**AREA 11 – ECONOMIA AGRÍCOLA E DO MEIO AMBIENTE**

**A Cadeia Soja Brasileira no período de 2000 a 2014: uma abordagem insumo-produto do PIB, emprego, consumo de energia e emissões de CO2**

**Marco Antonio Montoya[[1]](#footnote-1)**

**Luís Antônio Sleimann Bertussi[[2]](#footnote-2)**

**Ricardo Luís Lopes[[3]](#footnote-3)**

**Resumo**

Este artigo, com base na construção de uma matriz energética e de emissões compatíveis com as matrizes insumo-produto do Brasil, aponta que, no final do período de 2000 a 2014, a Cadeia Soja no agronegócio responde por 12,70% do PIB; 12,10% dos empregos; 9,80% do consumo de energia; e por 8,70% das emissões de CO2 decorrentes do consumo de energia. Identificaram-se dois fatos relevantes, por um lado, uma mudança estrutural pautada pela expansão do produto soja em grão em detrimento da industrialização e processamento da soja e, por outro, um expressivo uso de energia renovável que, em média, alcança 59,05% da cadeia e responde por 71,48% das emissões de CO2. Portanto, conclui-se que o consumo de energia na Cadeia Soja apresenta perspectivas ecológicas adequadas para conciliar o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente.

**Palavras-Chave:** Cadeia Soja. Agronegócio. Energia. Emissões de CO2. Insumo-produto.

**Abstract**

This article, based on the construction of an energy matrix and emissions compatible with the input-output matrices of Brazil, points out that, at the end of the period from 2000 to 2014, the Soya Chain in agribusiness accounts for 12.70% of GDP; 12.10% of jobs; 9.80% of energy consumption; And 8.70% of CO2 emissions from energy consumption. Two important facts were identified, on the one hand, a structural change based on the expansion of the soybean-grain product to the detriment of soybean industrialization and processing, and, on the other hand, a significant use of renewable energy, which on average reaches 59.05% of Chain and accounts for 71.48% of CO2 emissions. Therefore, it is concluded that the consumption of energy in the Soybean Chain presents adequate ecological perspectives to reconcile the economic growth with the preservation of the environment.

**Keywords: Soybean chain, Agribusiness, Input-output, Energy, CO2 emissions.**

**JEL:** **Q13, Q43, Q52, E01, J21, C67**

**1. Introdução**

A produção comercial da soja no Brasil se iniciou na década de 1960, entretanto, a verdadeira expansão da Cadeia Soja (soja em grão, farelo e óleo) se deu a partir da década de 1970, motivada, fundamentalmente, pela alta do preço no mercado mundial, bem como pela vantagem competitiva do país em relação aos outros países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações.

Desde então, abundantes recursos naturais, incentivos e subsídios oferecidos pelo governo federal aliados ao aumento da demanda interna e externa de insumos para a produção de carnes e óleos vegetais, desencadearam, de forma acelerada, o aumento da área plantada, a mecanização da lavoura e a profissionalização do setor. Em particular, a ampliação da área plantada que iniciou no Rio Grande do Sul, foi para o Paraná, seguiu serrado à dentro no Centro-Oeste e, nos dias atuais, migra em direção aos estados do Norte e até mesmo a estados do Nordeste, o que, há poucos anos, era impensável. Como resultado, no final da década de 2000, a área plantada de soja ocupou 21,7 milhões de hectares, sua produção alcançou 57,3 milhões de toneladas e seu valor de R$ 37 bilhões, o que representa 33% do montante gerado por todas as culturas temporárias do país. Isso coloca o cultivo da soja como uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, conforme Trennepohl e Paiva (2011) e Dall’agnol (2016).

Em virtude disso, as fortes relações setoriais que a Cadeia Soja apresenta com a produção de carne bovina, suína e de frango, aliadas ao crescente volume de sua produção, o que se deve, em grande parte, também, ao aumento do consumo global de carnes, têm dado à soja brasileira o reconhecimento como componente importante para o crescimento da renda e do emprego do país e o *status* de referência mundial no fornecimento de matéria-prima para alimentação animal, produção de óleos, biocombustíveis e outros produtos. Contudo, para atender à crescente demanda mundial por soja são necessárias, cada vez mais, terras. Tal expansão vem gerando inúmeras críticas já que, quase sempre, é feita sem padrões de sustentabilidade ambiental e social. Por exemplo, estima-se que as emissões de dióxido de carbono (CO2) oriundas da conversão do Cerrado equivalem à metade das emissões do Reino Unido em 2009 e, provavelmente, já superam as emissões provocadas pelo desmatamento da Amazônia (Associação Internacional para a Soja Responsável - RTRS, 2016).

Frente a esse panorama, muito se tem discutido sobre o aumento da fronteira agrícola, o processo de degradação do meio ambiente e as emissões de CO2 decorrentes do desmatamento da Amazônia e da destruição do cerrado brasileiro. Porém, considerando que o volume de emissões de CO2 também está diretamente associado ao mercado de energia do país, uma questão, de suma importância e ainda pouco discutida de forma empírica é: dado o acelerado crescimento da Cadeia Soja e o maior consumo de energia que isso implica, o desenvolvimento de suas atividades produtivas resultarão no aumento do consumo de energia renovável, ou irão promover o maior uso de energia fóssil?

De fato, não é difícil perceber que o crescimento da Cadeia Soja tem 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 toneladas equivalente petróleo (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 da soja, tornam-se um tema relevante a ser avaliado no agronegócio brasileiro, isso até porque, Montoya et al. (2016) estima que o agronegócio em 2009 responde por 34,72% do consumo de energia e por 40,96% das emissões de CO2 do país.

Nesse contexto, a fim de compreender melhor alguns aspectos econômicos e ambientais que envolvem as atividades da Cadeia Soja, neste artigo, questiona-se especificamente: de que maneira o crescimento da renda e do emprego da Cadeia Soja afeta o consumo de energia e emissões de CO2? As emissões de CO2 estão aumentando ou diminuindo na cadeia? Como está evoluindo o consumo de energia renovável *versus* não renovável? Qual é a intensidade das atividades produtivas da Cadeia Soja nas emissões de CO2? Comparativamente, a intensidade nas emissões de CO2 da Cadeia são maiores ou menores do que no agronegócio?

Certamente, a resposta dessas questões permitirá avaliar, com mais precisão 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 2014, tem como objetivo avaliar na Cadeia Soja brasileira a geração de renda e emprego, bem como suas implicações sobre o consumo de energia e emissões de CO2 por fonte de energia renovável e não renovável. Com isso, espera-se, num primeiro momento, compreender com mais detalhe as interações das atividades da Cadeia Soja 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, é apresentada uma breve referência sobre a evolução da metodologia insumo-produto utilizada na economia brasileira para mensurar no agronegócio a renda, o emprego, o consumo de energia e as emissões de CO2, bem como a estrutura matemática; a seção 3 avalia, na estrutura da Cadeia Soja de 2000, 2005, 2010 e 2014, a evolução do Produto Interno Bruto (PIB), do emprego, do consumo de energia renovável e não renovável e, das emissões de CO2 pelo consumo dessa energia, para logo, estabelecer indicadores físico econômicos entre o consumo de energia e as emissões de CO2 por unidade de renda e de empregos gerados; na última seção, são apresentadas as principais conclusões obtidas no decorrer da análise.

**2. Metodologia**

Para o cálculo do PIB da Cadeia Soja, foram utilizadas como referencial as metodologias de Davis & Goldberg (1957), Malassis (1969) que utilizam as matrizes insumo-produto desenvolvidas por Leontief (1951), bem como das contribuições de Araújo et al. (1990), Lauschner (1993), Furtuoso (1998), Montoya e Guilhoto (2000), Guilhoto et al. (2000), Montoya e Finamore (2001), Cepea (2013), entre outros.

Para calcular o Consumo de Energia e as Emissões de CO2 da Cadeia Soja, foram abordadas as metodologias de Montoya et al. (2014), Montoya e Pasqual (2015) e Montoya et al. (2016) que compatibilizam as Matrizes Insumo-Produto (MIP) com as matrizes energéticas e de emissões de GEE do Balanço Energético Nacional (BEN).

**2.1 Mensuração da Cadeia Soja**

Para a operacionalização desse modelo proposto, foi necessária a compilação de uma matriz insumo-produto com tecnologia produto-produto, de forma a desagregar o Produto Soja em grão do Setor Agropecuário, que, numa tecnologia indústria-indústria, incorporava vários produtos tanto da agricultura quanto da pecuária.

Os procedimentos adotados para a estimativa da Cadeia Soja se efetivam pelo enfoque do produto tanto a preços de mercado quanto a preços básicos. O valor total do PIB foi dividido em quatro segmentos:

1. Insumos soja em grão;
2. Produto soja em grão;
3. Indústria da soja
4. Serviços da Cadeia Soja

Além desse procedimento, para uma análise comparativa, neste trabalho, é desagregado o segmento serviços da Cadeia Soja em mais dois subsegmentos:

IVA) Serviços da soja em grão;

IV.A.a) Serviços de comercialização da soja em grão;

IV.A.b) Serviços de transporte da soja em grão;

IV.A.c) “Outros serviços” da soja em grão

IVB) Serviços da indústria da soja

IV.B.a) Serviços de comercialização da indústria da soja;

IV.B.b) Serviços de transporte da indústria da soja;

IV.B.c) “Outros serviços” da indústria da soja.

Os “outros serviços” inclui, os Serviços de produção e distribuição de eletricidade, gás, agua, esgoto e, limpeza urbana; os Serviços de informação; a Intermediação financeira, seguros e previdência complementar e serviços relacionados; as Atividades imobiliárias e aligueis; os Serviços de manutenção e negociação; os Serviços de alojamento e alimentação e; os Serviços prestados as empresas.

Para o cálculo do PIB do segmento I ou insumos soja em grão, são utilizadas as informações disponíveis nas tabelas de insumo-produto, compiladas numa tecnologia produto-produto, referentes aos valores dos insumos adquiridos pelos produtores de soja em grão. A coluna com os valores dos insumos é multiplicada pelos respectivos coeficientes de valor adicionado (*CVAq*). Para se obter os Coeficientes do Valor Adicionado por atividade (*CVAq*), divide-se o Valor Adicionado a Preços Básicos (*VAPBq*), pela produção da atividade (*Xq*), ou seja,

* (1)*

Tem-se, então:

* (2)*

*q* = 1, 2, ..., 128 produtos ou atividades

em que:

= PIB do segmento I ou insumos soja em grão;

 = valor total do Insumo da atividade *q* para a produção de Soja em Grão;

= coeficiente de valor adicionado da atividade *q*.

Assim, para se estimar o valor adicionado do segmento I, ou as atividades a montante da Cadeia Soja, multiplicam-se os valores comprados pela produção da Soja em grão de cada atividade pelo coeficiente de valor adicionado dessas atividades. Salienta-se que, para se evitar dupla contagem, esses valores estimados a seguir devem ser subtraídos dos outros segmentos da Cadeia Soja.

Para o segmento II, considera-se, no cálculo, o valor adicionado gerado pela produção da Soja em grão e subtraem-se dele os valores que foram utilizados como insumos, já incorporados no PIB do segmento I.

Tem-se, então, que:

 *(3)*

em que:

Zql = valor do insumo soja adquirido pela própria atividade da soja em grão;

 = PIB do segmento II ou produto soja em grão.

No caso da estimação do segmento III ou indústria da soja, adota-se o somatório do valor adicionado das atividades da indústria da soja, subtraídos dos valores adicionados que foram utilizados como insumos no segmento I, conforme Equação 4.

 *(4)*

em que:

Zqal = valor do insumo da indústria da soja adquirido pela produção de soja em grão;

= PIB do segmento III ou indústria da soja.

Para fins de definição do valor da indústria da soja, utilizou-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0 do IBGE. Como resultado, verificou-se que as indústrias esmagadoras, refinadoras e produtoras de derivados de óleos que constituem o segmento da indústria da soja, na MIP estão contidas: na atividade óleo de soja em bruto e tortas, bagaços e farelo de soja; na atividade óleo de soja refinado; na atividade óleos e gorduras vegetais e animais; e na atividade rações balanceadas para animais.

No caso do segmento IV ou Serviços da Cadeia Soja, referente à distribuição final, considera-se, para fins de cálculo, o valor agregado das atividades relativas ao transporte, ao comércio e aos “outros serviços”. Do valor total obtido, destina-se à Cadeia Soja apenas a parcela que corresponde à participação dos produtores de Soja em grão e a parcela da indústria da soja na demanda final de produtos, respectivamente.

A sistemática adotada no cálculo do valor da distribuição final ou os serviços da Cadeia Soja pode ser representada por:

 *(5)*

*=MC (6)*

* (7)*

* (8)*

* (9)*

ou

* (10)*

em que:

*DFG* = demanda final global;

*IILDF* = impostos indiretos líquidos pagos pela demanda final;

*PIDF* = produtos importados pela demanda final;

*DFD* = demanda final doméstica;

*VATPB* = valor adicionado da atividade transporte a preços básicos;

*VACPB* = valor adicionado da atividade comércio a preços básicos;

*VASPB* = valor adicionado da atividade serviços a preços básicos;

Zqs = valor do insumo das atividades de serviços adquiridos pelos produtores de soja;

*MC* = margem de comercialização;

*DFql =* demanda final doméstica da produção de soja em grão;

*DFqal =* demanda final doméstica da atividade indústria da soja;

*=* PIB do subsegmento serviços da soja em grão;

** PIB do subsegmento serviços da indústria da soja;

= PIB do segmento IV ou serviços da Cadeia Soja.

Para evitar uma dupla contagem no cálculo do PIB da Cadeia Soja, é necessário subtrair as parcelas de insumos utilizados nas atividades de serviços, pertencentes ao segmento I, do valor adicionado da atividade de serviços (equação 6).

O PIB total da Cadeia Soja é dado pela soma dos seus Segmentos, ou seja:

* (11)*

**2.2 Mensuração do emprego, do consumo de energia e da emissão de CO2**

Para se obter os valores da mão de obra ocupada, consumo de energia em tep e emissões de dióxido de carbono (CO2) de cada segmento da Cadeia Soja, o processo metodológico é similar ao da obtenção do PIB, apresentado anteriormente. Contudo, são necessárias algumas adequações, bem como salientar que os cálculos são efetuados separadamente para cada variável, generalizada com o símbolo *L* que representa as variáveis de interesse. (Ver Montoya et al, 2016).

**2.3 A Matriz energética nacional e as emissões de gases do efeito estufa**

No Brasil, embora o BEN e a MIP apresentem setores consumidores compatíveis com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (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 e/ou atividades consumidoras, o que afeta os resultados e as análises do sistema.

Para superar esse problema e calcular o impacto da Cadeia Soja no consumo energético e nas emissões de gases de efeito estufa é necessário compatibilizar e desagregar por produto ou atividade os dados do BEN, tomando como referência os dados da MIP. Para tal procedimento, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Montoya et al. (2014). Com base nesse método que compatibiliza, por um lado, os setores consumidores de energia e, por outro, os fluxos das fontes de energia com os setores consumidores, se obteve, para cada ano (2000, 2005, 2010 e 2014), uma Matriz Energética Nacional desagregada setorialmente em 56 setores compatíveis com o número de setores consumidores que apresenta a MIP do país.

Em seguida, foi necessária a compilação das matrizes insumo-produto, energéticas e de emissões, com tecnologia produto-produto, de forma a desagregar o produto Soja em grão do setor Agropecuário, bem como desagregar a indústria da soja do setor Agroindústria. Esse procedimento torna-se necessário para mensurar o PIB, o emprego, o consumo de energia da Cadeia Soja e suas emissões de CO2 por fontes de energia.

**2.4 Base de dados**

A MIP mais recentemente publicada pelo IBGE refere-se ao ano de 2010. Assim, com fins de estabelecer uma visão mais atualizada da economia brasileira, para o cálculo da Cadeia Soja, os dados utilizados foram extraídos da Matriz Insumo-Produto do Brasil de 2000, 2005, 2010 e 2014 estimada por Guilhoto; Sesso Filho (2005 e 2010) e da Matriz Energética do Brasil de 2000, 2005, 2010 e 2014 publicada pelo BEBR (2015).

Com fins de avaliar consumo de energia da Cadeia Soja, com base no BEBR (2015), estabeleceu-se que a fonte de energia renovável está composta pela lenha, produtos da cana, outras fontes primárias, eletricidade, carvão vegetal e, álcool etílico anidro e hidratado. Já a fonte de energia não renovável compõe-se pelo gás natural, carvão vapor óleo diesel, biodiesel, óleo combustível, gasolina, glp, querosene, gás de cidade e de coqueria, coque de carvão mineral, outras secundárias de petróleo e, alcatrão.

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 por produto ou atividade em Gg de CO2-eq. Para isso, foram utilizados os coeficientes de conversão encontrados no Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2006), os quais representam a quantidade total de GEEmedido em Gg/1000 tep emitida na atmosfera.

Em geral, as estatísticas do país utilizadas representam as últimas informações disponíveis em matéria de insumo-produto. Portanto, o presente estudo, baseado nas fontes empregadas, tem o grau máximo de atualização possível.

**3. PIB, emprego, consumo de energia e emissões de CO2 na Cadeia Soja**

A seguir são apresentados os principais resultados da Cadeia Soja. A organização desses permite uma visualização das mudanças significativas que ocorreram no período de 2000 a 2014, bem como as implicações da atividade econômica sobre o consumo de energia e as emissões de CO2 decorrentes desse consumo.

**3.1. O Produto Interno Bruto da Cadeia Soja**

O PIB da Cadeia Soja a preços básicos (Tabela 1) apresentou uma taxa de crescimento de 8,2% ao ano no período de 2000 a 2014, passando de R$ 41.146 milhões em 2000 para R$ 129.810 milhões em 2014, em virtude disso, sua dimensão econômica vem ganhando importância relativa na economia do país. Por um lado, no ano 2000, a Cadeia Soja foi responsável por 1,40% do PIB nacional e, em 2014, sua contribuição passou para 2,60%. Por outro, no agronegócio foi responsável por 6,00% do PIB em 2000, por 8,50% em 2005, por 9,40% em 2010 e por 12,70% em 2014, isto é, a cadeia vem impactando significativamente e de forma crescente a geração de renda do agronegócio brasileiro.

Nesse contexto, na estrutura da Cadeia Soja, observa-se que o Segmento Insumos, composto pela indústria de fertilizantes, defensivos, maquinas, etc., tem a menor participação relativa com 7,80% em 2000, 8,90%, em 2005, 7,30%, em 2010 e 7,50% em 2014 (Figura 1). Contudo, a taxa de crescimento de 7,9% a.a. apresentada pelo segmento no período sugere que ocorreram investimentos significativos no campo, uma vez que seu PIB aumentou em termos reais 3,04 vezes, passando de R$ 3.195 milhões em 2000, para R$ 9.701 milhões em 2014.

Já dentro da propriedade o produto soja em grão apresenta uma taxa de crescimento de 8,6% a.a. no período. Em virtude disso, sua participação torna-se crescente no PIB total da cadeia, com 37,10% em 2000, e com 39,00% em 2014. Esse fato, certamente, foi influenciado pelo consumo interno, pelo aumento acelerado da demanda externa, principalmente, com a entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2006, bem como pela Lei Kandir, que isenta a tributação de ICMS sobre a soja de exportação, o que possibilitou que a soja em grão se posicionasse de maneira mais competitiva no mercado internacional, exercendo influência direta para o crescimento acelerado do produto soja em grão. Ver Santos e Marta (2011), Brum (2013) e Soccoloski e Montoya (2017).

Embora o segmento indústria da soja, composta pelas indústrias esmagadoras, refinadoras e produtoras de derivados de óleo, apresente uma taxa de crescimento da ordem de 4,6% a.a. no período, sua importância relativa na cadeia vem perdendo espaço, passando de 15,30% em 2000, para 16,10% em 2005, para logo apresentar uma sensível redução atingindo 11,50% em 2010 e 9,20% em 2014 (Figura 1). Essa perda de espaço, certamente, é resultado da menor dinâmica de suas atividades produtivas, isso porque, dentre os segmentos da Cadeia Soja, a menor taxa de crescimento do período se encontra na indústria da soja.

A taxa de crescimento de 9,0% a.a., apresentada pelo segmento serviços da Cadeia Soja é mais elevada que o do Produto Soja em Grão. Porém, pelo montante de renda gerada, principalmente, pelos “outros serviços” constitui-se no componente com maior peso da Cadeia Soja, com participação de 39,80% em 2000; 39,10%, em 2005; 44,70% em 2010 e 44,30% em 2014. Nos Serviços, em particular, destacam-se dois movimentos ou tendências antagônicas, conforme se observa na Figura 2. Por um lado, o subsegmento serviços da soja em grão em franca expansão no PIB da cadeia, passando de 13,5% em 2000, para 24,90% em 2014 e, por outro, o subsegmento serviços da Indústria da soja perdendo espaço, decrescendo de 26,30% em 2000 para 19,40% em 2014. Isso representa uma quase inversão nas participações relativas dos serviços entre soja em grão e indústria da soja.

Constata-se que os perfis dessas tendências estão influenciados, tanto na soja em grão quanto na indústria da soja, pelo componente “outros serviços” que representa pouco mais de 78% do segmento serviços da Cadeia Soja no período. Ou seja, ocorreu um significativo aumento de “outros serviços” da soja em grão, passando de 10,60% em 2000 para 19,50% em 2014 e uma redução expressiva nos “outros serviços” da indústria da soja de 20,70% em 2000 para 15,20% em 2014 (Tabela 1).

Provavelmente, a explicação de primeira ordem se deve a uma mudança estrutural na Cadeia Soja no período de 2000 a 2014, pautada pela expansão do produto soja em grão de 37,10% do total da Cadeia Soja para 39,00% e, pelo recuo significativo tanto da indústria da soja de 15,30% para 9,20%, como do serviço da indústria da soja de 26,30% para 19,40%. Portanto, evidencia-se uma mudança estrutural em favor da produção de grãos em detrimento da industrialização e do processamento da soja no período analisado. Certamente, em nível nacional, a Lei Kandir isenta tributos para a soja em grão e a carga tributária que recai sobre a indústria da soja vem contribuindo com essa mudança estrutural que prejudica a agregação de valor sobre a soja em grão. Além disso, no mercado internacional, as barreiras tarifarias praticada pela China e Europa para produtos industrializados da soja podem estar contribuindo também contra o desenvolvimento do segmento indústria da soja no Brasil (Rodrigues et al., 2011).

Cabe salientar que o PIB gerado na Cadeia Soja por meio dos serviços de comercialização, tanto da soja em grão (2,0%) como da indústria da soja (3,9%) em conjunto, passou, em termos relativos, de 5,90% em 2000, para 7,50% em 2014. Ao contrário disso, nos serviços de transportes, o valor agregado conjunto, além de já ser relativamente pequeno, está apresentando redução na Cadeia Soja, passando de 2,60% em 2000, para 1,90% em 2014. Assim, embora o serviço transporte seja estratégico para a competitividade da soja e fundamental para o escoamento da produção, fica evidente que a agregação de valor desse serviço na Cadeia Soja é mínima.

**3.2. A geração do emprego na cadeia soja**

O número total de empregos gerados pela Cadeia da Soja entre os anos 2000 e 2014, conforme a Tabela 2, passou de 2.352.839 para 3.758.773. Em nível nacional, essa parcela de empregos representa 3,00% em 2000 e 3,60% em 2014. Já no agronegócio, a participação da Cadeia Soja é mais relevante e com significativa ascensão no período avaliado, isso porque em 2000 representava 7,80% e atingiu 12,10% em 2014.

**Tabela 1: PIB da Cadeia Soja brasileira de 2000 a 2014 (preços básicos, em milhões de reais de 2014 e participação percentual)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SEGMENTO S** | **2000** | | **2005** | | **2010** | | **2014** | | **Taxa de Crescimento a.a. do PIB**  **2000 a 2014** |
| **Valores milhões de reais** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores milhões de reais** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores milhões de reais** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores milhões de reais** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** |
| **I Insumos Soja em grão** | **3.195** | **7,8%** | **6.085** | **8,9%** | **6.035** | **7,3%** | **9.701** | **7,5%** | **7,9%** |
| **II Produto Soja em grão** | **15.281** | **37,1%** | **24.549** | **35,9%** | **30.275** | **36,5%** | **50.664** | **39,0%** | **8,6%** |
| **III Indústria da Soja** | **6.300** | **15,3%** | **11.013** | **16,1%** | **9.558** | **11,5%** | **11.983** | **9,2%** | **4,6%** |
| IV- A. a) Serviços de comercialização da soja em grão | **816** | 2,0% | 1.718 | 2,5% | 2.463 | 3,0% | 5.514 | 4,2% | 13,6% |
| IV- A. b) Serviços de transporte da soja em grão | **368** | 0,9% | 752 | 1,1% | 648 | 0,8% | 1.410 | 1,1% | 9,6% |
| IV- A. c) “Outros serviços” da soja em grão | **4.360** | 10,6% | 8.516 | 12,5% | 11.905 | 14,4% | 25.334 | 19,5% | 12,6% |
| **A) Serviços da soja em grão** | **5.544** | **13,5%** | **10.986** | **16,1%** | **15.016** | **18,1%** | **32.258** | **24,9%** | **12,6%** |
| IV- B. a) Serviços de comercialização da indústria da soja | **1.593** | 3,9% | 2.460 | 3,6% | 3.615 | 4,4% | 4.309 | 3,3% | 7,1% |
| IV- B. b) Serviços de transporte da indústria soja | **719** | 1,7% | 1.077 | 1,6% | 951 | 1,1% | 1.101 | 0,8% | 3,0% |
| IV-B. c) “Outros serviços” da indústria soja | **8.514** | 20,7% | 12.192 | 17,8% | 17.473 | 21,1% | 19.795 | 15,2% | 6,0% |
| **B) Serviços da indústria da soja** | **10.826** | **26,3%** | **15.729** | **23,0%** | **22.038** | **26,6%** | **25.205** | **19,4%** | **6,0%** |
| **IV Serviços da Cadeia Soja (A + B)** | **16.370** | **39,8%** | **26.715** | **39,1%** | **37.055** | **44,7%** | **57.463** | **44,3%** | **9,0%** |
| **Cadeia da Soja (I + II + III+ IV)** | **41.146** | **100,0%** | **68.363** | **100,0%** | **82.924** | **100,0%** | **129.810** | **100,0%** | **8,2%** |
| **Agronegócio** | **689.233** | **6,0%** | **801.763** | **8,5%** | **882.226** | **9,4%** | **1.022.626** | **12,7%** | **2,8%** |
| **Brasil** | **3.019.093** | **1,4%** | **3.468.718** | **2,0%** | **4.312.601** | **1,9%** | **4.972.734** | **2,6%** | **3,6%** |

Fonte: Dados da pesquisa

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Figura 1: Tendência relativa do PIB nos segmentos da Cadeia Soja no período de 2000 a 2014 (em percentuais)**  Fonte: Elaborado com base na Tabela 1 |  | **Figura 2: Tendência relativa do PIB nos subsegmentos dos serviços da Cadeia Soja no período de 2000 a 2014 (em percentuais)**  Fonte: Elaborado com base na Tabela 1 |

**Tabela 2: Número de empregos gerados na Cadeia Soja brasileira de 2000 a 2014 (número empregos e participação percentual)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SEGMENTO S** | **2000** | | **2005** | | **2010** | | **2014** | | **Taxa de crescimento ao ano**  **2000 a 2014** |
| **Número de Empregos** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Número de Empregos** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Número de Empregos** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Número de Empregos** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** |
| **I Insumos soja em grão** | **163.560** | **7,0%** | **259.439** | **7,3%** | **147.410** | **5,1%** | **213.479** | **5,7%** | **1,9%** |
| **II Produto soja em grão** | **1.684.824** | **71,6%** | **2.421.337** | **68,5%** | **1.675.822** | **58,2%** | **2.126.040** | **56,6%** | **1,7%** |
| **III Indústria da Soja** | **146.987** | **6,2%** | **251.827** | **7,1%** | **295.923** | **10,3%** | **317.493** | **8,4%** | **5,5%** |
| IV- A. a) Serviços de comercialização da soja em grão | 31.795 | 1,4% | 66.029 | 1,9% | 80.490 | 2,8% | 157.894 | 4,2% | 11,4% |
| IV- A. b) Serviços de transporte da soja em grão | 8.087 | 0,3% | 16.549 | 0,5% | 16.452 | 0,6% | 33.147 | 0,9% | 10,1% |
| IV- A. c) “Outros serviços” da soja em grão | 81.179 | 3,5% | 165.841 | 4,7% | 211.856 | 7,4% | 427.454 | 11,4% | 11,9% |
| **A) Serviços da Soja em grão** | **121.060** | **5,1%** | **248.419** | **7,0%** | **308.797** | **10,7%** | **618.495** | **16,5%** | **11,7%** |
| IV- B. a) Serviços de comercialização da indústria soja | 62.089 | 2,6% | 94.539 | 2,7% | 118.130 | 4,1% | 123.372 | 3,3% | 4,9% |
| IV- B. b) Serviços de transporte da indústria soja | 15.792 | 0,7% | 23.695 | 0,7% | 24.145 | 0,8% | 25.900 | 0,7% | 3,5% |
| IV-B. c) “Outros serviços” da indústria soja | 158.528 | 6,7% | 237.447 | 6,7% | 310.927 | 10,8% | 333.995 | 8,9% | 5,3% |
| **B) Serviços da indústria soja** | **236.408** | **10,0%** | **355.680** | **10,1%** | **453.202** | **15,7%** | **483.267** | **12,9%** | **5,1%** |
| **IV Serviços da Cadeia Soja (A + B)** | **357.468** | **15,2%** | **604.099** | **17,1%** | **761.999** | **26,4%** | **1.101.761** | **29,3%** | **8,0%** |
| **Cadeia Soja (I + II + III+ IV)** | **2.352.839** | **100,0%** | **3.536.703** | **100,0%** | **2.881.154** | **100,0%** | **3.758.773** | **100,0%** | **3,3%** |
| **Agronegócio** | **30.066.458** | **7,8%** | **34.336.249** | **10,3%** | **30.918.872** | **9,3%** | **30.974.547** | **12,1%** | **0,2%** |
| **Brasil** | **78.972.347** | **3,0%** | **90.905.673** | **3,9%** | **98.116.218** | **2,9%** | **105.472.678** | **3,6%** | **2,1%** |

Fonte: Dados da pesquisa

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Figura 3: Tendência dos empregos nos segmentos da Cadeia Soja no período de 2000 a 2014**  Fonte: Elaborado com base na Tabela 2 |  | **Figura 4: Tendência dos empregos nos subsegmentos dos serviços da Cadeia Soja no período de 2000 a 2014**  Fonte: Elaborado com base na Tabela 2 |

Em geral, na Cadeia Soja, observa-se no período uma tendência crescente de criação de empregos, a qual encontra-se, igualmente, presente em todos seus segmentos, com maior destaque em taxa de crescimento para o serviço da soja em grão (11,70% a.a.) e em termos absolutos para os serviços da Cadeia Soja (1.101.761 – 357.468 = 744.293 novos empregos).

Em termos relativos, na Cadeia Soja, pode-se observar que o segmento insumos soja em grão representa a menor parcela e com tendência à redução (Figura 3), uma vez que foi responsável por 7,00% dos empregos em 2000 e reduziu para 5,70% em 2014.

Embora, na propriedade agrícola, o segmento produto soja em grão gere a maior parcela dos empregos, observa-se uma redução significativa e constante na composição do emprego. Isso porque o segmento que contribuiu, com 71,60% em 2000, com 68,50%, em 2005 e, com 58,20% em 2010, passou a contribuir com 56,60% em 2014. A associação dessa tendência decrescente de empregos no segmento produto soja em grão (Figura 3), com a tendência crescente apresentada na contribuição do PIB (Tabela 1) sugere, além de uma mudança estrutural no emprego da Cadeia Soja, a existência de inovação tecnológica na propriedade rural com ganhos de produtividade na mão de obra. Esse fato fica evidente na seção 5.3.

O segmento indústria da soja teve uma contribuição crescente no emprego na década, passando de 6,20% em 2000, para 10,30% em 2010, contudo, no ano de 2014, recuou para 8,40% em função da menor atividade econômica do segmento em favor do segmento produto soja em grão, observada na Tabela 1.

Já o segmento serviços da Cadeia Soja avançou significativamente ao ponto de duplicar sua importância relativa no período. Isto é, a escalada do segmento serviços foi de 15,20% em 2000, para 29,30% em 2014. O número de empregos que foi de 357.468 em 2000 e atingiu 1.101.761 em 2014 evidencia que a dimensão do mercado de trabalho deste segmento triplicou (1.101.761 / 357.468 = 3,08) no período. Uma análise mais detalhada dos subsegmentos serviços da cadeia soja (Figura 4) indica perda significativa de mão de obra dos serviços da indústria da soja em relação aos serviços da soja em grão. Esse fato novamente corrobora que a mudança estrutural da Cadeia Soja está direcionada para a produção de grãos em prejuízo da agregação de valor na atividade industrial.

**3.3. O Consumo de energia na Cadeia Soja**

O crescimento de 8,20% a.a. do PIB da Cadeia Soja no período de 2000 a 2014, certamente, pressionou o aumento do consumo de energia a uma taxa de 7,10% a.a. (Tabela 3), dada a vital importância desse insumo para o desenvolvimento de suas atividades produtivas. Por conta disso, observa-se, por um lado, que o consumo total de energia da Cadeia, em 2000, foi de 2.651 mil tep e, em 2014, alcançou a magnitude de 7.120 mil tep, ou seja, o mercado energético aumentou em 2,68 vezes. Por outro, o consumo da Cadeia Soja no agronegócio aumentou sua importância relativa, passando de 6,40% em 2000, para atingir 9,80% em 2014.

Com relação aos segmentos da Cadeia Soja, no período de 2000 a 2014, os quatro mostram uma contribuição relativamente estável no consumo total de energia. Em primeiro lugar, destaca-se o segmento indústria da soja com uma participação média de 45,05%, seguido pelo produto Soja em grão com 26,60%, pelos serviços com 16,28% e, pelos insumos com 12,08%.

Nos subsegmentos dos serviços da Cadeia Soja, emergem, no período de 2000 a 2014, dois padrões de comportamento no consumo de energia: a) os serviços da indústria da soja apresentaram uma contribuição decrescente no consumo de energia, em 2000 representava 11,40% e, em 2013, sua queda alcançou 7,40% do consumo da Cadeia Soja; b) já os serviços da soja em grão apresentaram uma contribuição crescente, passando de 5,80% em 2000, para um avanço significativo de 9,50% em 2014.

Os dados da pesquisa permitem, ainda, destacar que os serviços de transporte tanto para soja em grão como para a indústria da soja concentram o maior consumo de energia dos serviços da Cadeia Soja.

Nesse contexto e considerando que o aumento do consumo de energia contribui com o aumento dos riscos e das incertezas sobre o meio ambiente, torna-se necessário avaliar na Cadeia Soja a tendência do consumo de energia por fonte renovável *versus* não renovável.

**Tabela 3: Consumo de energia na Cadeia Soja no período de 2000, 2005, 2010 e 2014 (em 1000 tep e participação percentual)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SEGMENTO S** | **2000** | | **2005** | | **2010** | | **2014** | | **Taxa de crescimento ao ano**  **2000 a 2014** |
| **Valores em 1000 tep** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores em 1000 tep** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores em 1000 tep** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores em 1000 tep** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** |
| **I Insumos soja em grão** | **328** | **12,4%** | **543** | **12,3%** | **593** | **10,7%** | **918** | **12,9%** | **7,3%** |
| **II Produto soja em grão** | **711** | **26,8%** | **1.092** | **24,7%** | **1.367** | **24,7%** | **2.153** | **30,2%** | **7,9%** |
| **III Indústria da soja** | **1.156** | **43,6%** | **2.041** | **46,1%** | **2.794** | **50,5%** | **2.846** | **40,0%** | **6,4%** |
| IV- A. a) Serviços de comercialização da soja em grão | 4 | 0,1% | 7 | 0,2% | 19 | 0,3% | 42 | 0,6% | 17,1% |
| IV- A. b) Serviços de transporte da soja em grão | 115 | 4,3% | 225 | 5,1% | 173 | 3,1% | 365 | 5,1% | 8,2% |
| IV- A. c) “Outros serviços” da soja em grão | 35 | 1,3% | 78 | 1,8% | 123 | 2,2% | 268 | 3,8% | 14,5% |
| **A) Serviços da soja em grão** | **154** | **5,8%** | **310** | **7,0%** | **315** | **5,7%** | **675** | **9,5%** | **10,5%** |
| IV- B. a) Serviços de comercialização da indústria da soja | 8 | 0,3% | 10 | 0,2% | 28 | 0,5% | 33 | 0,5% | 10,6% |
| IV- B. b) Serviços de transporte da indústria soja | 225 | 8,5% | 323 | 7,3% | 253 | 4,6% | 285 | 4,0% | 1,7% |
| IV-B. c) “Outros serviços” da indústria soja | 69 | 2,6% | 112 | 2,5% | 180 | 3,3% | 209 | 2,9% | 7,9% |
| **B) Serviços da indústria da soja** | **302** | **11,4%** | **445** | **10,0%** | **462** | **8,3%** | **528** | **7,4%** | 4,0% |
| **IV Serviços da Cadeia Soja (A + B)** | **456** | **17,2%** | **755** | **17,0%** | **776** | **14,0%** | **1.203** | **16,9%** | **6,9%** |
| **Cadeia da Soja (I + II + III+ IV)** | **2.651** | **100,0%** | **4.432** | **100,0%** | **5.530** | **100,0%** | **7.120** | **100,0%** | **7,1%** |
| **Agronegócio** | **41.687** | **6,4%** | **52.120** | **8,5%** | **68.890** | **8,0%** | **72.366** | **9,8%** | **3,9%** |
| **Brasil** | **136.968** | **1,9%** | **160.403** | **2,8%** | **177.784** | **3,1%** | **195.541** | **3,6%** | **2,5%** |

Fonte: Dados da pesquisa

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Figura 5: Evolução do consumo de energia renovável e não renovável na Cadeia Soja, no Agronegócio e no Brasil. Período de 2000 a 2014**  Fonte: Dados da pesquisa | **Figura 6: Evolução do consumo de energia renovável e não renovável nos Segmentos da Cadeia Soja. Período de 2000 a 2014**  Fonte: Dados da pesquisa |

Com base na Figura 5, pode-se afirmar que a economia do país apresentou expressiva participação de energia renovável no consumo energético. Em 2000, nada menos que 40,10% do consumo de energia no Brasil foi originária de fontes renováveis e em 2014 alcançou a marca significativa de 46,90%. Esse fato ganha relevância se considerar-se que, segundo o Key World Energy Statistcs (IEO-2009), no âmbito mundial, esse percentual foi de 12,70% e nos países da OCDE foi de somente 7,20%.

Com relação ao consumo do agronegócio, os resultados foram mais expressivos uma vez que a presença da energia renovável é majoritária e crescente no período, passando de 60,70% em 2000 para 71,30% em 2014 (Figura 5).

Já na composição do consumo de energia da Cadeia Soja, em termos gerais, observa-se que a participação da energia renovável, quando comparada ao agronegócio, apresenta um padrão relativo de menor consumo. Contudo, a presença de energia renovável na cadeia é majoritária; em 2000 a participação da energia renovável foi de 57,30%, em 2005 aumentou para 61,90%, em 2010 se manteve em 61,70% e, apresentando recuo significativo para 55,30% em 2014 (Figura 5). Portanto, fica evidente, no período, uma relativa estabilidade do consumo de energia renovável e não renovável nas atividades econômicas da Cadeia.

Embora na Cadeia Soja o uso de energia renovável seja predominante, os segmentos insumos, produto soja em grão e serviços utilizam majoritariamente energia não renovável em todo o período analisado (Figura 6). Entre 2000 e 2014 a participação relativa do consumo de energia não renovável no segmento insumos, em média, foi de 69,50%; do segmento produto soja foi de 63,82%; e do segmento serviços 73,72%. Apesar das tendências decrescentes no uso de energia não renovável no segmento insumos e das tendências crescentes nos segmentos produto da soja e serviços, o grande consumo de energia renovável que apresenta a Cadeia Soja foi impulsionado fortemente pelo segmento indústria da soja. Isto é, a indústria da soja, além de consumir, em média, 45,05% (Quadro 3) da energia total da cadeia no período, 92,12% dessa energia é renovável e somente 7,88% é energia não renovável (Figura 6).

Se considerarmos o crescimento econômico acelerado da Cadeia Soja, o consumo de energia não renovável continuará a crescer e, com isso, nos segmentos insumo, produção de soja e serviços, os riscos e as incertezas da maior degradação do meio ambiente pelo uso de energia fóssil, principalmente do petróleo e de seus derivados, serão um grande desafio para o crescimento econômico sustentável de alta produtividade. Será preciso definir com clareza as metas e o papel que a Cadeia Soja deverá desempenhar no crescimento econômico e energético do agronegócio e do país.

**3.4. As emissões de CO2 pelo consumo de energia**

O crescente consumo de energia observado na economia do país e do agronegócio no período de 2000 a 2014 salienta a importância de avaliar as emissões de CO2, em particular na Cadeia Soja que apresentou acelerado crescimento no consumo de energia. Assim, verifica-se, com base na Tabela 4, que, de 2000 a 2014 as emissões decorrentes do agronegócio passaram de 100.600 para 191.899 Gg de CO2, ou seja, as emissões aumentaram 90,75%. Já as emissões da Cadeia Soja, no mesmo período, passaram de 6.523 para 16.638 Gg de CO2, aumentaram, portanto, 155,07%, o que representa 64,32 pontos percentuais a mais do que o agronegócio. Por conta disso, a participação relativa ou o peso da Cadeia Soja nas emissões do agronegócio aumentou significativamente, passando de 6,50% em 2000, para 8,70% em 2014.

Os resultados da Tabela 4 demonstram, no período de 2000 a 2014, que, em média, o segmento indústria da soja (63,75%) contribui com a maior parcela das novas emissões da Cadeia Soja, seguido de longe pelos segmentos produto soja em grão (17,98%), serviços (10,40%) e insumos (7,88%). Contudo, para estabelecer uma análise mais objetiva de controle das emissões, torna-se necessário avaliá-las por fonte energética renovável e não renovável. Isso até porque, os riscos sobre as alterações do clima devido ao “efeito estufa” se agravam na medida em que o aumento das emissões de CO2 forem oriundas do uso de combustíveis fósseis, ou seja, o acúmulo de CO2 na atmosfera terá um impacto maior se as emissões forem produtos da queima de combustíveis não renováveis.

**Tabela 4: Emissões de CO2 pelo consumo de energia na Cadeia Soja no período de 2000 a 2014 (valores em Gg de CO2)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SEGMENTO S** | **2000** | | **2005** | | **2010** | | **2014** | | **Taxa de crescimento ao ano**  **2000 a 2014** |
| **Valores em Gg de CO2** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores em Gg de CO2** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores em Gg de CO2** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** | **Valores em Gg de CO2** | **Participação Segmentos e Cadeia Soja** |
| **I Insumos soja em grão** | **548** | **8,4%** | **897** | **7,8%** | **950** | **6,6%** | **1.450** | **8,7%** | **6,9%** |
| **II Produto soja em grão** | **1.284** | **19,7%** | **1.994** | **17,3%** | **2.167** | **15,2%** | **3.285** | **19,7%** | **6,7%** |
| **III Indústria da soja** | **3.902** | **59,8%** | **7.291** | **63,2%** | **10.074** | **70,5%** | **10.237** | **61,5%** | **6,9%** |
| IV- A. a) Serviços de comercialização da Soja em Grão | 1 | 0,0% | 1 | **0,0%** | 18 | 0,1% | 31 | 0,2% | 29,1% |
| IV- A. b) Serviços de transporte da Soja em Grão | 217 | 3,3% | 426 | **3,7%** | 303 | 2,1% | 642 | 3,9% | 7,7% |
| IV- A. c) “Outros serviços” da soja em grão | 49 | 0,8% | 131 | **1,1%** | 124 | 0,9% | 262 | 1,6% | 12,0% |
| **A) Serviços da soja em grão** | **267** | **4,1%** | **559** | **4,8%** | **445** | **3,1%** | **935** | **5,6%** | **9,0%** |
| IV- B. a) Serviços de comercialização da Indústria da Soja | 1 | 0,0% | 2 | **0,0%** | 27 | 0,2% | 24 | 0,1% | 22,5% |
| IV- B. b) Serviços de transporte da Indústria Soja | 425 | 6,5% | 611 | **5,3%** | 444 | 3,1% | 501 | 3,0% | 1,2% |
| IV-B. c) “Outros serviços” da indústria soja | 96 | 1,5% | 187 | **1,6%** | 182 | 1,3% | 205 | 1,2% | 5,4% |
| **B) Serviços da indústria da soja** | **521** | **8,0%** | **800** | **6,9%** | **653** | **4,6%** | **730** | **4,4%** | **2,4%** |
| **IV Serviços da cadeia soja (A + B)** | **788** | **12,1%** | **1.358** | **11,8%** | **1.097** | **7,7%** | **1.665** | **10,0%** | **5,3%** |
| **Cadeia da soja (I + II + III+ IV)** | **6.523** | **100,0%** | **11.541** | **100,0%** | **14.289** | **100,0%** | **16.638** | **100,0%** | **6,7%** |
| **Agronegócio** | **100.600** | **6,5%** | **133.133** | **8,7%** | **190.216** | **7,5%** | **191.899** | **8,7%** | **4,6%** |
| **Brasil** | **256.450** | **2,5%** | **312.736** | **3,7%** | **356.485** | **4,0%** | **379.595** | **4,4%** | **2,8%** |

Fonte: Dados da pesquisa

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Figura 7: Evolução das emissões de CO2 pelo consumo de energia renovável e não renovável na Cadeia Soja, no Agronegócio e no Brasil. Período de 2000 a 2014**  Fonte: Dados da pesquisa | **Figura 8: Evolução das Emissões de CO2 pelo consumo de energia renovável e não renovável nos segmentos da Cadeia Soja. Período de 2000 a 2014**  Fonte: Dados da pesquisa |

Nesse sentido, as emissões de fontes renováveis devem ser vistas como, ecologicamente, mais adequada para o gerenciamento do “efeito estufa”. Embora a queima de biomassa e bioenergia contribua para emissão de CO2, este efeito é minimizado pela absorção das plantas durante seu crescimento, no processo de fotossíntese, o que ajuda a minimizar o impacto ambiental. Portanto, o foco para conciliar o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente passa também pela maior utilização de fontes energéticas renováveis.

Na Figura 7, como esperado, em função da composição do consumo de energia, os resultados para a economia brasileira, para o agronegócio e para a Cadeia Soja, em geral, mostraram que as emissões de CO2 oriundas da queima de energia não renovável apresentam taxas de crescimento menores que as emissões de CO2 pelo consumo de energia renovável no período em análise.

Em particular, na Cadeia Soja, as emissões pelo consumo de energia não renovável foram relativamente pequenas. Em 2000, essas representavam 31,80%, passando, em 2005, para 24,70%, em 2010 para 25,20% e em 2014 com um significativo aumento para 32,40%. Nota-se que essas emissões se localizam num patamar relativamente inferior ao da economia brasileira e superior ao do agronegócio.

A Cadeia Soja apresenta certa estabilidade nas emissões de fontes de energia renováveis em contraponto ao aumento total da produção para a geração de renda no período estudado e o avanço de segmentos intensivos em uso de fontes não renováveis de energia como os serviços e o produto soja em grão. Já o Agronegócio apresentou uma elevação de emissões de CO2 pelo uso de energia renovável entre 2000 e 2014, passando de 69,60% em 2000 para 81,90% em 2014 (Figura 7). Em outras palavras, apresenta, em geral, um resultado positivo para o meio ambiente em função de ter reduzido as emissões de fontes não renováveis de 30,40% para 18,10% no mesmo período.

Observa-se, também, que o agronegócio caminha no mesmo sentido dás emissões em nível nacional, uma vez que o país aumentou de 45,10% para 53,20% as emissões por uso de energia renovável e reduziu as emissões de fonte não renovável de 54,90% para apenas 46,80%. Contudo, fica evidente, portanto, que o agronegócio em relação ao Brasil e à Cadeia Soja, em termos relativos, não somente é mais eficiente na emissão de gases ecologicamente corretos, mas apresenta, igualmente, avanço significativo nas emissões de fontes renováveis no período. Ou seja, no mercado energético, o agronegócio no desenvolvimento de suas atividades produtivas está mitigando o meio ambiente.

Na Figura 8, o maior grau de transformação estrutural na tendência de emissões de CO2 de fontes não renováveis se deu no segmento da soja em grão, o qual passou de 58,10% em 2000 para 79,10% em 2014, ou seja, a maior mudança observada dentre os quatro segmentos. A elevada taxa de crescimento ao ano do PIB do produto soja em grão (8,60% a.a.) no período de 2000 a 2014 aliada à sua crescente participação relativa na composição da Cadeia Soja, que avançou de 37,10%, em 2000, para 39,00% em 2014 (Tabela 1), explicam a mudança estrutural nas emissões da cadeia.

Entretanto, com exceção da indústria da soja (Figura 8), que, além de apresentar as menores emissões de energia não renováveis, conseguiu reduzi-las de 5,70% para 3,10% entre 2000 e 2014, resta muito por fazer nos demais segmentos da Cadeia Soja para reduzir as emissões decorrentes do consumo de energia não renovável. Sobretudo, considerando que, no segmento serviços, em média, 84,98% das emissões decorrem do consumo de energia não renovável, no segmento produto soja em grão e segmento insumos, essas emissões, em média, participam com 67,85% e 67,18%, respectivamente. Portanto, os esforços para substituir combustíveis fósseis deverão focalizar esses segmentos que emitem majoritariamente CO2 de energia não renovável.

Ainda, a análise comparativa das Figuras 7 e 8 demonstram na Cadeia Soja uma tendência de estabilidade nas emissões por fontes de energia renovável que oscilam em torno de 71,48% e as transformações observadas nos segmentos insumos e serviços indicam que os aumentos de emissões no segmento da soja em grão por fontes não renováveis foram mais que compensados pela emissão de CO2 por fontes de energia renováveis do segmento indústria da soja. Essa composição estrutural se constata em virtude de dois fatores chaves, pelo o uso de energia renovável do segmento indústria e por sua participação relativa no total de consumo de energia (Tabela 3 e 4). Em que pese a queda da contribuição do segmento indústria no PIB total da Cadeia Soja, a sua utilização de fontes energéticas renováveis contribuiu para a estabilidade de emissões ecologicamente mais adequadas para o gerenciamento do “efeito estufa” na Cadeia Soja. Assim, se persistir nos próximos anos a queda das atividades da indústria da soja, essa estabilidade poderá dar espaço para maiores riscos e incertezas nos padrões de emissões da Cadeia no meio e longo prazo.

**3.5. Indicadores físico-econômico da Cadeia Soja**

A fim de compreender melhor as implicações ambientais da Cadeia Soja, a seguir, são analisadas as relações entre o pessoal ocupado, o consumo de energia e as emissões de CO2 por unidade de renda e empregos gerados. As Figuras 9 e 10 permitem visualizar, comparativamente, os resultados de diversos indicadores gerados para a Cadeia Soja com o agronegócio e a economia brasileira.

**3.5.1. Empregos, consumo energético e emissões de CO2 por unidade de renda gerada**

O coeficiente trabalhador por PIB gerado (L/PIB) mostra, na economia brasileira e no agronegócio (Figura 9), uma redução constante de unidades de trabalhadores por milhões de unidades de renda. Contudo, na Cadeia da Soja esse fenômeno de menor uso da mão de obra em suas atividades produtivas é mais intenso, já que de 57,20 trabalhadores, por cada milhão de reais em 2000, passaram a utilizar somente 29,00 trabalhadores em 2014, ou seja, os ganhos de produtividade reduziram 28,20 trabalhadores por milhão de reais gerado no período.

Os segmentos da Cadeia Soja assinalam que a inovação tecnológica com ganhos de produtividade na mão de obra ocorreu, na produção de insumos para a soja e, principalmente, na propriedade rural, visto que, no período de 2000 a 2014, o segmento insumos soja em grão passou de 51,20 para 22,00 trabalhadores por milhão de reais e o segmento produto soja em grão passou de 110,30 para 42,00 trabalhadores por milhão. Em particular, chama atenção os ganhos de produtividade da mão de obra no produto soja em grão, já que no período reduziu 68,30 trabalhadores por milhão de reais gerado.

Por outro viés, o único segmento que apresentou aumento de mão de obra por unidade de renda gerada para o período estudado foi a indústria da soja, uma vez que em 2000 utilizava 23,30 trabalhadores por milhão e, em 2014, passou a utilizar 26,50 trabalhadores por milhão, ou seja, teve perda de produtividade na ordem de 3,2 trabalhadores por milhão. Trata-se de um resultado que difere do contexto da Cadeia Soja, do Agronegócio e do país, sendo que fica registrada a necessidade de se avaliar de forma mais aprofundada as mudanças estruturais ocorridas dentro da indústria da soja. Contudo, o número maior de trabalhador por milhão que equivale à menor renda por trabalhador sugere uma mudança estrutural na produção da indústria da soja direcionada para a produção de produtos com menor valor agregado e, portanto, com menor capacidade para a geração de renda por trabalhador. As estatísticas de comércio exterior da MDIC (2015), corroboram essa percepção já que, nas exportações brasileiras do complexo soja do período de 2000 para 2014, a soja em grão evidencia, na participação total, um aumento relativo de 52,72% para 74,43%, e redução significativa no farelo de 39,78% para 22,38%, bem como no óleo de 7,50% para 3,19%.

O coeficiente do consumo de energia em tep por milhão de reais (tep/PIB) de 2014 evidencia, na Cadeia Soja (54,80 tep), uma menor intensidade no uso de energia do que no Agronegócio (70,80 tep) e maior uso de energia do que na economia brasileira (39,30 tep).

Nesse panorama, a indústria da soja (237,50 tep) no final do período consolida-se como o segmento de maior intensidade no uso de energia da Cadeia Soja, seguido de longe pelo insumo soja em grão (94,60 tep). Contudo, cabe lembrar que 92,12% da energia que utiliza a indústria da soja é proveniente de fontes de energia renovável (Figura 7).

Os coeficientes de emissões de CO2 por milhão de reais (CO2/PIB) apresentam a mesma hierarquia observada no consumo de energia por milhão de reais (tep/PIB). Entretanto, observa-se que as maiores proporções de emissões pelo consumo de energia localizam-se na indústria da soja, ou seja, trata-se de um segmento que, por unidade monetária, emite CO2 com maior intensidade no meio ambiente se comparado com os outros segmentos da Cadeia, e inclusive em relação ao Agronegócio e à economia brasileira.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Figura 9: Evolução dos empregos, consumo energético e emissões de CO2 por unidade de renda gerada na Cadeia Soja. Período de 2000 a 2014

Fonte: Elaborado com base na Tabela 1,2,3 e 4

**3.5.2. PIB, consumo energético e emissões de CO2 por trabalhador**

O coeficiente da renda gerada por trabalhador (PIB/L) indica na Cadeia Soja que a renda gerada por trabalhador aumentou de R$ 17.488 em 2000, para R$ 34.535 em 2014. Em virtude disso, em 2014, a renda gerada tornou-se maior que no Agronegócio (R$ 33.015) e menor do que no Brasil (R$ 47.147) conforme a Figura 10.

Da comparação dos diversos segmentos da cadeia soja emergem três tendências na renda gerada por trabalhador no período de 2000 a 2014: a) níveis de produtividade da mão de obra com taxas de crescimento altos, nos insumos soja em grão (6,0% a.a. passando de R$ 19.532 para R$ 45.441) e, principalmente, no produto soja em grão (6,9% a.a. passando de R$ 9.070 para R$ 23.830); b) níveis de produtividade da mão de obra com crescimento baixo nos serviços da Cadeia Soja (0,9% a.a. passando de R$ 45.794 para R$ 52.156); e c) níveis decrescentes na indústria da soja (-0,9% a.a. passando de R$ 42.863 para R$ 37.744).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Figura 10: Evolução do PIB, consumo energético e emissões de CO2 por unidade de emprego gerado na Cadeia Soja. Período de 2000 a 2014

Fonte: Elaborado com base na Tabela 1,2,3 e 4.

As tendências da produtividade apresentadas pelo segmento produto soja em grão e serviços no Brasil são observadas, também, por Menezes Filho et al. (2016, p. 18). Em particular, esse autor afirma que a agropecuária foi aquela cuja produtividade na mão de obra mais cresceu em termos relativos na década de 2000 (4,3% a.a.), enquanto que a produtividade dos serviços, foi quase estável, cresceu somente 0,4% a.a.

Cabe salientar, nesse contexto, que a renda gerada por trabalhador no segmento serviços em 2000 era 5,05 vezes mais que a renda gerada no produto Soja em grão (R$ 45.794/ R$ 9.070=5,05), contudo em 2014 essa proporção caiu para 2,19 vezes (R$ 52.156/ R$ 23.830=2,19), o que indica elevados ganhos de produtividade do fator de produção capital no campo, ou seja, no produto soja em grão. A respeito, a decomposição estrutural do crescimento da produtividade da mão de obra na agropecuária do brasil, segundo Menezes Filho et al. (2016, p. 23) se explica fundamentalmente pelo efeito tecnológico pautado por práticas produtivas intensivas em capital.

Por sua vez, um argumento plausível para explicar a perda de produtividade da mão de obra na indústria da soja pode ser encontrado no aumento da produção de produtos industriais com pouco valor agregado e com maior uso de mão de obra, isto é, o aumento de proporções maiores de produção de farelo de soja ao invés de óleo de soja. A respeito, segundo Rodrigues et al. (2011), as barreiras tarifarias da China e da Europa para a indústria da soja podem ser um dos fatores que prejudicaram a produção de farelo de soja e com mais incidência o óleo de soja no país.

O consumo de energia por trabalhador (tep/L) na economia como um todo vem aumentando. Em particular, na Cadeia Soja passou de 1,1 tep por trabalhador em 2000, para 2,0 tep em 2014. Entretanto, nos segmentos da Cadeia, o consumo de energia em 2014 apresenta padrões diferenciados. Na indústria da soja, esse se destaca como o maior consumidor, em virtude de utilizar 9,3 tep por trabalhador, seguido pelos Insumos com 4,4 tep, pelos serviços com 1,1 tep e, pelo produto soja em grão com 1,0 tep por trabalhador. Como resultado, as emissões de CO2 por trabalhador concentram-se, significativamente, na indústria da soja por apresentar 33,9 toneladas de CO2 por trabalhador.

**4. Conclusões**

O artigo avalia na Cadeia Soja brasileira, dos anos e 2000, 2005, 2010 e 2014, a geração de renda e emprego, bem como suas implicações sobre o consumo de energia e emissões de CO2 por fonte de energia. Verificou-se que a Cadeia Soja em 2014 responde no agronegócio por 12,70% do PIB, 12,10% dos empregos, 9,80% do consumo de energia e por 8,70% das Emissões de CO2 decorrentes do consumo de energia.

Em particular, o PIB da Cadeia Soja indica que existe uma mudança estrutural pautada pela expansão relativa do produto soja em grão em detrimento da industrialização e do processamento da soja no período analisado. Em virtude disso, os serviços da indústria vêm perdendo espaço para a soja em grão, o que permite afirmar que existe uma constante especialização dos serviços para a exportação com pouco valor agregado. Verificou-se, também, que nos serviços de transportes, o valor agregado além de ser relativamente pequeno, está reduzindo na Cadeia Soja, passando de 2,60% em 2000, para 1,90% em 2014.

Na composição do emprego da Cadeia em estudo, verificou-se no produto soja em grão uma tendência decrescente de empregos, de 71,60% em 2000, para 56,60% em 2014 e, um avanço significativo do segmento serviços, passando de 15,20% em 2000, para 29,30% em 2014. A tendência decrescente de empregos no segmento produto soja em grão, comparada com a tendência crescente que apresenta na contribuição do PIB, sugere que na propriedade agrícola ocorreu inovação tecnológica com ganhos significativos de produtividade na mão de obra. Contudo, no período de 2000 a 2013, existe um saldo positivo de 1.405.937 novos empregos gerados na Cadeia Soja.

Com relação ao consumo energético, verificou-se que o mercado da Cadeia Soja aumentou em 2,68 vezes, passando de 2.651 mil tep em 2000, para 7.120 mil tep em 2014. Entretanto, na Cadeia Soja, em média, 59,05% da energia utilizada no período advém de fontes renováveis, o que permite afirmar que suas emissões tendem a ser, ecologicamente, mais adequadas para o gerenciamento do “efeito estufa” o que facilitará a conciliação do crescimento econômico de alta tecnologia com a preservação do meio ambiente. Cabe salientar, contudo, que o consumo de energia não renovável é majoritário nos segmentos insumos, produto soja em grão e serviços. Ficou, “na verdade”, evidente que o grande consumo de energia renovável da Cadeia Soja está impulsionado fortemente pelo segmento indústria da soja.

Com relação ao indicador físico-econômico, verificou-se pelo coeficiente trabalhador por PIB gerado (L/PIB) que, na Cadeia Soja, houve inovação tecnológica com ganhos de produtividade na mão de obra na ordem de 28,20 trabalhadores a menos por milhão de reais. Tal produtividade ocorreu, principalmente, na propriedade rural, ou seja, no produto soja em grão que reduziu 68,30 trabalhadores por milhão de reais gerado. Contudo, verificou-se que a indústria da soja foi o único segmento que teve perda de produtividade na ordem de 3,2 trabalhadores por milhão, o que sugere uma mudança estrutural na indústria da soja direcionada para a produção de produtos com menor valor agregado e, portanto, com menor capacidade para a geração de renda por trabalhador.

O coeficiente da renda gerada por trabalhador (PIB/L) na cadeia corrobora essa tendência já que evidencia níveis crescentes na renda gerada por trabalhador nos serviços da Cadeia Soja, nos insumos soja em grão, no produto soja em grão e níveis decrescentes na indústria da soja. Um argumento plausível para explicar tal fato pode ser encontrado no aumento da produção de produtos industriais com pouco valor agregado, em função das barreiras tarifarias internacionais impostas à indústria da soja brasileira.

Já o coeficiente do consumo de energia em tep por milhão de reais (tep/PIB) em 2014 consolida a indústria da soja (237,5 tep) como o segmento de maior intensidade no uso de energia da cadeia, seguido de longe pelo insumo soja em grão (94,6 tep). Contudo, cabe lembrar que 92,90% da energia utilizada pela indústria da soja nesse ano são provenientes de fontes de energia renovável. Os coeficientes de emissões de CO2 por milhão de reais (CO2/PIB) apresentam a mesma hierarquia observada no consumo de energia por milhão de reais (tep/PIB).

Por fim, o conjunto de informações geradas permite compreender com mais detalhe as interações das atividades da Cadeia Soja com o meio ambiente, bem como, fornece subsídios para um melhor planejamento energético e de emissões nos próximos anos.

**Referências**

ARAÚJO, et al. Complexo agroindustrial. *O Agribusiness Brasileiro*. São Paulo. Dez.1990.

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 infraestrutura e logística do Rio Grande do Sul, 2010.

BEBRASIL - Balanço Energético Nacional – 2015: ano base 2014. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2015.

BRUM, D. M. A deterioração recente nas transações correntes brasileiras. Comentário macroeconômico, 2013. Disponível em: <http://www.opportunitydtvm.com.br/documentos/PDF\_Comentario/cm201305.pdf>. Acessado em 30 maio 2017.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP Disponível em: <http//www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 28 de março. 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/coef\_mat.htm>. Acesso em: 30 out. 2007.

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

DAVIS, J. H., GOLDEBERG, R. A. *A Concept of Agribusiness*. Division of Research. Graduate Scholl of Business Administration. Boston: Harvard University, 1957.

FURTUOSO, M. *O produto interno bruto do complexo agroindustrial brasileiro*. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada– 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, v. 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. et al. Agronegócio na Economia Brasileira 1994 a 1999. Confederação Nacional da Agricultura, Piracicaba, Esalq/USP, 2000.

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

IPCC –Intergovernmental Panel on Climate Change - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2 – Energy. Hayama – Japão, 2006. Disponível em:<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>. Acesso em: 10 jan. 2017.

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

LEONTIEF, W. *The structure of the americam economy*. 2. ed. ampliada. New York: Oxford University Press, 1951.

MALASSIS, L. Analyse du complexe agro-analimentaire d´apres la comptabilité nacionale française. *Économies et societés*. Paris, v. 3, n. 9, p. 1667-1687, set. 1969.

MENEZES FILHO, N. A.; CAMPOS, G. S.; KOMATSU, B. K. A evolução da produtividade no Brasil. Insper Instituto de Ensino e Pesquisa- Centro de Políticas Públicas (CPP) São Paulo, SP – Brasil. Policy Paper. Nº 12. Agosto, 2014. Disponível em: https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2014/09/Evolucao-Produtividade-Brasil.pdf. Acesso em: 30 maio 2017.

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. *Economia Aplicada*. v. 20, n. 4, 2016, p. 383-412.

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. *Economia Aplicada.* v. 18, n. 3, 2014, p. 379-419

MONTOYA, M, A.; PASQUAL, C, A. O Uso Setorial de Energia Renovável *versus* Não Renovável e as Emissões de CO2 na Economia Brasileira: Um Modelo Insumo-Produto Híbrido para 53 Setores. *Pesquisa e Planejamento Econômico.* v. 45, n. 2, agosto de 2015, p. 289-335.

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

RODRIGUES et al. Escalada tarifária e exportações brasileiras da agroindústria do café e da soja. *Revista de Economia e Sociologia Rural.* Brasília, v 49, n.2, abril/junho de 2011.

SANTOS, D. A.; MARTA, J. M. C. A Lei Kandir e o desenvolvimento de Mato Grosso: análise do período 1990-2009. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 10, n. 1, p.206-228, jan. 2014. Disponível em: <http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/down load/1217/366>. Acesso em: 30 nov. 2016.

SOCCOLOSKI, V.; MONTOYA, M. A. Os impactos econômicos da lei Kandir no Corede Produção – RS: uma análise sobre as exportações de soja, de 1997 a 2014. In: Anais 55 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (Sober). Santa Maria – RS. CD-ROM, agosto/2017.

1. Doutor em Economia Aplicada. Professor Titular da Universidade de Passo Fundo Feac-UPF. E-mail: [montoya@upf.br](mailto:montoya@upf.br) [↑](#footnote-ref-1)
2. Mestre em Economia. Professor Assistente II da Universidade de Passo Fundo Feac-UPF. E-mail: [luisbertussi@upf.br](mailto:luisbertussi@upf.br) [↑](#footnote-ref-2)
3. Doutor em Economia Aplicada. Professor Associado da Universidade Estadual de Maringá UEM. E-mail: [rllopes@uem.br](mailto:rllopes@uem.br) [↑](#footnote-ref-3)