cdot i) \cdot DFD^{-1} \quad (21)$$

em que:

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

$$Q_V^k = QCM^k \cdot ([DF'_{s2}] \cdot i) \cdot DFD^{-1} \quad (22)$$

em que:

Q_V^k = quantidade Q do Agregado V 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 23.

$$Q_{ag}^k = Q_I^k + Q_{II}^k + Q_{III}^k + Q_{IV}^k + Q_V^k \quad (23)$$

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 24.

$$Q_{VI}^k = (Q_{s3}^k - CQ_{s3}^k \cdot Z_{s3,s1}) \cdot i \quad (24)$$

em que:

Q_{VI}^k = Quantidade Q do agregado VI 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 VII é realizado através da ponderação da variável atribuída ao setor de Transporte, Comercialização e Serviços, calculado na equação 20, através da participação relativa da demanda final dos setores industriais, conforme equação 25.

$$Q_{VII}^k = QCM^k \cdot DF'_{s3} \cdot i \cdot DFD^{-1} \quad (25)$$

em que:

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

O impacto do Agregado $VIII$ refere-se à participação relativa da demanda final do complexo $s4$, conforme equação 26.

$$Q_{VIII}^k = QCM^k \cdot DF'_{s4} \cdot i \cdot DFD^{-1} \quad (26)$$

em que:

Q_{VIII}^k = Quantidade Q do Agregado VIII 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 27.

$$Q_{tot}^k = Q_I^k + Q_{II}^k + Q_{III}^k + Q_{IV}^k + Q_V^k + Q_{VI}^k + Q_{VII}^k + Q_{VIII}^k \quad (27)$$

em que:

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

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

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 BEN, tomando como referência os dados da MIP. Para tal procedimento utilizou-se a metodologia (Base BEN) desenvolvida por Montoya; Lopes; Guilhoto (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 cada ano (2000, 2005 e 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 por fontes de energia.

Para calcular as emissões de gases de efeito estufa da economia brasileira foi necessário fazer a conversão da matriz energética estimada em mil tep para uma matriz de emissões setoriais em Gg 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).

2.5. Base de Dados

A MIP mais recente publicada pelo IBGE refere-se ao ano de 2000 e 2005, as quais apresentam 55 setores e 110 produtos. Entretanto, com fins de estabelecer uma visão mais atualizada e desagregada da economia brasileira, para o cálculo do agronegócio os dados foram extraídos da Matriz Insumo-Produto do Brasil de 2000, 2005 e 2009 estimada por Guilhoto; Sesso Filho (2005 e 2010) e da Matriz Energética do Brasil de 2000, 2005 e 2009 (EPE, 2010). As informações das MIPs de 2000, 2005 e 2009 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 das Matrizes energéticas estimadas para esta pesquisa apresentam 56 setores consumidores de energia, em unidades físicas (mil tep), compatíveis com os 56 setores da MIP.

3. A 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, as emissões de CO₂ por fonte de energia e o consumo e emissões por unidade de renda gerada.

3.1. O PIB do Agronegócio

O crescimento econômico brasileiro da década de 2000 foi fortemente influenciado pelas políticas de abertura econômica dos anos 90 e pelo aumento do consumo interno dos anos 2000. Cabe lembrar que as políticas da década de 90 pautadas pela abertura comercial, pelas privatizações e pela manutenção de uma taxa cambial valorizada, permitiram controlar a inflação e aumentar a oferta interna de bens, foram também a base para criar condições de um longo processo de modernização das atividades produtivas que duram até hoje. Já as políticas dos anos 2000 estão marcadas, pela consolidação da abertura econômica, 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.

Essas mudanças que atingiram de forma diversificada os setores da economia, fizeram com que o agronegócio da década de 2000 mantivesse sua contribuição estável no PIB da economia brasileira. Isso porque, conforme a Tabela 2, o agronegócio apresentou uma participação relativa de 21,99% no produto nacional em 2000, de 22,71% em 2005 e de 21,26% em 2009.

As informações indicam também que o Agregado II, ou Produto Agropecuário, está fortemente vinculado ao setor urbano e, portanto, interconectado ao resto da economia já que, no período, do produto total do agronegócio, em média 23,49% foi gerado no campo e 76,51% (I Insumos Agropecuários, III Agroindústria, IV Serviços agropecuários, V Serviços agroindustriais) no setor urbano. Esse fato permite afirmar que a agropecuária é um setor com fortes encadeamentos, não só para os agregados do agronegócio, como também para a economia brasileira como um todo.

Com relação à participação dos oito agregados da economia, observa-se nos anos analisados que os Serviços puros (Agregado VIII) se constituem na principal atividade geradora de renda do país, contribuindo em média com 41,08% do PIB nacional. Aliás, este fato evidencia uma importante característica estrutural na economia brasileira por conta do agregado Serviços puros que apresenta a capacidade de gerar mais renda que a soma do conjunto de agregados que compõem o agronegócio. Certamente o aumento da

renda das famílias na década de 2000, que pressionam a demanda por maiores volumes de serviços contribuíram significativamente com esse fato.

Por sua vez, o crescimento da economia brasileira mostra que o PIB, no período de 2000 a 2009 (Tabela 2), apresentou uma variação percentual de 32%, o que equivale a uma taxa média de crescimento de 3,08% a.a. No mesmo período o produto do agronegócio mostrou um desempenho inferior com uma variação percentual de 27,64% e uma taxa de crescimento de 2,71% a.a.

Quando calculadas as taxas de crescimento dos períodos de 2000 a 2005 e de 2005 a 2009, note-se, que emergem evidências mais esclarecedoras sobre o comportamento do PIB do país e do agronegócio. O PIB nacional avançou a taxas crescentes passando de 2,56% a.a. no primeiro período para 3,75% a.a. no segundo. No caso do agronegócio ocorreu uma inflexão, crescimento de 3,21% a.a. entre 2000 a 2005 e uma desaceleração entre 2005 a 2009 na ordem de 2,09% a.a.

Frente a essas evidências e considerando que o agronegócio sempre esteve inserido nas políticas macroeconômicas e setoriais da economia brasileira e historicamente articulada ao mercado internacional, por dispor de um dinâmico segmento exportador, pode-se afirmar que a recessão do mercado externo a partir de 2008 decorrentes da crise do sistema financeiro internacional representou, na década de 2000, um divisor de águas para o desempenho do agronegócio brasileiro. Isso porque, as taxas de crescimento do produto do agronegócio, quando comparadas com as do país, mostram a ocorrência de perda significativa na dinâmica do crescimento do agronegócio no final da década. Note-se, pelas taxas de crescimento observadas, que a inflexão para o agronegócio ocorre na segunda metade dos anos 2000 justamente quando o mercado mundial entra em recessão, ou seja, as condições adversas para a agroindústria brasileira (taxa de crescimento de -0,12% a.a.), particularmente a de exportação, foram se instalando na medida em que a crise internacional se aprofundava.

Tabela 2. O PIB do agronegócio na estrutura da economia brasileira dos anos de 2000, 2005 e 2009. Em milhões de reais de 2009.

Agregados	PIB ano 2000		PIB ano 2005		PIB ano 2009		Taxa de crescimento	Taxa de crescimento	Evolução do ano de 2000 a 2009			Taxa de crescimento
	Valores em milhões de reais	Participação relativa dos agregados no PIB brasileiro	Valores em milhões de reais	Participação relativa dos agregados no PIB brasileiro	Valores em milhões de reais	Participação relativa dos agregados no PIB brasileiro	ao ano do PIB de 2000 a 2005	ao ano do PIB de 2005 a 2009	Diferença dos valores do PIB	Varição percentual do PIB	Contribuição para a variação total do PIB	ao ano do PIB de 2000 a 2009
I Insumos Agropecuários	27.569	1,30%	37.479	1,56%	38.914	1,39%	6,14%	0,94%	11.345	41,15%	1,67%	3,83%
II Produto Agropecuário	108.583	5,13%	125.044	5,20%	144.385	5,17%	2,82%	3,60%	35.802	32,97%	5,28%	3,17%
III Agroindústria	114.613	5,41%	134.376	5,59%	133.722	4,79%	3,18%	-0,12%	19.110	16,67%	2,82%	1,71%
IV Serviços agropecuários	43.486	2,05%	50.863	2,11%	62.479	2,24%	3,13%	5,14%	18.993	43,68%	2,80%	4,03%
V Serviços agroindustriais	171.211	8,09%	198.621	8,26%	214.610	7,68%	2,97%	1,94%	43.399	25,35%	6,41%	2,51%
Agronegócio (I+II+III+IV+V)	465.461	21,99%	546.384	22,71%	594.110	21,26%	3,21%	2,09%	128.649	27,64%	18,99%	2,71%
VI Indústria	392.571	18,54%	465.951	19,37%	516.721	18,49%	3,43%	2,59%	124.149	31,62%	18,33%	3,05%
VII Serviços Industriais	378.246	17,87%	445.403	18,52%	503.393	18,01%	3,27%	3,06%	125.146	33,09%	18,47%	3,18%
VIII Serviços	880.647	41,60%	947.693	39,40%	1.180.156	42,23%	1,47%	5,48%	299.509	34,01%	44,21%	3,25%
Resto da economia (VI+VII+VIII)	1.651.465	78,01%	1.859.048	77,29%	2.200.269	78,74%	2,37%	4,21%	548.805	33,23%	81,01%	3,19%
Total Nacional	2.116.926	100,00%	2.405.431	100,00%	2.794.379	100,00%	2,56%	3,75%	677.453	32,00%	100,00%	3,08%

Fonte: Cálculos dos autores

Tabela 3. O consumo de energia do agronegócio na estrutura da economia brasileira dos anos de 2000, 2005 e 2009. Em 1000 tep.

Agregados	Consumo Energético ano 2000		Consumo Energético ano 2005		Consumo Energético ano 2009		Taxa de crescimento ao ano do consumo de energia de 2000 a 2005	Taxa de crescimento ao ano do consumo de energia de 2005 a 2009	Evolução do ano de 2000 a 2009			Taxa de crescimento ao ano do consumo de energia de 2000 a 2009
	Valores em 1000 tep	Participação relativa dos agregados no PIB brasileiro	Valores em 1000 tep	Participação relativa dos agregados no PIB brasileiro	Valores em 1000 tep	Participação relativa dos agregados no PIB			Diferença valores do consumo de energia	Variação percentual do consumo de energia	Contribuição na variação total do consumo de energia	
I Insumos Agropecuários	3.544	2,59%	4.523	2,82%	5.261	2,88%	4,88%	3,78%	1.717	48,45%	3,76%	4,39%
II Produto Agropecuário	6.689	4,88%	7.603	4,74%	8.763	4,80%	2,56%	3,55%	2.074	31,01%	4,54%	3,00%
III Agroindústria	22.965	16,77%	29.814	18,59%	38.104	20,86%	5,22%	6,13%	15.139	65,92%	33,13%	5,63%
IV Serviços agropecuários	1.729	1,26%	2.079	1,30%	2.546	1,39%	3,69%	5,06%	817	47,27%	1,79%	4,30%
V Serviços agroindustriais	6.806	4,97%	8.120	5,06%	8.745	4,79%	3,53%	1,85%	1.939	28,49%	4,24%	2,78%
Agronegócio (I+II+III+IV+V)	41.733	30,47%	52.139	32,51%	63.418	34,72%	4,45%	4,90%	21.686	51,96%	47,46%	4,65%
VI Indústria	45.191	32,99%	51.310	31,99%	50.642	27,72%	2,54%	-0,33%	5.451	12,06%	11,93%	1,27%
VII Serviços Industriais	15.036	10,98%	18.209	11,35%	20.512	11,23%	3,83%	2,98%	5.476	36,42%	11,98%	3,45%
VIII Serviços	35.008	25,56%	38.744	24,15%	48.089	26,33%	2,03%	5,40%	13.081	37,36%	28,63%	3,53%
Resto da economia (VI+VII+VIII)	95.235	69,53%	108.263	67,49%	119.243	65,28%	2,56%	2,41%	24.008	25,21%	52,54%	2,50%
Total Nacional	136.968	100,00%	160.403	100,00%	182.662	100,00%	3,16%	3,25%	45.693	33,36%	100,00%	3,20%

Fonte: Cálculos dos autores

3.2. O Consumo do Agronegócio por Fonte de Energia e por Unidade de Renda Gerada

O crescimento da economia brasileira observado na década de 2000 tem pressionado significativamente o aumento do consumo de energia no país dada a vital importância desse insumo para o desenvolvimento das atividades produtivas. Por conta disso, a demanda total de energia na economia brasileira (consumo energético), que em 2000, foi de 136.968 mil tep, em 2009 alcançou o volume de 182.662 mil tep, ou seja, o mercado nacional aumentou em 133,36% (Tabela 3).

Nesse contexto, emergem no período de 2000 a 2009 dois padrões de comportamento no consumo de energia: o agronegócio apresenta uma contribuição crescente no consumo nacional e o resto da economia uma contribuição decrescente. Isto é, o consumo do agronegócio em 2000 representava 30,74% do consumo do país, em 2005 foi para 32,51% e, em 2009 continuou sua escalada alcançando 34,72% do consumo nacional. Pelo contrário, no mesmo período, o consumo de energia do resto da economia decresceu em termos relativos passando de 69,53% em 2000 para 67,49% em 2005 e para 65,28% em 2009.

A perda relativa de espaço do resto da economia para o agronegócio sugere que as atividades do agronegócio apresentam mais intensidade no uso de energia. As taxas de crescimento da Tabela 2 corroboram esse fato, já que o agronegócio no período de 2000 a 2009 apresenta um crescimento 4,65% a.a. e o resto da economia e o país somente taxas da ordem de 2,50% a.a. e 3,20% a.a. respectivamente.

Cabe salientar que embora as taxas de crescimento do PIB do agronegócio apresentaram redução no ritmo de crescimento na segunda metade do período (Tabela 2), por conta da crise econômica internacional, suas taxas do consumo de energia, no mesmo período (4,90% a.a.), foram as mais aceleradas (Tabela 3).

Em particular pode-se afirmar que a aceleração do ritmo de crescimento do consumo de energia do agronegócio foi impulsionada pela agroindústria em virtude de concentrar em média 57,43% do consumo do agronegócio e, apresentar simultaneamente, no período total (5,63% a. a.), na primeira metade do período (5,22% a.a.) e na segunda

metade (6,13% a.a.), às taxas de crescimento mais levadas de todos os agregados da economia brasileira.

Nesse contexto e considerando que o aumento do consumo de energia contribui com os riscos e as incertezas de uma maior degradação do meio ambiente, torna-se necessário avaliar a tendência do consumo de energia renovável *versus* não renovável no crescimento da economia brasileira.

Com base na Tabela 4, pode-se afirmar que a economia do país apresenta expressiva participação de energia renovável no consumo energético. Em 2000, nada menos que 40,14% do consumo de energia no Brasil foi originária de fontes renováveis. Em 2005 o consumo de energia renovável passou para 44,32% e em 2009 alcançou a marca significativa de 47,21%. Esse fato torna-se da maior relevância se considerarmos que, segundo o Key World Energy Statistics (IEO-2009), no âmbito mundial esse percentual foi de 12,7% e nos países da OCDE foi de somente 7,2%.

Tabela 4. O consumo energético por fonte de energia renovável e não renovável no agronegócio na estrutura da economia brasileira dos anos de 2000, 2005 e 2009. Em 1000 tep, percentual e taxa de crescimento.

Agregados	Consumo Energético ano 2000				Consumo Energético ano 2005				Consumo Energético ano 2009				Taxa de crescimento ao ano do consumo de energia de 2000 a 2009	
	Renovável		Não Renovável		Renovável		Não Renovável		Renovável		Não Renovável		Renovável	Não Renovável
	Valores 1000 tep	Percentual	Valores 1000 tep	Percentual	Valores 1000 tep	Percentual	Valores 1000 tep	Percentual	Valores 1000 tep	Percentual	Valores 1000 tep	Percentual		
I Insumos Agropecuários	1.202	33,92%	2.342	66,08%	1.761	38,93%	2.762	61,07%	2.092	39,76%	3.169	60,24%	6,15%	3,36%
II Produto Agropecuário	2.504	37,43%	4.185	62,57%	3.211	42,24%	4.391	57,76%	3.617	41,28%	5.146	58,72%	4,09%	2,30%
III Agroindústria	19.469	84,78%	3.496	15,22%	26.731	89,66%	3.083	10,34%	35.084	92,08%	3.019	7,92%	6,54%	-1,63%
IV Serviços agropecuários	452	26,16%	1.276	73,84%	605	29,09%	1.474	70,91%	864	33,92%	1.682	66,08%	7,19%	3,07%
V Serviços agroindustriais	1.781	26,16%	5.026	73,84%	2.362	29,09%	5.758	70,91%	2.967	33,92%	5.778	66,08%	5,67%	1,55%
Agronegócio (I+II+III+IV+V)	25.408	60,88%	16.325	39,12%	34.670	66,50%	17.469	33,50%	44.624	70,36%	18.795	29,64%	6,26%	1,57%
VI Indústria	16.484	36,48%	28.706	63,52%	19.849	38,69%	31.461	61,31%	18.341	36,22%	32.301	63,78%	1,19%	1,31%
VII Serviços Industriais	3.934	26,16%	11.103	73,84%	5.298	29,09%	12.912	70,91%	6.958	33,92%	13.554	66,08%	6,34%	2,22%
VIII Serviços	9.158	26,16%	25.850	73,84%	11.272	29,09%	27.472	70,91%	16.313	33,92%	31.776	66,08%	6,41%	2,29%
Resto da economia (VI+VII+VIII)	29.576	31,06%	65.659	68,94%	36.419	33,64%	71.845	66,36%	41.613	34,90%	77.630	65,10%	3,79%	1,86%
Total Nacional	54.984	40,14%	81.984	59,86%	71.089	44,32%	89.313	55,68%	86.236	47,21%	96.425	52,79%	5,00%	1,80%

Fonte: Cálculos dos autores

Tabela 5. Composição do Consumo Energético por unidade de renda gerada no Agronegócio e na economia Brasileira de 2000, 2005 e 2009.

Agregados	Consumo Energético em tep por milhão de PIB ano de 2000			Consumo Energético em tep por milhão de PIB ano de 2005			Consumo Energético em tep por milhão de PIB ano de 2009		
	Total	Renovável	Não Renovável	Total	Renovável	Não Renovável	Total	Renovável	Não Renovável
I Insumos Agropecuários	128,5	43,6	84,9	120,7	47,0	73,7	135,2	53,7	81,4
II Produto Agropecuário	61,6	23,1	38,5	60,8	25,7	35,1	60,7	25,1	35,6
III Agroindústria	200,4	169,9	30,5	221,9	198,9	22,9	284,9	262,4	22,6
IV Serviços agropecuários	39,8	10,4	29,4	40,9	11,9	29,0	40,7	13,8	26,9
V Serviços agroindustriais	39,8	10,4	29,4	40,9	11,9	29,0	40,7	13,8	26,9
Agronegócio (I + II + III+ IV +V)	89,7	54,6	35,1	95,4	63,5	32,0	106,7	75,1	31,6
VI Indústria	115,1	42	73,1	110,1	42,6	67,5	98,0	35,5	62,5
VII Serviços Industriais	39,8	10,4	29,4	40,9	11,9	29,0	40,7	13,8	26,9
VIII Serviços	39,8	10,4	29,4	40,9	11,9	29,0	40,7	13,8	26,9
Resto da economia (VI + VII + VIII)	57,7	17,9	39,8	58,2	19,6	38,6	54,2	18,9	35,3
TOTAL Nacional (I + II + III+ IV + V + VI + VII)	64,7	26	38,7	66,7	29,6	37,1	65,4	30,9	34,5

Fonte: Cálculos dos autores

As taxas de crescimento de 2000 a 2009 do consumo por fonte de energia mostram claramente a escalada da energia renovável no consumo da economia brasileira. Enquanto no período a taxa de crescimento da energia renovável foi de 5,00% a.a., a taxa da energia não renovável foi de apenas 1,80% a.a. Quando comparadas às taxas de crescimento de energia renovável e não renovável, com exceção do agregado Indústria (1,19% a.a.), os demais agregados do país apresentam as maiores taxas de crescimento no consumo de energia renovável.

Com relação ao consumo do agronegócio, os resultados são mais expressivos uma vez que a presença da energia renovável é majoritária e crescente na década de 2000. Na composição do consumo de energia verifica-se que a participação da energia renovável aumentou de 60,88% em 2000, para 66,50% em 2005, chegando para nada menos de 70,36% em 2009, conseqüentemente diminuiu o consumo de energia não renovável no agronegócio de 39,12% para 29,64% entre os anos de 2000 e 2009.

Embora todos os agregados do agronegócio apresentem taxas de crescimento elevadas no consumo de energia renovável no período de análise, note-se que o grande desempenho do agronegócio brasileiro está impulsionado fortemente pela agroindústria já que de 2000 a 2009 a energia renovável aumentou de 84,78% para 92,08% com uma taxa de crescimento de 6,54% a.a.

Nesse contexto e considerando que as tendências crescentes da energia renovável na composição do consumo brasileiro se mantenham nos próximos anos, em particular no agronegócio, que apresenta um forte componente exportador, pode-se afirmar que o crescimento econômico do país apresenta perspectivas e resultados concretos que vem conciliando suas atividades econômicas com a preservação do meio ambiente.

O consumo energético por unidade de renda gerada no Agronegócio e na economia Brasileira na década de 2000 corrobora esse fato (Tabela 5). Note-se que embora os coeficientes de consumo de energia em tep por cada milhão de reais (tep/PIB) mostrem, no agronegócio o uso mais intensivo e crescente de energia do que o resto da economia, uma vez que, em 2000 o agronegócio utilizou 89,7 tep por milhão de reais, passando em 2009 para 106,7 tep (aumento de 18,95%), enquanto que o resto da economia passou de 57,7 para 54,2 tep por milhão (reco de -6,07%). Nesse consumo, fica evidente a

predominância do uso mais intensivo de energia renovável, já que na composição do consumo do agronegócio por fonte de energia, o consumo de energia renovável por unidade monetária é maior e crescente, passando de 54,1 tep em 2000, para 75,1 tep em 2009 (aumento de 37,55%), enquanto que o consumo de energia não renovável recuou no período de 35,1 tep para 31,6 tep por milhão (diminuição de -9,97%).

Com base nos resultados observados no agronegócio e na economia brasileira, e considerando que o consumo global de alimentos vai aumentar significativamente nos próximos anos, o aproveitamento das novas oportunidades de negócios que dependam da conservação e a preservação do meio ambiente torna-se concreta para o país. Em particular para a agroindústria que vem conciliando a produção de alta tecnologia com a conservação e a preservação do meio ambiente. De fato, a agroindústria aumentou de 2000 a 2009 a intensidade do uso de energia renovável por unidade monetária em 54,44% (de 169,9 tep para 262,4 tep) e reduziu significativamente o uso de energia não renovável em -25,90% (de 30,5 tep para 22,6 tep).

3.2. As Emissões de CO₂ por Fonte de Energia e por Unidade de Renda no Agronegócio

O crescente consumo de energia observado na economia brasileira na década de 2000 salienta a importância de avaliar as emissões de CO₂, em particular no agronegócio que apresentou acelerado crescimento no consumo de energia. Assim, verifica-se, com base na Tabela 6, que de 2000 a 2009 as emissões do país passaram de 368.773 para 508.368 Gg de CO₂, ou seja, as emissões no meio ambiente aumentaram 137,85%, já as emissões do agronegócio, no período, que passaram de 131,824 para 208.248 Gg de CO₂ aumentaram em 157,97%, ou seja, 20,12 pontos percentuais mais que o país. Por conta disso, a participação relativa ou peso do agronegócio nas emissões da economia brasileira aumentou permanentemente, passando de 35,75% em 2000, para 37,73% em 2005 e, atingir 40,96% em 2009.

As taxas de crescimento das emissões (Tabela 6) esclarecem a escalada acelerada do agronegócio nas emissões, já que seu crescimento no período de 2000 a 2009 foi de 5,08% ao ano, enquanto que o do resto da economia somente foi de 2,63%. Como resultado, pode-se afirmar que o agronegócio contribui com a maior parcela das novas

emissões da economia brasileira, já que na variação total das emissões de CO₂ da década o agronegócio contribui com 54,75%. Contudo, essas emissões majoritariamente e de forma crescente são de energia renovável, passando de 63,31% em 2000, para 69,71% em 2005 e, para 73,77% em 2009, com uma taxa de crescimento na década de 6,78% a. a.

Isto é, para estabelecer um panorama mais objetivo de controle das emissões é necessário avaliá-las por fonte de energia já que os riscos sobre as alterações do clima devido ao “efeito estufa” se torna preocupante na medida em que o aumento das emissões de CO₂ serem oriundas de combustíveis fósseis, ou seja, o acúmulo de CO₂ na atmosfera será maior se as emissões são produto da queima de combustíveis não renováveis.

Nesse sentido, as emissões renováveis devem ser vistas num contexto ecologicamente mais correto, já que em 2009 conforme o Balanço Energético Nacional (BRASIL-EPE, 2012), 64,69% (ou 67,116 Gg de CO₂) do consumo final de fontes renováveis constituiu-se por biomassa e 35,317% (ou 36.638 Gg de CO₂) por eletricidade. Embora com a queima do bagaço da cana, casca de arroz, madeira e álcool 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. Portanto, o centro das atenções para diminuir as emissões passa a serem as fontes de energia não renováveis.

Tabela 6. As emissões de CO₂ do agronegócio na estrutura da economia brasileira dos anos de 2000, 2005 e 2009. Em Gg de CO₂.

Agregados	Emissão de CO ₂ ano 2000		Emissão de CO ₂ ano 2005		Emissão de CO ₂ ano 2009		Taxa de crescimento ao ano das emissões de CO ₂ de 2000 a 2005	Taxa de crescimento ao ano das emissões de CO ₂ de 2005 a 2009	Evolução do ano de 2000 a 2009			Taxa de crescimento ao ano das emissões de CO ₂ de 2000 a 2009
	Valores em Gg de CO ₂	Participação relativa dos agregados nas emissões	Valores em Gg de CO ₂	Participação relativa dos agregados nas emissões	Valores em Gg de CO ₂	Participação relativa dos agregados nas emissões			Diferença dos valores das emissões	Variação percentual das emissões	Contribuição na variação total das emissões	
I Insumos Agropecuários	10.174	2,76%	13.072	2,94%	15.189	2,99%	5,01%	3,75%	5.014	49,28%	3,59%	4,45%
II Produto Agropecuário	19.492	5,29%	22.288	5,02%	25.656	5,05%	2,68%	3,52%	6.164	31,62%	4,42%	3,05%
III Agroindústria	80.636	21,87%	106.144	23,90%	138.520	27,25%	5,50%	6,66%	57.885	71,79%	41,47%	6,01%
IV Serviços agropecuários	4.359	1,18%	5.316	1,20%	6.513	1,28%	3,97%	5,08%	2.153	49,40%	1,54%	4,46%
V Serviços agroindustriais	17.163	4,65%	20.759	4,67%	22.370	4,40%	3,80%	1,87%	5.207	30,34%	3,73%	2,94%
Agronegócio (I+II+III+IV+V)	131.824	35,75%	167.577	37,73%	208.248	40,96%	4,80%	5,43%	76.423	57,97%	54,75%	5,08%
VI Indústria	110.749	30,03%	131.000	29,49%	124.632	24,52%	3,36%	-1,25%	13.883	12,54%	9,95%	1,31%
VII Serviços Industriais	37.918	10,28%	46.551	10,48%	52.472	10,32%	4,10%	2,99%	14.554	38,38%	10,43%	3,61%
VIII Serviços	88.282	23,94%	99.047	22,30%	123.016	24,20%	2,30%	5,42%	34.734	39,34%	24,88%	3,69%
Resto da economia (VI+VII+VIII)	236.949	64,25%	276.598	62,27%	300.121	59,04%	3,09%	2,04%	63.172	26,66%	45,25%	2,63%
Total Nacional	368.773	100,00%	444.175	100,00%	508.368	100,00%	3,72%	3,37%	139.595	37,85%	100,00%	3,57%

Fonte: Cálculos dos autores

Tabela 7. Emissões de CO₂ por fonte de energia renovável e não renovável no agronegócio na estrutura da economia brasileira dos anos de 2000, 2005 e 2009. Em Gg de CO₂, percentual e taxa de crescimento.

Agregados	Emissão de CO ₂ por fonte de energia ano 2000				Emissão de CO ₂ por fonte de energia ano 2005				Emissão de CO ₂ por fonte de energia ano 2009				Taxa de crescimento ao ano das Emissões de CO ₂ de 2000 a 2009	
	Renovável		Não Renovável		Renovável		Não Renovável		Renovável		Não Renovável		Renovável	Não Renovável
	Valores Gg de CO ₂	Percentual	Valores Gg de CO ₂	Percentual	Valores Gg de CO ₂	Percentual	Valores Gg de CO ₂	Percentual	Valores Gg de CO ₂	Percentual	Valores Gg de CO ₂	Percentual		
I Insumos Agropecuários	3.395	33,37%	6.779	66,63%	5.222	39,95%	7.850	60,05%	6.273	41,30%	8.916	58,70%	6,82%	3,04%
II Produto Agropecuário	6.636	34,05%	12.856	65,95%	8.810	39,53%	13.478	60,47%	9.861	38,43%	15.795	61,57%	4,40%	2,29%
III Agroindústria	69.809	86,57%	10.827	13,43%	97.169	91,54%	8.975	8,46%	129.751	93,67%	8.769	6,33%	6,89%	-2,34%
IV Serviços agropecuários	732	16,79%	3.627	83,21%	1.146	21,55%	4.170	78,45%	1.744	26,78%	4.768	73,22%	9,65%	3,04%
V Serviços agroindustriais	2.881	16,79%	14.282	83,21%	4.474	21,55%	16.285	78,45%	5.991	26,78%	16.379	73,22%	8,13%	1,52%
Agronegócio (I+II+III+IV+V)	83.453	63,31%	48.371	36,69%	116.820	69,71%	50.757	30,29%	153.620	73,77%	54.628	26,23%	6,78%	1,35%
VI Indústria	26.910	24,30%	83.840	75,70%	32.733	24,99%	98.268	75,01%	26.201	21,02%	98.431	78,98%	-0,30%	1,78%
VII Serviços Industriais	6.365	16,79%	31.553	83,21%	10.033	21,55%	36.518	78,45%	14.053	26,78%	38.420	73,22%	8,80%	2,19%
VIII Serviços	14.820	16,79%	73.462	83,21%	21.347	21,55%	77.699	78,45%	32.945	26,78%	90.071	73,22%	8,88%	2,26%
Resto da economia (VI+VII+VIII)	48.095	20,30%	188.854	79,70%	64.113	23,18%	212.485	76,82%	73.199	24,39%	226.922	75,61%	4,67%	2,04%
Total Nacional	131.548	35,67%	237.225	64,33%	180.933	40,73%	263.242	59,27%	226.819	44,62%	281.549	55,38%	6,05%	1,90%

Fonte: Cálculos dos autores

Na Tabela 7, como esperado em função da composição do consumo de energia, os resultados globais da economia brasileira mostram que as emissões de CO₂ por conta da queima de energia não renovável são majoritárias com tendência decrescente no período em análise. Isto é, em 2000 representavam 64,33% das emissões, passando em 2005 para 59,27% e, em 2009 para 55,38%, com uma taxa média no período de 1,90% a.a. Já no agronegócio as emissões oriundas de energia não renovável são relativamente pequenas e apresentam no período uma taxa de crescimento na ordem de 1,35% a.a., ou seja, menor que da economia brasileira, em virtude disso, contribui com a menor parte das emissões e sua participação é decrescente, passando de 36,69% em 2000, para 30,29% em 2005 e, para 26,23% em 2009.

Entretanto, com exceção da agroindústria, que apresenta as menores emissões de energia não renovável e simultaneamente diminuição de 13,43% para 6,33% entre 2000 e 2009, resta muito por se fazer nos demais agregados da economia brasileira para reduzir as emissões derivadas da energia não renovável. Em particular os esforços devem focalizar os agregados serviços, indústria, insumos agropecuários e produto agropecuário que, embora venha reduzindo suas emissões, emitem majoritariamente CO₂ de energia não renovável.

Nesse contexto, a composição das emissões de CO₂ por unidade de renda gerada no Agronegócio e na economia Brasileira contidas na Tabela 8, esclarecem as particularidades da intensidade das emissões de CO₂ por agregados econômicos.

Tabela 8. Composição das emissões de CO₂ por unidade de renda gerada no agronegócio e na economia brasileira de 2000 a 2009.

Agregados	Emissões em toneladas de CO ₂ por milhão de PIB ano de 2000			Emissões em toneladas de CO ₂ por milhão de PIB ano de 2009		
	Total	Emissões de energia Renovável	Emissões de energia Não Renovável	Total	Emissões de energia Renovável	Emissões de energia Não Renovável
I Insumos Agropecuários	369,1	123,1	245,9	390,3	161,2	229,1
II Produto Agropecuário	179,5	61,1	118,4	177,7	68,3	109,4
III Agroindústria	703,5	609,1	94,5	1.035,9	970,3	65,6
IV Serviços agropecuários	100,2	16,8	83,4	104,2	27,9	76,3
V Serviços agroindustriais	100,2	16,8	83,4	104,2	27,9	76,3
Agronegócio (I+II+III+IV+V)	283,2	179,3	103,9	350,5	258,6	91,9
VI Indústria	282,1	68,5	213,6	241,2	50,7	190,5
VII Serviços Industriais	100,2	16,8	83,4	104,2	27,9	76,3
VIII Serviços	100,2	16,8	83,4	104,2	27,9	76,3
Resto da economia (VI+VII+VIII)	143,5	29,1	114,4	136,4	33,3	103,1
Total Nacional	174,2	62,1	112,1	181,9	81,2	100,8

Fonte: Cálculos dos autores

O coeficiente CO₂ por PIB gerado indica que o agregado Insumo Agropecuário em suas atividades é mais intensivo nas emissões de CO₂ pelo consumo de combustíveis não renováveis, passando de 245,9 toneladas de CO₂ por milhão de reais em 2000, para 229,1 toneladas de CO₂ em 2009. Em segundo lugar destaca-se o agregado Indústria passando no período, de 213,6 para 190,5 toneladas de CO₂ por milhão de reais. Seguido de longe, em terceiro lugar o agregado Produto Agropecuário, passando de 118,4 para 109,4 toneladas de CO₂. O agregado Agroindústria e os Serviços em geral se localizam abaixo da média nacional.

Embora exista uma clara tendência de redução nesses agregados na intensidade de emissões oriundas de combustíveis não renováveis, fica evidente que o desafio do agronegócio para os próximos anos é acelerar ainda mais a substituição de energia não renovável por energia renovável e limpa, em particular nos agregados insumos e produto agropecuário que são os alicerces da agroindústria e dos serviços para gerar maior renda e emprego no país.

4. Conclusões e Implicações Finais

Considerando as novas oportunidades de negócios que o mercado mundial oferecerá nos próximos anos ao agronegócio brasileiro e observando que as questões ambientais relacionadas ao “efeito estufa” vêm condicionando cada vez mais as atividades econômicas, este artigo teve como objetivo avaliar a dimensão econômica e ambiental do agronegócio na economia brasileira na década de 2000.

Em termos econômicos, verificou-se que o agronegócio apresentou uma participação estável no PIB nacional, na ordem de 21,99% em 2000, de 22,71% em 2005 e de 21,26% em 2009. Entretanto, as taxas de crescimento ao ano mostraram que ocorreu no agronegócio uma inflexão na segunda metade dos anos 2000, por conta de dispor de um dinâmico segmento exportador, justamente quando o mercado mundial entra em recessão em função da crise do sistema financeiro internacional.

Com relação ao consumo de energia do período, verificaram-se dois padrões de comportamento: no agronegócio uma contribuição crescente, já que em 2000 representava 30,74% do consumo do país, em 2005 foi para 32,51% e, em 2009 alcançou 34,72% do consumo nacional; pelo contrário, no mesmo período o consumo de energia do resto da economia decresceu em termos relativos passando de 69,53% em 2000 para 67,49% em 2005 e para 65,28% em 2009. Em particular pode-se afirmar que a aceleração do ritmo de crescimento do consumo de energia do agronegócio foi impulsionada pela agroindústria em virtude de concentrar em torno de 60% do consumo do agronegócio e, por apresentar simultaneamente as taxas de crescimento mais elevadas de todos os agregados da economia brasileira.

Com relação ao consumo de energia renovável *versus* não renovável, os resultados no agronegócio são expressivos pela presença majoritária e crescente de energia renovável. Na composição do consumo de energia verificou-se que a participação da energia renovável aumentou de 60,88% em 2000, para 66,50% em 2005, chegando para nada menos de 70,36% em 2009. Embora os agregados do agronegócio apresentem taxas de crescimento elevadas no consumo de energia renovável, ficou evidente que o grande desempenho do agronegócio brasileiro na década de 2000 está impulsionado fortemente pela agroindústria.

O consumo energético por unidade de renda gerada no Agronegócio corrobora esse fato já que na composição do consumo por fonte de energia, o consumo de energia renovável por unidade monetária é maior e crescente, passando de 54,1 tep em 2000, para 75,1 tep em 2009, enquanto que o consumo de energia não renovável recuou no período de 35,1 tep para 31,6 tep por milhão.

Por sua vez, verificou-se que a participação relativa do agronegócio nas emissões de CO₂ da economia brasileira aumentou permanentemente, passando de 35,75% em 2000, para 37,73% em 2005 e, atingir 40,96% em 2009. Contudo, essas emissões majoritariamente e de forma crescente são de energia renovável, passando de 63,31% em 2000, para 69,71% em 2005 e, para 73,77% em 2009, com uma taxa de crescimento na década de 6,78% a. a., ou seja, embora com a queima do bagaço da cana, casca de arroz, madeira e álcool 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.

Nesse contexto, verificou-se que apesar de existir uma clara tendência de redução na intensidade de emissões oriundas de combustíveis não renováveis, fica evidente que o desafio do agronegócio para os próximos anos é acelerar ainda mais a substituição de energia não renovável por energia renovável, em particular nos agregados insumos e produto agropecuário que são os alicerces da agroindústria e dos serviços para gerar renda e emprego no país.

Em síntese, considerando que as tendências crescentes do uso de energia renovável na composição do consumo brasileiro se mantenham nos próximos anos e as emissões de combustíveis não renováveis continuem diminuindo, em particular no agronegócio, que apresenta um forte componente exportador, pode-se afirmar que o crescimento econômico do país apresenta perspectivas e resultados que conciliam suas atividades econômicas com a preservação do meio ambiente. Assim, o aproveitamento das novas oportunidades de negócios que o mercado mundial oferecerá ao agronegócio brasileiro torna-se permanente e concreto.

Referências

ARAÚJO, N. B. et. ali. Complexo agroindustrial. “O *Agribusiness* Brasileiro”. São Paulo. 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.

BRASIL-EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA Balanço Energético Nacional 2012: Ano base 2011. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2012.

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

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.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.

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.

IEO - INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK 2009. Key World Energy 2009. Paris, 2009. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov>>. Acesso em: 01 set. 2013.

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

LEONTIEF, W. The structure of the american economy. 2. ed. Ampliada. New York: oxford University Press, 1951.

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’I.S.E.A, Série " Développement économique et agriculture", dirigida por Michel Cépède, Luois Malassis e Joseph Klatzmann).

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 abr.2013.

MONTOYA, M, A. PASQUAL, C, A. LOPES, R, L. GUILHOTO, J, J, M. Consumo de Energia, Emissões de CO₂ e a Geração de Renda e Emprego no Agronegócio Brasileiro: Uma Análise Insumo-Produto. NEREUS. São Paulo – SP. TD Nereus 7. 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/?td=nova-serie>. Acesso em: 17 out. 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.

Anexo A. Divisão Setorial da Pesquisa e Correspondência com as Atividades da Matriz Insumo-Produto (MIP) do Brasil: Anos de 2000, 2005 e 2009.

DIVISÃO SETORIAL DA PESQUISA		SETORES DA MIP DE 2000 a 2009	
CODIGO	DESCRIÇÃO	SETOR	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
S1	Agropecuária	1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal.
S1	Agropecuária	2	Pecuária e pesca
S3	Indústrias	3	Petróleo e gás natural
S3	Indústrias	4	Minério de ferro
S3	Indústrias	5	Outros da indústria extrativa
S2	Agroindústrias	6	Alimentos e Bebidas
S2	Agroindústrias	7	Produtos do fumo
S2	Agroindústrias	8	Têxteis
S2	Agroindústrias	9	Artigos do vestuário e acessórios
S2	Agroindústrias	10	Artefatos de couro e calçados
S2	Agroindústrias	11	Produtos de madeira - exclusive móveis
S2	Agroindústrias	12	Celulose e produtos de papel
S3	Indústrias	13	Jornais, revistas, discos.
S3	Indústrias	14	Refino de petróleo e coque
S2	Agroindústrias	15	Álcool
S3	Indústrias	16	Produtos químicos
S3	Indústrias	17	Fabricação de resina e elastômeros
S3	Indústrias	18	Produtos farmacêuticos
S3	Indústrias	19	Defensivos agrícolas
S3	Indústrias	20	Perfumaria, higiene e limpeza.
S3	Indústrias	21	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas.
S3	Indústrias	22	Produtos e preparados químicos diversos
AI	Agroindústrias	23	Artigos de borracha e plástico
S3	Indústrias	24	Cimento
S3	Indústrias	25	Outros produtos de minerais não metálicos
S3	Indústrias	26	Fabricação de aço e derivados
S3	Indústrias	27	Metalurgia de metais não ferrosos
S3	Indústrias	28	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
S3	Indústrias	29	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos.
S3	Indústrias	30	Eletrodomésticos
S3	Indústrias	31	Máquinas para escritório e equipamentos de informática
S3	Indústrias	32	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.
S3	Indústrias	33	Material eletrônico e equipamentos de comunicações
S3	Indústrias	34	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico
S3	Indústrias	35	Automóveis, camionetas e utilitários.
S3	Indústrias	36	Caminhões e ônibus
S3	Indústrias	37	Peças e acessórios para veículos automotores
S3	Indústrias	38	Outros equipamentos de transporte
S3	Indústrias	39	Móveis e produtos das indústrias diversas
S4	Setores de serviços	40	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana.
S3	Indústrias	41	Construção
S4	Setores de serviços	42	Comércio
S4	Setores de serviços	43	Transporte, armazenagem e correio.
S4	Setores de serviços	44	Serviços de informação
S4	Setores de serviços	45	Intermediação financeira e de seguros
S4	Setores de serviços	46	Serviços imobiliários e aluguel
S4	Setores de serviços	47	Serviços de manutenção e reparação
S4	Setores de serviços	48	Serviços de alojamento e alimentação
S4	Setores de serviços	49	Serviços prestados às empresas
S4	Setores de serviços	50	Educação mercantil
S4	Setores de serviços	51	Saúde mercantil
S4	Setores de serviços	52	Serviços prestados às famílias e associativas
S4	Setores de serviços	53	Serviços domésticos
S4	Setores de serviços	54	Educação pública
S4	Setores de serviços	55	Saúde pública
S4	Setores de serviços	56	Administração pública e seguridade social

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

Anexo B. Agregação e Compatibilização Setorial (Ano 2000, 2005 e 2009) entre A MIP e a Matriz Energética do Brasil.

Agregação Grandes Setores	COMPATIBILIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DO BRASIL				
	MIP BRASIL 2000 a 2009			MATRIZ ENERGETICA DO BRASIL 2000 a 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	11.2.7.5	Não- Ferrosos e Outros Metálicos
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
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 Fluxos Setoriais da MIP para Estabelecer o Fator de Ponderação.

MATRIZ ENERGETICA DO BRASIL 2000 a 2009	MIP (Tabela de Recursos e Usos) BRASIL 2000 a 2009	
DESCRIÇÃO FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIA	NIVEL 80	DESCRIÇÃO ATIVIDADES
PETRÓLEO	020101	NC: não consome Petróleo e gás natural
GÁS NATURAL	020301	Carvão mineral
CARVÃO VAPOR		NC: não consome
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	3,07
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 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.