

IMPACTOS ECONÔMICOS, AMBIENTAIS E SOCIAIS DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL

Martin Airton Wissmann¹
Pery Francisco Assis Shikida²

Resumo: Este artigo apresenta uma visão dos impactos econômicos, sociais e ambientais da agroindústria canavieira, sendo essa tríade relacionada aos principais aspectos evolutivos da atividade. Como resultado, a agroindústria canavieira passou por processos de adaptação, evoluiu economicamente e administrativamente, com efeitos derivados dos compromissos com o meio ambiente. Esta atividade exerce significativo impacto, especialmente em relação à geração de empregos, recolhimento de tributos, produção de alimento e geração de energia.

Palavras-chaves: Cana-de-açúcar, evolução, economia, ambiente, social.

ECONOMIC, ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS OF SUGARCANE AGROINDUSTRY IN BRAZIL

Abstract: This article presents a view of the economic, social and environmental impacts of sugarcane agroindustry, being this triad related to the main evolutionary aspects of the activity. As a result, the sugarcane agroindustry had adaptation processes, evolved economically and administratively, with effects derived from commitments to the environment. This activity has a significant impact, especially in relation to the generation of jobs, tax collection, food production and energy generation.

Key-words: Sugarcane, evolution, economy, environment, social.

1. Introdução

O desenvolvimento e importância da agroindústria canavieira, frente à história econômica do Brasil, foram retratados por Szmrecsányi (1979) ao mencionar que, por quase dois séculos depois do descobrimento do Brasil, esta atividade foi praticamente o único pilar em que se apoiava a economia colonial. O amplo conhecimento do autor sobre a atividade ficou caracterizado pelas previsões que publicou ainda em 1979, quando mencionou que, embora o açúcar apresentara decréscimo na produção e nas exportações, naquela época, parecia inevitável que continuaria sendo um dos principais produtos de exportação do País nos anos vindouros, além de prever uma crescente produção de álcool destinado para fins

¹ Professor da UNIOESTE; Contador; Mestre em Engenharia de Produção/UFSC; Doutor em Desenvolvimento Regional e Agronegócios PPGDRA/UNIOESTE. E-mail: martinairton@gmail.com

² Professor do Curso de Ciências Econômicas, do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, e do Programa de Pós-Graduação em Economia da UNIOESTE/Toledo-PR. Rua da Faculdade, 645. CEP: 85.903-000. Toledo, PR. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: peryshikida@hotmail.com

Este trabalho é parte da tese de doutorado que compreendeu um contexto mais amplo, mas que demandou uma visão dos impactos econômicos, sociais e ambientais da agroindústria canavieira. Maiores considerações sobre esta referência, ver Wissmann (2017).

carburantes e industriais, tornando-se importante fonte de substituição das importações de produtos derivados do petróleo.

Pode-se dizer que muitas das previsões vêm se confirmando ao longo da história, ocorre que cada etapa, fase ou momento histórico tem suas peculiaridades e foram descritas por muitos pesquisadores. É possível concluir que as fases pelas quais a agroindústria canavieira passou ao longo da história são tão importantes para o seu desenvolvimento quanto para o crescimento econômico do Brasil (VIAN, 2003).

Este artigo objetiva apresentar, a guisa de uma revisita a literatura, uma visão concisa dos impactos econômicos, sociais e ambientais da agroindústria canavieira, conciliando com esta tríade os principais aspectos evolutivos da atividade. Com este escopo, este trabalho apresenta nas três próximas seções o detalhamento desses impactos separadamente, embora seja importante frisar a sua concatenação, posto estes impactos terem características indissociáveis entre si. As considerações finais sumarizam este artigo.

2. Impactos econômicos da agroindústria canavieira

Inicialmente, é importante afirmar que há dificuldade em dissociar os impactos econômicos, sociais e ambientais de uma atividade que tem um expressivo papel no crescimento econômico do País. Essa afirmativa está apoiada no fato de que a atividade gera ocupação de mão de obra direta e indireta, formal e informal em grande quantidade, refletindo em significativos montantes de encargos sociais; é uma importante fonte de arrecadação de diversos tributos para as esferas governamentais; caracteriza-se como estratégica para a segurança alimentar devido à produção do açúcar; além de produzir um combustível menos poluente que os derivados do petróleo, o etanol, e ser autossuficiente na geração de energia elétrica.

Como forma de reforçar esta dificuldade, observa-se nas afirmativas de Shikida e Souza (2009) que as agroindústrias canavieiras promovem resultados positivos nas regiões onde estão inseridas, dentre eles podem ser citados: geração de emprego; diminuição gradativa da mão de obra temporária em função das exigências legais; remuneração salarial superior da cultura de cana; geração de renda e de impostos; abertura do mercado internacional ao etanol; e o fato de o Brasil ter um programa em larga escala de veículos com motores que utilizam fontes energéticas renováveis como o etanol, contribuindo para o bem-estar daqueles que fazem uso desse sistema.

Por outro lado, também podem resultar em aspectos negativos, como por exemplo: rede de saúde e saneamento insuficientes para atender à população itinerante; o desarranjo de atividades produtivas locais; concentração fundiária intensificada pela monocultura extensiva; sazonalidade da demanda de mão de obra; mecanização do cultivo de cana que contribui para desempregar o cortador de cana, pois é comum que estas pessoas não possuam outra ocupação, o que recrudesce o êxodo rural; possibilidade de gerar dependência dos municípios a apenas uma atividade econômica; utilização de grande quantidade de herbicidas e fertilizantes nitrogenados que provocam externalidades ambientais negativas (SHIKIDA; SOUZA, 2009).

Diante dos aspectos positivos e negativos e a partir do entendimento de que a atividade promove impactos econômicos, ambientais e sociais, considerou-se relevante iniciar apresentando a evolução da atividade a partir do cultivo e processamento da matéria-prima (a cana-de-açúcar). Com base nos dados disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016), relativos às safras 2005/2006 a 2014/2015, e conforme pode ser observado na Tabela 1, houve um aumento de 54,2% da área plantada. Devido, principalmente, as condições edafoclimáticas desfavoráveis para o desenvolvimento da planta, que incluem a estiagem prolongada nos meses de inverno, observada em algumas safras, além da ocorrência de geadas, assim como de áreas em reforma, o aumento da produção foi pouco menor, alcançando 47,1% no período.

Tabela 1 – Dados sobre a produção e industrialização da cana-de-açúcar

Produtos	Unidade de medida	Safra 2005/06	Safra 2014/15	Evolução (%)
Área Plantada	Em mil hectares	5.840,31	9.004,48	54,18
Produção	Em mil toneladas	431.413	634.767	47,14
Açúcar	Em mil toneladas	26.420	35.560	34,60
Etanol Anidro	Em mil litros	9.105.448	11.728.042	28,80
Etanol Hidratado	Em mil litros	7.746.041	16.931.881	118,59

FONTE: Elaboração própria a partir de dados da CONAB (2016).

A expansão da lavoura canavieira vem ocorrendo em função da segurança alimentar (produção de açúcar) e energética sustentável (produção de etanol), com a abertura de novas áreas de plantio em estados onde a cultura não era tradicional, visto que há saturação ou decadência em regiões produtoras tradicionais. A abertura de novas áreas de plantio é possível

devido ao fato do Brasil apresentar amplas dimensões geográficas e condições naturais e de zoneamento agroecológico favoráveis ao desenvolvimento da cana (SHIKIDA, 2013).

Em relação aos produtos derivados do processamento da cana-de-açúcar observa-se que os efeitos das políticas, incentivos e a inovação, principalmente devido à ampliação da frota de carros *flex-fuel*, resultaram em um aumento de 118,59% na produção do etanol hidratado nos 10 anos analisados. Já o etanol anidro (misturado na gasolina), apresentou aumento de 28,8%; enquanto o açúcar atingiu um aumento de 34,6%.

Embora os dados apresentados se refiram aos três principais produtos, é importante frisar que a agroindústria de cana-de-açúcar produz uma gama crescente de outros subprodutos de uso final e matérias-primas intermediárias que ampliam seu significado econômico, e permitem, mediante sinergias interessantes, agregar valor ao processo como um todo. A energia elétrica, por exemplo, gerada em sistemas de cogeração e cuja produção está sendo incrementada, passou a ser um importante segmento que impacta no resultado econômico da agroindústria, pois seu excedente é comercializado com as concessionárias de energia (BIOETANOL., 2008).

Ressalta-se que o processo tecnológico tem influenciado significativamente no resultado econômico desta atividade, sendo que o mais recente foi a produção de etanol celulósico, também conhecido como 2G ou de segunda geração. Nesse processo, não há a necessidade de utilização de matéria-prima alimentar nem a expansão das áreas de cultivo de cana-de-açúcar, pois se utiliza palha e bagaço da cana na produção do combustível. A primeira unidade instalada no Brasil foi em Alagoas, com capacidade de fabricar 82 milhões de litros de etanol celulósico por ano, portanto, caracteriza-se como mais uma possibilidade de ampliar os resultados econômicos (CELULOSEONLINE, 2014).

A expansão da atividade tem se mostrado tão significativa que o País se tornou líder mundial na produção de cana-de-açúcar e açúcar, agregando a possibilidade de crescimento ainda maior, pois possui disponibilidade de terras cultiváveis para seu plantio, portanto, sem correr o risco de gerar prejuízo à segurança alimentar interna, além de dominar a tecnologia de produção, na estrutura e na área da distribuição e logística. Outro fator importante, e que foi fundamental para este crescimento, é o fato de que o Brasil domina o ciclo completo da produção de etanol, da lavoura até as destilarias que geram o biocombustível (MAPA, 2015a).

A capacidade produtiva, tanto do açúcar quanto do etanol, possibilitou atender em quantidade suficiente o mercado interno e comercializar o excedente com diversos países. As exportações de etanol e açúcar geram um significativo impacto econômico, sendo importantes

geradores de divisas para o Brasil. Conforme pode ser visualizado na Tabela 2, com exceção de 2005 e 2014, nos demais anos o montante gerado pela exportação de etanol sempre superou 1 bilhão de dólares, alcançando, em 2008 e 2012, cifras superiores a 2 bilhões de dólares. Em relação ao açúcar, pode-se perceber que os montantes gerados com as exportações são bem superiores, tendo seu menor valor em 2005 com US\$ 3,9 bilhões e atingindo o maior valor em 2011, com US\$ 14,9 bilhões.

Tabela 2 – Exportações Brasileiras de Etanol e Açúcar (2008-2014)

Anos	ETANOL			AÇÚCAR		
	US\$ milhões F.O.B*	Metros Cúbicos (Em Milhares)	Preço Médio US\$/m ³	US\$ milhões F.O.B	Toneladas (Em Milhares)	Preço Médio US\$/ton.
2005	766	2.592	295,31	3.919	18.147	215,95
2006	1.605	3.429	468,01	6.167	18.870	326,81
2007	1.478	3.533	418,28	5.101	19.359	263,47
2008	2.390	5.124	466,45	5.483	19.473	281,58
2009	1.338	3.296	405,94	8.378	24.294	344,85
2010	1.014	1.900	533,78	12.762	28.000	455,78
2011	1.492	1.964	759,55	14.942	25.359	589,20
2012	2.186	3.050	716,70	12.845	24.342	527,68
2013	1.869	2.917	640,80	11.842	27.154	436,12
2014	898	1.398	642,41	9.459	24.127	392,06

* *Free on Board*

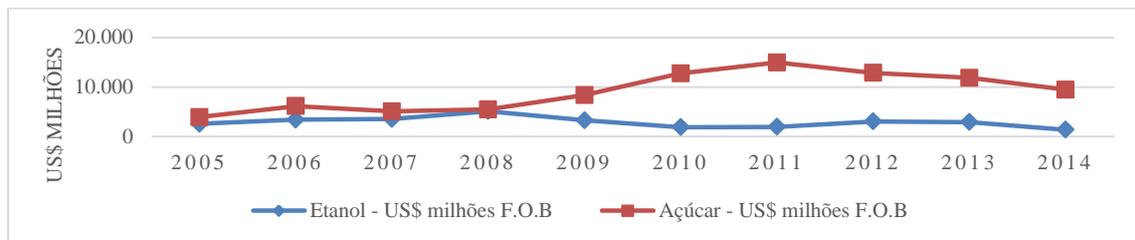
FONTE: Adaptado de MAPA (2015b, 2015c).

É importante destacar que as oscilações estão relacionadas, em grande parte, pela variação proporcional da quantidade exportada, porém, também são influenciadas pelo valor das *commodities* que apresentaram alterações. Em 2005 o preço médio de 1 m³ de etanol era de US\$ 295,31, o menor valor do período analisado, no entanto a quantidade exportada foi de 2,592 milhões de m³; já em 2011 a quantidade exportada foi de 1,964 milhões de m³, porém o preço médio foi de US\$ 759,55, o que resultou em uma quantidade exportada menor em relação a 2005, mas com um montante em dólar maior. Em relação ao açúcar, comportamento semelhante pode ser observado, caracterizando uma constante variação de preços desta *commodity*, sendo que o preço maior é 2,73 vezes superior ao menor preço, já no etanol esta proporção é de 2,57 vezes.

Há outros fatores que podem influenciar as exportações, entre eles destacam-se as políticas públicas adotadas pelo governo brasileiro que, quando alinhadas com as estratégias de expansão das vendas em outros mercados, pode resultar em avanços representativos para a economia e, como consequência, para a cadeia produtiva. No entanto, questões relacionadas à forma de definição dos valores destinados ao Programa de Financiamento às Exportações (PROEX), além dos entraves burocráticos, entre outros fatores, podem ser considerados limitadores da ampliação das exportações (AYALA-CALVO; ARAUJO, 2008).

A partir do Gráfico 1 é possível observar o comportamento das exportações de etanol e açúcar no período de 10 anos (2005-2014). Observa-se que o montante exportado de açúcar, em dólares, foi bem superior ao do etanol. Há um crescimento das exportações do etanol nos três primeiros anos, com decréscimo nos anos seguintes. Já as exportações de açúcar tiveram um crescimento acentuado até 2011, apresentando decréscimo nos anos posteriores. Destaque deve ser dado ao ano de 2008, quando o valor das exportações de etanol ficou muito próximo do açúcar. Esse fato deve-se, principalmente, ao aumento do barril do petróleo, superando US\$100 durante parte do ano e a quebra da safra de milho nos Estados Unidos, devido a enchentes na principal região produtora, o Meio-Oeste americano (BRASILAGRO, 2009).

Gráfico 1 – Exportações brasileiras de etanol e açúcar (2004-2015)



FONTE: (MAPA, 2015b, 2015c).

Especificamente em relação ao açúcar, o Brasil é responsável por mais da metade do montante comercializado no mundo. Deve atingir taxa média de aumento da produção de 3,25% até 2018/19, alcançando 47,34 milhões de toneladas do produto, o que corresponde a um acréscimo de 14,6 milhões de toneladas em relação a 2007/2008. Para as exportações, o volume previsto para 2019 é de 32,6 milhões de toneladas. As projeções para o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar são positivas, devido, principalmente, ao crescimento do consumo interno. A produção projetada para 2019 é de 58,8 bilhões de litros, mais que o

dobro da registrada em 2008. O consumo interno está projetado em 50 bilhões de litros e as exportações em 8,8 bilhões (MAPA, 2015a).

De acordo com UNICA (2015a), a produção de cana-de-açúcar concentra-se nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil. Em relação à distribuição das agroindústrias canavieiras instaladas nos estados brasileiros e, para demonstrar de forma mais específica, elaborou-se a Tabela 3 com base no relatório do dia 27 de agosto de 2015, disponibilizado pelo Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira (SAPCAN).

Tabela 3 – Agroindústrias canavieiras instaladas e sua distribuição no Brasil

ESTADO	Produção			Quantidade	%
	Açúcar	Etanol	Mista	Total	
São Paulo	6	32	119	157	42,7
Minas Gerais	2	14	21	37	10,1
Goiás	0	19	17	36	9,8
Paraná	0	6	23	29	7,9
Mato Grosso do Sul	0	10	12	22	6,0
Alagoas	1	2	17	20	5,4
Pernambuco	3	1	13	17	4,6
Mato Grosso	0	6	4	10	2,7
Paraíba	1	5	2	8	2,2
Bahia	0	4	2	6	1,6
Sergipe	0	3	2	5	1,4
Espírito Santo	0	1	3	4	1,1
Maranhão	0	3	1	4	1,1
Rio de Janeiro	0	2	1	3	0,8
Rio Grande do Norte	0	1	2	3	0,8
Amazonas	0	0	1	1	0,3
Ceará	0	1	0	1	0,3
Pará	0	0	1	1	0,3
Piauí	0	0	1	1	0,3
Rondônia	0	1	0	1	0,3
Rio Grande do Sul	0	1	0	1	0,3
Tocantins	0	1	0	1	0,3
TOTAL	13	113	242	368	100%

FONTE: (SAPCAN, 2015).

É possível constatar que a maioria das unidades (242), representando 65,8% do total, atua de forma mista, ou seja, tendo como atividade a industrialização de mais de um produto derivado da cana-de-açúcar, neste caso o açúcar e o etanol. O estado onde se concentram o

maior número de agroindústrias canavieiras é São Paulo, atingindo a expressiva marca de 42,7% do total. Em segundo lugar está Minas Gerais com 10,1%, seguido de Goiás com 9,8%, Paraná com 7,9% e Mato Grosso do Sul com 6,0%. Os cinco primeiros estados em concentração de agroindústrias instaladas representam mais de $\frac{3}{4}$ do total brasileiro (76,4%).

Das 27 unidades federativas, existe pelo menos uma agroindústria canavieira instalada em 22 delas. Os estados onde não têm unidades instaladas são: Acre, Amapá, Roraima, Santa Catarina e no Distrito Federal. Isso demonstra que a atividade está presente em praticamente todos os estados brasileiros, exercendo impacto econômico nesses locais.

Para obter uma visão mais detalhada das perspectivas para a atividade, o Departamento de Agronegócio da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Deagro/Fiesp), por meio de um estudo denominado de *Outlook 2024*, divulgou projeções e diagnósticos para o mercado de cana, açúcar e etanol para os próximos 10 anos, portanto, para a safra 2024/2025 em relação à safra 2014/2015. O estudo destaca que o setor viveu uma crise até 2014 (ano da divulgação do estudo), com o fechamento de 60 usinas na região Centro-Sul desde a safra 2007/2008, e que a moagem de cana no País apresentou queda, quebrando um ciclo de crescimento de 10 anos no período de 2000/2001 até 2010/2011. Esta queda ocorreu devido a alguns fatores, como: o clima que influenciou as safras entre 2011 a 2014; dificuldade de manter um nível necessário de tratamentos culturais dos canaviais; adaptação à ampliação da mecanização da colheita e do plantio; e política de preços da gasolina do governo federal. Estes fatores levaram o setor sucroalcooleiro a um cenário marcado por recuperações judiciais, paralisações e desligamentos. Com isso, a produção de cana por hectare caiu de 75,9 toneladas na safra 2007/2008 para 68 toneladas em 2014/2015 e, ao mesmo tempo, também caiu a qualidade da matéria-prima em relação ao ATR (Açúcar Total Recuperável) por tonelada de cana, passando de 144 toneladas em 2007/2008 para 133 em 2013/2014 (NOVACANA, 2014).

O estudo demonstrou que, em 2014, o setor sucroalcooleiro atingiu o auge de uma crise, tendo como reflexo não somente as adversidades climáticas e de mercado, mas também a política adotada pelo governo federal, de manutenção dos preços dos combustíveis artificialmente baixos, por meio da comercialização da gasolina aos consumidores a valores inferiores aos pagos na gasolina importada.³

³ Sobre a conjuntura recente da agroindústria canavieira, com destaque para o etanol, ver: Santos (2016).

3. Impactos ambientais da agroindústria canavieira

O entendimento sobre os impactos ambientais da agroindústria canavieira pode ter mais de um viés. Torna-se importante o conhecimento de que a atividade produz alternativas de energia que causam menor impacto ambiental. Além disso, boa parte das unidades fabris consegue ser autossuficiente em energia elétrica, gerada a partir da queima dos resíduos da industrialização. Por outro lado, há constantes questionamentos nas regiões onde a colheita mecanizada ainda não foi totalmente implantada, devido à queima da cana antes da colheita manual, pois traz sérios problemas ambientais; e onde já foi mecanizada, embora traga benefícios ambientais, questiona-se o problema social derivado do desemprego gerado. Dessa forma, se destacam os principais impactos ambientais, sejam positivos ou negativos, de modo que possa demonstrar a importância da atividade neste aspecto.

Inicialmente, é possível afirmar que a atividade promove impacto desde o cultivo da cana-de-açúcar (fase agrícola), passando pela industrialização (fase industrial) e alcançando o uso do produto final (fase consumo).

Em Macedo (2005), os principais impactos estão diretamente relacionados ao processamento industrial e ao uso final, podendo originar efeitos na qualidade do ar e no clima global, no uso do solo e biodiversidade, na conservação do solo, nos recursos hídricos e no uso de defensivos e fertilizantes. O autor entende que estes impactos podem ser positivos ou negativos, de modo a auxiliar na redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e na recuperação de solos agrícolas.

Como forma de detalhar os impactos ambientais causados pela agroindústria canavieira e tornar mais claro o entendimento da ocorrência destes na fase agrícola e na fase industrial, utilizou-se a estrutura apresentada por Andrade e Diniz (2007) sendo:

- Impactos Ambientais na Fase Agrícola – redução da biodiversidade (desmatamento e monocultura); contaminação da água pelo excesso de adubação química, corretivos minerais e aplicação de herbicidas e defensivos agrícolas; compactação do solo; assoreamento de corpos d'água causado por erosão em áreas de reforma; emissão de fuligem e GEE na queima antes da colheita manual; danos à fauna e à flora causados por incêndios descontrolados; consumo intenso de óleo diesel no plantio, na colheita e no transporte; e concentração de terras, rendas e condições inadequadas de trabalho ao cortador da cana; e,
- Impactos Ambientais na Fase Industrial – i) fluxo de massa (no processo de industrialização são empregados reativos químicos/biológicos como soda cáustica,

cal, ácidos e leveduras, gerando uma série de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Além disso, o fluxo de caminhões pode gerar, emissão de gases derivados do combustível utilizado, ruídos, vibrações e poeiras); ii) poluição das águas (incorporação dos efluentes líquidos à vinhaça, para disposição no solo por meio da fertirrigação e, em alguns casos, lançamento de efluentes líquidos nos corpos de água); iii) poluição do solo (a vinhaça – vinhoto, tiborna ou garapão – é o resíduo da destilação do álcool e tem como principal destino a distribuição nas áreas de cultivo que, do ponto de vista agrônômico, resulta no aumento da produtividade da cana e na melhoria da qualidade do solo. Em virtude do uso intensivo de soda cáustica nas operações industriais, a disposição da vinhaça no solo pode ser considerada potencialmente poluidora. Outro resíduo, a torta de filtro, é um lodo gerado na clarificação do caldo com o emprego de polietrólitos e outras substâncias químicas. Este é acumulado em áreas ao ar livre, no solo até o seu destino final. Ocorre que, na medida em que a torta é um lodo decantado, verifica-se a concentração de diversos metais como alumínio, manganês, zinco e ferro, apresentando elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) o que causa poluição, caso escorra em direção aos corpos d'água. As cinzas, por sua vez, ocorrem durante a queima do bagaço nas caldeiras); e iv) poluição do ar (a queima do bagaço da cana gera como principais poluentes o material particulado, monóxido e dióxido de carbono e óxido de nitrogênio. O depósito de bagaço de cana ao ar livre, em unidades que não fazem cogeração, sofre a ação das águas pluviais assim como os ventos suspendem frações microscópicas do bagacilho no entorno do complexo industrial, podendo causar pneumoconiose nos trabalhadores. Nas etapas de fermentação e destilação ocorrem emissões de dióxido de carbono, aldeídos, álcool e ciclohexano. Por fim, podem causar poluição do ar, possíveis acidentes com a grande quantidade de metros cúbicos de álcool, melão e vinhaça armazenados).

Como pode ser observado, o impacto ambiental da atividade é caracterizado nas fases agrícola e industrial. Ao longo da história, conforme foram sendo observados os impactos ambientais passaram-se a adotar medidas a fim de mitigá-los, algumas impostas por lei, outras por iniciativa das próprias agroindústrias. Mais especificamente, os aspectos ambientais começaram a ganhar importância a partir de meados da década de 1980, quando a produção agrícola passou, gradativamente, a utilizar novas tecnologias na mecanização, plantio e na

colheita da cana-de-açúcar. Um dos fatores normalmente questionados refere-se à prática de queimadas que, com a sua redução, contribuiu para a preservação do meio ambiente, minimizou o custo da mão de obra, aumentou o rendimento por área cultivada, além de ampliar a possibilidade de aproveitamento da palha para geração de energia, cobertura vegetal para agricultura convencional ou orgânica, entre outras possibilidades ainda em estudo (TONETO JUNIOR; LIBONI, 2008; AUGUSTO; TAKAHASHI; SACHUK, 2012).

A redução gradativa das queimadas, adotando a colheita mecanizada, tem minimizado o impacto ambiental, pois a queima libera, a cada hectare, quatro toneladas de monóxido de carbono e metano na atmosfera, os quais podem contribuir para o aquecimento global. Além disso, a queima lança na atmosfera uma quantidade grande de material particulado, causando problemas respiratórios, entre outros problemas de saúde. Um ponto positivo na eliminação da queima é a possibilidade de utilizar a palha na produção de energia e de etanol de segunda geração (SUSPENSÃO..., 2014).

Além das questões relacionadas à colheita, defende-se que a produção agrícola da cana no Brasil apresenta aspectos ambientalmente menos impactantes, devido, principalmente: ao baixo nível de defensivos utilizados; ao maior programa de controle biológico de pragas instalado no País; ao menor índice de erosão do solo da agricultura brasileira; à reciclagem de todos os seus resíduos; não comprometer a qualidade dos recursos hídricos e participar ativamente de inovações, por exemplo, apresentando a maior área de produção orgânica do País - como cultura isolada (MACEDO, 2005).

Esta evolução e menor comprometimento ecológico são derivados do desenvolvimento tecnológico, assim como da legislação que regulamenta o impacto ambiental. Conforme destaca Elia Neto (2005), o foco frente à poluição ambiental, nas últimas décadas, evoluiu de análises pontuais sobre a degradação mais evidente no meio ambiente (poluição das águas, poluição do ar, desmatamento) para uma visão abrangente, incluindo relações socioeconômicas e culturais, e biodiversidade, por exemplo. No Brasil, o caso mais evidente destas mudanças diz respeito à resolução CONAMA nº 01/1986, impondo a necessidade da elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), visando à obtenção de licença para atividades que possam alterar significativamente o meio ambiente. Essa legislação é aplicada a todos os projetos de empreendimentos no setor de açúcar e álcool.

Outras legislações podem ser elencadas por se referirem à preocupação ambiental frente às atividades desenvolvidas pelas agroindústrias canavieiras. No entanto, o que se

observa é que a tendência normal da legislação ambiental é tornar-se cada vez mais restritiva, ou seja, fatores como controle de efluentes e a racionalização do uso da água são tratados em itens específicos. Além disso, a legislação no Brasil tem uma forte dinâmica e as Licenças de Operação devem ser renovadas periodicamente (a cada dois ou três anos, nos casos de usinas ou destilarias) (ELIA NETO, 2005).

Tão importante quanto avaliar, emitir relatório de impacto ambiental e exigir a renovação de licenças, é elaborar e implementar regulamentações voltadas para segurança alimentar e a proteção do meio ambiente, principalmente quando a atividade está sujeita a reduzir a produção de alimentos ou avançar em áreas de proteção ambiental. Nesse sentido, conforme destacam Nardy e Gurgel (2013), há dúvidas sobre a verdadeira sustentabilidade da produção de combustíveis renováveis em grande escala, a partir de matéria-prima agrícola, sobretudo diante da utilização de áreas de produção de alimentos e da expansão da fronteira agrícola sobre as áreas de vegetação natural.

Como demonstração que o Brasil está preocupado com a produção sustentável de combustíveis, a partir de matéria-prima agrícola, ainda em 2009 um importante avanço se deu com a publicação do Decreto 6.961/2009, o qual aprovou o ZAE Cana e determinou ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos do zoneamento (BRASIL, 2009).

O ZAE Cana tem como objetivo geral fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando à expansão e produção sustentável de cana-de-açúcar no território brasileiro. Os principais indicadores considerados na elaboração do ZAE Cana foram a vulnerabilidade das terras, o risco climático, o potencial de produção agrícola sustentável e a legislação ambiental vigente (MANZATTO *et al.*, 2009).

No processo de definição das áreas de cultivo, foram excluídas i) as terras com declividade superior a 12% para viabilizar a colheita mecânica; ii) as áreas com cobertura vegetal nativa; iii) os biomas Amazônia e Pantanal; iv) as áreas de proteção ambiental; v) as terras indígenas; vi) remanescentes florestais; vii) dunas; viii) mangues; ix) escarpas e afloramentos de rocha; x) reflorestamentos; e xi) áreas urbanas e de mineração. Nos estados da Região Centro-Sul (GO, MG, MT, MS, PR e SP) foram também excluídas as áreas que apresentavam cultivo de cana-de-açúcar no ano safra 2007/2008, a partir do mapeamento realizado pelo Projeto CanaSat – INPE (MANZATTO *et al.*, 2009).

Dessa forma, conforme visualizado na Figura 1, as áreas indicadas pelo ZAE Cana para a expansão do cultivo compreendem àquelas atualmente com produção agrícola

intensiva, produção agrícola semi-intensiva, lavouras especiais (perenes, anuais) e pastagens. O estudo classificou as áreas em três classes de potencial (alto, médio e baixo) discriminadas ainda por tipo de uso atual predominante (Ag – Agropecuária, Ac – Agricultura, e Ap – Pastagem) com base no mapeamento dos remanescentes florestais em 2002, realizado pelo Probio-MMA (BRASIL, 2009).

Figura 1 – ZAE Cana: áreas aptas ao cultivo da cana-de-açúcar



FONTE: (MANZATTO *et al.*, 2009, p. 27).

Com o término dos estudos do ZAE Cana, concluiu-se que o País dispõe de cerca de 63,48 milhões de hectares de áreas aptas à expansão do cultivo com cana-de-açúcar, sendo que destes, 18,03 milhões de hectares foram considerados com alto potencial produtivo, 41,17 milhões de hectares como médio e 4,28 milhões de hectares como de baixo potencial para o cultivo. As áreas aptas à expansão cultivadas com pastagens, em 2002 (ano utilizado como base de análise quando da elaboração dos estudos do ZAE Cana), representavam cerca de 36,13 milhões de hectares. Isto demonstra que o Brasil não necessita incorporar áreas novas e com cobertura nativa para expandir a área de cultivo com cana, não afetando as terras utilizadas para a produção de alimentos (BRASIL, 2009).

Entre os impactos esperados pelo ZAE Cana, de acordo com Manzatto *et al.* (2009), estão:

- Impacto Ambiental – ordenamento da produção sem avançar em áreas com cobertura vegetal; produção de biocombustíveis de modo sustentável e ecologicamente limpa; cogeração de energia diminuindo a emissão de gases derivados do consumo de combustíveis fósseis; conservação do solo e da água; diminuição da emissão dos gases do efeito estufa; e,

- Impacto Econômico-Social – a produção da cana-de-açúcar para etanol permitirá o emprego de energias limpas, com o aproveitamento de créditos de carbono e outros mecanismos nacionais e internacionais, que permitam atrair investimentos nas regiões destes empreendimentos; aumento na ocupação permanente de mão de obra local; geração de renda ao longo do ano durante o ciclo da cultura (estabilidade econômica e otimização do uso da mão de obra); colheita mecânica a partir da organização dos fornecedores de cana em cooperativas; indução tecnológica na produção e colheita da cana; qualificação dos trabalhadores do setor frente sua tecnificação, o que significará investimentos públicos e privados em educação e treinamento; investimento em complexos agroindustriais, de logística, transporte, energia e suporte técnico.

A partir desta iniciativa, cria-se uma política nacional para a produção da cana-de-açúcar orientada para a expansão sustentável da cultura, com base em critérios ambientais e socioeconômicos. De acordo com MAPA (2015a), o ZAE Cana regula o plantio da cana, levando em consideração o meio ambiente e a aptidão econômica da região. A partir de um estudo minucioso, foram estipuladas as áreas propícias ao plantio com base nos tipos de clima, solo, biomas e necessidades de irrigação. Está previsto, ainda, um calendário para redução gradual até 2017 da queimada da cana-de-açúcar em áreas onde a colheita é mecanizada, além de proibir o plantio na Amazônia, no Pantanal, na Bacia do Alto Paraguai (BAP) e em áreas com cobertura vegetal nativa.

Dadas as características regionais, alguns estados estão adotando regulamentações próprias frente à eliminação das queimadas. Exemplo disso é o Paraná que, a partir da Resolução SEMA nº 076/2010, determinou critérios para redução das queimadas, quais sejam: até 31 de dezembro de 2015 deverá ser eliminada a queima da cana em 20% do total da área mecanizável do plantio; até 31 de dezembro de 2020 a queima da cana deverá ser eliminada em 60% do total da área mecanizável; e até 31 de dezembro de 2025 os produtores terão que eliminar 100% da queima em área mecanizável do plantio da cana-de-açúcar. É importante destacar que se entende como áreas mecanizáveis as plantações com mais de 150 hectares, com declividade igual ou inferior a 12% e solo com estruturas que permitam a implantação da mecanização do corte da cana. Por outro lado, como áreas não mecanizáveis são consideradas aquelas com plantações de até 150 hectares, declividade superior a 12% e inferior a 45%, e estrutura de solo que inviabilize a adoção de mecanização do corte da cana, onde a queima controlada deverá ser eliminada até 31 de dezembro de 2030, abrindo um

precedente frente à existência de tecnologia que possa ser utilizada para esta substituição (PARANÁ, 2010).

Paralelo às leis e regulamentações, outros fatores exercem influência nas agroindústrias canavieiras, sobretudo relacionados aos aspectos ambientais. Um dos fatores que recebe muita atenção está ligado aos efeitos nocivos dos combustíveis fósseis ao meio ambiente. Frente à falta de conscientização dos representantes dos países em relação ao impacto ambiental dos combustíveis fósseis, Carvalho (2005) afirma que, enfim, as lideranças das principais nações da terra curvaram-se às evidências acachapantes das emissões de gás carbônico, pela atividade humana, refletindo no aquecimento global. Com isso, abre-se a porta de uma nova era em que os combustíveis fósseis darão lugar às fontes renováveis de energia, revertendo a tendência que preponderou sem oposição desde meados do século XIX. As transformações climáticas inquietam todas as nações, exigindo mais do que ações paliativas. A espécie humana sente-se compelida a remover um problema que criou na trajetória de indubitável sucesso. Com isso, surge uma grande oportunidade para o Brasil, pois chega o momento de uso maior da energia renovável, e uma delas está nas propriedades dos combustíveis recuperados de massa vegetal recém-colhida, e dentre as mais competitivas e de incomparável desempenho ambiental está a cana-de-açúcar.

Para alcançar o reconhecimento do uso da cana-de-açúcar como matéria-prima para geração de energia renovável, vários estudos foram e estão sendo realizados, e têm apontado para a importância do uso de biocombustíveis como forma de minizar o impacto ambiental nas atividades do cotidiano, sobretudo no uso dos automóveis. Conforme afirmam Acharya e Young (2008), a mistura do bioetanol na gasolina pode diminuir significativamente a emissão de dióxido de carbono, monóxido de carbono e óxido de nitrogênio. Com intuito de demonstrar resultados que comprovem o menor impacto ambiental, Chaddad (2010) apresenta que a Agência Americana de Proteção do Ambiente (*Environmental Protection Agency – EPA*) classificou o etanol de cana-de-açúcar como um combustível avançado e que possui a capacidade de reduzir a emissão de gases que provocam o efeito estufa em 61%, quando comparado com a gasolina, e que, para cada para cada litro de etanol usado no Brasil, economizam-se US\$ 0,20 de custo de emissão de carbono.

Para comprovar o menor impacto ambiental do etanol de cana-de-açúcar, usado em substituição aos combustíveis fósseis, levando em consideração, inclusive, o processo de colheita e produção, dados sobre sua viabilidade e sustentabilidade energética foram atualizados pela Embrapa Agrobiologia, com a aplicação de metodologia de cálculo de

balanços energéticos. Os resultados do estudo demonstraram que o etanol de cana-de-açúcar tem um balanço energético em torno de 9:1, o que significa que, para cada unidade de energia fóssil consumida durante o processo produtivo, são geradas nove unidades de energia renovável na forma de etanol. O estudo também abrangeu o efeito do uso do etanol em substituição à gasolina brasileira, o que demonstrou uma redução de, aproximadamente, 76% de CO₂ emitido por um veículo que roda com gasolina exatamente a mesma distância. Ou seja, seu uso evita a emissão significativa de GEE. Além disso, cerca de 77% dos GEE jogados na atmosfera por um veículo com motor a diesel também deixam de ser emitidos, em comparação com motor movido a etanol. Por sua vez, quando a cana-de-açúcar deixa de ser colhida manualmente (após a palhada ser queimada) e passa a ser mecanizada, há a redução de 86% na emissão total de GEE do sistema (EMBRAPA, 2016).

Outro fator que tem respaldado a imagem positiva, no aspecto ambiental, construída em torno das agroindústrias canavieiras, é a cogeração de energia elétrica. De acordo com Chaddad (2010), todas as usinas e destilarias de cana-de-açúcar são autossuficientes em eletricidade, visto que as unidades de transformação utilizam o bagaço de cana, um resíduo de celulose gerado logo após a moagem, na geração de vapor produzindo bioeletricidade para consumo próprio e, como ocorre na maioria das unidades, o excesso dessa energia limpa não utilizada pelas esmagadoras é vendido às redes de distribuição. Com isso, as agroindústrias diminuem a necessidade de utilização de outras formas de energia elétrica carbono intensivas, como as termelétricas de combustíveis fósseis.

Analisado como um todo, o setor sucroenergético brasileiro tem desempenhado um importante papel na geração de energias renováveis, principalmente no que diz respeito à produção do etanol e da eletricidade gerada com base nos resíduos da cana-de-açúcar, em especial do bagaço e da palha. Fato que pode ser comprovado por meio dos dados de 2013, período em que esta atividade deu origem a 16% de toda a energia do País. Em 2014, foram produzidos 20.815 gigawatts/hora (GWh) de energia elétrica proveniente da fonte biomassa, 20% acima do realizado em 2013. Essa quantidade seria capaz de abastecer 11 milhões de residências ou o equivalente a 52% da energia que será produzida por Belo Monte a partir de 2019. Além disso, sem o uso da biomassa na matriz elétrica brasileira, o nível de emissões de CO₂ na atmosfera seria 24% maior (RAIZEN, 2014; UNICA, 2015b).

Conforme afirma Macedo (2005, p. 28), “o setor da cana-de-açúcar já apresenta uma expressiva contribuição (sustentabilidade responsiva) para a substituição dos combustíveis fósseis, indo muito além da sua autossuficiência em energia (elétrica e térmica)”.

Para Elia Neto (2005), o setor sucroalcooleiro no Brasil é reconhecido hoje pelos benefícios ambientais gerados pela produção do etanol, combustível renovável, e que serve de substituto para o combustível fóssil, pela produção de açúcar, importante elemento para garantir a segurança alimentar e devido ao uso do potencial de produção de excedentes de energia elétrica. Por outro lado, sua relação com o meio ambiente, melhorando sua posição como “produto limpo com produção limpa”, pode caminhar além do atendimento às exigências legais, no sentido de buscar a melhoria ambiental contínua no processo de produção.

4. Impactos sociais da agroindústria canavieira

Conforme já mencionado, os aspectos sociais se mostram bastante relacionados com os aspectos econômicos e ambientais. É comum observar situações nas quais um aspecto interfere no outro de forma decisiva, sobretudo nos casos em que a busca por resultados econômicos pode trazer reflexos ambientais e sociais negativos.

Embora vários fatores possam caracterizar o impacto social exercido pelas agroindústrias, o que fica mais evidente se relaciona aos trabalhadores, sejam aqueles envolvidos no processo de extração da matéria-prima ou na sua industrialização. Mundo Neto (2009) destaca que o setor sucroalcooleiro sofreu muitas críticas não só pelos impactos ambientais causados por suas atividades produtivas, mas também pelas condições de trabalho precárias e escravistas adotadas por algumas empresas.

Para corroborar com esta afirmação e justificar a ocorrência das críticas, em um estudo realizado no ano-safra de 1995/1996 foi observado que o uso do trabalho de crianças e adolescentes na colheita de cana chegou a corresponder a 2,5% da mão de obra empregada na região de Ribeirão Preto - São Paulo (ALESSI; NAVARRO, 1997).

Na tentativa de identificar o posicionamento dos cortadores de cana, em relação a estas questões, a partir de uma pesquisa qualitativa realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, aplicadas aos trabalhadores temporários de uma agroindústria canavieira em Minas Gerais, Maciel *et al.* (2011) identificaram que foi unânime a menção de fatores que geralmente afetam negativamente a saúde e qualidade de vida desses trabalhadores, sendo: baixa remuneração; carência de organização sindical; exploração do trabalhador por meio do ganho por produtividade; condições precárias de moradia e alimentação; e, ainda, condições ambientais rigorosas a que esses indivíduos encontram-se expostos.

Considerando que os estudos apresentados foram realizados já há algum tempo, questões relacionadas ao regime e às condições de trabalho, sobretudo na colheita da cana, receberam e estão recebendo uma atenção especial por parte dos órgãos responsáveis. Com isso, as críticas, nesse sentido, apresentam redução, em parte derivado do amplo monitoramento por parte do poder público e pela conscientização dos empregadores, assim como devido à mecanização da colheita. Por outro lado, a colheita mecanizada abre um novo questionamento frente ao crescente desemprego. Os representantes da Federação da Agricultura do Estado de São Paulo consideram a mecanização dos canaviais como um problema social grave. Enquanto este procedimento traz reflexos positivos para o meio ambiente, pois a suspensão da queima evita a emissão de quatro toneladas de monóxido de carbono e metano no ar, além de viabilizar o uso da palha para produção de energia e etanol de última geração, eliminou a oferta de trabalho para aproximadamente 200 mil cortadores de cana somente em São Paulo, onde o fim das queimadas foi implantado desde 2014 em decorrência de um acordo entre usineiros e o governo estadual. Nos outros estados, a redução vem ocorrendo de forma gradativa e deve atingir cerca de 480 mil trabalhadores no País como um todo (SUSPENSÃO..., 2014).

A mecanização da colheita está prevista no ZAE Cana que, além de reflexos ambientais e econômicos, deve trazer impactos sociais. Entre os impactos sociais esperados estão o aumento da ocupação permanente da mão de obra local, derivada, justamente, da substituição da colheita manual pela mecânica; formação de cooperativas para a colheita mecânica; e investimentos em educação e treinamento especializado visando à qualificação de trabalhadores face à tecnificação progressiva do cultivo (MANZATTO *et al.*, 2009).

Enquanto o ZAE Cana está sendo implantado, assim como outras regulamentações, é importante analisar sobre diversos aspectos os reflexos sociais do crescimento da atividade canavieira pelo Brasil, que, como já foi mencionado, também podem apresentar viés positivo ou negativo. A ampliação das áreas de cultivo gera emprego de mão de obra direta e indireta, exigindo, corriqueiramente, a migração de trabalhadores temporários, sobretudo para a colheita manual. Exemplo disso foi observado em São Paulo, principal produtor do País. Enquanto a atividade apresentava avanços tecnológicos, também ocorria a exigência de mão de obra qualificada, como: soldadores, eletricitas, mecânicos, metalúrgicos, entre outros. Por outro lado, com a escassez de mão de obra local e recusa dos antigos lavradores em se submeter às agruras do corte da cana, verificou-se a intensa migração de trabalhadores temporários de outras regiões do País. Esse fluxo de pessoas, normalmente, reflete

negativamente nos municípios de destino, onde os serviços de saúde, por exemplo, passam a não ser suficientes para a demanda requisitada. Além disso, são observadas condições insalubres de moradia, acidentes de trabalho, mortes por exaustão, homicídios, prostituição, fatores potencializados, sobretudo, nas periferias das cidades onde estes trabalhadores são acolhidos (ANDRADE; DINIZ, 2007).

Por outro lado, especificamente relacionado ao mercado de trabalho assalariado (formal) da atividade, observou-se avanços, como: redução do trabalho infantil; aumento do nível de formalidade; ganhos reais de salário; aumento de alguns benefícios; e aumento da escolaridade dos empregados. Porém, ainda constata-se problemas relacionados com a exploração e com o desrespeito aos direitos trabalhistas mais elementares dos empregados, verificados tanto nas áreas tradicionais quanto nas áreas de expansão da atividade canavieira (BALSADI, 2007).

Como pode ser observada, a atividade promove um importante impacto social por meio da geração de empregos. Para se obter uma visão geral desse impacto, torna-se fundamental analisar os dados oficiais sobre o emprego gerado pelo setor. Como forma de identificar a contribuição do setor na geração de emprego direto, no Brasil, promoveu-se a coleta de dados entre 2006 e 2013, utilizando-se, especificamente para esta análise, a CNAE 2.0, sendo os seguintes códigos e descrição: 01130 – Cultivo de cana-de-açúcar; 10716 – Fabricação de açúcar em bruto; 10724 – Fabricação de açúcar refinado; e 19314 – Fabricação de álcool. A partir desta classificação, promoveu-se a consulta na base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

Conforme pode ser observado na Tabela 4, o número de empregos, que em 2013 atingiu 609.887, oscilou no período analisado, tendo como menor saldo o ano de 2006 e o maior em 2011. Em uma comparação simples entre 2006 e 2013, é possível dizer que houve um aumento superior a 15%, porém, observa-se que, a partir de 2011, portanto, por dois anos consecutivos, o número de empregados do setor vem diminuindo, o que representou uma redução de aproximadamente 4%.

Tabela 4 – Estoque de empregos formais das atividades ligadas à agroindústria canavieira no Brasil (2006-2013)

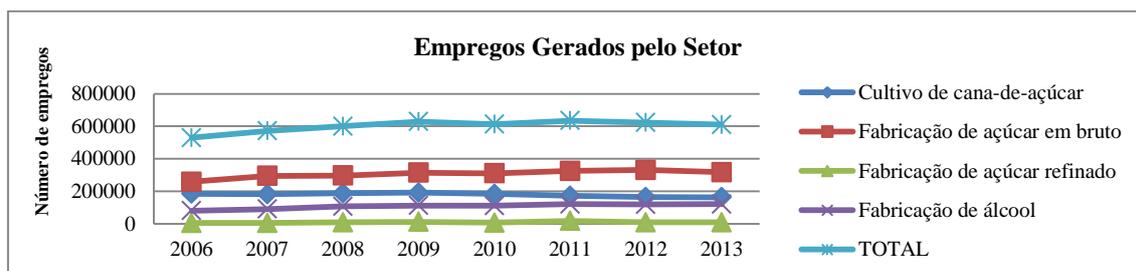
Descrição da Atividade	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cultivo de cana-de-açúcar	184.911	181.847	188.036	191.306	184.039	171.813	163.857	163.153
Fabricação de açúcar em bruto	258.753	295.188	296.708	314.435	310.862	324.754	331.290	317.711
Fabricação de açúcar refinado	5.297	4.828	8.418	11.587	7.313	17.300	8.802	8.650

Fabricação de álcool	80.290	90.331	107.300	111.883	111.395	121.280	119.203	120.373
TOTAL	529.251	572.194	600.462	629.211	613.609	635.147	623.152	609.887

FONTE: (RAIS, 2016)

Os dados também demonstram que a Fabricação de Açúcar em Bruto concentra o maior número de empregos, seguido do Cultivo da cana-de-açúcar. A Fabricação de Açúcar Refinado concentra o menor número de empregos entre as quatro atividades. Por outro lado, conforme pode ser observado no Gráfico 2, enquanto a Fabricação de Açúcar em Bruto, Refinado e de Álcool apresentou crescimento de 2006 para 2013, o emprego na atividade Cultivo de cana-de-açúcar apresentou redução, ocasionada pelo intensivo uso da tecnologia nas diversas etapas da fase agrícola.

Gráfico 2 – Evolução do estoque de empregos formais das atividades relacionadas à agroindústria canavieira no Brasil (2006-2013)



FONTE: (RAIS, 2016).

Promovendo a comparação entre o total do estoque de empregos (609.887) das atividades relacionadas à agroindústria canavieira com o total geral de estoque de empregos de todas as atividades existentes no Brasil (48.948.433), no ano de 2013 observa-se uma representatividade de 1,25%. Analisando mais especificamente, comparando com a Indústria de Transformação (7.900.136 empregos) somada com o total das atividades agrícolas – Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura – (1.499.466 empregos), a representatividade chega a 6,49%. Quando analisada somente a Indústria de Transformação (7.900,136 empregos) com as atividades de transformação da agroindústria canavieira (Fabricação de Açúcar em Bruto, Refinado e Álcool – 446.734 empregos) o percentual cai para 5,65%.

Em uma última análise, comparando com a indústria de automóveis (classificação do CNAE 2.0 – Fabricação de Automóveis, Camionetas e Utilitários), a qual recebe grande atenção quando da elaboração de políticas econômicas, percebe-se que os 101.690 empregos

observados no último dia de 2013 representam menos de ¼ (22,76%) dos 446.734 empregos das atividades ligadas à agroindústria canavieira (Fabricação de Açúcar em Bruto, Refinado e Álcool).

É importante avaliar que os números referentes aos empregos gerados podem ser ainda maiores, pois é de conhecimento geral que há sazonalidade na atividade, assim como há informalidade na prestação de serviços. Baseado nisso, considerando os empregos sazonais, estima-se que a cadeia que envolve o cultivo de cana e a produção de açúcar e álcool empregue 988 mil pessoas. Já em relação aos empregos informais diretos, estimou-se que em 2013 havia 62.263 no cultivo da cana-de-açúcar, e este número se torna ainda maior, pois se projeta que para cada emprego direto sejam gerados 2,39 indiretos. Com base nestes dados conclui-se que o número total de trabalhadores, em 2013, pode ter chegado a 3,56 milhões. Em relação à remuneração do trabalhador do setor, no mesmo ano, houve um incremento no rendimento médio na região Centro-Sul, chegando a US\$ 481,00, e na região Norte-Nordeste de US\$ 374,00; a média nacional foi de US\$ 446,00. A partir destas informações, constata-se que, no ano de 2013, a massa salarial do setor foi de US\$ 4,13 bilhões (NEVES; TROMBIN, 2014).

Outro fator que traz significativos impactos sociais é o montante de tributos que as empresas e entidades a ela equiparadas na forma da lei recolhem aos cofres públicos. Evidentemente, o impacto social destes recolhimentos depende do adequado destino dos recursos arrecadados pelos entes federativos. Em uma análise específica do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar, desenvolvida por Neves e Trombin (2014), considerando somente os impostos incidentes sobre o faturamento, na safra 2013/2014, sendo IPI⁴, ICMS⁵, PIS e COFINS⁶, e usando como premissas para estimativa dos impostos as empresas optantes pelo sistema de tributação pelo lucro real, além de considerar a somatória dos impostos gerados em cada elo do sistema agroindustrial, desde a venda dos insumos agrícolas e industriais até a venda dos produtos finais, tomando o cuidado de eliminar a dupla contagem e considerar os impostos agregados no Sistema Agroindustrial (SAG), subtraindo deste total os impostos gerados nos primeiros elos (insumos agrícolas e industriais), observou-se o seguinte resultado: o total de impostos sobre o faturamento somou cerca de US\$ 10,9 bilhões.

⁴ Para compor o montante de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), recolhido, os pesquisadores priorizaram as alíquotas dos produtos de maior relevância de cada elo, de acordo com a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (TIPI).

⁵ Como as alíquotas do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) podem divergir entre os estados, os pesquisadores utilizaram a alíquota interestadual dos Estados do Centro-Sul.

⁶ Em relação ao Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), os pesquisadores utilizaram as alíquotas de acordo com a legislação vigente, considerando o regime da não-cumulatividade.

Desconsiderando cerca de US\$ 2,39 bilhões que foram gerados pela venda de insumos agrícolas e industriais, a estimativa de impostos agregados no sistema agroindustrial da cana-de-açúcar é de US\$ 8,52 bilhões.

Portanto, quando analisados os dados referentes ao número de empregos gerados, o qual pode ter chegado, em 2013, a 3,56 milhões (formais, informais, diretos e indiretos), o total de salários pagos, que em 2013 foi de aproximadamente US\$ 4,13 bilhões e o montante de tributos recolhidos com base no faturamento, cerca de US\$ 8,52 bilhões, é inegável o significativo impacto social que a atividade promove.

No entanto, é relevante mencionar que o impacto social da atividade pode ser ainda maior, tanto para o lado positivo quanto para o lado negativo. Há uma significativa preocupação em relação a um possível impacto social, gerado pelo setor, derivado da influência na segurança alimentar, pois, questiona-se que o aumento da produção de biocombustíveis, tendo como matéria-prima a cana-de-açúcar, venha a afetar o suprimento global de alimentos e, em longo prazo, coloque em risco a sustentabilidade da produção agrícola. O receio se apoia no fato de que países em desenvolvimento tenham que escolher entre produzir alimentos para consumo ou utilizar a mesma matéria-prima para geração de energia, de forma a atender a demanda dos países desenvolvidos (PONTI; GUTIERREZ, 2009).

Por outro lado, conforme já destacado, a partir da divulgação dos estudos do ZAE Cana, demonstrou-se que o Brasil dispõe de cerca de 63,48 milhões de hectares de áreas aptas à expansão do cultivo com cana-de-açúcar, e que não necessita incorporar áreas novas para expandir a área de cultivo com cana, ou seja, tem a possibilidade de aumentar a área de cultivo sem fazer uso de terras utilizadas para a produção de alimentos (BRASIL, 2009).

Como forma de reforçar as afirmações anteriores, a partir da possibilidade de utilização do etanol misturado à gasolina pelos países desenvolvidos, o que geraria uma produção maior deste biocombustível e possível risco à segurança alimentar, Chagas (2009) apresenta que, dos 7,8 milhões de hectares utilizados na produção de cana-de-açúcar, no território nacional, cerca de 3,9 milhões foram utilizados para a produção de etanol, ou seja, pouco mais de 1% da área destinada para a agricultura e pastagens. Se houvesse a necessidade de ampliar a produção devido à mistura de 5% de álcool na gasolina nos países desenvolvidos, isso demandaria o equivalente a 90 bilhões de litros por ano. Para atender esta demanda seriam necessários 20 milhões de hectares de terra para o cultivo adicional de cana-

de-açúcar, o que representa 6% da área destinada à agropecuária sem considerar o possível aumento da produtividade.

Ainda em relação aos reflexos da atividade na segurança alimentar, um fator relevante que deve trazer um significativo avanço, pois está relacionado à redução de consumo de matéria-prima alimentar, refere-se ao fato de ter entrado em funcionamento a primeira usina de etanol celulósico do Brasil, em 2014. Instalada em Alagoas e mais conhecida como Bioflex, a unidade tem capacidade de produzir 82 milhões de litros de etanol celulósico por ano, produção superior em relação à pioneira, desenvolvida em parceria pela DSM e Poët, instalada nos Estados Unidos. O etanol celulósico apresenta grande potencial de crescimento, pois não depende da utilização de matéria-prima alimentar para sua industrialização nem da expansão da área plantada com cana-de-açúcar, e sim do reaproveitamento dos resíduos da produção de etanol e açúcar, que já são abundantes. Estima-se que, em longo prazo, será possível aumentar a produção brasileira de etanol em 50% com esta tecnologia, sem aumentar as áreas de cultivo com cana-de-açúcar (UNICA, 2013; CELULOSEONLINE, 2014).

Souza (2013) observou que o etanol celulósico ou lignocelulósico, como também é conhecido, terá sua produção ampliada nos próximos anos, não apenas pela necessidade de um substituto do petróleo e de seus derivados, mas pela capacidade produtiva e pelas oportunidades que o etanol 2G trará aos países que possuem essa tecnologia. No entanto, para alcançar a liderança e produção necessária para se inserir neste mercado, irá requerer maior competitividade e ampliação nos investimentos em inovação por parte dos países. O Brasil diferencia-se nesta questão por possuir experiência na produção de etanol, além de condições edafoclimáticas adequadas que possibilitam a criação de um potencial inovativo do setor sucroenergético no País.

5. Conclusão

Este artigo teve como escopo a apresentação de uma visão dos impactos econômicos, sociais e ambientais da agroindústria canavieira, sendo essa tríade relacionada aos principais aspectos evolutivos da atividade.

Como forma conclusiva, é possível declarar que a agroindústria canavieira passou por processos de adaptação, evoluiu economicamente e administrativamente, com efeitos derivados dos compromissos com o meio ambiente. Além disso, está submetida às exigências de uma legislação criteriosa frente ao processo de produção, o que faz com que busque um produto mais limpo com uma produção mais limpa.

Embora mais dados e informações possam reforçar esta conclusão, é possível inferir que o setor exerce significativo impacto econômico, ambiental e social, especialmente em relação à geração de empregos, recolhimento de tributos, produção de alimento e geração de energia com reduzidos ou inexistentes riscos à segurança alimentar. Como é uma atividade que utiliza matéria-prima alimentar e sua cadeia produtiva engloba a fase agrícola e a industrial, podendo ser estendida à comercialização do produto final, é natural que em cada fase possam ocorrer situações positivas ou negativas em relação ao impacto social.

6. Referências Bibliográficas

- ACHARYA, V.; YOUNG, B. R. Review of the Potential of Bio-Ethanol in New Zealand. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 28, n. 2, p. 143-148, April 2008.
- ALESSI, N. P.; NAVARRO, V. L. Saúde e trabalho rural: o caso dos trabalhadores da cultura canavieira na região de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13 (Supl. 2), p. 111-121, 1997.
- ANDRADE, J. M. F.; DINIZ, K. M. **Impactos ambientais da agroindústria da cana-de-açúcar: subsídios para a gestão**. 2007. 131 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/ USP. Piracicaba. 2007.
- AUGUSTO, A.; TAKAHASHI, L. Y.; SACHUK, M. Y. A influência da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho em usinas de açúcar e álcool paranaenses. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 1-14, 2012.
- AYALA-CALVO, J. C.; ARAUJO, L. M. M. A contribuição da política pública de financiamento à exportação no Brasil – o efeito do mecanismo PROEX sobre a evolução das exportações no período pós-abertura econômica (1995-2007). In: XVII International Conf. Universidad, Sociedad y Mercados Globales. **Anais...**, AEDEM – European Academy of Management and Business Economics. Salvador - Bahia, 2008.
- BALSADI, O. V. Mercado de trabalho assalariado na cultura da cana-de-açúcar no Brasil no período 1992-2004. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 2, fevereiro 2007.
- BIOETANOL de cana-de-açúcar energia para o sustentável desenvolvimento. **Co-produtos do bioetanol de cana-de-açúcar**, 2008. Disponível em: <http://www.macropolitica.com.br/docs/resumo_executivo.pdf>. Acesso em: 27 Abril 2016.
- BRASIL. Decreto nº 6.961, de 17 de fevereiro de 2009. Aprova o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar e determina ao Conselho Monetário Nacional o estabelecimento de normas para as operações de financiamento ao setor sucroalcooleiro, nos termos do zoneamento.
- BRASILAGRO. **Petróleo caro e milho escasso em 2008 geram exportação recorde de etanol brasileiro**, 2009. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br/conteudo/petroleo-caro-e-milho-escasso-em2008-geram-exportacao-recorde-de-etanol-brasileiro.html#.VUTy4ZNFHEY>>. Acesso em: 02 Maio 2016.
- CARVALHO, E. P. Prólogo: Entre o petróleo e o hidrogênio, o etanol detona uma revolução no começo do século XXI. In: MACEDO, I. C. **A energia da Cana-de-Açúcar - Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São

Paulo: Berlendis & Vertecchia: UNICA - União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005. p. 9-15.

CELULOSEONLINE. **Entra em operação primeira usina de etanol celulósico do Brasil**, 2014. Disponível em: <<http://celuloseonline.com.br/entra-em-operacao-primeira-usina-de-etanol-celulosico-do-brasil/>>. Acesso em: 22 abril 2016.

CHADDAD, F. R. UNICA: Challenges to Deliver Sustainability in the Brazilian Sugarcane Industry. **International Food and Agribusiness Management Association (IFAMA)**, v. 13, n. 4, p. 173-192, 2010.

CHAGAS, A. L. S. **Três ensaios sobre o setor produtor de cana-de-açúcar no Brasil**. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Economia) - Departamento de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto>>. Acesso em: 19 Maio 2016.

ELIA NETO, A. Aspectos da legislação ambiental para o setor da cana-de-açúcar. In: MACEDO, I. D. C. **A Energia da Cana-de-Açúcar – Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo: Berlendis & Vertecchia : UNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005. Cap. II, p. 75-78.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Balanco energético da produção de etanol a partir de cana-de-açúcar e redução na emissão de gases de efeito estufa (GEEs)**, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/874/balanco-energetico-da-producao-de-etanol-a-partir-de-cana-de-acucar-e-reducao-na-emissao-de-gases-de-efeito-estufa-gees>>. Acesso em: 27 Abril 2016.

MACEDO, I. C. Síntese. In: MACEDO, I. C. **A Energia da Cana-de-Açúcar – Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo: Berlendis & Vertecchia: UNICA - União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005. p. 27-38.

MACIEL, M. R.; FONSECA, A. R.; CORGOZINHO, B. M.; BRAGA, F. A. Trabalho e Saúde: o caso dos trabalhadores temporários da indústria canavieira em Lagoa da Prata, Minas Gerais Brasil. **Interfacehs - Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 43-57, 2011.

MANZATTO, V. et al. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar - Expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 55 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Produção e Agroenergia. **Exportações Brasileiras Anuais de Etanol**, 2015b. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/etanol/10abr15_exportacao_anual_etanol.pdf> . Acesso em: 02 Maio 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Produção e Agroenergia. **Exportações Brasileiras de Açúcar**, 2015c. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/acucar/10abr15_exportacao_anual_acucar.pdf>. Acesso em: 02 Maio 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Culturas:** Cana de açúcar, 2015a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>>. Acesso em: 13 Abril 2016.

MUNDO NETO, M. De sucroalcooleiro a sucroenergético: a construção de um campo organizacional. In.. **33º Encontro Anual da ANPOCS**, Caxambu, 26 a 30 Outubro 2009.

Disponível em:

<http://portal.anpocs.org/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=2164&Itemid=229>. Acesso em: 15 abril 2016.

NARDY, V.; GURGEL, A. C. Impactos da liberalização do comércio de etanol entre Brasil e Estados Unidos sobre o uso da terra e emissão de CO₂. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 23, n. 3, p. 693-726, Setembro/dezembro 2013.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. **A dimensão do setor Sucroenergético:** mapeamento e quantificação da safra 2013/14. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RO/USP, 2014.

NOVACANA. novacana.com. **Outlook 2014:** projeções para o mercado de cana, açúcar e etanol para os próximos 10 anos, 2014. Disponível em:

<<http://www.novacana.com/n/etanol/mercado/futuro/outlook-2024-projecoes-mercado-cana-acucar-etanol-271114/>>. Acesso em: 21 Abril 2016.

PARANÁ. Resolução SEMA nº 076, de 20 de dezembro de 2010. Dispõe sobre eliminação gradativa da despalha da cana-de-açúcar através da queima controlada e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Paraná nº 8369**, Curitiba, 22 dez. 2010.

PONTI, L.; GUTIERREZ, A. P. Overview on biofuels from a European perspective. **Bulletin of Science Technology and Society**, Roma, p. 493-504, 2009.

RAIS. Relação Anual de Informações Sociais. **RAIS Vínculo ID**, 2016. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>>. Acesso em: 28 Abril 2016.

RAIZEN. **Geração de energia elétrica a partir da cana-se-açúcar**, 2014. Disponível em: <<http://www.raizen.com.br/imprensa/clipping-raizen-na-midia/geracao-de-energia-eletrica-partir-da-cana-de-acucar>>. Acesso em: 27 Abril 2016.

SANTOS, G. R. dos (Org). **Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil:** desafios, crises e perspectivas. Brasília: IPEA, 2016.

SAPCANA. Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira. **Download da base completa de cadastro de instituições**, 2015. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sapcana/downloadBaseCompletaInstituicao.action?sgJAASAplicacaoPrincipal=sapcana>>. Acesso em: 27 Agosto 2016.

SHIKIDA, P. F. A. Expansão canavieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, Brasília/DF, v. XXII, n. 2, p. 122-137, Abril/maio/junho 2013.

SHIKIDA, P. F. A.; SOUZA, E. C. Agroindústria canavieira e crescimento econômico local. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 47, n. 3, p. 569-600, jul/set 2009.

SOUZA, L. G. A. D. **Redes de inovação em etanol de segunda geração**. 2013. 216 f. Tese (Doutorado em Aconomia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2013.

SUSPENSÃO de queimadas preocupa trabalhadores de canaviais. **G1, Jornal Nacional**, 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2014/03/suspensao-de-queimadas-preocupa-trabalhadores-de-canaviais.html>>. Acesso em: 16 abril 2016.

SZMRECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil: 1930-1975.** São Paulo: HUCITEC, Universidade Estadual de Campinas, 1979.

TONETO JUNIOR, R.; LIBONI, L. B. Evolução recente do mercado de trabalho da cana-de-açúcar no Brasil (1995-2006). **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 455-474, 2008.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Etanol - Usina pioneira de etanol celulósico coloca Brasil entre líderes globais no uso da nova tecnologia**, 2013. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/29810917920343378786/usina-pioneira-de-etanol-celulosico-coloca-brasil/>>. Acesso em: 22 abril 2016.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Setor sucroenergético - mapa da produção**, 2015a. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/mapa-da-producao/>>. Acesso em: 20 abril 2016.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Unica e CEE lançam selo energia verde**, 2015b. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/imprensa/36560336920326811142/unica-e-ceed-lancam-selo-energia-verde>>. Acesso em: 27 Abril 2016.

VIAN, C. E. D. F. **Agroindústria Canavieira: estratégias competitivas e modernização.** Campinas: Átomo, 2003.

WISSMANN, M. A. **Responsabilidade Social nas agroindústrias canavieiras no Brasil.** 2017. 296 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2017.