

# Há Espaço para uma Relação Harmoniosa entre a Produção de Biocombustíveis e a Segurança Alimentar?

## *Is there Room for a harmonious Relationship between Biofuel Production and Food Security?*

## *¿Existe Espacio a una Relación Armoniosa entre la Producción de Biocombustibles y la Seguridad Alimentaria?*

---

Wellington Pereira\*

---

### RESUMO

Nos últimos anos os países buscaram ampliar a produção de biocombustíveis renováveis de modo a reduzir a dependência de combustíveis fósseis e a emissão de poluentes. Neste contexto, a produção de biocombustíveis se ampliou exponencialmente, gerando impactos preocupantes sobre os preços de algumas commodities agrícolas. Ao mesmo tempo que os países estiveram mais preocupados em assegurar sua segurança energética de maneira sustentável, houve uma ampliação da insegurança alimentar no mundo. A crescente produção de biocombustíveis teria prejudicado a segurança alimentar devido à disputa pelo uso das mesmas commodities agrícolas para a produção de alimentos e biocombustíveis. Este trabalho tem o objetivo de discutir uma via alternativa de expansão da produção de biocombustíveis, de modo a minimizar o conflito entre usos distintos das commodities agrícolas. Para isso, destaca-se a produção de biocombustíveis a partir de biomassa lignocelulósica. Conclui-se que o Brasil possui uma grande oportunidade para a expansão da produção de etanol de segunda geração sem que isso gere prejuízos à segurança alimentar.

*Palavras-chave:* Biocombustíveis. Etanol. Biomassa. Segurança alimentar. Commodities agrícolas.

### ABSTRACT

*In order to reduce dependency on fossil fuels and the emission of greenhouse gases, and to ensure energetic security, countries have emphasized the production of renewable biofuels. However, the exponentially increased production of biofuels has seriously impacted the prices of some agricultural commodities, which renders food security a less attainable agenda given the dispute over allocating the same agricultural resources to the production of either food or biofuels. An alternative way of increasing the production of biofuels that would minimize conflicting uses of agricultural commodities is discussed here: the lignocellulosic biomass. We conclude that this represents for Brazil a valuable opportunity of increasing the production of second-generation ethanol without compromising food security.*

*Keywords:* Biofuels. Ethanol. Biomass. Food security. Agricultural commodities.

---

\* Economista, Mestre em Desenvolvimento Econômico e Doutor em Políticas Públicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Professor do Departamento de Economia da UFPR. Membro do Grupo de Pesquisas em Agricultura e Sistemas Agroalimentares (GPASA). E-mail: wds pereira@yahoo.com.br  
Artigo recebido em ago./2017 e aceito para publicação em out./2017.

## RESUMEN

*En los últimos años países han buscado ampliar la producción de biocombustibles renovables para reducir la dependencia de combustibles fósiles y la emisión de contaminantes. En este contexto, la producción de biocombustibles se amplió exponencialmente, generando impactos preocupantes sobre los precios de algunos commodities agrícolas. Al mismo tiempo que los países estuvieron más preocupados en asegurar su seguridad energética de manera sostenible, hubo una ampliación de la inseguridad alimentaria en el mundo. Así, la creciente producción de biocombustibles habría perjudicado la seguridad alimentaria debido a la disputa por el uso de los mismos commodities agrícolas en la producción de alimentos y de biocombustibles. Este trabajo tiene el objetivo de discutir una vía alternativa de expansión de la producción de biocombustibles para minimizar el conflicto en el uso de los commodities agrícolas. Así, se destaca la producción de biocombustibles a partir de biomasa lignocelulósica. Se concluye que Brasil posee una gran oportunidad para la expansión de la producción de etanol de segunda generación sin que ello genere perjuicios a la seguridad alimentaria.*

*Palabras clave: Biocombustibles. Etanol. Biomasa. Seguridad alimentaria. Commodities agrícolas.*

## INTRODUÇÃO

Muito vem se discutindo sobre o potencial conflito entre alimento e energia a partir de *commodities* agrícolas, enquanto diversos estudos têm indicado que apostar nas tecnologias direcionadas aos biocombustíveis renováveis é um caminho importante para a redução das emissões de gases de efeito estufa que contribui para um desenvolvimento ambientalmente mais sustentável. Há muito tempo o Brasil é um exemplo importante na produção e no uso dos biocombustíveis tradicionais, especialmente o etanol de primeira geração. As atividades relacionadas à produção de biocombustíveis respondem por mais de 1,7 milhão de empregos no mundo, sendo que 845 mil deles estão no Brasil (UNCTAD, 2016). Ademais, recentemente tem crescido o espaço dado à sua produção a partir de biomassa lignocelulósica, também chamada de segunda geração, ainda que em pequena escala a produção comercial de etanol de cana-de-açúcar de segunda geração já tenha se iniciado no Brasil.

Paralelamente à expansão da produção de biocombustíveis de fonte renovável que se utiliza de *commodities* agrícolas como matéria-prima, tem-se ampliado as preocupações sobre os possíveis impactos negativos sobre a oferta desses produtos, que, em muitos casos, ocupam um papel de destaque na alimentação humana. Ao mesmo tempo, há uma corrida em diversos países buscando bioenergias alternativas renováveis que não sejam conflitantes com a produção de alimentos, de modo a substituir ao menos parte da demanda crescente por combustíveis fósseis (FAO, 2010).

É necessário compreender as interpretações formuladas em torno da restrição aos avanços na produção de biocombustíveis, por acarretarem prejuízos à segurança alimentar em diversos países. Ao mesmo tempo, é coerente conhecer os argumentos que indicam o contrário, ou seja, que a expansão da produção de biocombustíveis renováveis é possível sem competir com a alimentação humana. Embora seja um tema estratégico, a segurança alimentar não tem que, necessariamente, rivalizar com as preocupações referentes à segurança energética. A compreensão das possibilidades para um encaminhamento não conflitivo dessas questões é de extrema importância no contexto atual.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma via alternativa de expansão da produção de biocombustíveis de modo a minimizar o conflito que surge da dualidade no uso das *commodities* agrícolas, seja como insumo para a produção de biocombustíveis seja como base para uso alimentar. Destaca-se o caso da produção de biocombustíveis a partir de biomassa lignocelulósica como uma forma de reduzir tal “disputa” e abrir novas oportunidades não conflitantes. Além da introdução e das conclusões, o artigo apresenta quatro seções. A primeira delas resume o cenário de agravamento da crise e da insegurança alimentar a partir dos impactos que ocorrem sobre os preços de *commodities* agrícolas. A segunda parte traz uma breve discussão sobre os diferentes tipos de biocombustível e aqueles que podem ser produzidos a partir de biomassa. A terceira seção debate o papel do Estado perante o conflito no uso dos produtos agrícolas. Nesse âmbito, faz-se uma breve exposição sobre a conduta de alguns países, sobretudo no que tange à adoção de metas para produção de biocombustíveis e dos

possíveis reflexos dessas medidas para a segurança alimentar. Por fim, na quarta seção são discutidos os possíveis horizontes e possibilidades de expansão da produção de bioenergia/biocombustíveis que não conflitem com a produção de alimentos.

## 1 AS INTERFERÊNCIAS NOS PREÇOS AGRÍCOLAS NUM CENÁRIO DE INSEGURANÇA ALIMENTAR

Dois fatores são apontados como possíveis explicações para a insegurança alimentar no mundo. Primeiramente, entre 2005 e 2008 ocorreu a maior crise alimentar no mundo, quando os preços dos principais alimentos básicos cresceram exponencialmente, tendência mantida nos anos seguintes, apesar das reduções nos preços após 2008. Em segundo lugar, a crise financeira de 2008 contribuiu para que os países ricos cortassem parte significativa dos subsídios que forneciam a países extremamente vulneráveis à insegurança alimentar. Ademais, foi no decorrer dos anos 2000 que investimentos em bioenergia passaram a receber maior atenção. Ao mesmo tempo crescia fortemente a demanda por *commodities* agrícolas e, conseqüentemente, ficavam mais evidentes os efeitos negativos dos aumentos nos preços de diversos alimentos (FAO, 2010). Assim, o crescimento explosivo nos preços de alimentos e *commodities* agrícolas (como ocorrido em 2007, 2008 e 2011) teria contribuído para ampliar a insegurança alimentar e a desnutrição em diversos lugares do planeta (FAO, 2015).

Durante a crise alimentar de 2008, verificou-se que entre 20% e 40% dos aumentos nos preços dos alimentos se deveram à maior demanda de insumos para produção de biocombustíveis. Neste mesmo ano, o presidente do Banco Mundial, Robert Zoellick, ressaltou os efeitos negativos para a segurança alimentar depois que muitos países passaram a estabelecer metas ousadas para acelerar a produção de biocombustíveis produzidos a partir do processamento de produtos agrícolas (WISE; COLE, 2015).

Os picos dos preços de alimentos verificados em 2011 foram superiores àqueles vistos entre 2007 e 2008. Segundo Achterbosch et al. (2014), os preços dos grãos aumentaram 92% em termos nominais e 57% em valores reais entre 2005 e 2012. O uso de matérias-primas agrícolas na produção de biocombustíveis teria contribuído para afetar os preços agrícolas em dois contextos: no curto prazo, favorecendo a sua volatilidade, e no longo prazo, contribuindo para seu aumento sustentado. Adicionalmente, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) mostram que cerca de 65% do óleo vegetal da Europa, 50% da cana-de-açúcar do Brasil e 37% do milho dos EUA estão sendo utilizados para a produção de biocombustíveis. Outros países em desenvolvimento, como Tailândia, Argentina, Indonésia, Índia, Colômbia, Filipinas e Malásia também têm aumentado sua produção de biocombustíveis nos últimos anos (ACHERBOSCH et al., 2014). O gráfico 1 mostra a evolução dos preços de *commodities* agrícolas e dos cereais, separadamente. É possível ver a relação direta do comportamento dos preços dos cereais com a média de preços das *commodities*

agrícolas em geral. Além disso, o gráfico aponta os momentos em que ocorreram crises alimentares, quando os preços atingiram patamares recordes (2007-2008, 2011 e 2013).

GRÁFICO 1 - COMPORTAMENTO DOS PREÇOS MÉDIOS DE ALIMENTOS E DE CEREAIS - 1990-2016



FONTE: Base de Dados da FAO

De um lado, as estimativas obtidas por Baffes e Haniotis (2010) indicam que os biocombustíveis respondem por somente 1,5% da área produtora de grãos e oleaginosas. Por outro lado, verificou-se que há um nível no qual os preços de energia afetam os preços agrícolas. Quando o preço do barril de petróleo passou dos US\$ 50, houve reflexos diretos sobre os preços do milho, por exemplo. Essa correlação foi analisada para outras *commodities* e a conclusão a que se chegou foi que, de fato, há uma correlação entre os preços de energia e a variação nos preços de *commodities* agrícolas.

Seguindo essa interpretação, Sammut (2015) mostrou que a volatilidade nos preços dos alimentos nos últimos quatro anos não pode ser explicada somente pelos “fundamentos de mercado” no que tange às relações de oferta e demanda, uma vez que são as falhas no funcionamento desse mercado mundial de grãos que têm contribuído para piorar a volatilidade nos preços. A grande crise financeira iniciada em 2008 contribuiu para comprovar que o excesso de liquidez financeira no cenário internacional também favoreceu a expansão da especulação no mercado futuro de *commodities*. O número de contratos de derivativos relacionados ao mercado de *commodities* agrícolas cresceu em seis vezes entre 2002 e 2008 (SAMMUT, 2015). Isso sugere que cada vez mais as *commodities* agrícolas passaram a desempenhar uma função central na determinação de maiores lucros de grandes investidores devido aos aumentos nos preços. Por outro lado, as populações de países mais vulneráveis foram crescentemente prejudicadas, intensificando a insegurança alimentar das pessoas que passaram a ter acesso mais restrito a alimentos básicos mais caros.

Ainda que a maior demanda de insumos para a produção de biocombustíveis tenha gerado efeitos perversos nos preços de *commodities* agrícolas, faz-se necessário discutir se o aumento na produção de biocombustíveis deve ocorrer somente com a expansão da produção de *commodities* agrícolas ou por vias alternativas. No próximo item serão apresentadas as diferentes matérias-primas agrícolas utilizadas na produção de biocombustíveis, tal como a possibilidade de ampliar a produção de biocombustíveis por meio do uso de biomassa muitas vezes descartada. É por isso que a evolução das pesquisas e da produção de biocombustíveis de segunda geração, obtidos a partir da biomassa lignocelulósica, contribui para a expansão da produção de biocombustíveis em uma via alternativa, sem que haja conflito com a produção de alimentos.

## 2 AS DIFERENTES MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

Os biocombustíveis são a energia produzida direta ou indiretamente a partir da biomassa (vegetal ou animal). Eles podem ser tanto os tradicionais líquidos, como também gasosos (por exemplo, gás metano) ou sólidos (carvão e lenha) (FAO, 2010). A biomassa foi o primeiro recurso energético utilizado pela humanidade e atualmente responde por cerca de 10% da oferta de energia primária no mundo, sendo que 52% de toda a energia renovável é gerada a partir daquela fonte (YOUNGS et al., 2015). Dentre os biocombustíveis tradicionais (também chamados de primeira geração), tem-se o etanol, o biodiesel e os óleos vegetais, produzidos a partir de matérias-primas agrícolas como o milho, cana-de-açúcar, beterraba, trigo, batata, canola, soja, girassol, óleo de palma e gorduras animais (ACHERBOSCH, 2014; UNCTAD, 2016). O quadro 1 apresenta as principais matérias-primas para a produção de biodiesel e de etanol, bem como os custos de produção estimados para cada tipo de biocombustível.

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS E CUSTOS DOS BIOCOMBUSTÍVEIS CONVENCIONAIS - PRIMEIRA GERAÇÃO

TIPO DE BIOCOMBUSTÍVEL	MATÉRIA-PRIMA	CARACTERÍSTICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS	CUSTOS DE PRODUÇÃO ESTIMADOS (CENTAVOS DE US\$/LITRO)
Biodiesel	Soja, colza, mostarda, palma, jatropha, resíduos de óleos vegetais e gorduras animais	Gama de matérias-primas com diferentes rendimentos por hectare; portanto, os custos de produção variam muito entre os países. Coprodutos incluem farinha de alta proteína.	Óleo de soja: 56-72 (Argentina); 100-120 (média global)
			Óleo de palma: 100-130 (Indonésia, Malásia e outros)
			Óleo de colza: 105-130 (Europa)
Etanol	Cana-de-açúcar, beterraba, milho, mandioca, sorgo e trigo	Gama de matérias-primas com grande rendimento e variações de custo. Os coprodutos incluem alimentação animal, calor e energia obtidos a partir de resíduos de bagaço. Os biocombustíveis avançados estão começando a se tornar totalmente comerciais e ainda têm maiores custos de produção.	Cana-de-açúcar: 82-93 (Brasil)
			Milho (usina seca): 85-128 (EUA)

FONTE: UNCTAD (2016, p.7)

Como já mencionado, as principais matérias-primas para a produção de biocombustíveis são, também, produtos agrícolas utilizados para fins alimentícios. O óleo de soja é o caso para o qual a faixa de custo de produção do biodiesel, na Argentina, é a menor, muito inferior à média global. A faixa de custo de produção de etanol de milho nos EUA oscila entre US\$ 0,85 e US\$ 1,28 por litro e, ainda que parte desses valores se aproxime daqueles vistos para a produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil, neste a faixa de custos é inferior. Isso demonstra a maior competitividade da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis quando comparada a outras matérias-primas que são, via de regra, também utilizadas para fins alimentícios<sup>1</sup>.

A cana-de-açúcar se destaca também quando se verifica sua capacidade de produção em litros de etanol por hectare plantado e sua capacidade de redução de emissão de gases de efeito estufa ao longo de todo o seu ciclo de vida (desde o plantio da cana-de-açúcar até o consumo final do etanol). O quadro 2 mostra esses resultados para o etanol de primeira geração produzido a partir da cana-de-açúcar. Além disso, é mínimo seu impacto direto na competição com a produção de alimentos; diferentemente da ampla maioria das outras *commodities* agrícolas. A única exceção é a *Jatropha*, planta cultivada na África, que não é utilizada para quaisquer fins alimentícios e tem uma capacidade de redução da emissão de gases de efeito estufa intermediária, mas uma produtividade por área plantada inferior. Observa-se que outras matérias-primas agrícolas (celulose do milho, eucalipto, *switchgrass* e o *miscanthus*) podem ser utilizadas na obtenção de biocombustíveis lignocelulósicos ou de segunda geração. Esses biocombustíveis são produzidos a partir de celulose, hemicelulose ou lignina, que são partes da estrutura vegetal da biomassa. Tais materiais podem se tornar relativamente menos custosos como fonte de produção de biocombustíveis por serem abundantes e não servirem à alimentação humana. Assim, os fatores que ainda limitam a produção de etanol lignocelulósico são, sobretudo, de natureza tecnológica e econômica (DOE, 2010).

Dos quatro casos mencionados anteriormente, somente o uso da biomassa lignocelulósica do milho pode gerar algum conflito com o seu uso destinado à alimentação básica (sobretudo para ração animal). Diferentemente, nos outros casos esse risco não existe e os respectivos potenciais de geração de biocombustíveis por área plantada são bem superiores, além de que as capacidades de redução da emissão de gases do efeito estufa dos biocombustíveis obtidos a partir dessas matérias-primas são elevadas.

O quadro 2 não menciona a produção de biocombustível de segunda geração a partir da biomassa lignocelulósica da cana-de-açúcar. Mas o etanol obtido

---

<sup>1</sup> A cana-de-açúcar também é utilizada para produzir açúcar e, recorrentemente, a produção total de etanol oscila no Brasil na medida em que os preços internacionais do açúcar aumentam. Isso faz com que haja um direcionamento do uso da cana-de-açúcar para a produção de açúcar. Como o mercado de etanol no Brasil sofreu oscilações ao longo do tempo, foi raro que o efeito inverso ocorresse. Ou seja, que houvesse um maior direcionamento de cana-de-açúcar para a produção de etanol em vez de se produzir mais açúcar. Isso seria um exemplo contrário ao que se dá no caso do mercado de milho, por exemplo, quando seu preço médio internacional aumenta. Nos EUA o aumento no uso do milho para produção de etanol fez com que o preço médio desse cereal aumentasse muito e prejudicasse os consumidores de produtos alimentícios.

a partir dessa biomassa já foi considerado altamente capaz de reduzir a emissão de gases de efeito estufa pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA (SCHNEPF; YACOBUCCI, 2013). Como demonstrado no quadro 3, para ser considerado biocombustível celulósico (segunda geração) o produto precisa reduzir em pelo menos 60% a emissão de gases de efeito estufa.

QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS DE CULTURAS AGROENERGÉTICAS SELECIONADAS

CULTURA	TOLERÂNCIA À SECA	NECESSIDADE DE CHUVAS	GERAÇÃO APROXIMADA DE BIOCOMBUSTÍVEL (LITROS/HA)	REDUÇÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (EXCLUÍ MUDANÇAS NO USO DA TERRA) (%)	COMPETIÇÃO DIRETA COM A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS	SINERGIA POTENCIAL COM A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS
Culturas de açúcar						
Cana-de-açúcar	pobre	alta	4.000-8.000	70-90	mínima	alguma
Sorgo doce	excelente	baixa	3.000-6.000	50-60	mínima	sim
Culturas de amido						
Mandioca	boa	moderada	2.000-3.000	20-50	sim	sim
Milho	pobre-moderada	moderada	3.000-5.000	30-60	sim	sim
Culturas de óleo						
Jatropha	excelente	moderada	2.000-3.000	40-60	não	alguma
Óleo de palma	pobre-moderada	muito alta	3.000-7.000	35-70	sim	alguma
Óleo de soja	pobre-moderada	moderada	400-1.000	25-50	sim	sim
Lignocelulose (Segunda Geração)						
Celulose de milho	pobre-moderada	moderada	4.000-8.000	80-110	mínima	sim
Eucalipto	bom	moderada	6.000-18.000	90-110	não	não
Switchgrass	boa	moderada	4.000-10.000	80-100	não	não
Miscanthus	bom	moderada	5.000-15.000	90-110	não	não

FONTE: Johnson (2014)

QUADRO 3 - CAPACIDADE DE REDUÇÃO NA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA, SEGUNDO AS CATEGORIAS DE BIOCOMBUSTÍVEIS ESTABELECIDAS NA EISA DE 2007

BIOCOMBUSTÍVEIS	CAPACIDADE DE REDUÇÃO (%)
Renováveis (em geral)	20
Avançados	50
Diesel a partir de biomassa	50
Etanol celulósico	60

FONTES: US Congress (2007) e Schnepf e Yacobucci (2013)

NOTAS: Elaboração do autor.

Comparação baseada na emissão da gasolina e do diesel.

Verifica-se que, diferentemente do etanol de milho produzido nos EUA, enquadrado na categoria biocombustível renovável, o etanol de cana-de-açúcar de primeira geração foi classificado pela EPA na categoria biocombustível avançado porque consegue reduzir em pelo menos 50% a emissão de gases de efeito estufa comparativamente aos combustíveis fósseis. E o etanol celulósico produzido a partir da biomassa residual da cana-de-açúcar reduzirá ainda mais essas emissões.

A Agência Internacional de Energia (IEA) projeta um crescimento de 150% na produção de biocombustíveis de primeira geração até 2035. Ademais, espera-se que 8% do combustível utilizado virá de biocombustíveis, sendo 4/5 deles provenientes daqueles de primeira geração, e o restante de biocombustíveis de segunda geração (WISE; COLE, 2015). Só essa constatação já faz crer que, caso não ocorram mudanças nos padrões atuais de produção de biocombustíveis tradicionais, poder-se-á ter mais problemas, com impactos desfavoráveis sobre os preços de *commodities* agrícolas.

### 3 O PAPEL DO ESTADO NA GOVERNANÇA DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Os avanços na produção de biocombustíveis requerem um acompanhamento cuidadoso por parte dos gestores públicos, sem que políticas voltadas para segurança alimentar sejam negligenciadas. Iniciativas de produção de biocombustíveis têm sido apoiadas, historicamente, por políticas públicas em países desenvolvidos e em desenvolvimento através de mecanismos regulatórios de modo a evitar, por exemplo, problemas como o uso indiscriminado da terra e da água. Tendo em vista um interesse maior na produção de insumos agrícolas para biocombustíveis, torna-se necessária uma governança eficaz para assegurar que os agricultores mais pobres e desfavorecidos no âmbito do sistema agroalimentar também possam ser beneficiados (OSSEWEIJER et al., 2015). O posicionamento do Estado nesse contexto é uma variável central para o avanço da produção de biocombustíveis menos poluentes e que não compitam com a produção de alimentos. Por isso, as políticas de suporte que estimulem desenvolvimentos tecnológicos e a reorganização do mercado se tornam fundamentais para uma sustentação de novos produtos no mercado (BOMTEMPO; CHAVES, 2014). Esse é o caso de determinados produtos relacionados à bioenergia, como os biocombustíveis de segunda geração (MEIJIL et al., 2015). Por isso o engajamento do Estado é importante para estimular esses avanços.

Se a produção de bioenergia é vista como uma opção estratégica e segura por parte dos governos para enfrentar a dependência dos combustíveis fósseis, as políticas devem proporcionar aumentos na produção e na produtividade no setor agrícola (FAO, 2010). Desse modo, fortalecer abordagens institucionais e de políticas públicas preocupadas com essas questões se torna fundamental para o avanço da produção de biocombustíveis de modo sustentável (NOGUEIRA et al., 2015). Portanto, a participação do Estado nesse contexto, definindo políticas e orientando ações, é uma condição *sine qua non*.

Políticas públicas voltadas para o conflito entre a produção de alimentos e de biocombustíveis podem estimular o deslocamento da produção de biocombustíveis tradicionais para os de segunda geração. Esses últimos têm maiores possibilidades de reduzir as emissões de poluentes e ao mesmo tempo propiciar um salto na produtividade não conflitantes com a produção de alimentos (WISE; COLE, 2015). Desse modo, o Estado torna-se uma variável fundamental para estimular investimentos direcionados ao desenvolvimento tecnológico do processo produtivo de biocombustíveis de segunda geração. A conversão de biomassa em biocombustíveis, de forma eficiente e competitiva, ainda não ocorre em larga escala e apresenta desafios técnicos, políticos e econômicos pela frente. Portanto, o suporte público ao desenvolvimento tecnológico nessa área pode abrir oportunidades para uma economia competitiva baseada em biorecursos.

### 3.1 OS PROBLEMAS CAUSADOS PELA ADOÇÃO DE METAS NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Ainda que seja importante que os países em desenvolvimento participem do avanço da produção de biocombustíveis, a FAO (2010) alerta que é necessário que os governos sejam cautelosos na implementação de políticas energéticas, sem desconsiderar possíveis impactos negativos para o setor agrícola. O crescimento da demanda por biocombustíveis e o estabelecimento, por diversos países, de mandatos definindo quantidades necessárias para consumo de biocombustíveis também contribuem para o aumento e volatilidade dos preços de alimentos em 2008 e 2011/2012. Ainda que as políticas de maior destaque sejam o US Renewable Fuel Standard (RFS) dos EUA e o Renewable Energy Directive (RED) da União Europeia, atualmente há 64 países com algum tipo de mandato impondo metas para o consumo de biocombustíveis (WISE; COLE, 2015). Os autores argumentam que os governos precisam reavaliar suas políticas de mandatos, sobretudo em tempos em que a volatilidade nos preços das *commodities* agrícolas tem gerado muitos prejuízos aos países mais pobres, em particular no tocante à alimentação. Assim, as condutas de estímulo e subsídios a biocombustíveis de primeira geração adotadas por diversos países estariam afetando negativamente a oferta de alimentos.

Portanto, os desafios e problemas indicam que as políticas de mandatos de produção e consumo de biocombustíveis devem privilegiar os biocombustíveis de segunda geração, produzidos a partir de biomassa lignocelulósica e que não gerem conflitos com a produção de alimentos. O Brasil, em especial, já apresenta elevado *know-how* na produção do tradicional etanol de cana-de-açúcar, o que contribui para que se tenha uma maior vantagem relativa na produção de etanol de segunda geração, dada a possibilidade de uso do bagaço e da palha já moídos e não aproveitados.

#### 4 HORIZONTES PROMISSORES NA EXPANSÃO DA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Como já registrado, a ciência e a tecnologia desempenham papéis fundamentais para o desenvolvimento sustentável dos biocombustíveis (YOUNGS et al., 2015). E a criação e expansão do mercado brasileiro de etanol de cana-de-açúcar é um exemplo importante em que a inovação e o acúmulo de conhecimentos foram imprescindíveis. Os modelos tradicionais de produção de energia têm sido crescentemente criticados e vistos como insustentáveis sob o ponto de vista ambiental. Assim, a preocupação com as mudanças do clima passou a trazer para o centro do debate os interesses voltados aos biocombustíveis como possibilidade para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Mas isso depende muito dos avanços em pesquisas relacionadas à viabilidade das matérias-primas e às tecnologias necessárias, sem causar mais prejuízos nos diversos contextos, sobretudo em termos de segurança alimentar (FAO, 2012).

Nesse sentido, Wise e Cole (2015) defendem que o foco de ações esteja na geração de biocombustíveis que não demandem insumos que possam se tornar alimentos. Desse modo, os biocombustíveis de segunda geração podem ter a capacidade de alterar o cenário recente em que há uma competição entre os distintos usos dos insumos agrícolas. Pesquisas e incentivos voltados aos biocombustíveis de segunda geração são necessários e poderiam contribuir para reduzir incertezas futuras. Mas a produção de bioenergia só poderá conduzir para o desenvolvimento sustentável se ela não deslocar terras e outros recursos produtivos em detrimento da produção de alimentos. É por essa razão que o futuro da bioenergia também está diretamente relacionado ao futuro da segurança alimentar no mundo (FAO, 2007). Uma saída estratégica para a não competição entre produção de alimentos e de biocombustíveis está em se destinar maiores incentivos à produção de biocombustíveis de segunda geração que se utilizam de rejeitos de biomassa lignocelulósica.

Segundo a FAO (2007), a bioenergia produzida a partir da biomassa pode vir a responder por até 25% da demanda global de energia em 2050. E, dado que a agricultura e as florestas são as fontes primárias de biomassa, o crescimento do mercado de bioenergia também pode ser consolidado de modo a beneficiar a renda obtida por produtores rurais. Além disso, mais de 200 espécies de plantas podem ser empregadas na produção de bioenergia e algumas delas podem também ajudar a recuperar terras degradadas ou com pouca fertilidade para outras culturas agrícolas (FAO, 2007).

As motivações para reduzir as emissões de gases do efeito estufa têm se tornado crescentes e mais fortes, e o aumento do uso de bioenergias tem se destacado como uma das principais formas de lidar com tal desafio. As boas perspectivas relacionadas a biocombustíveis de segunda geração (ou lignocelulósicos) se ampliaram depois que ocorreram as primeiras gerações comerciais em biorrefinarias na Itália, nos EUA e no Brasil, e, desde então, muitos progressos já foram alcançados (YOUNGS et al., 2015).

Não raro, o debate acerca da disputa entre o uso de *commodities* agrícolas para alimentos ou para produção de energia é usado para desencorajar o desenvolvimento de bioenergias, ainda que a correlação entre ambas não seja sempre negativa. E a via

alternativa pode ser realmente possível quando desenvolvimentos em biotecnologias aplicadas à agroindústria favorecerem o avanço da produção de alimentos e biocombustíveis sem geração de conflitos, como é o caso dos biocombustíveis avançados produzidos a partir de biomassa lignocelulósica (JOHNSON, 2008).

As pressões e apelos internacionais por ampliação do consumo de bioenergia e maior redução da emissão de gases de efeito estufa também se refletiram no Brasil, que, há décadas, vem se destacando com o etanol obtido a partir de cana-de-açúcar. Assim, houve um movimento recente demonstrando maior interesse pela pesquisa e desenvolvimento (P&D) em relação à cana-de-açúcar por meio do estudo de novas rotas de produção do etanol e novas variedades genéticas, como também iniciativas que buscam por novas matérias-primas e novas técnicas agrícolas (SANTOS et al., 2016).

É importante destacar que os avanços em P&D relacionados à bioenergia, sobretudo nos países desenvolvidos, têm se amparado em um leque de mecanismos de suporte econômico que inclui:

- i) forte apoio estatal no financiamento a todas as formas de energia;
- ii) subsídios à produção;
- iii) foco na conquista de mercados de insumos tecnológicos, com envolvimento de grupos empresariais em projetos de P&D e inovação;
- iv) organicidade na gestão e continuidade no financiamento à pesquisa;
- v) definição de linhas prioritárias; e
- vi) arranjos de pesquisas em redes, por tema ou por desafio prioritário (SANTOS et al., 2016, p.258).

Cabe ressaltar que se a distância tecnológica entre os modelos de produção dos biocombustíveis de primeira e segunda geração se ampliar, os impactos negativos serão maiores para os países menos desenvolvidos e com menos recursos para investimentos que possibilitem dar saltos tecnológicos num prazo de tempo menor (UNCTAD, 2016).

Atualmente, a maior parte dos investimentos em processamento de biocombustíveis de segunda geração está localizada nos EUA, China e Canadá. O Brasil, que foi o grande pioneiro na criação de um mercado nacional para biocombustíveis nos anos 1970, fica em quarto lugar nesse ranking (tabela 1). Isso é um indício de que o Brasil foi superado pelos EUA, que já são o maior produtor mundial de etanol, além de China e Canadá, que têm um histórico muito mais breve na produção de biocombustíveis.

A tabela 2 mostra o potencial de expansão da produção de etanol de segunda geração no Brasil até 2025, a partir de estimativas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) citadas por UNCTAD (2016). Para tal cenário, considera-se como variável essencial que continuem a existir políticas públicas de apoio à expansão dessas atividades e que os preços do barril de petróleo fiquem acima de US\$ 60. A tabela 2 indica que um aumento considerável na produção de etanol pode ser alcançado se houver adequação de usinas que já produzem etanol de primeira geração para produzirem etanol de segunda geração. Assim, considerando a adequação, expansão e investimentos em novas usinas para produção de etanol de segunda geração, estima-se ser possível produzir 10 bilhões de litros de etanol adicionalmente.

TABELA 1 - CAPACIDADE INSTALADA DE PRODUÇÃO DE ETANOL CELULÓSICO

REGIÃO	CAPACIDADE INSTALADA DE ETANOL 2G (milhões de litros)	PERCENTUAL DA PRODUÇÃO MUNDIAL
EUA	490,37	34
China	340,19	24
Canadá	303,45	21
Brasil	177,34	12
Europa	130,83	9
Mundo (2015)	1.442,18	100

FONTE: UNCTAD (2016, p.18)

TABELA 2 - PRODUÇÃO POTENCIAL SEGUNDO TIPO DE INVESTIMENTO - BRASIL - 2016/2025

TIPO DE INVESTIMENTO	PRODUÇÃO POTENCIAL (bilhões de litros)		
	2016-2020	2021-2025	Total
Adequação das usinas existentes para produção de etanol 2G	2,50	2,50	5,00
Expansão das usinas para produzir etanol 2G	0,75	0,75	1,50
Novas usinas para produção de etanol 2G	-	3,50	3,50
TOTAL	3,25	6,75	10,00

FONTE: UNCTAD (2016, p.33)

Santos et al. (2016) argumentam que depois de 40 anos de formação e consolidação de um mercado de etanol no Brasil, os últimos anos foram marcados por políticas e ações vagas e sem definições claras de rumos por parte do governo brasileiro. Desse modo, apesar de seu papel importante para a matriz energética brasileira, o etanol não vem tendo qualquer definição e suporte por parte do governo federal de modo a definir e consolidar seu papel na matriz energética.

Neste sentido, é importante notar que mesmo com potenciais mais favoráveis na produção de etanol de segunda geração, não tem ocorrido uma expansão acelerada de investimentos nessa área e poucos esforços efetivos têm sido registrados por parte do governo brasileiro. A verdade é que o avanço na produção de etanol no Brasil foi muito menos restringido em função da disponibilidade de terras, e mais obstruído devido a indefinições políticas acerca dos preços da gasolina, à existência de barreiras tarifárias para exportações e a outras variáveis relacionadas a atrasos tecnológicos que prejudicaram um avanço da produtividade na cadeia produtiva do etanol.

## CONCLUSÕES

Este artigo problematizou as relações entre o uso de *commodities* agrícolas para produção de biocombustíveis e para fins alimentícios. Assim, questionou-se se há espaço para uma relação harmoniosa entre a produção de biocombustíveis e a segurança alimentar. Verifica-se que o crescimento acelerado na demanda por *commodities* agrícolas ao longo da última década tem sido um fator decisivo no aumento de seus preços. Isso emitiu um alerta importante sobre os reflexos na área da segurança alimentar em países mais pobres e fortemente dependentes de *commodities* agrícolas importadas. Desse modo, as crises recentes que ampliaram a insegurança alimentar

em diversos contextos também foram resultado da maior pressão de demanda por *commodities* agrícolas para produção de biocombustíveis renováveis.

Ainda que os objetivos referentes à redução do consumo de combustíveis fósseis sejam louváveis, isso não pode ser feito à custa do aumento da insegurança alimentar. O debate em relação a essa interpretação é amplo e ainda sem consenso estabelecido internacionalmente. Contudo, este trabalho procurou responder ao questionamento apresentado inicialmente ao indicar as possibilidades de expansão da produção de biocombustíveis renováveis evitando conflito com a produção de alimentos.

A discussão referente às oportunidades existentes na exploração de uma bioeconomia sustentável pode ser uma grande chance a ser aproveitada no sentido de minimizar os conflitos entre os objetivos que buscam assegurar a segurança energética em detrimento da segurança alimentar, e vice-versa. As possibilidades proporcionadas pelo uso da biomassa lignocelulósica poderão ser uma grande saída para a expansão da produção de biocombustíveis renováveis, ao mesmo tempo que essa via também poderá conduzir a uma maior redução de emissão de gases de efeito estufa. Nesse sentido, o caso brasileiro é peculiar e com um enorme potencial competitivo no que tange ao uso da biomassa da cana-de-açúcar para produção adicional de etanol. A cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro brasileiro já sai com a vantagem econômica e logística em poder se utilizar da biomassa residual da cana-de-açúcar. Neste sentido, considera-se que o Brasil tem condições que asseguram o avanço da produção de biocombustíveis de segunda geração. O etanol de segunda geração pode ser uma via alternativa para a expansão da produção e consumo de biocombustíveis avançados que consigam reduzir a emissão de poluentes, ao mesmo tempo em que contribui para minimizar as ameaças à oferta de alimentos e à segurança alimentar.

## REFERÊNCIAS

ACHTERBOSCH, T. et al. The effects of bioenergy production on food security. In: RUTZ, D.; JANSSEN, R. (eds.). **Socio-economic impacts of bioenergy production**. Springer International Publishing Switzerland, 2014.

BAFFES, J.; HANIOTIS, T. Placing the 2006/08 commodity price boom into perspective. **Policy research working paper**. Series 5371. The World Bank, 2010.

BOMTEMPO, J. V.; CHAVES, F. Innovation dynamics in the biobased industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**. Springer Open Journal. 2014.

DOE. **Current State of the U.S. Ethanol Industry**. U.S. Department of Energy (DOE) – Office of Biomass Programs. Fulfillment of Subcontract No. 02-5025. November 30, 2010.

FAO. Bioenergy and food security - the bioenergy and food security project analytical framework. environment and natural resources **Management**, series n.16, FAO, Rome, 2010.

FAO. Energy-smart food at FAO: an overview. Environment and natural resources **Management Working Paper**, n.53. FAO. Rome, 2012.

FAO. **First FAO technical consultation on bioenergy and food security**. Summary Proceedings. Rome, April 2007.

FAO. **The state of agricultural commodity markets. Trade and food security: achieving a better balance between national priorities and the collective good**. FAO, Rome, 2015.

JOHNSON, F. Tropical biomass and the global biofuels market. **Bridges**, v.12, n.1. March, 2008.

JOHNSON, F. **Renewable energy from agriculture in Africa**. Presentation at Climate Change and Development in Africa Conference (CCDA). Marrakech, 8 October 2014. Disponível em: <<http://www.climdev-africa.org/sites/default/files/ccda4documents/Sub%20themes%20%20-%20Francis%20Johnson.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

MEIJIL, H.; SMEETS, E.; ZILBERMAN, D. Bioenergy economics and Policies. In SOUZA, G.; VICTORIA, R.; JOLY, C.; VERDADE, L (Eds.). **Bioenergy & sustainability: bridging the gaps**. **SCOPE**, v.72, p.779. Paris: SCOPE, 2015.

NOGUEIRA, L. H et al. Sustainable development and innovation. In SOUZA, G.; VICTORIA, R.; JOLY, C.; VERDADE, L (Eds.). **Bioenergy & Sustainability: bridging the gaps**, v.72, p.779. Paris: SCOPE, 2015.

OSSEWEIJER, P. et al. Bioenergy and food security. In: SOUZA, G.; VICTORIA, R.; JOLY, C.; VERDADE, L (Eds.). **Bioenergy & Sustainability: bridging the gaps**. v.72, p.779. Paris: SCOPE, 2015.

SAMMUT, V. (2015) **The Global Food Crisis: Supply and Demand Revisited. Symposia Melitensia**, n.10, 2015. Disponível em: <<https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/3084>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

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

SCHNEPF, R.; YACOBUCCI, B. Renewable Fuel Standard (RFS): overview and Issues. **Congressional Research Service**, 7-5700. R40155. Washington, March, 2013.

UNCTAD. Second generation biofuel markets: state of play, trade and developing country perspectives. **United Nations Conference on Trade and Development**, TED 2015/8, Geneva, 2016.

US CONGRESS. Energy independence and security act of 2007. **One Hundred Tenth Congress of the United States of America**. The first session. US Government Printing Office. 2007. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-11publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

WISE, T.; COLE, E. **Mandating food insecurity: the global impacts of rising biofuel mandates and targets**. Global Development and Environment Institute. **Working Paper**, n.15-01, Feb. 2015.

YOUNGS, H. et al. Perspectives on bioenergy. In: SOUZA, G.; VICTORIA, R.; JOLY, C.; VERDADE, L (Eds.). **Bioenergy & Sustainability: bridging the gaps**. **SCOPE**, Paris, v.72, p.779, 2015.