

Aspectos Econômicos e Ambientais na Cadeia Leite do Brasil: uma abordagem insumo-produto da renda, emprego, consumo de energia e emissões de CO₂

Marco Antonio Montoya¹
Luís Antônio Sleimann Bertussi²
Eduardo Belisário Finamore³

RESUMO

Este artigo avalia na Cadeia Leite do Brasil a produtividade do fator trabalho, bem como o consumo de energia renovável e não-renovável com suas respectivas emissões de CO₂. Para isso, foram compatibilizadas e desagregadas as matrizes energéticas e de emissões com as matrizes insumo-produto do país. Os resultados demonstram uma trajetória de crescimento da renda gerada por trabalhador e decréscimo nas emissões de CO₂, o que sugere benefícios para o meio ambiente. Os índices de intensidade e produtividade revelam ganhos de eficiência no uso de energia e um processo contínuo de modernização da cadeia devido aos os ganhos de produtividade da mão de obra.

Palavras-chave: cadeia leite, PIB, emprego, energia, emissões, insumo-produto

ABSTRACT

This article evaluates in the Brazilian Milk Chain the labor productivity, as well the consumption of renewable and non-renewable energy with their respective CO₂ emissions. For this, the energy and emissions matrices with the input-output matrices of the country were made compatible and disaggregated. The results demonstrate a trajectory of growth in income generated per worker and decrease in CO₂ emissions, which suggests benefits for the environment. The intensity and productivity indices reveal efficiency gains in energy use and a continuous process of chain modernization due to labor productivity gains.

Key words: milk, GDP, employment, energy, emissions, input-output

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

1 Introdução

A desregulamentação econômica e os seus efeitos diversos na década de 1990 tinha como objetivo a estabilização da economia e a abertura comercial. Como resultado, a cadeia láctea do país passou por mudanças estruturais profundas uma vez que essas políticas promoveram no setor a liberalização e diferenciação dos preços da matéria-prima, as guerras de ofertas nas prateleiras dos supermercados, a entrada de produtos importados, as alianças estratégicas no meio empresarial, a ampliação do poder dos laticínios multinacionais e dos supermercados, a ampliação da coleta a granel, a redução global do número de produtores e a reestruturação geográfica da produção (Jank, 2000).

Na década de 2000, as mudanças estruturais na cadeia leite contribuíram com o crescimento acelerado na produção de leite natural da ordem de 4,25% a.a. (Videla et al. 2017 p.8), acompanhada por ganhos de produtividade, principalmente na região sul do país, em razão do maior grau de articulação com a indústria processadora.

Nesse dinâmica expansionista, a produção de leite é considerada como uma atividade com possibilidade de geração de impactos negativos no meio ambiente, em função da fermentação entérica dos bovinos e manejo de seus dejetos, razão pela qual a comunidade internacional e as autoridades ambientais vêm questionando de forma crescente sobre a

¹ Doutor em Economia Aplicada. Professor Titular da Universidade de Passo Fundo - UPF. E-mail: montoya@upf.br

² Mestre em Economia. Professor Assistente II da Universidade de Passo Fundo - UPF. E-mail: luisbertussi@upf.br

³ Doutor em Economia Aplicada. Professor Titular da Universidade de Passo Fundo - UPF. E-mail: finamore@upf.br

necessidade de adequar suas atividades produtivas com à preservação do meio ambiente. Porém, pouco está sendo debatido sobre as emissões de dióxido de carbono (CO₂) advindas do maior consumo de energia das atividades produtivas da cadeia leite.

De fato, não é difícil perceber que, com o acelerado crescimento da produção de leite no país, bem como da indústria de laticínios, a cadeia leite tem um relevante papel no aumento do consumo de energia e, portanto, nos riscos e incertezas de maiores emissões de CO₂ no meio ambiente. Assim, questionam-se, de que maneira o crescimento da cadeia leite afeta o consumo de energia e emissões de CO₂ no Brasil? Como está evoluindo o consumo de energia renovável versus não-renovável? Qual é a intensidade e produtividade do uso da mão de obra, de energia e de emissões de CO₂ na cadeia?

Com fins de compreender melhor esses aspectos econômicos e ambientais que envolvem a cadeia leite brasileira, o artigo tem como objetivo, no período de 2000 a 2014, avaliar, com base numa perspectiva sistêmica, o consumo de energia e emissões de CO₂ por fonte de energia renovável e não-renovável, bem como, estabelecer indicadores de produtividade e intensidade com relação a renda e ao trabalho. Com isso, espera-se, num primeiro momento, compreender com mais detalhe as interações da cadeia com o meio ambiente, bem como visualizar se o crescimento da produtividade coexiste com trajetórias que conciliem suas atividades produtivas com a preservação ambiental, de modo a fornecer subsídios para um melhor planejamento energético e de emissões nos próximos anos.

O 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 nas cadeias produtivas 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 leite de 2000, 2005, 2010 e 2014, o consumo de energia, as emissões de CO₂ e estabelece com base nessas informações indicadores de intensidade e produtividade; na última seção, são apresentadas as principais conclusões obtidas no decorrer da análise.

2 Metodologia

Para o cálculo da renda e do emprego da Cadeia Leite, 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), Cepea (2013), entre outros.

Já para calcular o Consumo de Energia em toneladas equivalente petróleo (tep) e as Emissões de dióxido de carbono (CO₂) da Cadeia Leite, foram abordadas as metodologias de Montoya et al. (2014), Montoya e Pasqual (2015), Montoya et al. (2016), Montoya et al. (2017a e 2017b) que compatibilizam e desagregam as Matrizes Energéticas e de Emissões de GEE do Balanço Energético Nacional (BEN) em nível das Matrizes Insumo-Produto (MIP).

2.1 Mensuração da Cadeia Leite

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 Leite do Setor Agropecuário, bem como desagregar a Indústria do Leite do setor Agroindústria.

Seguidamente, a Cadeia Leite foi dividida em quatro segmentos: I) Insumos para Leite, II) Produto Leite, III) Indústria do Leite, IV) Serviços da Cadeia Leite.

Além desse procedimento, para uma análise comparativa, neste trabalho foram realizadas algumas inovações metodológicas que permitem desagregar o segmento Indústria do leite em mais dois subsegmentos: a) Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado; e b) Produtos do Laticínio.

O segmento Serviços da Cadeia Leite também foi desagregado em mais dois subsegmentos: A) Serviços do Produto Leite; e B) Serviços da indústria do leite. E neles foi deixado em evidência os serviços de comercialização, transporte e “outros serviços”, respectivamente.

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

Para se obter os valores da renda (*PIB*), do emprego (*L*), do consumo de energia (*tep*) e, das emissões de dióxido de carbono (*CO₂*) da Cadeia Leite, o processo metodológico é similar e os cálculos são efetuados separadamente para cada variável, generalizada no modelo matemático com o símbolo *W* que representa alternativamente as variáveis de interesse.

Inicialmente, para o cálculo a quantidade ou valor de *W* do segmento *I* ou Insumos para o Leite, são utilizadas as informações disponíveis nas tabelas de insumo-produto, referentes aos valores dos insumos adquiridos pelos produtores de leite. A coluna com os valores dos insumos é multiplicada pelos respectivos coeficientes da variável de interesse. Para se obter os coeficientes de *W* por unidade monetária da atividade *q*, divide-se o valor da variável de interesse (*W_q*), pela produção da atividade (*X_q*), ou seja,

$$CW_q = \frac{W_q}{X_q} \quad (1)$$

$q = 1, 2, \dots, 128$ produtos ou atividades

$W = PIB, L, tep, CO_2$, alternativamente

em que:

CW_q = coeficiente da variável *W* por unidade monetária da atividade *q*.

Logo, para se estimar o valor do segmento *I*, multiplicam-se os valores de cada atividade comprados pela produção de leite pelo respectivo coeficiente da variável de interesse *W* de cada atividade:

$$E_I = \sum_{q=1}^n Z_q * CW_q \quad (2)$$

em que:

E_I = quantidade de *W* no segmento *I* ou Insumos para Leite;

Z_q = valor total do Insumo da atividade *q* para a produção de *W*;

Para o segmento *II*, considera-se, no cálculo, a quantidade de *W* gerado pela produção de leite e, para evitar dupla contagem, subtraem-se dele as quantidades que foram utilizados como insumos, já incorporados na quantidade de E_I do segmento *I*.

Tem-se, então, que:

$$E_{II} = W_q - Z_{ql} * CW_q \quad (3)$$

em que:

E_{II} = quantidade de *W* no segmento *II* ou Produto Leite;

Z_{ql} = quantidade do insumo leite adquirido pela própria atividade da produção de leite;

No caso da estimação do segmento *III* ou Indústria do Leite, adota-se o somatório da quantidade de *W* gerada pelas atividades da indústria do leite, subtraídos das quantidades de insumos da indústria de leite que foram utilizados como insumos no segmento *I*.

$$E_{III} = \sum_{qal}(W_{qal} - Z_{qal} * CW_{qal}) \quad (4)$$

em que:

E_{III} = quantidade de *W* do segmento *III* ou Indústria do Leite;

Z_{qal} = quantidade do insumo da indústria de leite adquirido pela produção de leite.

Cabe salientar que para fins de definição o segmento Indústria do Leite, utilizou-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0 do IBGE. Como resultado, verificou-se na MIP que as indústrias de transformação do leite estão contidas nas atividades do Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado, bem como na Produção de laticínios que envolve os diversos derivados do leite.

No caso do segmento *IV* ou Serviços da Cadeia Leite, 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 Leite apenas a parcela que corresponde à participação do Produto Leite e a parcela da Indústria do Leite na demanda final de produtos, respectivamente.

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

$$DFD = DFG - IIL_{DF} - PI_{DF} \quad (5)$$

em que:

DFD = demanda final doméstica;

DFG = demanda final global;

IIL_{DF} = impostos indiretos líquidos pagos pela demanda final;

PI_{DF} = produtos importados pela demanda final.

Para evitar uma dupla contagem no cálculo das variáveis de interesse da Cadeia Leite, é necessário subtrair da margem de comercialização as parcelas de insumos utilizados nas atividades de serviços, pertencentes ao segmento *I*:

$$MC = (WT + WC + WS) - (Z_{qs} * CW_{qs}) \quad (6)$$

em que:

MC = margem de comercialização;

WT = quantidade de *W* da atividade transporte;

WC = quantidade de *W* da atividade comércio;

WS = quantidade de *W* da atividade serviços;

Z_{qs} = quantidade do insumo serviços adquiridos pelos produtores de leite;

CW_{qs} = coeficiente de serviços da variável de interesse.

Logo, o segmento *IV* ou Serviços da Cadeia Leite é:

$$E_{IV} = MC * \frac{DF_{ql} + \sum_{qal} DF_{qal}}{DFD} \quad (7)$$

em que:

E_{IV} = quantidade de *W* do segmento *IV* ou Serviços da Cadeia Leite;

DF_{ql} = demanda final doméstica da produção de leite;

DF_{qal} = demanda final doméstica da atividade indústria do leite.

Finalmente, a quantidade total de *W* da Cadeia Leite é dada pela soma dos seus segmentos, ou seja:

$$E_{Cadeia Leite} = E_I + E_{II} + E_{III} + E_{IV} \quad (8)$$

2.1 Índices de Intensidade e produtividade parcial da Cadeia Leite.

Com fins de visualizar o processo de modernização e de eficiência com que se usam os fatores físicos de produção na Cadeia Leite, foram calculados índices de intensidade do uso da mão de obra (L), do consumo de energia (tep) e das emissões de dióxido de carbono (CO_2) por unidade de renda (PIB) gerada na cadeia, expressos pelas seguintes razões: (L/PIB), (tep/PIB) e (CO_2/PIB). Seguidamente, complementando esses índices foi utilizada produtividade Parcial da mão de obra na geração de renda, no uso de energia e emissões expressos por (PIB/L), (tep/PIB) e (CO_2/L), respectivamente,

Embora, os índices de intensidade e produtividade parcial tenham limitações, no curto prazo, por ignorar a contribuição de outros fatores na modernização e ganhos de eficiência do sistema de produção, suas tendências de longo prazo quando comparadas com a produtividade total dos fatores tendem a apresentar variações percentuais bastante próximas o que valida nestes casos seu uso (Messa, 2014 p.95-96).

2.2 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 Leite 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 Leite do setor Agropecuário, bem como desagregar a Indústria do Leite do setor Agroindústria. Esse procedimento torna-se necessário para mensurar o PIB, o emprego, o consumo de energia da Cadeia Leite e suas emissões de CO_2 por fontes de energia.

2.3 Base de dados

Para o cálculo da Cadeia Leite, 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 Leite, 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, 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 GEE medido 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. Consumo de Energia e Emissões de CO₂ da Cadeia do Leite no Brasil

A seguir, são descritos e analisados os resultados obtidos para a Cadeia Leite. A organização desses permite uma visualização das mudanças que ocorreram no período de 2000 a 2014, bem como as implicações da atividade econômica da cadeia sobre o consumo de energia e as emissões de CO₂ decorrentes desse consumo.

3.1 Consumo de Energia na Cadeia do Leite

No que se refere à evolução do consumo de energia na Cadeia Leite, a Tabela 1 mostra que o consumo de energia manteve-se estável no ano inicial e final, apresentando no período uma taxa de crescimento de 0,2% a.a. Pelo contrário, no agronegócio o consumo aumentou permanentemente, passando de 41.232 mil tep em 2000, para 72.366 mil tep em 2014, com taxa de 4,0% a.a. Em particular, os maiores níveis de eficiência no consumo de energia podem ser localizados na indústria do leite.

Tabela 1: Consumo de energia na Cadeia Leite de 2000 a 2014 (em 1000 tep)

Segmentos	2000 tep	2005 tep	2010 tep	2014 tep	Taxa crescimento a.a. de 2000 a 2014
I Insumos para Leite	237	303	286	340	2,6%
II Produto Leite	410	442	528	639	3,2%
III Indústria do Leite	1.389	1.665	899	938	-2,8%
IV Serviços da Cadeia Leite (A + B)	583	675	600	776	2,0%
A) Serviços do Produto Leite	78	92	100	126	3,4%
B) Serviços da Indústria do Leite	504	583	500	650	1,8%
Consumo da Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	2.619	3.085	2.313	2.693	0,2%
Consumo do Agronegócio	41.232	51.591	68.890	72.366	4,0%
Consumo Nacional	136.968	160.403	177.784	195.541	2,5%
Participação da Cadeia Leite no Agronegócio	6,4%	6,0%	3,4%	3,7%	

Fonte: Dados da pesquisa

Cabe salientar, que a estabilidade no consumo e eficiência no uso da energia observado na Cadeia Leite tem grande parte de sua explicação na indústria do leite, já que este segmento detinha em 53,00% ou 1.389 mil tep do consumo total da cadeia em 2000 e diminuiu em termos relativos e absolutos para 34,80% ou 938 mil tep em 2014.

3.2 Consumo de Energia Renovável versus Não-Renovável

A questão central e controversa dos impactos ambientais decorrentes do consumo de energia destaca-se pelo acúmulo de gases “efeito estufa” global. Em virtude disso, o uso de fontes de energia não-renováveis ou fósseis é questionada frequentemente pela comunidade

internacional e autoridades ambientais. Já o consumo de energia renovável é considerado ecologicamente correto, pois, embora, com a queima de biomassa se libere abundante emissão de CO₂, este impacto é minimizado pela captura de carbono das plantas durante seu crescimento, no processo de fotossíntese, o que ajuda a controlar o “efeito estufa”. Portanto, quanto mais se utiliza fontes de energia renováveis nas atividades econômicas maiores serão os benefícios ambientais.

A Figura 1 demonstra que o agronegócio tem privilegiado o uso de energia renovável ao longo do tempo passando de 61,2% em 2000, para 71,3% em 2014. Embora, na Cadeia Leite o consumo de energia renovável seja majoritário, à exceção de 2005, apresenta um padrão de uso de energia renovável decrescente, de 61,20% em 2000, para 54,70% em 2014.

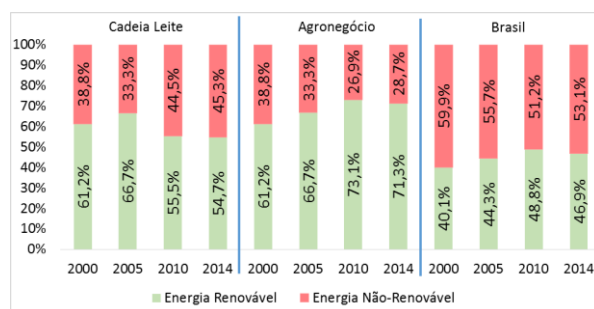


Figura 1: Evolução do consumo de energia renovável e não-renovável na Cadeia Leite, no Agronegócio e no Brasil. Período de 2000 a 2014

Fonte: Dados da pesquisa

Com relação aos segmentos, a Figura 2 mostra na produção de insumos aumento relativo do consumo de energia renovável de 46,80% em 2000, para 55,00% em 2014. A produção de leite que apresentou a maior taxa de crescimento do consumo de energia (3,2% a.a.) no período, indica que essa expansão do consumo foi canalizada para o uso de energia renovável, passando de 32,30% em 2000 para 51,10% em 2014. Evidencia-se uma mudança estrutural significativa na cadeia em favor do meio ambiente pelo maior uso de energia renovável.

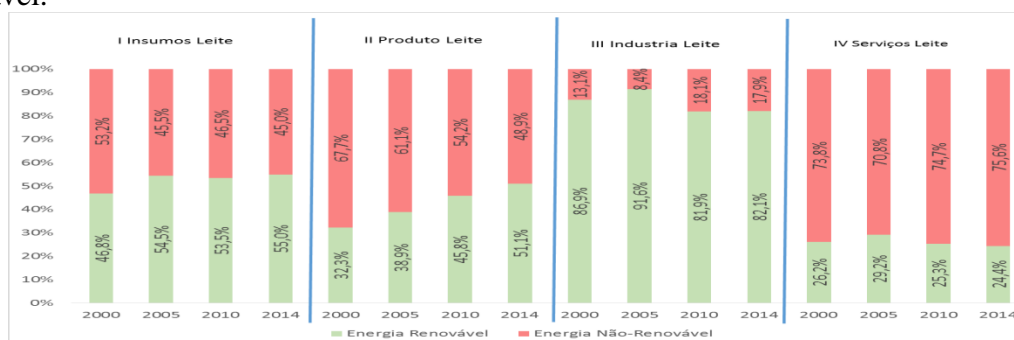


Figura 2: Evolução do consumo de energia renovável e não-renovável nos Segmentos da Cadeia Leite. Período de 2000 a 2014

Fonte: Dados da pesquisa

Pelo contrário, na indústria do leite, embora o consumo de energia renovável (média de 85,62%) seja significativamente majoritário, existe em termos relativos redução do uso desta energia no período, passando de 86,90% em 2000, para 82,10% em 2014 (Figura 2). Nos subsegmentos da indústria, as mudanças no leite resfriado, esterilizado e pasteurizado, em

termos relativos, são mais expressivas na composição do uso de energia não renovável, reduzindo de 88,70% em 2000, para 82,70% em 2014 (Figura 3). Na produção de laticínios a redução relativa foi menor, passando de 85,40% para 81,90% no período, contudo, dado seu maior peso no consumo total de energia da cadeia (média de 27,72%) sua influência na queda do consumo de energia renovável foi maior.

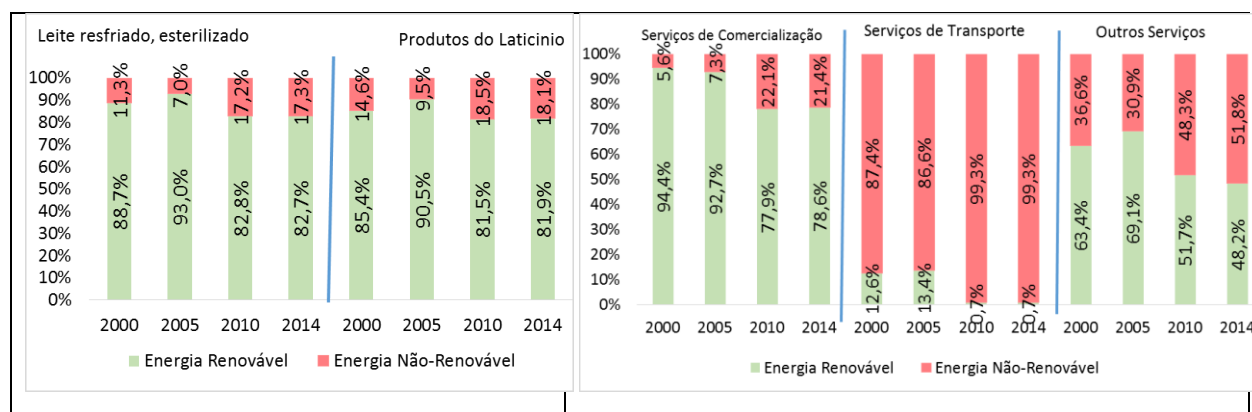


Figura 3: Evolução do consumo de energia renovável e não renovável nos Subsegmentos da Indústria e dos Serviços da Cadeia Leite. Período de 2000 a 2014

Fonte: Dados da pesquisa

No segmento serviços, a energia renovável além de apresentar no período participação minoritária (média de 26,28%), mostra perda relativa para a energia não-renovável, passando de 26,20% em 2000, para 24,4% em 2017 (Figura 2). Essa tendência de aumento no consumo de energia não-renovável também é observada nos subsegmentos de comercialização, transporte e outros serviços (Figura 3). Contudo, o transporte em função de seu peso relativo nos serviços, bem como pelo majoritário uso de energia não-renovável em suas atividades, que avançou de 87,40% para 99,30% no período, determinam grande parte do desempenho dos serviços da cadeia. Assim, fica evidente que os maiores impactos negativos dos serviços sobre o meio ambiente decorrem do sistema de transporte da Cadeia Leite.

3.3 Emissões de CO₂ pelo Consumo de Energia na Cadeia Leite

O crescente consumo de energia observado na economia do país e do agronegócio, no período de 2000 a 2014, salienta a importância de avaliar a evolução das emissões de CO₂, em particular, na Cadeia Leite que apresenta ligeiro crescimento no consumo de energia, mas que se destaca por apresentar em sua trajetória, perda relativa e desaceleração nas emissões de CO₂.

De fato, observa-se na Tabela 2 que a participação das emissões da cadeia nos anos de 2000 a 2014, em relação às do agronegócio se reduziram de 6,7% ou 6.723 Gg de CO₂ para 2,6% ou 5.035 Gg de CO₂. Isto é, enquanto a Cadeia Leite apresentou um crescimento negativo de -0,2% a.a. nas emissões, o agronegócio cresceu a uma taxa de 4,7% a.a.

Em termos relativos, o segmento indústria do leite é responsável em 2014 por 44,4% ou 2.233 Gg de CO₂ das emissões totais, seguido pelos segmentos serviços com 21,3% ou 1.074 Gg de CO₂, produção de leite com 19,5% ou 981 Gg de CO₂ e, insumos com 14,8% ou 786 Gg de CO₂. Porém, chama a atenção o segmento indústria que detinha as maiores

emissões de CO₂ em 2000 (67,9% das emissões ou 4.563 Gg de CO₂) diminuiu sua participação drasticamente em 2014 (44,4% das emissões ou 2.233 Gg de CO₂).

Tabela 2: Emissões de CO₂ pelo consumo de energia na Cadeia Leite de 2000 a 2014 (valores em Gg de CO₂)

Segmentos	2000 CO ₂	2005 CO ₂	2010 CO ₂	2014 CO ₂	Taxa crescimento a.a. de 2000 a 2014
I Insumos para Leite	521	732	616	746	2,6%
II Produto Leite	632	680	862	981	3,1%
III Indústria do Leite	4.563	5.860	2.209	2.233	-5,1%
IV Serviços da Cadeia Leite (A + B)	1.007	1.215	847	1.074	0,5%
A) Serviços do Produto Leite	135	166	141	174	1,8%
B) Serviços da Indústria do Leite	872	1.049	707	900	0,2%
Emissões da Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	6.723	8.486	4.535	5.035	-2,1%
Emissões do Agronegócio	99.888	132.322	190.216	191.899	4,7%
Emissões Nacional	256.450	312.736	356.485	379.595	2,8%
Participação da Cadeia Leite no Agronegócio	6,7%	6,4%	2,4%	2,6%	

Fonte: Dados da pesquisa

Esta redução de emissões se deve basicamente a perda de importância relativa da indústria na geração de riqueza da cadeia como um todo, bem como à significativa diminuição do consumo de energia (Tabela 1). Pelo contrário, no período de 2000 a 2014, as emissões dos segmentos insumos (de 7,7% para 14,8%) e produção de leite (de 9,4% para 19,5%) aumentaram sua participação relativa, com destaque para a produção leite, cujas emissões cresceram a uma taxa de 3,1% a. a.

3.4 Emissões de CO₂ Renovável versus Não-Renovável

Considerando que a fonte de energia consumida determina a quantidade de emissões acumulada no meio ambiente, ou seja, o “efeito estufa” decorrente das maiores emissões não renováveis, a seguir são analisadas as emissões de CO₂ decorrentes do consumo de energia por fonte renovável e não-renovável na Cadeia Leite.

Embora no período se observe, redução nas emissões totais da Cadeia Leite de 6.723 Gg para 5.035 Gg (Tabela 2) e maior participação de emissões renováveis (média do período de 67,75%) o meio ambiente, em termos relativos, sofreu prejuízos já que as emissões renováveis perderam importância, passando de 71,5% em 2000, para 58,9% em 2014 (Figura 4). Pelo contrário, as emissões renováveis no agronegócio e no Brasil ganharam importância relativa, no período de 2000 a 2014, passando no agronegócio de 69,9% para 81,1% e, na economia brasileira de 45,1% para 53,2%.

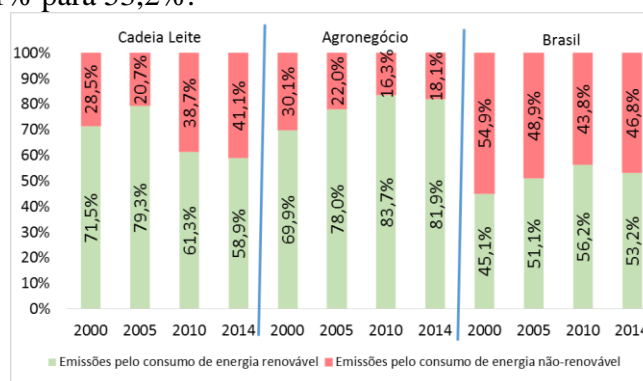


Figura 4: Evolução das emissões de CO₂ pelo consumo de energia renovável e não renovável na Cadeia Leite, no Agronegócio e no Brasil. Período de 2000 a 2014

Fonte: Elaborado com base na Tabela 5 e 6

Uma análise comparativa da Figura 4 com a Figura 1, que mostram, respectivamente, a evolução relativa das emissões e do consumo de energia permitem identificar dois padrões de comportamento: a) a ordem das emissões no período segue a mesma hierarquia que apresenta o consumo de energia, ou seja, em média, maiores emissões renováveis no agronegócio, seguido pela Cadeia Leite e em menor grau pelo país; b) o consumo de energia renovável, em média, gerou proporcionalmente mais emissões de CO₂ do que o consumo de energia não renováveis, ou seja, na Cadeia Leite, o consumo de energia renovável foi de 59,52% e suas emissões 67,75%, no agronegócio, o consumo foi de 67,60% e suas emissões de 77,90%, e no país, o consumo foi de 44,55% e as emissões de 50,65%.

Os maiores coeficientes de conversão de Gg CO₂ por 1000 tep emitidas na atmosfera pertence as fontes de energia renováveis (IPCC,2006), de modo que as maiores emissões de CO₂ pelo consumo dessas fontes no Agronegócio e na Cadeia Leite é esperada. Isso até porque segundo Montoya (2016, p.400), em torno de 81% da energia consumida na agroindústria do país advém dos Produtos da cana (4,36), outras fontes primárias (2,28) e a lenha (2,75) cujos coeficientes de conversão de CO₂ por tep são os mais elevados.

Para os segmentos que compõem a Cadeia do Leite, comparando as Figuras 2 e 5 chega-se às mesmas conclusões nos insumos e na indústria, ou seja, o consumo de energias renováveis gera mais emissões de CO₂ do que o consumo de energia não renováveis. Pelo contrário, nos segmentos produção de leite e serviços as emissões renováveis são proporcionalmente menores que o consumo de energia renovável. Certamente, a composição das fontes de energia renováveis utilizadas com menores coeficientes de conversão de Gg CO₂ por 1000 tep explicam em grande parte esta evidência.



Figura 5: Evolução das Emissões de CO₂ pelo consumo de energia renovável e não renovável nos segmentos da Cadeia Leite. Período de 2000 a 2014

Fonte: Elaborado com base na Tabela 5 e 6

Já os maiores impactos negativos, sobre o meio ambiente, decorrentes das emissões não-renováveis, em média, são encontrados na produção de leite, com participação de 65,65%, e na prestação de serviços, com 84,96% (Figura 5). A respeito, conforme a Figura 6, nos serviços, destaca-se o transporte como sendo o subsegmento com maioritárias emissões não-renováveis, com média de 94,27% no período, seguido dos outros serviços, com 58,48% e, da comercialização, com 56,40%.

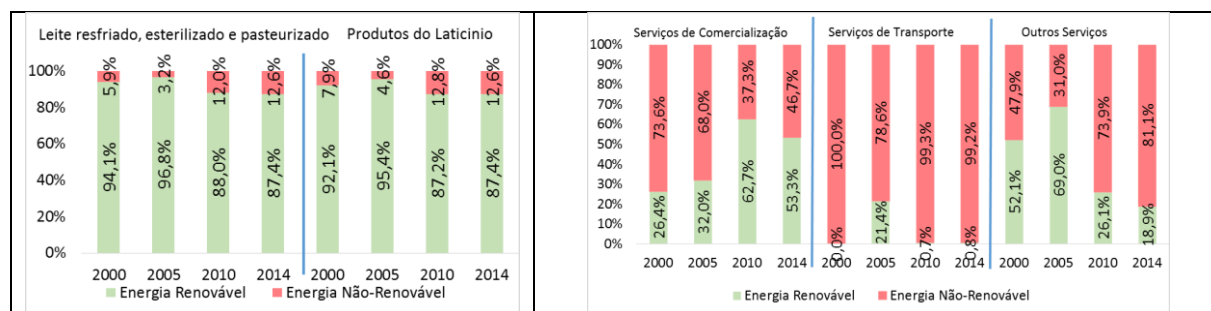


Figura 6: Evolução das Emissões de CO₂ pelo consumo de energia renovável e não-renovável nos Subsegmentos da Indústria e dos Serviços da Cadeia Leite. Período de 2000 a 2014

Fonte: Dados da pesquisa

Nesse contexto, fica evidente que a maioria das atividades produtivas das indústrias que fornecem insumos aos produtores de leite e das indústrias que processam o leite na cadeia podem ser consideradas ecologicamente corretas, pois, em média, suas emissões renováveis alcançam uma participação relativa de 65,92% e 90,96%, respectivamente. Em particular, deve-se destacar a indústria do leite líquido (média de 91,58%) e a indústria de laticínios (média de 90,52%) cujas emissões de CO₂ decorrentes da queima de energia renovável (Figura 6).

3.5 Indicadores físico-econômico da Cadeia Leite no Brasil

A seguir, são analisadas algumas iterações econômicas e ambientais da Cadeia Leite, do agronegócio e do país com base em índices de intensidade e produtividade para os anos de 2000 a 2014.

3.5.1. A intensidade do uso do emprego, consumo energético e emissões de CO₂ por unidade de renda gerada

Um dos indicadores mais utilizados para a avaliação do grau de modernização do sistema econômico é a intensidade com que se usa o fator físico mão de obra captada pela divisão do número de trabalhadores com a renda. A intensidade do uso de energia é uma medida de eficiência captada pela razão entre o consumo de energia em tep e a renda. Já a intensidade de emissão de CO₂ além de ser uma medida de eficiência permite também avaliar se a atividade econômica é mais limpa ou menos poluidora é obtida pela divisão das emissões de CO₂ com a renda.

As Tabelas 3 a 5 mostra de forma comparativa a intensidade de uso da mão de obra, consumo de energia e emissões de CO₂, por milhão de reais gerado pela Cadeia Leite, agronegócio e país, permitindo avaliar a evolução destes indicadores nos 2000, 2005, 2010 e 2014.

3.5.1.1. Intensidade do uso de mão de obra por unidade de renda gerada

A intensidade de uso da mão de obra, medida pelo coeficiente trabalhador por PIB gerado (L/PIB) mostra que, na economia brasileira, no agronegócio e na Cadeia Leite (Tabela 3), houve no período analisado uma redução constante de unidades de trabalhadores por milhões de unidades de renda. Contudo, as taxas de crescimento do período analisado mostram que na Cadeia Leite (-1,4% a.a.) esse fenômeno de menor uso da mão de obra em suas atividades produtivas foi menos intenso que o agronegócio (-2,6% a.a.) e mais intenso

que o país (-1,5% a.a.) como um todo. Isso fica evidente, na medida em que na cadeia com o processo de modernização da produção, de 44,20 trabalhadores, por cada milhão de reais em 2000, passou a utilizar 36,20 trabalhadores em 2014, reduzindo -8 trabalhadores por milhão de reais gerado no período. Já no agronegócio e no país o uso de mão de obra por milhão de renda gerada diminuiu em -13,5 e -4,9 trabalhadores, respectivamente.

Observando os segmentos da Cadeia Leite verifica-se que houve maior inovação tecnológica nos segmentos insumos (-3,2% a.a.) e indústria (-1,5% a.a.) do leite refletida pela redução da intensidade do uso de mão de obra, seguido de longe pelo segmento serviços (-0,9 % a.a.). Isto é, de 2000 a 2014, o segmento Insumos para Leite reduziu o uso de mão de obra em -36,00% ou -19,1 por milhão de reais, o segmento Indústria do Leite em -19,2% ou -6,2 trabalhadores e, o segmento Serviços da Cadeia reduziu em -12,30% ou -2,7 trabalhadores.

Tabela 3: A Intensidade do uso de mão de obra (L) por unidade de renda gerada (PIB) no período de 2000 a 2014.

Segmentos\Indicadores	Mão de obra por unidade de renda gerada (L/PIB)				Diferença entre 2014 e 2000	Variação Percentual entre 2000 e 2014	Taxa de crescimento a.a. de 2000 a 2014
	2000	2005	2010	2014			
I Insumos para Leite	52,9	47,9	37,9	33,9	-19,1	-36,0%	-3,2%
II Produto Leite	95,4	91,5	119,7	94,5	-0,9	-0,9%	-0,1%
III Indústria do Leite	32,5	30,6	30,7	26,3	-6,2	-19,2%	-1,5%
IV Serviços da Cadeia Leite	21,9	22,6	20,6	19,2	-2,7	-12,3%	-0,9%
Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	44,2	42,3	43,9	36,2	-8,0	-18,1%	-1,4%
Agronegócio	43,8	43,0	35,0	30,3	-13,5	-30,9%	-2,6%
Brasil	26,2	26,2	22,8	21,2	-4,9	-18,9%	-1,5%

Fonte: Elaborado com base nas Tabelas 1 e 2.

O segmento Produto Leite apresentou estabilidade no período já que teve uma pequena diminuição da intensidade de uso de mão de obra por unidade de renda gerada para o período, uma vez que em 2000 utilizava 95,4 trabalhadores por milhão e, em 2014, passou a utilizar 94,5 trabalhadores por milhão, ou seja, teve um pequeno ganho de eficiência na ordem de -0,9 trabalhadores por milhão. Contudo, cabe salientar, pelo número de trabalhadores utilizado para gerar um milhão de reais, que a produção de leite é o segmento da cadeia mais intensivo no uso do fator trabalho e, a mínima diminuição da intensidade desse fator no período, indica do ponto de vista social que a atividade leiteira retém o trabalhador rural no campo.

3.5.1.2. Intensidade do consumo energético por unidade de renda gerada

Conforme a Tabela 4, a intensidade de uso de energia, medida pelo coeficiente do consumo de energia em tep por milhão de reais (tep/PIB) de 2014 evidencia, na Cadeia Leite (41,60 tep), menor intensidade do que no Agronegócio (70,80 tep) e ligeiramente maior uso de energia do que na economia brasileira (39,30 tep). Cabe observar ainda que a intensidade de uso de energia, considerando o ano inicial e final, caiu para a Cadeia leite em -31,70%, e para a economia do país em -13,30% ao longo do tempo, mas aumentou para o agronegócio em 17,20%. Isto é, os ganhos de eficiência no uso de energia foram significativos na Cadeia Leite já que reduziu o consumo de energia em -19,30 tep por milhão de reais gerado no período.

Nesse panorama, verifica-se que a Indústria do Leite era o segmento menos eficiente da cadeia uma vez que para cada milhão de renda usava 161,7 tep em 2000 e aumentou para 168,5 tep em 2005. Contudo o segmento apresentou uma quebra estrutural pautada por

ganhos de eficiência significativa no uso de energia, isto é, o consumo de energia por milhão de renda gerada caiu para 102,2 tep em 2010 e, essa queda continuou para 83,5 tep em 2014. Em síntese, verifica-se na Indústria do Leite que houve ganhos de eficiência no uso de energia no período de 2000 a 2014, a uma taxa de crescimento de -4,7% a.a., reduzindo o consumo de energia em -48,40% ou -78,2 tep, passando de 161,7 tep para 86,3 tep por unidade de renda gerada.

Tabela 4: A Intensidade do consumo de energia (tep) por unidade de renda gerada (PIB) no período de 2000 a 2014.

Segmentos/Indicadores	Consumo de energia por unidade de renda gerada (tep/PIB)				Diferença entre 2014 e 2000	Variação Percentual entre 2000 e 2014	Taxa de crescimento a.a. de 2000 a 2014
	2000	2005	2010	2014			
I Insumos para Leite	79,1	78,9	90,5	94,2	15,1	19,1%	1,2%
II Produto Leite	38,7	38,7	50,0	49,6	10,9	28,0%	1,8%
III Indústria do Leite	161,7	168,5	102,2	83,5	-78,2	-48,4%	-4,7%
IV Serviços da Cadeia Leite	27,9	28,3	21,0	20,9	-7,0	-25,0%	-2,1%
Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	60,9	63,0	45,2	41,6	-19,3	-31,7%	-2,7%
Agronegócio	60,4	65,0	78,1	70,8	10,4	17,2%	1,1%
Brasil	45,4	46,2	41,2	39,3	-6,0	-13,3%	-1,0%

Fonte: Elaborado com base nas Tabelas 1 e 3.

O segmento Serviços da Cadeia também apresentaram queda no uso de energia por unidade de renda, passando de 27,9 tep em 2000, para 20,9 tep em 2014, ou seja, uma redução de 25,09% no período. No entanto, os segmentos produção de leite e insumos da cadeia tiveram trajetória contrária, isto é, perda de eficiência pelo aumento da intensidade de uso de energia para cada milhão de renda gerada a uma taxa de crescimento de 1,8% a.a. e 1,2% a.a., respectivamente. De fato, no segmento Produto Leite foi o consumo de energia aumentou em 28,00% ou 10,9 tep, passando de 38,7 tep para 49,6 tep no período. Na produção de Insumos para o Leite o consumo de energia aumentou em 15,1 tep ou 19,10%, passando de 79,1 tep em 2000, para 94,2 tep em 2014. Assim, a perda de eficiência no uso de energia evidência que se está consumindo de forma crescente mais energia para cada milhão de renda gerada.

3.5.1.3. Intensidade das emissões de CO₂ por unidade de renda gerada

Observando a intensidade de emissão de gases (Tabela 5), medida pelos coeficientes de emissões de CO₂ por milhão de reais (CO₂/PIB), verifica-se na Cadeia Leite uma mudança estrutural significativa, em 2000 quando comparada com o agronegócio e o país apresenta maior intensidade de emissões e, em 2014 as emissões da cadeia (77,7 CO₂) caíram ao ponto de apresentar menores emissões que o agronegócio (187,7 CO₂) e levemente maiores que o país (76,3 CO₂). Isto é, as emissões passaram de 156,2 para 77,7 toneladas de CO₂, reduzindo em -50,3% ou -78,5 toneladas de CO₂ por milhão no período.

Visualizando-se as emissões por segmentos produtivos, observa-se as mesmas tendências que apresenta o consumo energético, ou seja, redução significativa de emissões por unidade de renda gerada nos segmentos da indústria (-7,0% a.a.) e de serviços (-3,6% a.a.) e, aumento da intensidade de emissões nos segmentos insumos (1,3% a.a.) e produção de leite (1,7% a. a.).

Tabela 5: A Intensidade das emissões de CO₂ por unidade de renda gerada (PIB) no período de 2000 a 2014.

Segmentos\Indicadores	Emissões de CO ₂ por unidade de renda gerada (CO ₂ /PIB)				Diferença entre 2014 e 2000	Variação Percentual entre 2000 e 2014	Taxa de crescimento a.a. de 2000 a 2014
	2000	2005	2010	2014			
I Insumos para Leite	173,6	190,3	194,9	206,8	33,2	19,1%	1,3%
II Produto Leite	59,7	59,6	81,6	76,1	16,4	27,5%	1,7%
III Indústria do Leite	531,2	593,0	251,0	198,7	-332,5	-62,6%	-7,0%
IV Serviços da Cadeia Leite	48,3	50,9	29,6	29,0	-19,3	-40,0%	-3,6%
Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	156,2	173,2	88,7	77,7	-78,5	-50,3%	-5,0%
Agronegócio	146,3	166,8	215,6	187,7	41,4	28,3%	1,8%
Brasil	84,9	90,2	82,7	76,3	-8,6	-10,1%	-0,8%

Fonte: Elaborado com base nas Tabelas 1 e 4.

Contudo, em termos relativos, os benefícios com menores níveis de poluição para o meio ambiente foram maiores já que, considerando os anos inicial e final, na indústria a redução da intensidade de emissões (-62,60%) foi maior que a intensidade do consumo de energia (-48,40%). Este fato também é observado nos serviços cuja redução na intensidade de emissões foi de -40,00% e no uso de energia foi de -25,00% (Tabela 4). Assim, pode-se afirmar que a indústria e os serviços da cadeia revelam uma trajetória com ganhos de eficiência no uso de energia acompanhada de menores índices de poluição sobre o meio ambiente.

3.5.2 A produtividade da renda, do consumo energético e das emissões de CO₂ por trabalhador

Complementando aos índices de intensidade, as Tabelas 6 a 8 mostram os indicadores de produtividade do trabalhador quanto à geração de renda, uso de energia e de emissões de gases. Certamente, o desenvolvimento do país crescerá quanto maior a produtividade de renda dos trabalhadores e ao contrário, quanto menor o seu gasto energético e suas correspondentes emissões de CO₂, que são um subproduto do desenvolvimento gerador de externalidades indesejáveis ou negativas sobre o meio ambiente.

3.5.2.1. Produtividade da renda por trabalhador

Como era de se esperar, conforme a Tabela 6, a produtividade do fator trabalho, medido pelo coeficiente da renda gerada por trabalhador (PIB/L) indica que na cadeia a renda gerada por trabalhador aumentou, a uma taxa de crescimento 1,4% a.a., passando de R\$ 22.609 em 2000, para R\$ 27.616 em 2014. No entanto, a renda gerada por trabalhador da cadeia ficou abaixo da média do agronegócio e da economia brasileira em virtude de estes apresentar maiores ganhos de produtividade da mão de obra nos anos de 2000 e 2014.

Cabe ressaltar que em 2014 a produtividade média do trabalhador brasileiro (R\$47.147) é 42,80% maior do que a produtividade do agronegócio (R\$33.015) e 70,72% maior do que a produtividade da Cadeia Leite (R\$ 27.616).

Nos segmentos da Cadeia Leite observa-se, no período de 2000 a 2014, à exceção do segmento Produto Bovino que apresentou um índice de produtividade estável, revelado pela taxa de crescimento de 0,1% a.a., os demais segmentos tiveram, significativos ganhos de produtividade na mão de obra. Em termos relativos e absolutos, no segmento Insumos para o Leite a produtividade da mão de obra aumentou em 56,30% ou R\$10.638, passando de R\$18.897 em 2000 para R\$29.535 em 2014. A produtividade do trabalhador na Indústria do Leite aumentou em 23,80% ou R\$7.310, passando de R\$30.770 para R\$38.080 e, no

segmento Serviços da Cadeia aumentou em 14,00% ou R\$7.310, passando de R\$45.759 para R\$52.156 por trabalhador no período.

Tabela 6: A Produtividade da mão de obra (L) na geração de renda (PIB) no período de 2000 a 2014.

Segmentos\Indicadores	Unidade de renda gerada por trabalhador (PIB/L)				Diferença entre 2014 e 2000	Variação Percentual entre 2000 e 2014	Taxa de crescimento a.a. de 2000 a 2014
	2000	2005	2010	2014			
I Insumos para Leite	18.897	20.870	26.416	29.535	10.638	56,3%	3,2%
II Produto Leite	10.484	10.931	8.352	10.582	98	0,9%	0,1%
III Indústria do Leite	30.770	32.670	32.561	38.080	7.310	23,8%	1,5%
IV Serviços da Cadeia Leite	45.759	44.190	48.628	52.156	6.397	14,0%	0,9%
Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	22.609	23.665	22.796	27.616	5.007	22,1%	1,4%
Agronegócio	22.822	23.233	28.534	33.015	10.193	44,7%	2,6%
Brasil	38.230	38.157	43.954	47.147	8.917	23,3%	1,5%

Fonte: Elaborado com base nas Tabelas 1 e 2.

Da comparação dos segmentos da cadeia, observa-se em 2014, diferenças visíveis na produtividade da mão de obra, em particular nos serviços a produtividade do trabalhador (R\$52.156) foi 4,92 vezes maior do que a produtividade na produção de leite (R\$10.582). Os segmentos insumo e indústria com relação a produção de leite também apresentam estas diferenças significativas. Certamente, a agregação de valor na produção desses segmentos explica em grande parte as disparidades de produtividade na mão de obra.

3.5.2.2. Produtividade do consumo energético por trabalhador

A produtividade do consumo de energia por trabalhador (tep/L), contida na Tabela 7, é um índice de eficiência do crescimento que indica quanto menor será melhor para o meio ambiente em função das menores emissões de gases efeito estufa que pode gerar.

Observando a Tabela 7, verifica-se que o consumo de energia por trabalhador (tep/L) na economia como um todo aumentou ao longo do tempo em 6,9%, passando de 1,7 tep em 2000 para 1,9 tep por trabalhador em 2014. No agronegócio esse aumento foi significativamente maior (69,5%) passando de 1,4 tep para 2,3 tep por trabalhador no período.

Pelo contrário, na Cadeia Leite o consumo de energia por trabalhador foi mais eficiente já que reduziu em -16,6%, passando de 1,4 tep em 2000, para 1,1 tep em 2014. Isto é, a Cadeia Leite não somente reduziu o consumo de energia, a uma taxa de crescimento de -1,3% a.a., mas também consome menos energia do que o agronegócio e o país como um todo.

Tabela 7: A Produtividade da mão de obra (L) no consumo de energia (tep) no período de 2000 a 2014.

Segmentos\Indicadores	Consumo de energia em tep por trabalhador (tep/L)				Diferença entre 2014 e 2000	Variação Percentual entre 2000 e 2014	Taxa de crescimento a.a. de 2000 a 2014
	2000	2005	2010	2014			
I Insumos para Leite	1,5	1,6	2,4	2,8	1,3	86,1%	4,4%
II Produto Leite	0,4	0,4	0,4	0,5	0,1	29,2%	1,8%
III Indústria do Leite	5,0	5,5	3,3	3,2	-1,8	-36,1%	-3,2%
IV Serviços da Cadeia Leite	1,3	1,3	1,0	1,1	-0,2	-14,6%	-1,1%
Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	1,4	1,5	1,0	1,1	-0,2	-16,6%	-1,3%
Agronegócio	1,4	1,5	2,2	2,3	1,0	69,5%	3,8%
Brasil	1,7	1,8	1,8	1,9	0,1	6,9%	0,5%

Fonte: Elaborado com base nas Tabelas 2 e 3.

Verifica-se que o segmento Indústria do Leite diminuiu o consumo de energia por trabalhador em -36,10% ou -1,8 tep, passando de 5,0 tep em 2000 para 3,2 tep em 2014.

Nessa trajetória de ganhos de eficiência os Serviços da Cadeia também diminuíram ao longo do período em -14,60% ou -0,2 tep, passando de 1,3 tep para 1,1 tep no final do período. Pelo contrário, os segmentos insumos e produção de leite aumentaram o consumo de energia, sendo que o segmento Insumos para o Leite se destaca como o maior aumento relativo de 86,10% ou 1,3 tep, passando de 1,5 tep para 2,8 tep por trabalhador, seguido pelo Produto Leite com um aumento de 29,20% ou 0,1 tep, passando de 0,4 tep para 0,5 tep por trabalhador.

3.5.2.3. Produtividade das emissões de CO₂ por trabalhador

Observando na Tabela 8, as emissões de dióxido de carbono por trabalhador (CO₂/L), verifica-se na Cadeia Leite uma mudança estrutural significativa, em 2000 suas emissões eram maiores que o agronegócio e o país, não entanto, em 2014 além de reduzir suas emissões a uma taxa de crescimento de -3,6% a.a., a cadeia se apresenta como a que menos polui o meio ambiente por trabalhador. De fato, enquanto as emissões da Cadeia Leite reduziram em -39,3%, passando de 3,5 para 2,1 toneladas de CO₂, por trabalhador no período, no agronegócio e no país as emissões aumentaram em 85,6% e 10,8% por trabalhador, respectivamente.

Avaliando as emissões por segmentos produtivos, verifica-se que os benefícios sobre o meio ambiente ocorreram na indústria e nos serviços da cadeia com taxas de crescimento de -5,5% a.a. e -2,7% a.a., respectivamente. No segmento Indústria do Leite as emissões por trabalhador diminuíram em -53,70%, passando de 16,3 em 2000 para 7,6 toneladas de CO₂ por trabalhador em 2014. Por sua vez, no segmento Serviços da Cadeia as emissões diminuíram em -31,60%, passando de 2,2 para 1,5 toneladas de CO₂ por trabalhador no período.

Tabela 8: A Produtividade da mão de obra (L) nas emissões de dióxido de carbono (CO₂) no período de 2000 a 2014.

Segmentos\Indicadores	Emissões de toneladas de CO ₂ por trabalhador (CO ₂ /L)				Diferença entre 2014 e 2000	Variação Percentual entre 2000 e 2014	Taxa de crescimento a.a. de 2000 a 2014
	2000	2005	2010	2014			
I Insumos para Leite	3,3	4,0	5,1	6,1	2,8	86,2%	4,4%
II Produto Leite	0,6	0,7	0,7	0,8	0,2	28,6%	1,8%
III Indústria do Leite	16,3	19,4	8,2	7,6	-8,8	-53,7%	-5,5%
IV Serviços da Cadeia Leite	2,2	2,3	1,4	1,5	-0,7	-31,6%	-2,7%
Cadeia Leite (I + II + III+ IV)	3,5	4,1	2,0	2,1	-1,4	-39,3%	-3,6%
Agronegócio	3,3	3,9	6,2	6,2	2,9	85,6%	4,4%
Brasil	3,2	3,4	3,6	3,6	0,4	10,8%	0,7%

Fonte: Elaborado com base nas Tabelas 2 e 4.

Pelo contrário, nos segmentos insumo e produção de leite as emissões por trabalhador aumentaram no período. Em particular, deve-se destacar ao segmento Insumos para o Leite que aumentou as emissões por trabalhador em 84,85% ou 2,8 toneladas de CO₂, passando de 3,3 em 2000 para 6,1 toneladas de CO₂ por trabalhador em 2014.

4. Conclusões

O artigo teve como objetivo avaliar alguns aspectos econômicos e ambientais na Cadeia Leite do Brasil. No período de 2000 a 2014, verificou-se, no âmbito do agronegócio, que a participação relativa da cadeia aumentou o emprego de 6,4% para 7,6% e diminuiu tanto o consumo de energia de 6,4% para 3,7%, como das emissões de 6,7% para 2,60%. Em decorrência dessas tendências, pode-se inferir que no processo produtivo da cadeia o meio

ambiente está sendo beneficiado, principalmente, em função dos menores volumes de emissões de CO₂.

No que tange à geração de empregos, observa-se que o número de trabalhadores cresceu a uma taxa de 1,50% a.a., gerando 443.003 novos empregos líquidos no período. Entretanto, deve-se destacar que o segmento produção de leite tem um relevante papel na retenção o trabalhador no campo na medida em que gera pouco mais de 50 % dos empregos da cadeia.

No consumo de energia da cadeia verificou-se uma taxa de crescimento fraca de 0,2% a.a. fazendo com que sua participação relativa seja decrescente. Esta diminuição foi fortemente influenciada pela indústria do leite cujo consumo de energia ao longo do tempo apresentou crescimento anual negativo de -2,8% a.a. Com relação ao consumo total por fontes de energia, verificou-se que embora, na cadeia o consumo de energia renovável seja majoritário, apresenta um padrão de uso de energia renovável decrescente, de 61,20% em 2000, para 54,70% em 2014. Este consumo é influenciado significativamente pelo segmento indústria cujo uso de energia renovável atinge 85,62% e representa em média pouco mais de 45% do consumo total de energia da cadeia.

Na perspectiva das emissões, percebe-se na cadeia uma taxa de crescimento negativa de -2,1% a.a. no período. Constatou-se também que o consumo por fontes de energia renováveis gerou mais emissões do que o consumo por fontes de energia não-renováveis, com destaque para o segmento indústria por emitir maiores volumes de CO₂ decorrentes de energia renovável.

Os indicadores de intensidade do uso da mão de obra, evidenciaram um processo de modernização na Cadeia Leite, liderados principalmente pelos segmentos insumos e indústria que reduziram o uso de mão de obra, no período de 2000 a 2014, na ordem de 19,1 e 6,2 trabalhadores por milhão de reais gerado, respectivamente.

A intensidade do uso de energia, revelou ganhos de eficiência na cadeia dado que para gerar um milhão de reais o consumo de energia reduziu de 60,9 tep em 2000, para 41,6 tep em 2014. Em decorrência disso, a intensidade de emissões de CO₂ na cadeia evidenciou uma trajetória mais limpa ou menos poluidora do meio ambiente, na medida em que para gerar um milhão de reais, suas emissões diminuíram de 156,2 Gg de CO₂ em 2000, para 77,7 Gg de CO₂ em 2014.

Os indicadores de produtividade da Cadeia Leite, permitem afirmar que a renda gerada por trabalhador aumentou no período de R\$ 22.609 em 2000, para R\$ 27.616 em 2014 e, essa trajetória foi influenciada principalmente pelos segmentos insumos, indústria e serviços. Pelo contrário, as tendências de queda de produtividade da energia e das emissões na cadeia indicam redução significativa de externalidades negativas sobre o meio ambiente, principalmente, através dos segmentos indústria e insumos.

Em geral, pode-se afirmar com base no consumo de energia renovável, índices de intensidade e de produtividade que a cadeia apresenta uma trajetória que está conciliando suas atividades produtivas com a preservação ambiental.

Referências

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

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 28 mar.de 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.
- 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.
- 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 a.
- JANK, M., S. Competitividade do Sistema Agroindustrial do Leite. 2000. 271p.
- LAUSCHNER, R. *Agribusiness, cooperativa e produtor rural*. São Leopoldo: Unisinos, 1993.
- LEONTIEF, W. *The structure of the american economy*. 2. ed. ampliada. New York: Oxford University Press, 1951.
- MESSA, A. Metodologias de cálculo da produtividade total dos fatores e da produtividade da mão de obra. In: Fernanda De NEGRI, F., CAVALCANTE, L. R. (Org.) *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes – Vol. 1 – Desempenho*. Brasília, 2014 p.445
- MONTOYA, M, A.; BERTUSSI L, A.; LOPES, R, L.; FINAMORE, E. B. A Cadeia Soja Brasileira no período de 2000 a 2014: uma abordagem insumo-produto do PIB, emprego, consumo de energia e emissões de CO₂. In: Anais 45 Congresso da Associação Nacional de Centros de Pós-graduação em Economia (ANPEC). Natal – RN. <https://en.anpec.org.br/index.php#about>, dezembro/ 2017.
- 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.; PASQUAL, C, A., LOPES, R, L.; GUILHOTO, J, J, M. Consumo de Energia, Emissões de CO₂ e a Geração d e Renda e Emprego no Agronegócio Brasileiro: Uma Análise Insumo-Produto. *Economia Aplicada*. v. 20, n. 4, 2016, p. 383-412.
- MONTOYA, M, A.; PASQUAL, C, A., LOPES, R, L.; GUILHOTO, J, J, M. Dimensão Econômica e Ambiental do Agronegócio Brasileiro na década de 2000: Uma Análise Insumo-Produto da Renda, do Consumo de Energia e das Emissões de CO₂ por Fonte de Energia. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)*. vol. 11, n. 4, 2017b, p. 557-577.
- 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.
- VILELA, D., RESENDE, J. C., LEITE, J. B., ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. *Revista de Política Agrícola*. Ano XXVI – No 1 – Jan./Fev./Mar. 2017 p.5-24.