

ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E POLÍTICOS DO ETANOL NO BRASIL

BASSO, Thalyta Mayara¹
SILVA, Danieli Sanderson²
LUPATINI, Karine Natani³
LINDINO, Cleber Antonio⁴

RESUMO

Devido à crescente influência econômica decorrente dos elevados níveis do preço do petróleo e à dependência desse produto de regiões politicamente problemáticas do mundo, vem ocorrendo a difusão cada vez maior dos biocombustíveis, dos quais o etanol se destaca. Existe uma preocupação quanto à possibilidade de que a expansão do cultivo da cana ocorra em áreas de vegetação nativa ou de cultivo de alimentos, implicando em problemas sociais e ambientais, além de efeitos sobre a disponibilidade de alimentos e a elevação destes no mercado consumidor. O uso do etanol em automóveis reduz significativamente a geração de gases potenciais do efeito estufa e, para tornar a cadeia produtiva do etanol mais sustentável, os produtores de cana estão aderindo à colheita mecanizada, na qual a queima da cana crua é eliminada. Destaca-se ainda a preocupação com o uso da água nas plantações de cana, principalmente em regiões onde o solo é naturalmente seco e a irrigação mecanizada necessita ser aplicada. Em contrapartida, no âmbito social, o setor sucoalcooleiro apresenta indicadores melhores em relação à geração de empregos do que outros setores. O etanol ainda é precificado em comparação ao açúcar, e não diretamente pelo preço dos derivados do petróleo, dificultando a comparação no ato da compra. Consoante a isso, a produção de açúcar e etanol são influenciadas pelas necessidades do mercado externo, dando-se preferência às importações. Portanto, apesar do Brasil se destacar entre os demais países do globo na produção do etanol, muitos aspectos devem ser revistos para que a eficiência dos processos seja atingida e o país possa melhor se beneficiar da sua própria produção.

PALAVRAS-CHAVE: Bioetanol. Biocombustíveis. Energia.

SOCIAL, ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND POLITICAL ASPECTS OF ETHANOL IN BRAZIL

ABSTRACT

Due to the increasing economic influence resulting of the high prices petroleum and the dependence regarding this product in some politically troubled regions of the world, a bigger and bigger spread of biofuels has been happening, from which the ethanol highlights. There is a huge worry about the possibility of expansion for the sugar cane growing to happen in areas of native vegetation or food plantation, implicating social and environmental problems, despite the effects on the availability of food and the elevation of those prices for the consumers. The use of ethanol in cars reduces significantly the release of potential gases for greenhouse effect, and, to make the productive chain of ethanol more sustainable, the producers of sugar cane are using the mechanical harvest, in which the burn of the raw cane is eliminated. The worry about the use of water in cane plantations stands out, mainly in regions where the soil is naturally dry and the mechanized irrigation needs to be used. On the other hand, under the social aspect, the sugar-alcohol sector presents better indicators regarding the job generation than other sectors. The ethanol is still priced in comparison to sugar rather than directly by the price of the petroleum byproducts, making it hard to compare at the time of purchase. According to that, the production of sugar and ethanol are influenced by the necessities of the external market, giving emphasis to import. Thus, although Brazil stands out among other countries of the world in the production of ethanol, several aspects must be analyzed in order to achieve efficiency in the processes and so that the country can have more benefit out of its own production.

KEYWORDS: Bioethanol. Biofuels. Energy.

1 INTRODUÇÃO

A energia é essencial tanto para o desempenho de atividades cotidianas quanto para o desenvolvimento econômico mundial. Em função da elevada demanda energética atual e à necessidade de proteção ambiental, novidades tecnológicas têm sido estudadas e desenvolvidas para proporcionar novos conceitos de energia que sejam eficientes, de fácil obtenção e baixo custo e com reduzida influência sobre o meio ambiente (DA SILVA e DA SILVA, 2011).

Devido ao fato dos biocombustíveis serem menos poluentes que os combustíveis fósseis, à crescente influência econômica decorrente dos elevados níveis do preço do petróleo e à dependência desse produto de regiões politicamente problemáticas do mundo, têm ocorrido a difusão cada vez maior dos biocombustíveis em escala mundial, dos quais o etanol se destaca (CUNHA FILHO e FERREIRA FILHO, 2009).

Segundo Flexor (2007), dentro desse cenário, o Brasil tem se sobressaído como um privilegiado protagonista da redefinição da matriz energética pela produção de etanol a partir da cana-de-açúcar.

Com esse destaque, por um lado visualizam-se os benefícios gerados pelo etanol, por outro surgem questões como a ameaça dos biocombustíveis à produção mundial de alimentos, os riscos que sua produção poderia levar aos ecossistemas brasileiros, sua real eficiência na redução da emissão de gases de efeito estufa, sua competitividade no mercado mundial e a possibilidade de geração de empregos e, em alguns casos, colocando um freio no desenvolvimento de tecnologias e na escala de produção (DA SILVA e DA SILVA, 2011).

Alguns autores defendem que a produção sucoalcooleira é desafiadora, pois força a indústria brasileira a adotar e monitorar o cumprimento de regras de responsabilidade social e ambiental. Levanta-se ainda a hipótese do setor afetar

¹ Engenheira Civil, especialista. Faculdade Assis Gurgacz – FAG. E-mail: thalytabasso@hotmail.br

² Economista, especialista. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste. E-mail: dsanderson2@hotmail.com

³ Tecnóloga em Biocombustíveis e Técnico em Meio Ambiente. Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: karinelupatini@gmail.com

⁴ Engenheiro Químico, doutor em Ciências. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. E-mail: cleberlindino@yahoo.com.br

a segurança alimentar, contribuindo para elevar o preço de outros produtos, em função da expansão das áreas de cultivo (FLEXOR, 2007).

Porém, em contrapartida, no âmbito social e de desencadeamento econômico ocorre a geração de empregos, tanto na área industrial quanto na área agrícola e outros empregos de efeitos diretos e indiretos (COSTA, GILHOTO e MORAES, 2011).

Em função disso, este artigo é uma revisão bibliográfica com o objetivo confrontar dados ambientais, sociais, políticos e econômicos da produção brasileira de etanol, para verificar as características atuais gerais desse biocombustível em esfera nacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS SOCIAIS

2.1.1 Geração de empregos

A cana-de-açúcar foi a primeira lavoura a ser cultivada no Brasil, implantada na época da colonização do país. As primeiras mudas chegaram em 1532, na expedição de Martim Afonso de Souza na capitania de São Vicente. Espalhou-se pelo litoral paulista e em 1548 existiam seis engenhos em funcionamento. No Nordeste do país evoluiu e cravou raízes, tornando-se a principal atividade exportadora nacional e agente estruturante da economia e da cultura da região no período colonial. A produção do açúcar no Brasil proporcionou o “Ciclo da Cana-de-açúcar”, primeiro ciclo econômico do País-colônia. O setor sucroalcooleiro é bastante tradicional na economia brasileira desde o período colonial e se mantém como um dos principais do país em termos de participação no produto interno bruto (PIB) e geração de emprego. O setor está basicamente organizado em três estágios, a plantação e o cultivo da cana-de-açúcar, a produção do açúcar ou álcool e a comercialização do produto final (MACHADO, 2003).

Com base nisso, dos empregos totais do país, 14% são gerados pela atividade canavieira e reúnem 6% dos empregos agroindustriais brasileiros, respondendo assim, por 35% do PIB e dos empregos rurais do Estado de São Paulo. Emprega no Brasil cerca de um milhão de pessoas de forma direta, e indiretamente, aproximadamente quatro milhões. No Estado de São Paulo, a atividade gera 400 mil empregos diretos, dos quais 95% dos trabalhadores paulistas possuem carteira assinada. Conta ainda com os empregos indiretos, totalizando 1,2 milhão de empregos apenas no Estado de São Paulo. No Brasil, o setor sucroalcooleiro é considerado propulsor de desenvolvimento, tanto no âmbito social, quanto como base de sustentação econômica do país (BRAGATO et al., 2008).

O setor ainda tem se expandido consideravelmente, o que tem alçado preocupações em relação à qualidade do emprego, ao nível de remuneração, à presença do trabalho infantil, ao baixo grau de qualificação dos trabalhadores, à informalidade e à elevada presença de trabalhadores temporários. Esta expansão do setor com a produção de álcool, açúcar e cana-de-açúcar, tem ocorrido em função do elevado preço do petróleo, com as preocupações ambientais e com a busca de energia limpa. Pelo fato do Brasil estar em busca constante por esse tipo de energia, essa necessidade tem feito o setor sucroalcooleiro crescer, destacando o país como o maior produtor mundial de açúcar e álcool, experiente no uso do bioetanol como fonte alternativa de combustível “limpo” por utilizá-lo há mais de trinta anos e por ser o primeiro país a utilizá-lo em larga escala (TONETO JUNIOR e LIBONI, 2008).

Quanto aos aspectos das relações de trabalho e da mão de obra na agroindústria sucroalcooleira, Bragato et al. (2008) apud Paixão (2000) comenta que a informalidade das relações de trabalho nos mercados fora do setor sucroalcooleiro, os postos de trabalho sazonais, a oscilação do nível de salário dos boias-frias durante a safra, é computado por produção, e na entressafra é utilizado o piso salarial; a redução dos salários reais dos trabalhadores rurais é resultado do enfraquecimento da ação dos sindicatos. O setor também vem diminuindo a geração de empregos por causa da reestruturação dos processos produtivos, como ocorre em qualquer outro setor da economia.

O PIB da agroindústria paulista representa quase 30% do PIB da agroindústria do país. Entre as atividades agrícolas, o grande destaque vai para a produção de cana-de-açúcar, que utiliza perto de 60% da área plantada no estado. E, em termos das exportações, o açúcar gera em média divisas no montante de US\$ 15 bilhões por ano (UNICA, 2010).

Analizando a evolução das ocupações no setor, verifica-se que enquanto alguns setores como comércio e serviço tiveram uma retração, a agricultura foi o setor com maior expansão do emprego formal. Porém, esses indicadores podem refletir tanto uma expansão do emprego quanto na formalização das relações trabalhistas. Ocorreram também mudanças em vários setores, retrações em outros, entretanto, observa-se que houve um aumento expressivo na indústria alimentícia de bebidas e de álcool etílico (usinas) (QUADRO 1), com um crescimento superior a 50% que fez com que a participação desse setor aumentasse de 14% para 21% no âmbito industrial (TONETO JUNIOR & LIBONI, 2008).

Quadro 1: Número de empregados no Brasil nos subsetores industriais (1989-2006)

Setor/Ano	1989	1993	1998	2002	2006
Extrativa Mineral	149.264	115.077	104.956	122.801	183.188
Min não Metálicos	361.236	246.923	261.393	282.486	321.177
Metalúrgica	678.818	490.824	460.563	511.911	647.335
Mecânica	443.970	297.381	251.178	302.876	415.775
Mat Elétr e de Com	372.935	237.487	173.700	182.065	243.071
Mat de Transporte	427.504	332.082	278.565	316.414	437.293
Mad e do Mob	394.691	333.707	345.801	415.004	443.034
Papel, Edit e Graf	342.008	264.016	298.887	307.540	360.367
Bor, Fum, Couros	416.438	319.627	210.172	239.222	298.529
Quím, Farm, Vet	582.010	464.368	459.467	547.399	673.587
Têxtil e Artefatos de Tecidos	916.101	715.149	604.901	732.559	874.488
Calçados	266.469	257.600	184.671	262.537	306.791
Alim, Beb	949.363	812.189	947.082	1.109.761	1.573.336
SIUP	314.997	310.969	311.894	310.366	344.565
Total	6.615.804	5.197.399	4.893.230	5.642.941	7.122.536

Fonte: RAIS (2008), adaptado pelos autores.

No que diz respeito à geração de emprego na economia brasileira, o setor sucroalcooleiro ocupa posição de destaque. Observando o Quadro 2, verifica-se que em 2006 este representava 17% do emprego na indústria alimentícia e aproximadamente 14% na agricultura, sendo, assim, o segundo mais relevante no emprego na indústria alimentícia (TONETO JUNIOR, & LIBONI, 2008).

Quadro 2: Número de empregados no Brasil por setores Selecionados (1994-2005)

Setor/Ano	1994	1998	2002	2006
Alimentos e Bebidas	987.471	947.082	1.109.761	1.573.336
Carne (aves, bovinos, salsichas, etc)	142.507	158.275	238.625	365.702
Óleos, margarinas, outros alimentos	26.314	18.887	22.684	26.420
Açúcar	215.417	142.740	174.024	264.050
Café	19.251	19.425	19.117	20.212
Agricultura e Extrativa	994.549	1.008.925	1.138.235	1.357.230
Cultivo de Cereais	43.534	42.941	45.595	72.197
Cultivo de Cana-de-Açúcar	159.198	159.111	133.289	184.911
Cultivo de Soja	6.131	6.493	18.650	70.457
Cultivo de Frutas Cítricas	29.334	30.848	53.260	117.405
Cultivo de Café	30.742	38.868	44.751	99.930

Fonte: RAIS (2008), adaptado pelos autores.

As usinas de açúcar tiveram uma forte retração do emprego até 1998, porém se recuperaram, levando em conta o efeito da mecanização da colheita, compensado pela forte expansão da área cultivada. A importância da cana, do açúcar e do etanol é significativamente maior para o Sudeste, em especial para o estado de São Paulo e para o Nordeste. No Brasil, a participação da cana no emprego agrícola é de 12%, em São Paulo e no Nordeste supera os 20%. O número de empregados do setor é maior no Nordeste, porém a maior produção concentra-se no Sudeste, considerando as diferenças na produtividade (QUADRO 3). A produção no Nordeste é de 15% do total no país, enquanto o emprego corresponde a quase 40%. Em São Paulo representa mais de 60% da produção e quase o mesmo nível de empregos. No Nordeste há uma maior intensidade de uso do fator de trabalho, porém, reflete uma menor produtividade do trabalho consequente do diferencial da remuneração entre as regiões (TONETO JUNIOR, & LIBONI, 2008).

Quadro 3: Empregados formais no setor sucroalcooleiro por região (1998-2006)

		Cana-de-açúcar	Açúcar	Álcool	Total	Part %
1998	Nordeste	52.123	91.848	11.911	155.882	45,93%
	Sudeste	81.691	42.666	12.447	136.804	40,31%
	São Paulo	75.364	34.294	9.963	119.621	35,25%
	Brasil	159.111	142.740	37.517	339.368	100,00%
2006	Nordeste	54.213	133.981	18.497	206.691	39,05%
	Sudeste	105.303	103.490	31.890	240.683	45,48%
	São Paulo	96.384	84.186	26.677	207.247	39,16%
	Brasil	184.911	264.050	80.290	529.251	100,00%

Fonte: RAIS (2008), adaptado pelos autores.

Ainda não se verificou o temor que havia sobre o impacto da mecanização no emprego. Apesar dos ganhos de produtividade averiguados na produção canavieira, com o avanço da mecanização, os empregos têm se mantido com a expansão da área e o surgimento de novas usinas. Porém, a mecanização pode levar a uma queda nesse número, e com o protocolo assinado pelas usinas de São Paulo para o fim das queimadas, e pelo fato dos novos empreendimentos já estarem privilegiando a colheita mecanizada, constata-se uma retração do emprego agrícola, talvez em parte compensada pelo aumento de outras modalidades de emprego até mesmo decorrente da mecanização e em novas usinas (TONETO JUNIOR & LIBONI, 2008).

No Quadro 4 verifica-se que houve uma retração do emprego na agricultura entre 1995 e 2006, mas ao analisar os dois últimos anos observa-se que a agricultura teve queda no emprego e que a cana-de-açúcar foi a única cultura a apresentar aumento. Esses dados enfatizam a importância do setor sucroalcooleiro na geração de emprego no país (TONETO JUNIOR & LIBONI, 2008).

Quadro 4: Evolução do emprego na agricultura (1995-2006)

	1995	2004	2006	2006/1995	2004/1995	2006/2004
Arroz	1.038.128	865.276	707.910	-31,81%	-16,65%	-18,19%
Milho	2.488.460	1.739.856	1.669.984	-32,89%	-30,08%	-4,02%
Cana-de-açúcar	703.571	586.913	625.763	-11,06%	-16,58%	6,62%
Soja	472.749	513.420	301.599	-36,20%	8,60%	-41,26%
Mandioca	1.575.046	1.990.023	1.439.683	-8,59%	26,35%	-27,65%
Café	731.997	849.785	662.221	-9,53%	16,09%	-22,07%
Agricultura	18.237.730	17.733.835	17.263.959	-5,34%	-2,76%	-2,65%

Fonte: TONETO JUNIOR E LIBONI (2008) apud PNAD (2002), adaptado pelos autores.

2.2 ASPECTOS AMBIENTAIS

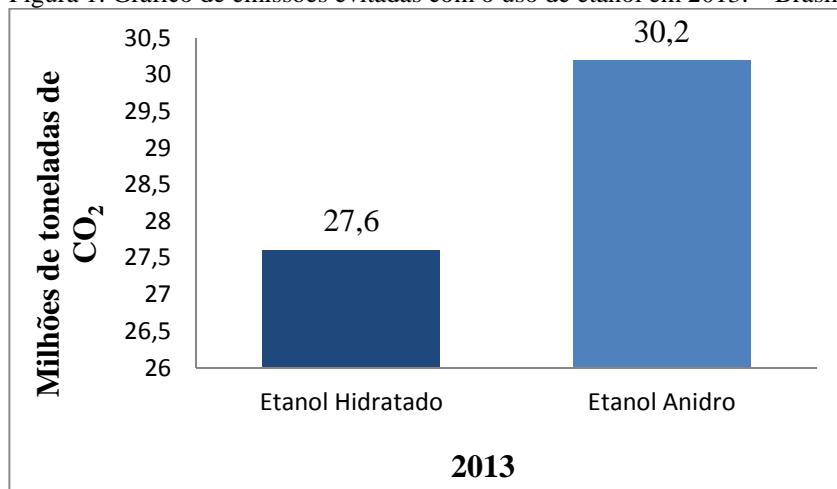
2.2.1 Redução de gases do efeito estufa (GEE)

A emissão de gases poluentes, ligada à crescente preocupação ambiental, ganhou destaque nos debates sobre a sustentabilidade da agricultura e dos biocombustíveis. A emissão associada ao ciclo produtivo das culturas é de grande representatividade no cálculo do balanço final de emissão dos produtos que provêm de matérias-primas de origem agrícola (NARDY e GURGEL, 2013).

A substituição da gasolina pelo etanol no uso em automóveis reduz significativamente a geração de gases potenciais do efeito estufa (UNICA, 2010). As regulamentações internacionais como o Programa de Combustíveis Renováveis da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) destacam a redução das emissões de gases poluentes oriundos do uso do etanol de cana-de-açúcar em relação a outras matérias-primas utilizadas, como o milho e a beterraba. O EPA afirma que o uso do etanol de cana reduz de 61 a 91% as emissões em comparação ao uso da gasolina e, para este cálculo leva em consideração todo o ciclo de vida do combustível, desde o plantio da matéria-prima até o uso final nos automóveis, abordando inclusive as potenciais emissões indiretas causadas por mudanças no uso do solo (UNICA, [s.d]).

Na Figura 1 observam-se as emissões evitadas, em toneladas de CO₂ equivalente, resultantes do uso de etanol hidratado e anidro, em detrimento dos combustíveis fósseis, diesel e gasolina.

Figura 1. Gráfico de emissões evitadas com o uso de etanol em 2013. – Brasil.



Fonte: Adaptado de IPCC apud EPE (2014)

Apesar da utilização de combustível fóssil na cadeia da cana-de-açúcar, a relação de energia renovável produzida por energia fóssil consumida é em torno de 9:1, ou seja, são geradas mais de nove unidades de energia renovável para cada unidade de energia fóssil consumida no processo (UNICA, [s.d]). A prospecção para a matriz energética do etanol é a ausência da dependência do combustível fóssil, o que influenciará no balanço final de emissões de gases poluentes. O investimento em etanoldutos, por exemplo, poderia reduzir a utilização de caminhões abastecidos com combustível fóssil no transporte da cana-de-açúcar e seus produtos (açúcar e etanol) (RAÍZEN, 2014).

2.2.2 Colheita da cana-de-açúcar

Se por um lado o uso de etanol reduz a emissão de gases de efeito estufa, a prática da queima na colheita da cana-de-açúcar emite grandes quantidades de gases poluentes. A queima, que antecede o corte na colheita da cana e tem o objetivo de facilitar o corte e afastar animais, causa danos e riscos à saúde dos trabalhadores, à infraestrutura (rede elétrica de distribuição e transmissão, rodovias, ferrovias) e às reservas florestais (CGEE, 2009).

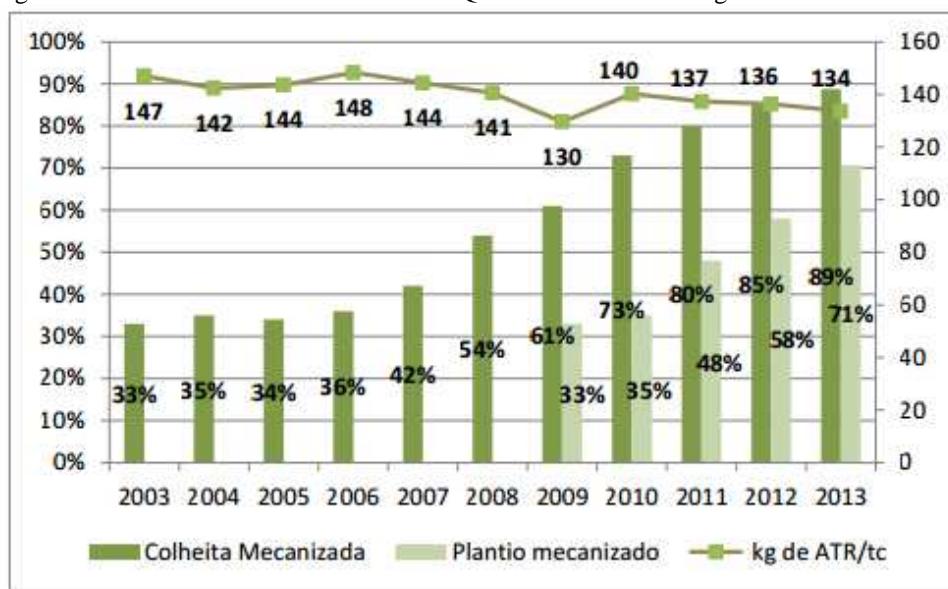
No entanto, devido às restrições ambientais, a queima está sendo substituída gradativamente pela colheita mecanizada da cana crua picada (GRISOLI, 2011). Para cumprimento dessa redução, a Resolução SEMA nº 076 de 20 de Dezembro de 2010 impõe prazos e percentuais, apresentados a seguir, para que os plantadores de cana-de-açúcar eliminem esta prática nas áreas mecanizáveis (CASA CIVIL, 2010):

- I - até 31 de dezembro de 2015 – 20% (vinte por cento) do total da área mecanizável de plantio da cana-de-açúcar;
- II - até 31 de dezembro de 2020 – 60% (sessenta por cento) do total da área mecanizável de plantio da cana-de-açúcar;
- III - até 31 de dezembro de 2025 – 100% (cem por cento) do total da área mecanizável de plantio da cana-de-açúcar.

A Resolução informa que nas áreas não mecanizáveis a utilização da queima controlada deverá ser eliminada até a data de 31 de dezembro de 2030, desde que exista tecnologia viável (CASA CIVIL, 2010).

O plantio e a colheita mecanizada têm aumentado nos últimos anos, alcançando quase 90% de colheita mecanizada em 2013 na região Centro-Sul Brasileira. Porém, como apresentado na Figura 2, houve uma relação entre o aumento da colheita mecanizada e a redução da concentração de ATR (açúcares redutores totais) – indicador de qualidade da cana-de-açúcar, intensificada pela defasagem da mecanização do plantio e justificada também pelas questões climáticas ocorridas nos últimos anos. O excesso de chuvas em 2009 contribuiu para a redução da ATR/ton e escassez em 2010, para seu incremento (EPE, 2014).

Figura 2. Colheita e Plantio mecanizados x Qualidade da cana na região Centro-Sul.



Fonte: MAPA (2010); UNICA (2014), UNICA (2013), EPE (2014)

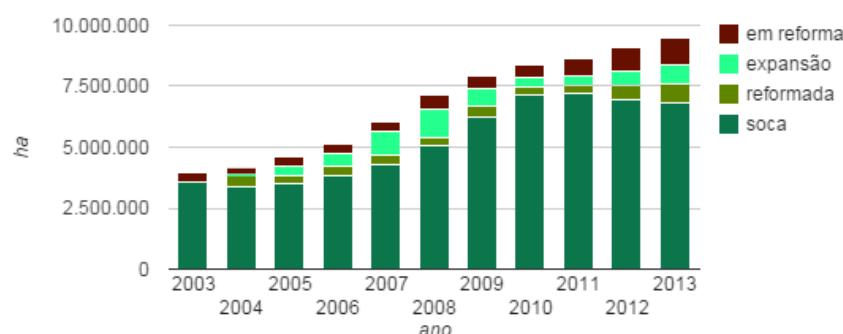
Mesmo com a gradativa redução da prática da queima, ainda é existente o risco de degradação dos remanescentes florestais (mata ciliar, cobertura de mananciais, áreas de preservação) e do impedimento da regeneração natural, até a completa utilização da mecanização (CGEE, 2009).

Para a produção da cana-de-açúcar alcançar os maiores valores de ART já registrados, questões como a preparação adequada do solo antes e durante o plantio, o alinhamento correto do canavial, a qualificação dos operadores e a adaptação das variedades das canas para o corte mecânico necessitam ainda de melhorias e soluções (CGEE, 2009).

2.2.3 Uso da terra

O aumento no consumo de etanol exige consequentemente maior produção de cana-de-açúcar. Na região Centro-Sul (FIGURA 4) a área destinada à plantação de cana cresceu mais de 137% em 10 anos, apresentando um total de 3.988.530 ha cultivados em 2003 e 9.479.470 ha em 2013 (INPE, [s.d.]).

Figura 3. Área cultiva com cana por classe na região Centro-Sul – BR.



Fonte: INPE, [s.d.]

Porém, o crescimento da área cultivada tem ocorrido concomitante à redução da área plantada de culturas agrícolas tradicionais e pressão para expansão da fronteira agrícola pelo desmatamento e conversão de áreas nativas (GURGEL, 2011). Assim, o uso da terra tornou-se elemento central na análise da verdadeira sustentabilidade da produção de biocombustíveis, juntamente com o problema da disponibilidade de recursos naturais (NARDY e GURGEL, 2013).

Com a alteração geográfica da produção canavieira proveniente da expansão da cana, Shikida (2013) afirma:

[...] com essa alteração geográfica da produção canavieira nacional, capitaneada à época pela produção alcooleira, três importantes aspectos merecem menção: primeiro: houve fortalecimento da produção de cana-de-açúcar em regiões tradicionais nesse segmento (com destaque para São Paulo); segundo: outros estados dotados de uma razoável infraestrutura agroindustrial canavieira também expandiram suas unidades produtivas (com destaque para Minas Gerais); terceiro: estados sem nenhuma tradição anterior na agroindústria canavieira – relativamente próximas às áreas tradicionalmente produtoras, os quais possuíam preços de terra acessíveis e condições edafoclimáticas propícias à cultura canavieira – passaram a ganhar realce (com destaque para Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, no Cerrado, e Paraná, no Sul) (SHIKIDA, 2013, p. 126-127).

A Tabela 1 mostra as áreas aptas para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (ha).

Tabela 1. Áreas aptas para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar.

Estado	Área apta para expansão (ha)
Mato Grosso	6.812.854,06
Mato Grosso do Sul	10.869.820,92
Goiás	12.600.530,81

Fonte: MAPA (2009), p. 17, adaptado pelos autores.

O possível avanço da indústria canavieira em regiões de grande biodiversidade como o Cerrado causa grande preocupação pelo fato de expor ao risco a vida de incontáveis animais e plantas, característicos e únicos daquela região (UNICA, [s.d.]).

Entretanto, o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, afirma que mais de 60% da expansão recente da cultura da cana na região Centro-Sul ocorreu em áreas de pastagem, degradadas em sua maioria, indicando que o plantio da cana está ocorrendo em áreas consolidadas, como as utilizadas pela pecuária, que são ineficientes e vem sofrendo um processo de intensificação (UNICA, [s.d.]).

Para guiar a expansão do cultivo da cana-de-açúcar, o Governo Federal lançou em 2009 o documento Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (ZAE Cana) (UNICA, [s.d.]). O ZAE Cana tem por objetivo fornecer subsídios técnicos para formulação de políticas públicas visando à expansão e produção sustentável da cana no território brasileiro, mantendo salvas as áreas de biomassas sensíveis como Amazônia e Pantanal, assim como áreas de vegetação nativa (MAPA, 2009). As áreas aptas para a expansão do cultivo da cana no Brasil estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Áreas aptas para a expansão da cana-de-açúcar no Brasil, considerando as classes de aptidão agrícola e os tipos de uso da terra predominantes em 2002.

Classe de Aptidão	Áreas aptas por tipo de uso da terra por classe de aptidão (ha)				
	Ap	Ag	Ac	Ap+Ag	Ap+Ag+Ac
A	11.302.342,95	600.766,55	7.360.310,26	11.903.109,50	19.263.419,76
M	22.863.866,09	2.126.349,55	16.496.735,67	24.990.260,64	41.486.996,31
B	3.041.122,07	483.326,14	731.076,97	3.524.448,21	4.255.525,18
A+M	34.166.209,05	2.727.161,10	23.857.045,93	36.893.370,15	60.750.416,07
A+M+B	37.207.331,12	3.210.487,24	24.588.122,90	40.417.818,36	65.005.941,25

Nota: Classe de aptidão: A (Alta); M (Média); B (Baixa). Uso atual: Ap (Pastagem); Ag (Agropecuário); Ac (Agricultura). (Fonte: MAPA (2009)).

O ZAE Cana define uma área equivalente a 7,5% do território brasileiro como apta para o cultivo da cana-de-açúcar (MAPA, 2009).

Para melhor aproveitamento das áreas de cultivo da cana o procedimento de reforma das áreas pouco produtivas deve ser adotado a fim de recuperar o solo e obter melhorias na produtividade (BRANDÃO et al., 2009). Adicionalmente, os canaviais brasileiros apresentam pouca perda de solo devido ao caráter semi-perene da cana-de-açúcar, o que possibilita que vários cortes possam ser feitos ao longo de 5 a 7 anos, antes do replantio. O crescimento na adoção da prática da colheita mecanizada e do sistema de plantio direto tendem a proporcionar maior capacidade de conservação e retenção do solo nos canaviais, devido a permanência da palha no campo (UNICA [s.d.]).

2.1.4 Uso da água

A água ocupa um lugar de destaque entre os recursos naturais mais essenciais ao ser humano e, devido a isso, qualquer atividade ligada a este recurso deve ser realizada da forma mais eficiente possível. Em geral, no manejo da cana-de-açúcar a água, quando limitante, reduz significativamente a produtividade mesmo em solos mais férteis e, quando adequada, proporciona boa produção mesmo em solos com menor potencial (NOVA CANA, 2013).

As preocupações maiores em relação ao uso de água são em áreas mais secas naturalmente, como o Nordeste, que tem procurado melhorar a sua produtividade por meio de irrigação. No entanto, no Brasil, os canaviais são cultivados praticamente sem o uso de irrigação, o que é de grande importância na redução de impactos ambientais referentes ao menor uso da água e também pela redução do arraste de nutrientes, resíduos de agrotóxicos e perdas do solo (NOVA CANA, 2013).

Na década de 1990 o setor sucroalcooleiro consumia uma quantidade média de 5 m³ de água por tonelada de cana processada. Atualmente, a média do consumo de água nos processos industriais das unidades signatárias do Protocolo Agroambiental é de 1,43 m³/ton de cana. Para os novos empreendimentos, o volume máximo permitido de consumo de água no setor é de 1,0 m³/ton de cana processada, valor normatizado pelo Zoneamento Agroambiental (UNICA, 2013).

A maioria das usinas processadoras ainda realiza a limpeza da cana-de-açúcar por lavagem com água. Para controle do consumo de água nesta etapa, são utilizados no máximo 2,5 m³ de água por tonelada de cana e o circuito deve ser fechado, sendo a água reciclada e tratada. Após reutilização, a água e a matéria em suspensão podem ser despejadas na lavoura. Porém, o procedimento de lavagem da cana com água ocasiona perda considerável de ART, representando 3,32% das perdas totais no processamento da cana-de-açúcar. Para reduzir as perdas de ART e o consumo de água, a higienização da cana vem sendo realizada por procedimentos de limpeza a seco, como a limpeza pneumática (CGEE, 2009).

2.2.5 Resíduos da produção do etanol

2.2.5.1 Vinhaça

A vinhaça é um líquido residual resultante da destilação do mosto fermentado proveniente da cana-de-açúcar ou melaço. Conhecida por ser altamente poluente, caracteriza-se por possuir alto índice de demanda química de oxigênio (DQO) sendo de difícil degradação no meio ambiente e consequentemente um forte contaminante de águas superficiais e subterrâneas se utilizada de maneira discriminada e irracional (DAMY, LUZ E VIZZOTTO, 2008).

Porém, a vinhaça está sendo estudada para aplicação como biofertilizante na agricultura, agregando valor ao resíduo e a toda a cadeia produtiva da cana-de-açúcar. Para garantir o uso adequado da vinhaça neste setor, foi elaborada em 2006 a norma P4.231 “Vinhaça – Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola” que estabelece critérios e procedimentos para o devido armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça no solo do estado de São Paulo (CETESB, 2006).

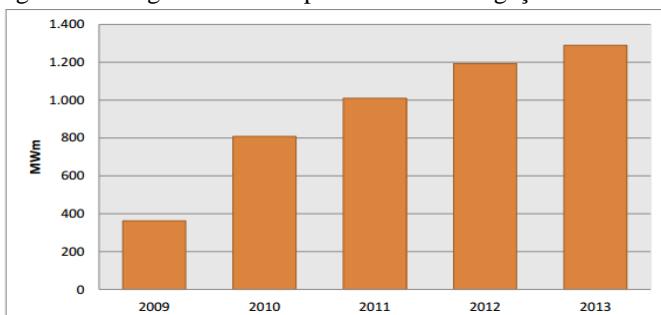
2.2.5.2 Bagaço e palha

São produzidos aproximadamente 240 a 280 kg de bagaço e 200 kg de palha e pontas por tonelada de cana moída, sendo empregados desde a revolução industrial na produção de vapor e energia elétrica garantindo a autossuficiência energética das usinas durante o período de safra (CGEE, (2009); UNICA (2011)).

Mas, desde a década de 1980, esses resíduos tem permitido a geração de excedentes de energia elétrica para o sistema brasileiro elétrico, que desde 2005 é negociada em leilões de energia promovidos pelo governo federal. A energia é comprada por distribuidores da rede elétrica e fornecida aos consumidores (UNICA, 2011).

A Figura 4 ilustra a energia contratada de bioeletricidade da cana nos últimos cinco anos. A quantidade contratada de energia proveniente do bagaço ainda é pequena se comparada à energia eólica, porém, ainda assim considera-se significativa (EPE, 2014).

Figura 4. Energia contratada proveniente de bagaço de cana



Fonte: CCEE (apud EPE, 2014)

Mais recentemente surgiram diversas iniciativas para o desenvolvimento do processo em larga escala da produção de etanol utilizando-se a celulose presente no bagaço da cana, conhecido como etanol de segunda geração. Esse procedimento poderá aumentar significativamente o volume gerado de etanol sem expandir a área de plantio (MASSAGARDI et al. 2013).

Estima-se que a capacidade de produção brasileira poderá atingir nos próximos anos 245 milhões de litros de etanol celulósico, distribuídos em cinco plantas em construção: Granbio/Carlos Lyra, Raízen, Odebrecht Agroindustrial, Petrobras/São Martinho e CTC (EPE, 2014).

2.3 ASPECTOS POLÍTICOS E ECONÔMICOS

Em função do forte impacto negativo causado pelos dois choques do petróleo na década de 1970, o governo criou o Programa Nacional do Álcool – Proálcool, com o intuito de diminuir a dependência de combustíveis fósseis (RIBAS e FLAUSINO, 2012).

Com o Contra choque do petróleo em 1989, houve forte queda dos preços internacionais do petróleo e o etanol começou a perder competitividade frente à gasolina, não obstante o governo retirou os subsídios concedidos para a produção de álcool. Assim, não houve como remunerar o alto nível de oferta necessária para o atendimento da frota, culminando na crise de abastecimento de etanol em 1990 (RIBAS e FLAUSINO, 2012, p. 5).

Com base em todo o histórico, as intervenções governamentais nas atividades do setor sucroalcooleiro têm sido reduzidas com a eliminação gradual de práticas de políticas públicas para regulamentação do mercado de etanol (UNICA, 2010, apud RIBAS e FLAUSINO, 2012).

Porém, o ano de 2002 foi um marco, no qual houve um afrouxamento gradual dos mecanismos de controle de precificação dos combustíveis no Brasil, resultando na total liberalização da formação de preços, sem controles diretos, nem preços mínimos e máximos de referência. Entretanto, para o petróleo, houve a liberalização parcial dos preços, havendo um preço mínimo estabelecido pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis, pelo Decreto nº 2.705/98, Art. 7º (COLOMER e TAVARES, 2012).

Colomer e Tavares (2012) enfatizam que, como o preço dos derivados no mercado internacional segue o preço do petróleo e que o preço mínimo de referência do petróleo nacional está correlacionado à cotação internacional do barril, observa-se que os preços domésticos dos derivados devem seguir as mesmas tendências que os preços dos derivados no mercado internacional, corrigidos pelas variações cambiais.

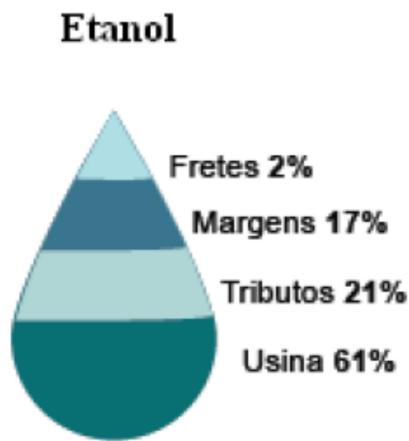
Nos dias atuais, os preços do etanol e do açúcar no mercado doméstico brasileiro não possuem regulamentação governamental e são determinados apenas por regras de livre comércio e concorrência. Além disso, a ausência de uma política pública que especifique claramente qual deve ser a participação do etanol entre os demais combustíveis pode afetar o crescimento da indústria no Brasil (ANÁLISE ENERGIA apud, RIBAS e FLAUSINO, 2012).

O único programa de apoio em funcionamento em favor do setor sucroalcooleiro nacional é o Programa de Financiamento à Estocagem de Álcool, fundamentado por meio de uma medida provisória, publicada em dezembro de 2011 no Diário Oficial da União, com o intuito de oferecer juros menores para o financiamento à estocagem de etanol, suprir a demanda interna e garantir um preço razoável no período de entressafra (RIBAS e FLAUSINO, 2012).

Diante de um cenário de recuo na produção e alta nos preços do etanol, a principal ação tomada pelo governo em 2011, foi a medida provisória que autoriza a ANP a fiscalizar e a regulamentar o setor, podendo, inclusive, decidir sobre políticas de importação e exportação. Também foi definido que o etanol deixa de ser derivado da produção agrícola para ser considerado um combustível estratégico (RIBAS E FLAUSINO, 2012, p.6).

Colomer e Tavares (2012) destacam que as variáveis que compõem os preços dos combustíveis brasileiros atualmente são os custos de produção, os tributos, as margens e os fretes. Observa-se, por exemplo, que em 2011 os custos de produção representaram 61% do preço do etanol e os tributos corresponderam a 21% (FIGURA 5). Dentre os tributos incidentes sobre os combustíveis, atualmente, estão o imposto de importação, o ICMS (Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação), as contribuições sociais PIS/PASEP (Contribuição para o Programa de Integração Social do Trabalhador e de Formação do Patrimônio do Servidor Público), COFINS (Contribuição Social para o Financiamento da Seguridade Social) e a CIDE (Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico).

Figura 5. Composição do preço do etanol em 2011.



Fonte: COLOMER E TAVARES (apud Fecombustíveis, 2012)

Michellon, Santos e Rodrigues (2008) destacam ainda a última fase do Proálcool envolvendo a discussão sobre o efeito estufa e, em março de 2003, o lançamento dos veículos bicombustíveis no Brasil, movidos tanto a álcool como a gasolina, chamados automóveis *flex*. Para Ribas e Flausino (2012) apud Silva (2010), essa tecnologia é balizada pela variação de preços do etanol e da gasolina, provocando o aumento contínuo da demanda interna por álcool e também causando um desafio para o país atender às crescentes demandas tanto interna, como externa.

2.3.1 Precificação do etanol

O preço do etanol em relação ao açúcar varia conforme a demanda. Como o etanol e o açúcar (fonte mais utilizada para a produção do etanol no Brasil) são derivados de uma mesma matéria-prima, os níveis de produção e precificação estão intrinsecamente ligados. Assim como em outros mercados, a maior parte do açúcar produzido é escoada para o mercado internacional, enquanto que a maioria da produção do etanol é destinada ao território nacional, por necessidade de suprir a demanda interna ou por barreiras tarifárias impostas por outros países (RIBAS e FLAUSINO, 2012).

De acordo com Ribas e Flausino (2012), um aumento no preço do etanol pode ser justificado por um escoamento do total de cana-de-açúcar processada para a produção de açúcar, se o preço no mercado internacional estiver mais alto. Porém, para o consumidor final, o que vale é comparação dos preços na bomba de abastecimento, obrigando-o a comparar preços e eficiência do etanol e da gasolina, para optar pela alternativa mais vantajosa.

Segundo Silva (2010), apud Ribas e Flausino (2012), a oscilação do preço do etanol também se relaciona à quantidade produzida, à dificuldade e ao custo de armazenagem e distribuição do etanol e dos impostos que incidem sobre o produto.

Ribas e Flausino (2012) ainda observam que, em São Paulo, por exemplo, a produção de etanol corresponde a quase 60% da produção total nacional. No entanto, na Figura 6, é possível observar que os preços do etanol anidro (misturado à gasolina) sempre estiveram acima dos do hidratado, fato este, relacionado à porcentagem fixada para adição de etanol na gasolina (FIGURA 6). Outro fato verificado é que, se não há regulamentação governamental sobre a precificação do etanol e se existe uma quantidade mínima a ser produzida de etanol anidro a fim de suprir a necessidade de adição à gasolina (porcentagem de 25% nos dias atuais), obviamente os produtores darão preferência à produção de etanol anidro, uma vez que este se torna mais lucrativo pela garantia de consumo.

Figura 6. Preço etanol anidro e hidratado no Estado de São Paulo 2002-2012.



Fonte: RIBAS E FLAUSINO (2012, apud CEPEA/ESALQ, 2012).

Constata-se, em vista disso, que os preços do açúcar exercem influência direta e indireta no preço do álcool combustível, relacionado também à eficiência do processo produtivo das usinas, às condições climáticas e à inexistência de uma política pública específica para esse mercado. Todavia, com a expectativa da obtenção do etanol celulósico (obtido a partir da quebra das cadeias da celulose de materiais como o bagaço e a palha da cana-de-açúcar) pode haver um aumento de produção, sem a necessidade de aumento de áreas plantadas, contribuindo para a redução do preço do produto (RIBAS e FLAUSINO, 2012).

2.3.2 Ameaças à produção mundial de alimentos

Existe uma preocupação quanto à possibilidade de que a expansão destes cultivos venha causar problemas sociais e ambientais. A discussão dos efeitos sobre a disponibilidade de alimentos e a elevação de preços também geram inquietação. No que tange à questão ambiental, em particular, os países potencialmente importadores do Brasil procuram certificar-se de que não estarão comprando uma produção que se faça à custa da destruição de florestas. Porém, a ameaça de destruição de vegetação nativa, não se limita à Amazônia. Na Malásia, por exemplo, a maior parte da floresta original já foi destruída nos anos recentes, em grande parte devido ao crescimento da demanda mundial pelo óleo de dendê, e já estão em andamento, naquele país, projetos de expansão da produção e exportação do biodiesel (SCHLESINGER, 2008).

O incremento da produção da cana-de-açúcar nos últimos anos vem ocorrendo em áreas próximas aos grandes centros consumidores, onde a terra é relativamente mais cara, porém, é compensada pela elevada margem de lucro. Observa-se no estado de São Paulo, forte redução nas áreas plantadas com milho e soja e naquelas dedicadas à pecuária bovina. Entretanto, no mesmo período, a produção brasileira de milho, soja e carne bovina, como um todo, apresentam também forte crescimento. O Brasil já é o maior exportador mundial dos derivados da cana, o que influencia o aumento expressivo na expansão do plantio e beneficiamento (SCHLESINGER, 2008).

Segundo Schlesinger (2008) o Brasil tem participação direta na crise mundial dos alimentos, com pouca terra e água escassa, e a tendência é que os biocombustíveis acabem disputando o mesmo território dos alimentos. Um aumento do cultivo de produtos para os biocombustíveis é um dos fatores que contribuem para a alta dos alimentos.

2.3.3 Impactos sobre a agricultura familiar

A valorização das terras no Brasil e, em especial, nas principais áreas de expansão da cana-de-açúcar, já está acarretando o deslocamento não só de atividades agrícolas e pecuárias de grande porte, como também das desenvolvidas pela agricultura familiar. A produção de etanol da cana-de-açúcar é apontada como a principal responsável pela valorização das terras, sobretudo em 2007, em diversas regiões do País. A valorização média das terras do Brasil foi de 11,64%. As regiões que tiveram maior valorização foram justamente aquelas em que a expansão da cana-de-açúcar vem ocorrendo com maior intensidade: Sudeste (17%), Centro-Oeste (12,2%) e Sul (11,64%). No interior paulista, em Araraquara, o plantio de grãos e a criação de gado estão sendo substituídos pela cana, fazendo o preço da terra subir 70% (MERCATTO, SCHLESINGER E OVERBEEK, 2010).

A consequente valorização das terras com a expansão da área plantada com cana em São Paulo compõe as demais lavouras e áreas de pastagens. Várias culturas típicas da região, como laranja e café, além da pecuária, cederam

espaço para a cana. Alguns reflexos deste avanço rápido e contínuo são sentidos no varejo, como o caso do preço do leite, que subiu cerca de 50% até meados de 2007. O consumidor tem pagado mais caro também por outros alimentos básicos, como arroz, feijão e milho. O avanço do plantio da cana-de-açúcar em São Paulo vem provocando também o aumento da concentração da produção nas mãos de usinas e grandes fornecedores, e eliminando pequenos produtores. Somente 25% da cana moída pelas usinas é proveniente de fornecedores independentes, e os demais 75% são produzidos pelas próprias usinas (SCHLESINGER, 2008).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, devido à grande expansão do setor sucroalcooleiro nos últimos anos, tem-se uma preocupação crescente quanto ao uso adequado de recursos naturais no processo industrial da cana-de-açúcar e à destinação dos resíduos gerados. É evidente a preocupação com a ocupação de áreas nativas para a produção da cana, porém, medidas ainda devem ser tomadas para garantir que o cultivo ocorra somente nas áreas aptas a essa expansão, como áreas degradadas. A cadeia do etanol tem se tornado mais eficiente e sustentável, o que pode ser atribuído ao cumprimento de normas impostas, ao exemplo do aumento da colheita mecanizada exigida pela Resolução SEMA nº 076 de 20 de Dezembro de 2010, e à busca das usinas pelo selo verde.

Quanto à precificação do etanol no mercado atual, verifica-se que o preço do mesmo ainda é balizado pelo preço do açúcar, e não diretamente pelo preço dos derivados do petróleo, dificultando sua comparação no ato da compra pelo consumidor final.

Além disso, a produção de açúcar e etanol ainda é influenciada pelas necessidades do mercado externo, dando-se preferência às importações. Consoante a isso, como se exige uma quantidade mínima a ser produzida de etanol anidro para ser adicionado à gasolina, os produtores têm preferido a produção de etanol anidro ao invés do hidratado.

No que tange à geração de empregos procedentes do setor sucroalcooleiro, observa-se que não se verificou o temor que havia sobre o impacto da mecanização no emprego. Com as mudanças tecnológicas, ocorreu um aumento significativo da produção, sem o aumento dos empregos, mas o setor manteve o seu peso na geração de empregos, apesar de não estar crescendo como o esperado. Além disso, a maioria dos trabalhadores possui carteira de trabalho assinada, resultando na formalização de empregos no setor, que tem uma importância relevante na geração de empregos no país e apresenta indicadores melhores do que outros setores.

Entretanto, existe uma preocupação com as ameaças à produção mundial de alimentos e a tendência é que os biocombustíveis acabem disputando território com outras culturas. Verifica-se que impactos sobre a agricultura familiar são relevantes uma vez que várias culturas típicas de regiões cederam espaço para a cana.

Destaca-se, portanto, que alguns aspectos em relação ao etanol devem ser revistos pelas autoridades, pois ainda há a tendência de se beneficiar as importações do açúcar mesmo se o mercado interno estiver sofrendo consequências por esse motivo. Consoante a isso, o preço do etanol ainda continua sendo balizado pelo preço do açúcar, o que dificulta a comparação com os derivados de petróleo na hora do consumo. Todavia, o país merece destaque pela produção de etanol de forma eficiente e por se sobressair entre outros países do globo perante a produção do biocombustível mais utilizado nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

- ACTIONAIDBRAGATO, I. R.; SIQUEIRA, E. S.; GRAZIANO, G. O.; SPERS, E. E. **Produção de açúcar e álcool versus Responsabilidade Social Corporativa: as ações desenvolvidas pelas usinas de cana-de-açúcar frente às externalidades negativas.** 2008. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/G&P_Sucro.pdf>. Acesso em: Out, 2014.
- BRANDÃO, D.; GOLTZ, E.; CARVALHO, M. A.; RUDORFF, B. F. T.; PONZONI, F. J. **Distinção de Classes de Cana-de-Açúcar Através do NDVI.** In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal – RS, p. 105 – 111, Abr., 2009.
- CASA CIVIL – Sistema Estadual de Legislação. **Resolução SEMA nº 076 - 20 de Dezembro de 2010.** Dez., 2010. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=59961&codTipoAto=&tipoVisualizacao=original>>. Acesso em: Out, 2014.
- CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Energia Comercializada nos leilões de energia.** 2013. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>, apud EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Ano 2013.** 63 p., Jul., 2014.
- CETESB. **Vinhaça – Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola. Norma P4.231.** 12 p. Dez., 2006.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Bioetanol Combustível: Uma Oportunidade para o Brasil.** Brasília - DF, 536 p., Out., 2009.

COLOMER, M.; TAVARES, A. **Precificação de Combustíveis no Brasil e as Barreiras ao Investimento.** In: CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ECONOMIA DA ENERGIA, 2012.

COSTA, C.C.; GILHOTO, J. J. M.; MORAES, M. A. F. D. **Impactos sociais do aumento de demanda de etanol hidratado versus gasolina e na economia brasileira.** In: IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 2011.

CUNHA FILHO, J. H.; FERREIRA FILHO, J. B. S. **Impactos Econômicos da Expansão da Produção de Etanol sob a Ótica da Matriz de Contabilidade Social Brasileira.** Apresentação Oral-Estrutura, Evolução e Dinâmica dos Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais, 2009.

DAMY, C. R. S.; LUZ, P. H. C.; VIZZOTTO, B. A. **Manejo do Uso da Vinhaça no Solo Agrícola de Acordo com a Norma Técnica P4.231.** Rev. Nucleus, Ed. Especial, p. 76 – 81, 2008.

DA SILVA, J. W.P.; DA SILVA, A.A. **Etanol – Benefícios, Impactos e Tecnologias.** Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Ano 2013.** 63 p., Jul., 2014.

FLEXOR, G. A **Conturbada Trajetória do Álcool Combustível no Brasil e seus Desafios Atuais.** In: OBSERVATÓRIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A AGRICULTURA, 2007.

GRISOLI, R. P. S. **Comparação das Emissões de Gases do Efeito Estufa no Ciclo de Vida do Etanol de Cana-de-açúcar no Brasil e os Critérios da Diretiva Européia para Energias Renováveis.** Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

GURGEL, A. C. **Impactos da Política Americana de Estímulo aos Biocombustíveis Sobre a Produção Agropecuária e o Uso da Terra.** Rev. Econ. Sociol. Rural, Piracicaba, SP, vol. 49, n. 1, Jan./Mar., 2011.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **CANASAT – Monitoramento da Cana-de-Açúcar.** [s.d]. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/cultivo.html>>. Acesso em: Out., 2014.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-ccgip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>>, apud, EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis, Ano 2013.** 63 p., Jul., 2014.

MACHADO, F.B.P. **Brasil, a doce terra: história do setor sucroalcooleiro: Texto para discussão.** 2003. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/conteúdo/história do setor.asp>>. Acesso em: Out., 2014.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário Estatístico da Agroenergia.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia/index.html>, 2010. Acesso em: Out., 2014.

_____. **Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar: Expandir a Produção, Preservar a Vida, Garantir o Futuro.** Documentos 110, ISSN1517-2629, Rio de Janeiro - RJ, Set., 2009.

MASSAGARDI, M. A.; FERNANDES, V.; VASCONSELOS, E. C.; JANISSEK, P. **Análise crítica do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDEE 2021 - Questões socioeconômicas e ambientais decorrentes das estratégias brasileiras para o etanol combustível.** Rev. Brasileira de Ciências Ambientais, n. 29, 13 p., Set., 2013.

MERCATTO, C.; SCHLESINGER, S.; OVERBEEK, W. Cortina de fumaça: o que se esconde por trás da produção de agrocombustíveis. In: REVISTA ACTIONAID, 2010.

MICHELLON, E.; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUES, J. R. A. **Breve Descrição do Proálcool e Perspectivas Futuras para o Etanol Produzido no Brasil.** In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008.

NARDY, V.; GURGEL, A. C. **Impactos da liberação do comércio de etanol entre Brasil e Estados Unidos sobre o uso da Terra e emissão de CO₂.** Rev. Nova Economia, Belo Horizonte, vol. 23, n. 3, p. 693 – 726, 2013.

NOVA CANA. **Sistemas de Preparo do Solo para Plantio da Cana.** Jan., 2013. Disponível em: <<http://www.novacana.com/cana/sistemas-preparo-solo-plantio-da-cana/>>. Acesso em: Out./2014.

_____. **Uso da Água na Produção da Cana-de-açúcar e Etanol.** Fev., 2013. Disponível em: <<http://www.novacana.com/cana/uso-agua-producao-cana-etanol/>>. Acesso em: Out.,2014.

PAIXÃO, M. **Relações de trabalho na agroindústria sucroalcooleira do Brasil: exclusão ou cidadania?** In: FERRAZ, J.M.G.; PRADA, L.S.; PAIXÃO, M. – Certificação socioambiental do setor sucroalcooleiro. São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.111-146.

RAÍZEN. **Potência Energética.** Rev. Raízen, [s.l.], n. 12, 32 p., 2014.

RIBAS, S. L. S.; FLAUSINO, B. F. P. G. **Mercado do etanol brasileiro: Composição de preços e perspectivas.** In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENEGENHARIA DE PROCUÇÃO, 2012.

SCHLESINGER, S. **Lenha nova para a velha fornalha - A febre dos agrocombustíveis.** 1^a Ed. Rio de Janeiro, 2008.

SHIKIDA, P. F. A. **Expansão canavieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades.** Rev. de Política Agrícola [s.l.], ano. 22, p. 122-137, Abr./Mai./Jun., 2013.

TONETO JUNIOR., R.; LIBONI, L. B.. **Mercado de trabalho da cana-de-açúcar.** In: ANAIS DO I WORKSHOP DO OBSERVATÓRIO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO, Ribeirão Preto, 2008.

_____. **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. **Açúcar e álcool: responsabilidade social numa história de desenvolvimento sustentável.** São Paulo, 2004. 16p.

_____. **A Sustentabilidade do Setor Sucroalcooleiro Brasileiro.** [s.d.]. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/sustentabilidade/>>. Acesso em: Out, 2014.

_____. **Balanço 2013. Principais ações e Projetos.** 32 p., 2013.

_____. **Bioeletricidade: A Energia Verde e Inteligente do Brasil.** Cartilha da Bioeletricidade. 15 p. Agos., 2011.

_____. **Comunicação Pessoal.** 2014; UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Análise de Safra 2013/2014.** São Paulo, 59 p., 2013, apud, EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis,** Ano 2013. 63 p., Jul., 2014.

_____. **Relatório de Sustentabilidade.** São Paulo, 128 p, 2010.