

## A Bioeconomia e os Biocombustíveis no cenário Brasileiro The Bioeconomy and Biofuels in the Brazilian scenario

Kênia Carvalho de Oliveira<sup>1\*</sup>; Vanclei Zanin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ESALQ/USP - Doutoranda em Ciências (Genética e Melhoramento de Plantas) - Av. Pádua Dias 11, - CEP 13418-900 - Piracicaba (SP), Brasil

<sup>2</sup> ESALQ/USP - Doutorando em Ciências (Economia) - Av. Pádua Dias 11, - CEP 13418-900 - Piracicaba (SP), Brasil

### Resumo

Os biocombustíveis vêm se tornando uma excelente fonte de energia alternativa ao petróleo. Eles são cada vez mais importantes no cenário global, principalmente por se tratarem de uma produção mais sustentável de energia. Neste contexto, países como o Brasil têm um papel fundamental, na produção dessa energia renovável. O objetivo desse trabalho foi discutir o impacto dos biocombustíveis no País. A pesquisa foi realizada de forma descritiva e os dados foram avaliados qualitativamente. As informações demonstraram que o agronegócio de biocombustíveis no Brasil é crescente, apesar do baixo apoio governamental. Cabe destacar, a cadeia de produção do etanol, que é bem organizada, porém está principalmente concentrada na região sudeste. Por sua vez, o Biodiesel, precisa evoluir bastante para se tornar mais competitivo, principalmente no norte e nordeste do Brasil, dessa forma os incentivos poderiam ser direcionados para o desenvolvimento sócio-econômico sobretudo nessas regiões. Por fim, conclui-se que a produção de biocombustíveis é uma importante oportunidade para o Brasil e, deve ser pensada de forma estratégica, com objetivo de gerar empregos, renda e desenvolvimento de forma sustentável.

**Palavra-chave:** Energia renovável, biodiesel, etanol, agronegócio

### Abstract

*Biofuels are becoming an excellent alternative energy source to petroleum. They are increasingly important in the global scenario, especially since they are more "sustainable" energy production. In this context, countries like Brazil have a key role, given the country's potential in renewable energy. The aim of this study was to discuss the impact of biofuels in the country. The survey was conducted descriptively and the data was evaluated qualitatively. The information showed that agribusiness biofuel in Brazil is increasing, despite low government support. Worth noting, the chain of production of ethanol is very well organized, but mainly in the Southeast. In turn, Biodiesel needs to evolve enough to become more competitive, especially in the north and northeast, so that incentives could be directed to the development of the sector, especially in those regions. Finally, it is concluded that the production of biofuels is an important opportunity for Brazil and should be thought of strategically, in order to generate jobs, income, and development in a sustainable manner.*

**Key-words:** Renewable energy, biodiesel, ethanol, agribusiness

### Introdução

A bioeconomia tem um conceito amplo e é definida por alguns autores como a quarta onda de revolução tecnológica (Oliver, 1999; Robbins-Roth, 2000). A definição

---

\* Autor correspondente <carvalho.kenia@gmail.com>

Enviado: 08 jan. 2015

Aprovado: 15 mar. 2015

adequada para este estudo é relacionar a interação entre a bioeconomia e a agricultura com a utilização de recursos renováveis, incluindo o crescimento econômico impulsionado pelo desenvolvimento de recursos biológicos e a biotecnologia para a produção de produtos sustentáveis, emprego e renda (OCDE, 2011; Sheppard et al., 2011).

Dam et al. (2005) observaram que a bioeconomia global é motivada pela necessidade de gerar produtos que promovam desempenho econômico duradouro e, ao mesmo tempo, responsabilidade sócio-ambiental. Estes autores propõem, inclusive, um modelo gerador de produtos sustentáveis a partir do agronegócio.

A bioeconomia deve ocupar um papel crescente na sociedade, pois o crescimento rápido da população gera possibilidades de novos mercados para a biotecnologia, tanto na agricultura quanto na indústria. Assim, será necessário a criação de centros de pesquisa nos países em desenvolvimento para resolver os problemas da população, incluindo a crescente necessidade de energia de baixo carbono, água limpa e o alto rendimento de culturas agrícolas que possam resistir as mudanças do ambiente, como a seca e calor (OCDE, 2011).

Deste modo, existe uma expectativa do aumento a longo prazo no custo dos combustíveis fósseis, como o petróleo, isto irá aumentar a procura por energia “mais limpa”. Além disso, as futuras restrições na produção de gases de efeito estufa - GEE podem criar um mercado crescente de biomassa, incluindo culturas não-alimentares, como gramíneas e árvores, para matéria-prima de biocombustíveis, produtos químicos e plásticos. Outros potenciais mercados da biotecnologia incluem o uso de plantas para a produção de químicos valiosos, tais como biofarmacos e de produtos nutracêuticos de fontes animal e vegetal. Todas essas tendências estão aptas à aumentar o investimento em tecnologias agrícolas (OCDE, 2011).

De acordo com o International *Energy Outlook*, as energias renováveis são a fonte (de energia) com desenvolvimento mais rápido no cenário mundial, com crescimento do consumo de 3% ao ano. O aumento da atenção sobre fontes renováveis de energia pode ser atribuído a uma série de fatores. As recentes preocupações sobre a volatilidade do preço do petróleo, a dependência de fontes estrangeiras de energia e as consequências ambientais das emissões de carbono, são fatores que contribuem para o interesse atual em fontes de energia renováveis (EIA, 2014). Ademais, o surgimento de políticas governamentais, tais como créditos fiscais de produção, descontos de instalação de sistemas de energias renováveis e a criação de mercados certificados em energia renovável têm sido fundamentais na promoção

deste novo mercado de energias renováveis como uma alternativa viável para vários países (Bowden; Payne, 2010).

Como discutido por Kaygusuz (2007), a energia renovável não só irá lidar com as limitações associadas a padrões de consumo de energia atuais e fornecer a tão necessária modernização do setor de energia, mas também irá promover objetivos de desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, entende-se que a busca pelo uso racional e multifuncional dos recursos naturais consiste em uma das principais motivações da aproximação entre os setores do agronegócio, de energia e de química, abrindo novas possibilidades ao desenvolvimento da riqueza renovável e promovendo a formação de redes entre todos os setores envolvidos (Horlings; Marsden, 2011).

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar o cenário da bioeconomia e dos bioscombustíveis no Brasil, e compreender quais são as perspectivas futuras para os mesmos.

## **Materiais e Métodos**

A metodologia utilizada para esta pesquisa foi de natureza qualitativa. Segundo Maaen (1979), abrange o conjunto de diferentes técnicas interpretativas, e tendem a descrever e a decodificar os componentes de um sistema complexo de significados. Este tipo de análise é capaz de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação, e tem como objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do mundo social.

Constatando-se um reduzido material acadêmico sobre a bioeconomia e a indústria de biocombustíveis, um estudo de caso afirma-se como um método de investigação apropriado, por conta da sua abordagem sistêmica e abrangente.

O estudo exploratório consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem que o pesquisador precise fazer perguntas diretas e utilize meios técnicos (Maaen, 1979). Deste modo, este estudo descreve as características, relações e propriedades existentes no agronegócio dos biocombustíveis no Brasil almejando investigar a sua adequação face às alianças reais e potenciais dentro de uma bioeconomia global.

A coleta de dados se deu através de pesquisas bibliográficas baseadas nos dados públicos dos biocombustíveis, como relatórios do Ministério de Minas e Energia, boletins da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, arquivos da Associação Brasileira de Indústrias de Óleos Vegetais, entre outros.

## Resultados e Discussão

### *Desenvolvimento Histórico*

O Pro-álcool foi criado pelo decreto 76.593 em 14 de novembro de 1975, como uma iniciativa governamental para fazer frente aos sucessivos aumentos do preço do petróleo. Esse programa tinha como objetivo garantir o suprimento de etanol dentro do processo de substituição da gasolina, e também apoiar o desenvolvimento tecnológico da indústria sucroalcooleira no Brasil (ANP, 2010).

Até o início dos anos 80, a ênfase era a produção de etanol anidro para ser misturado à gasolina. A partir de então, iniciou-se a segunda fase do Programa Pro-álcool, que tinha como objetivo a substituição completa da gasolina pelo etanol, o que fez uma revolução tecnológica pioneira, principalmente na indústria automobilística (BIODIESELBR, 2015).

Porém, em meados da década de 1980, com a queda do preço internacional e o aumento da produção interna de petróleo, o governo brasileiro reduziu seu investimento neste mercado, desmotivando a produção do etanol. O que gerou um quadro de dificuldades no setor sucroalcooleiro (IPEA, 2010). Como consequência, causou a desaceleração do programa, no fim da década de 90, apenas 1% dos carros vendidos no Brasil tinham motores a etanol (ANP, 2010).

A partir de 2003, com o lançamento dos veículos *flex-fuel* a produção e o consumo do etanol voltou a crescer de modo expressivo no Brasil (IPEA, 2010). Deste modo, o Pro-álcool representou o maior programa de energias renováveis implementado no Brasil, e até hoje é considerado um dos maiores programas de biocombustíveis do mundo.

O Pro-álcool não foi a única tentativa do governo brasileiro de desenvolver combustíveis renováveis, estes esforços se iniciaram nos anos 20 e foi impulsionado durante a II Guerra Mundial em função do risco de interrupção na importação de petróleo. Em 1975 o governo criou o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos que foi transformado em 1983 no Programa Nacional de Óleos Vegetais para a Produção de Energia, também conhecido como Pro-óleo. Este programa tinha como principal objetivo o desenvolvimento de biodiesel a partir de algodão, babaçu, canola, girassol, mamona, nabo forrageiro entre outros, para misturá-lo ao diesel de petróleo (Masiero; Lopes, 2008).

Os esforços em pesquisa e desenvolvimento deste programa foram descontinuados pelo mesmo motivo do Pro-álcool, a redução dos preços do petróleo e

foram retomados em 2003 como o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel - PNPB (MME, 2014). Este Programa vem ganhando cada vez mais espaço no Brasil pois a Resolução nº 2, de 29 de janeiro de 2008 estabelece a obrigatoriedade de autorização prévia da ANP para a utilização de biodiesel, B100, e de suas misturas com óleo diesel, em teores diversos do autorizado pela legislação vigente, destinados ao uso específico.

Alguns projetos atuais governamentais, como o Programa Fapesp de Pesquisa em Bioenergia - Bioen garantem suporte financeiro para projetos com objetivo de promover o avanço do conhecimento e a sua aplicação em áreas relacionadas à produção de bioenergia. Estudos de análise funcional de genes envolvidos na fotossíntese da cana-de-açúcar, obtenção de plantas com tolerância à seca e outros estão em andamento, o objetivo comum destes projetos é o desenvolvimento de tecnologias que permitam uma produção eficiente de energia renovável, em curto prazo.

Dentro deste cenário, o Brasil se destaca pelo programa de produção de etanol, que atualmente é referência mundial em termos de eficiência, competitividade e benefícios socioambientais; e o programa de biodiesel também se apresenta com uma alternativa de grande potencial para o País, embora este programa seja recente e passando por ajustes.

No quadro mundial o interesse por biocombustíveis aumentou a partir dos anos 2000, sobretudo devido a maior preocupação com o desenvolvimento de fontes energéticas renováveis e limpas. Entre os biocombustíveis líquidos, destacam-se, atualmente o etanol e o biodiesel, sendo os dois combustíveis renováveis que mais expandiram na sua produção nos últimos dez anos (BNDES, 2008).

Para esses dois produtos, etanol e biodiesel, no mercado mundial entre 2000 e 2008, o crescimento anual médio da produção de etanol atingiu 18,6%, e para o biodiesel 37,3%. Em 2008, foram produzidos, em todo o mundo, 67 bilhões de litros de etanol e 12 bilhões de litros de biodiesel, volume equivalente a 1,1% da produção mundial de combustíveis fósseis (Sousa; Macedo, 2010).

Os esforços dos governos na investigação de novas formas de energia alternativa têm sido orientados pelo aumento da demanda por biocombustíveis que se caracteriza por: a) aumento do preço do petróleo, que hoje é a fonte primária de energia; b) benefícios que a expansão da utilização dos biocombustíveis pode trazer para o setor agrícola no País, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável; e c) a redução das emissões de gás carbônico que além do benefício por

si, poderá também ser comercializada na forma de créditos a outros países que não estão interessados a reduzir suas emissões.

### *Biocombustíveis*

É consenso entre pesquisadores, empresários, políticos e consumidores que a suficiência em energia de um país pode propiciar um grande crescimento econômico e melhorar a qualidade de vida da sua população. O tema “energia” está relacionado à segurança nacional e a estabilidade econômica. A demanda por energia tem pressionado os governos para o desenvolvimento de sistemas e tecnologias eficientes e a diversificação de suas fontes de suprimento, principalmente em energias limpas e renováveis.

De acordo com o Centro Nacional de Referência em Biomassa - CENBIO, a biomassa pode ser definida como todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizado para gerar energia. A energia solar armazenada sob a forma química nas plantas e nos animais também é uma biomassa, e é um dos mais importantes recursos renováveis do planeta (Demirbas, 2005).

Considerando o âmbito nacional, o Brasil possui uma matriz energética limpa e diversificada, o Plano Decenal de Expansão de Energia para 2020, que foi desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2011), aponta que o Brasil terá em 2020 46,3% de energia oriunda de fontes renováveis, conforme a figura 1. Dessa forma, o Brasil se manterá como o País de matriz mais limpa no mundo.

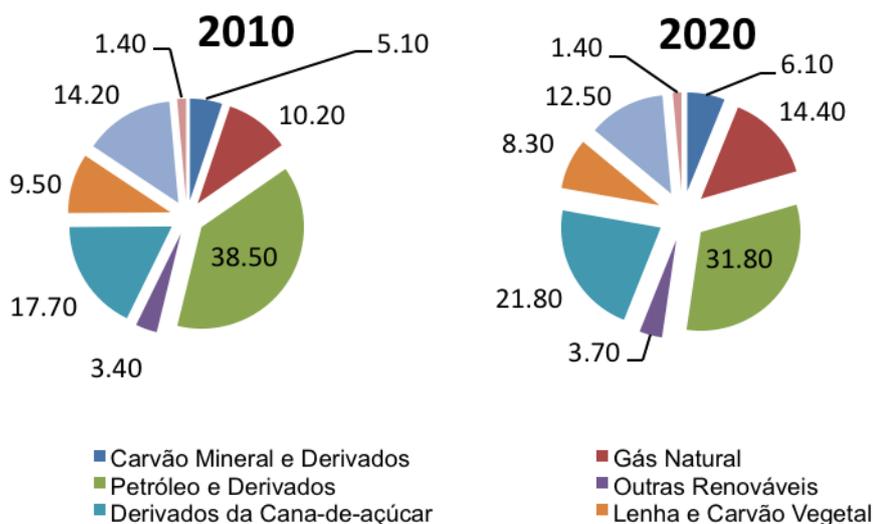


Figura 1. Evolução da oferta interna de energia  
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, 2011

A preocupação mundial com as mudanças climáticas e o interesse em utilizar energias renováveis, pode ser observada na matriz energética em 2008 e na projeção para 2035 (Figura 2).

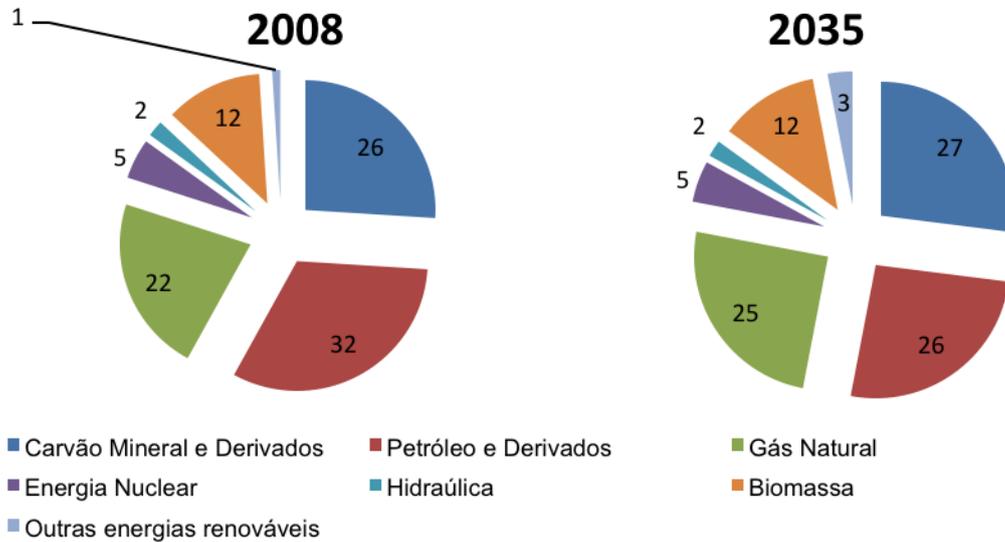


Figura 2. Matriz energética mundial de 2008 e projeção para 2035  
 Fonte: Adaptado de World Energy Outlook, 2010

Existem diferentes técnicas para transformar biomassa em energia, dentre elas a gaseificação, a co-geração, o uso do biogás produzido em aterros sanitários e os biocombustíveis (etanol e biodiesel) (Goldemberg, 2009).

Segundo a FAO (2014), os biocombustíveis são definidos como “os combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos provenientes da biomassa, que estão sendo utilizados descritivamente como substitutos dos combustíveis para os transportes”. Os mais relevantes são: o etanol, produzido da cana-de-açúcar, milho, beterraba e outros cereais, que pode ser utilizado como aditivo em mistura com o petróleo, que é chamado de etanol anidro ou, como substituto total da gasolina conhecido como etanol hidratado; e o biodiesel, cuja produção provém de óleos vegetais, de resíduos gordurosos ou de gorduras animais, e que pode ser utilizado misturado ou como substituto do diesel convencional.

A importância crescente dos biocombustíveis no cenário nacional e internacional está relacionada diretamente com a produção de etanol e de biodiesel como apresentado na figura 3.

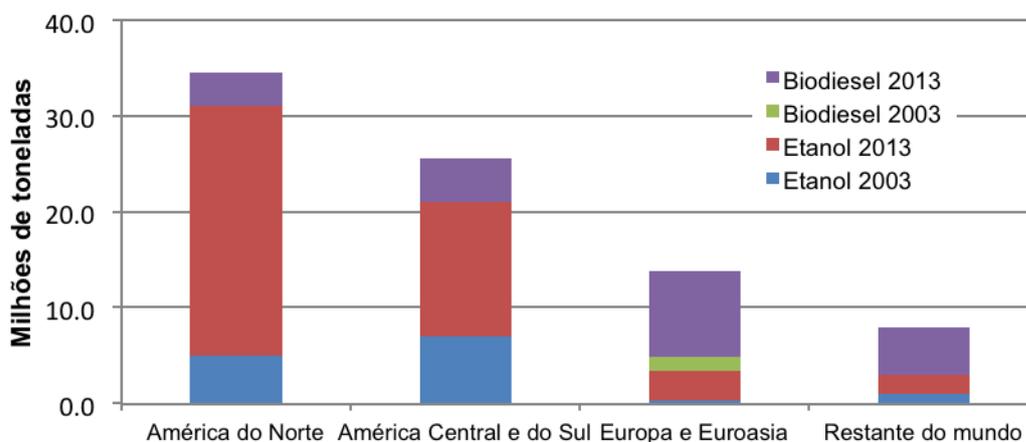


Figura 3. Produção mundial de biocombustíveis  
Fonte: BP Statistical Review of World Energy, 2014

O Brasil acumula hoje uma experiência longa e diversificada no quesito de produção e uso de biocombustíveis. Desde primeiro de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado no Brasil contém 5% de biodiesel. Essa regra foi estabelecida pela Resolução n. 6/2009 do Conselho Nacional de Políticas Energéticas - CNPE, que aumentou de 4% para 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel. Como estratégia de desenvolvimento dos biocombustíveis no País, visando estimular a produção e trazer benefícios sociais e ambientais, o Brasil tem adotado o acréscimo gradual do percentual mínimo de biodiesel misturado ao diesel. Estima-se que o biodiesel alcance também o B100, como ocorre com o E100, principalmente nos automóveis leves de combustível duplo (*Flexible-Fuel Vehicle – FFV*) (Braga; Braga, 2012). Neste cenário, o Brasil mantém uma vasta cooperação no mundo com outros países na área de biocombustíveis (Figura 4).

Os Estados Unidos anunciaram, em 2007, que pretendem substituir, até 2017, 20% dos combustíveis fósseis por biocombustíveis (Gorren, 2009). Em abril de 2009, a União Europeia - UE publicou uma Diretiva (2009/28/CE), cujo o objetivo é alcançar até 2020, uma meta de 20% de energia proveniente de fontes renováveis, sendo que 10% se refere a energia renovável utilizada nos transportes (UE, 2009). Diante desses fatos, evidencia-se a existência de um mercado em potencial para o etanol e o biodiesel do Brasil.



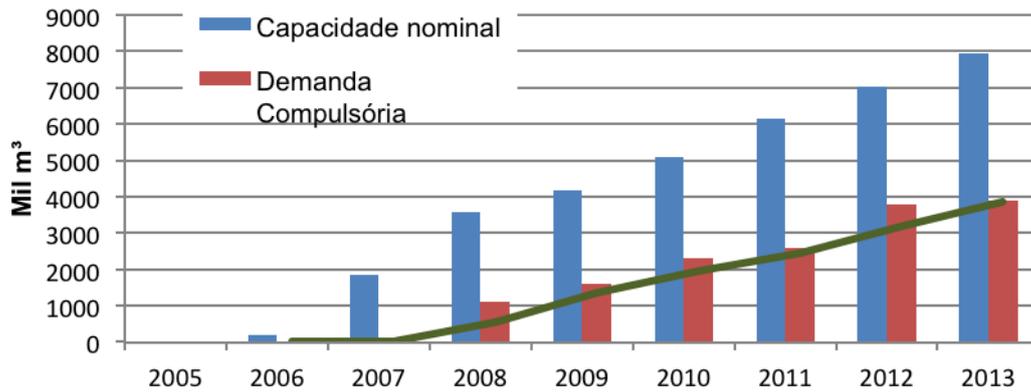


Figura 5. Evolução anual da produção, da demanda compulsória e da capacidade nominal de Biodiesel autorizada pela ANP no País

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2014

Em 2010, o Brasil se tornou o segundo maior produtor de biodiesel do mundo perdendo apenas para a Alemanha (Figura 6). No ano seguinte, passou a ser o maior consumidor de biodiesel do mundo (Brasil, 2011).

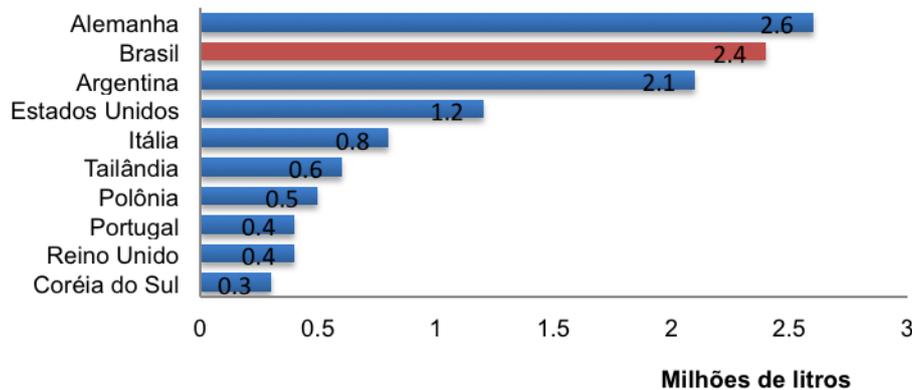


Figura 6. Produção de Biodiesel em 2010

Fonte: Adaptado de Ministério de Minas e Energia, 2011

De acordo com a União Brasileira de Biodiesel (UBRABIO, 2014), em algumas capitais do País o B20 já é uma realidade. A cidade de São Paulo está investindo na utilização do biodiesel para o transporte público, a denominada Ecofrota possui cerca de 3.070 ônibus movidas pelo B20. Em 2011, na cidade de Curitiba foi lançado o ônibus Mega BRT, que é movido pelo B100.

Pesquisadores da *Environmental Protection Agency* estimam que a utilização de B20 nas grandes cidades pode proporcionar uma redução de até 20% na emissão

de hidrocarbonetos, somados a 10% dos materiais particulados e de gás carbônico. E que o B100 pode reduzir em até 57% as emissões de gás carbônico (UBRABIO, 2014). E o uso desse tipo de combustível favorece nos financiamentos internacionais no mercado de créditos de carbono, como previsto pelo protocolo de Kyoto (ANP, 2010).

No ponto de vista social, a produção de biodiesel deveria promover à utilização de terras inadequadas para a produção de alimentos, a diversificação da matriz energética brasileira e criar empregos e renda no campo, desse modo contribuir para o desenvolvimento social e a redução da desigualdades. Porém, segundo à ANP, em agosto de 2014, 74,98% do biodiesel produzido no Brasil foi de soja (Figura 7) (ANP, 2014).

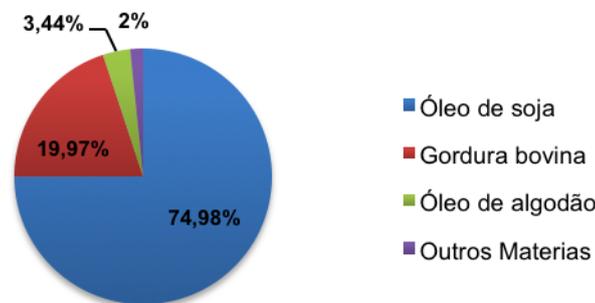


Figura 7. Matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel  
Fonte: Adaptado de ANP, 2014

Para apoiar a agricultura familiar e o desenvolvimento social, o governo criou o selo de combustível social. Esse selo é concedido as indústrias que adquirem a matéria-prima de agricultores familiares e garantem isenções fiscais e acesso a melhores condições de financiamento (MME, 2007). Contudo, as regiões mais pobres no Brasil, norte e nordeste, ainda continuam com baixo investimento no desenvolvimento de biodiesel (Figura 8)<sup>1</sup>.

Na área de desenvolvimento tecnológico e pesquisa sobre o biodiesel no Brasil, foram encontrados diversos estudos visando à utilização de fontes alternativas de matérias-primas e também na otimização do processo de produção, isso irá auxiliar o desenvolvimento e a produção de biodiesel nas regiões mais pobres do País.

<sup>1</sup> O descaso com o biodiesel para o desenvolvimento regional através das políticas de apoio por parte do governo brasileiro iniciou-se, principalmente, após a descoberta de grandes jazidas de petróleo e gás natural na camada pré-sal da plataforma continental brasileira e, a expectativa em torno da sua exploração transformaram drasticamente as perspectivas do setor no País (Lucena; Mendes Júnior, 2013).

Como exemplo Domingues et al. (2014) que estudaram a extração, produção e a caracterização das propriedades físicas do biodiesel oriundo de sementes de maracujá. E também, Monteiro; Homma (2014), que pesquisaram diferentes sistemas de produção do óleo de palma para a produção do biodiesel no Brasil, e a sua consequente participação no cenário internacional.

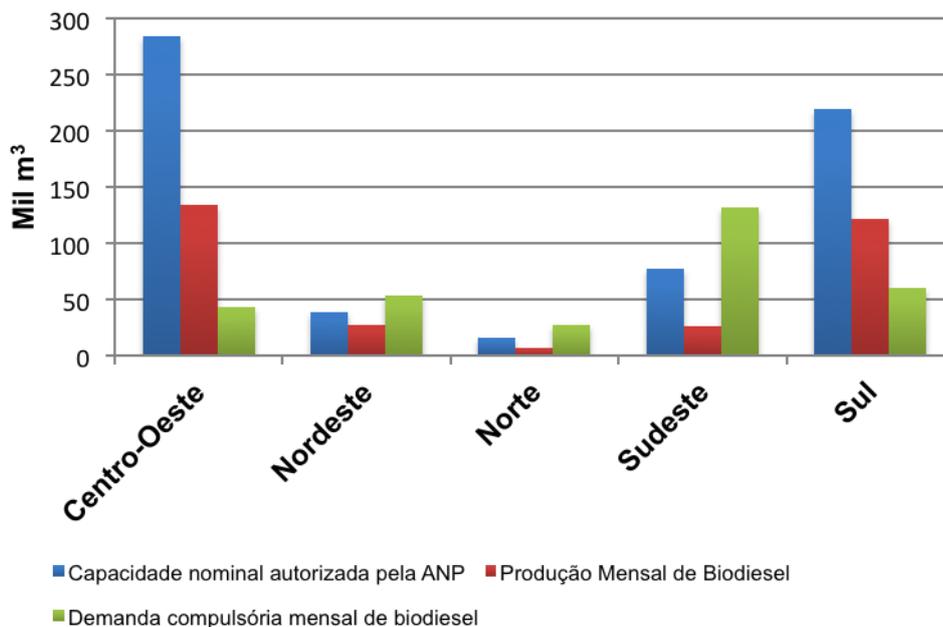


Figura 8. Produção, demanda compulsória e capacidade nominal autorizada pela ANP por região no Brasil, em agosto de 2014  
Fonte: ANP, 2014

A utilização de outras sementes oleaginosas como fonte de óleo para a produção de biodiesel pode ser uma alternativa viável para as regiões de baixo desenvolvimento sócio-econômico. Porém, vários aspectos devem ser considerados como: a produtividade da oleaginosa; o custo de produção; a capacidade de armazenagem; o valor dos subprodutos; a capacidade de geração de renda; a adaptabilidade às condições regionais e a sustentabilidade da cultura (César; Batalha, 2012).

Apesar de todas as vantagens socio-econômicas e ambientais do biodiesel no Brasil, a sua viabilidade econômica requer análises mais detalhadas. A competitividade do biodiesel tende a aumentar cada vez mais com a queda do preço

da matéria-prima, com a expansão da oferta, com a melhoria da tecnologia agrícola e a eficiência das cadeias produtivas.

Segundo BNDES (2009), a melhor maneira de aumentar a competitividade do biodiesel de maneira sustentável é desenvolver novas matérias-primas, de preferência não alimentícias, diminuir o preço para o consumidor final, com aumento da produtividade, aumentar a inclusão social e exportar parte da produção. Do contrário, não haverá como sustentar grandes aumentos da demanda, causados pelo aumento do percentual obrigatório de mistura no biodiesel.

Outro fator que deve ser considerado é a possibilidade do aproveitamento do subproduto oriundo da fabricação do biodiesel para a redução dos custos de produção. A mamona, por exemplo, gera a torta como subproduto, que está sendo utilizada no mercado de fertilizantes agrícolas, a polpa para a alimentação animal, e o caule na produção de papel e tecidos rústicos.

A utilização do biodiesel trouxe a perspectiva de redução das importações de óleo diesel, o que poupa divisas para o País e diminui a dependência ao petróleo. Estudos da Fundação Getúlio Vargas, 2010, mostraram que o Brasil deixou de gastar US\$ 2.84 bilhões com as importações de diesel entre 2005 e 2010, devido o uso das misturas com o biodiesel.

Em 2010, o Brasil evitou a importação de 2,5 milhões de litros de diesel com a adoção do B5, e as perspectivas na utilização do B10 serão da redução de aproximadamente 30% na importação do diesel oriundo do petróleo. Porém, considerando que o biodiesel é mais caro que o diesel comum, fez-se necessária a implantação de um modelo que evitasse a concorrência direta entre os dois combustíveis. Nesse contexto, os leilões promovidos pela ANP regulam os preços desse produto e garantem sua oferta com o objetivo de gerar mercado e assim, estimular a produção em quantidade suficiente para que as refinarias e distribuidoras possam compor a mistura determinada por lei (ANP, 2010).

### *Etanol*

O etanol é um combustível renovável que pode ser obtido a partir de diversas fontes vegetais, no Brasil, a cana-de-açúcar se destaca como matéria-prima (ANP, 2010). O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos. A produção de etanol referente à safra 2014/2015 no mês de agosto foi de 4,27 bilhões de litros sendo, 1,84 bilhão de litros de etanol anidro e 2,43 bilhões de litros de etanol hidratado (Figura 9).

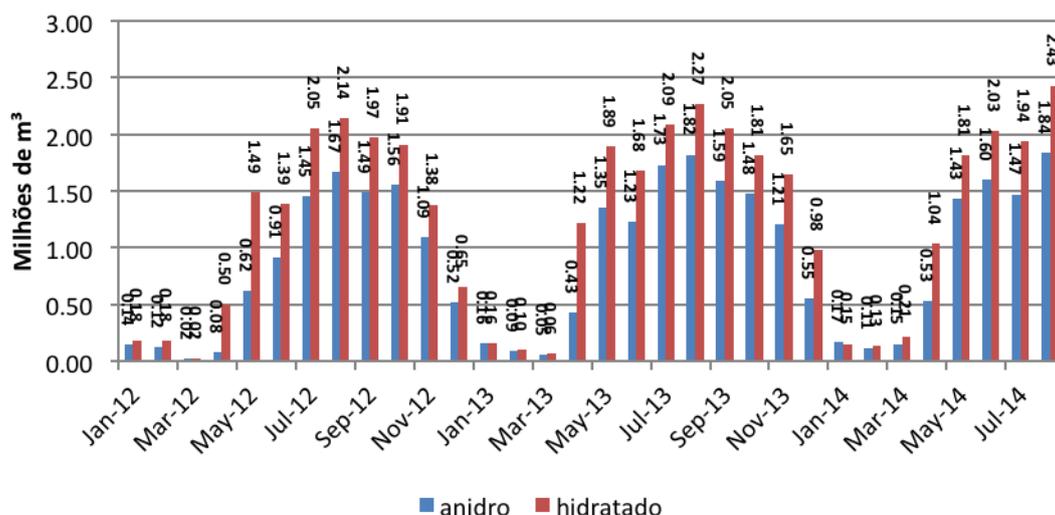


Figura 9. Produção de etanol carburante no Brasil

Fonte: Adaptado de Brasil, 2014

Em agosto de 2014, o consumo de etanol foi de 1,93 bilhão de litros de etanol, sendo 913 milhões de litros de etanol anidro e 1,01 bilhão de litros e etanol hidratado. A média anual do consumo de etanol no Brasil tem se estabilizado em torno de 1,9 bilhão de litros, somados o anidro e o hidratado.

Porém, desde 2008 o mercado brasileiro de etanol vem apresentando um crescente descompasso entre a oferta efetiva e a demanda potencial por esse produto. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes e Veículos Automotores - ANFAVEA, a produção de carros *flex* aumentaram cerca de 11% ao ano entre 2008 e 2010. Como resultado, hoje a frota de veículos *flex* em circulação já ultrapassa 88% na frota total de veículos leves (Anfavea, 2014).

Já a oferta de etanol ficou praticamente estagnada no mesmo período, de 2008 a 2010. Em 2008 foram produzidos 27.1 bilhões de litros de etanol e, em 2010 foram produzidos 27.9 bilhões de litros, o que representou um crescimento de apenas 1,5% a.a. (EPE, 2011).

A principal consequência desse cenário foi sobre o preço do etanol. Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, houve um aumento de 27% de preços médios de venda do álcool anidro e do álcool hidratado pelas usinas entre as safras de 2008-2009 e 2010-2011.

Estudos realizados por Orellano et al. (2013), sobre a elasticidade da demanda por etanol no período de 2001-2009 demonstram que a mesma aumentou, principalmente, devido a consolidação da tecnologia *flex-fuel*. Os dados foram estimados pelo modelo econométrico a partir do painel de dados estaduais mensais. Esses autores afirmam também que, a demanda é mais elástica em estados mais pobres em comparação com os estados mais ricos. Pois a elasticidade-preço própria da demanda por etanol no período posterior a julho de 2006, é igual a -2,305 para os estados pobres com preço relativo etanol-gasolina próximo ao valor crítico de 70%. Ao mesmo tempo, para os estados ricos a elasticidade própria foi de -0,781 com o preço relativo etanol-gasolina fora da faixa de 65% a 75%.

O consumo interno de etanol evidencia a diferença entre as regiões no País, em termos de preço e consumo, esse fato deve-se principalmente pelo custo da logística, ou seja, as regiões mais distantes das zonas produtoras de etanol tendem a pagar mais caro pelo combustível. Isso causa impacto diretamente na escolha dos consumidores, pois estes se baseiam nos critérios de paridades do preço etanol-gasolina. Considerando o consumo de etanol frente ao da gasolina menos vantajoso, em termos de rendimento, quando o mesmo estiver acima do valor de 70% da paridade (Figura 10).

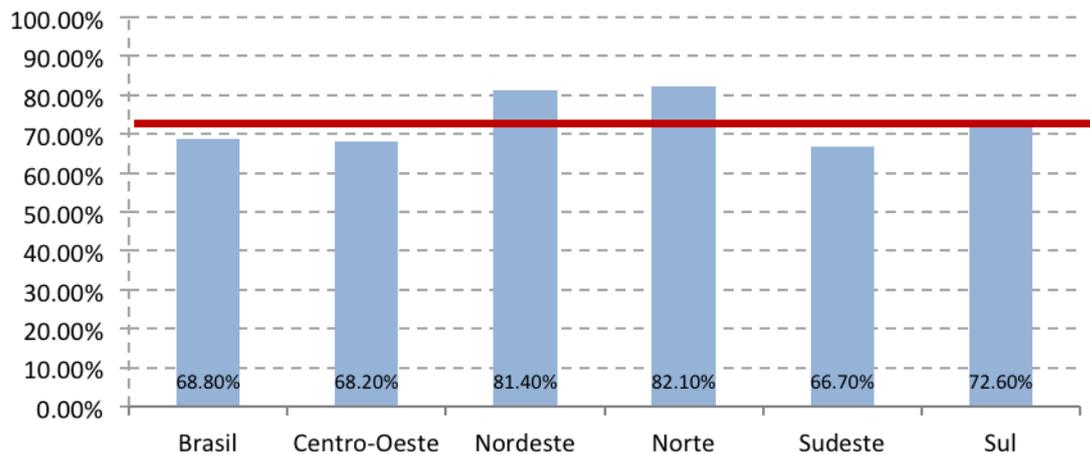


Figura 10. Paridade de preço do etanol hidratado por Região  
Fonte: Brasil, 2014

### *Desafios dos biocombustíveis*

A crescente preocupação ambiental ligada ao aquecimento global e outros efeitos ambientais tem feito com que a emissão de gases de efeito estufa ganhe destaque nos debates sobre a sustentabilidade da agricultura e dos biocombustíveis no longo prazo. A emissão dos gases associada ao ciclo produtivo das culturas, que envolvem os tratos culturais, é de grande representatividade no cálculo do balanço final de emissão dos produtos que têm em sua composição matérias-primas de origem agrícola. Esse tipo de discussão sobre as mudanças do uso da terra (*Land Use Changes* – LUC), tornou-se um elemento central na análise da verdadeira sustentabilidade da produção de biocombustíveis, juntamente com a problemática da disponibilidade de recursos naturais (Nardy; Gurgel, 2013).

Desse modo, essa contribuição dos biocombustíveis na redução dos gases de efeito estufa tem sido contestada por críticos que apontam a possibilidade de que essa expansão dos biocombustíveis aumente também as taxas de desmatamento e, conseqüentemente a emissão de grandes quantidades de CO<sub>2</sub>. Assim, questiona-se se a quantidade de gás carbônico poupada pelo uso dos biocombustíveis em substituição dos combustíveis fósseis compensaria as emissões provocadas pelas mudanças no uso da terra. Neste contexto, diversas manifestações surgiram, sob a alegação de que este causa diversos danos ao meio ambiente, gera competição com os alimentos e a violação dos direitos humanos em sua produção (Valor, 2008).

Há uma forte pressão por parte dos ambientalistas, tanto no âmbito internacional quanto no nacional, principalmente sob o setor sucroalcooleiro brasileiro em relação à produção sustentável de etanol a partir da cana-de-açúcar, apesar deste ser reconhecido por sua vantagem energética e pela baixa emissão de gases de efeito estufa (FAPESP, 2010). Desta forma, as empresas do setor vêm investindo na certificação de sua produção, que possui como objetivo demonstrar que a empresa em questão atua de forma responsável, respeitando os três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico (Pope et al., 2004).

Na última década, a produção global de biocombustíveis e a área de cultivo destinada à produção de matérias-primas têm se expandido drasticamente. Como resultado, uma quantidade cada vez maior de recursos hídricos do mundo está sendo consumida para produzir culturas e processá-los em combustível para veículos e outros. Este tem sido um desenvolvimento significativo para recursos hídricos, porque a necessidade de água para a energia derivada de biomassa é muito grande, cerca de 70 a 400 vezes maior do que outras fontes energéticas, como combustíveis fósseis,

energia eólica e solar (Gerben-Leenes et al., 2012). Além disso, a agricultura já consome cerca de 70% das retiradas de água doce em todo o mundo (Rosegrant et al., 2002).

Outro fato relevante, no questionamento sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis diz respeito a possíveis aumentos dos preços de alimentos devido a expansão da produção de biomassa sobre áreas que antes eram destinadas a produção de culturas para a alimentação humana, o que pode agravar problemas como a pobreza, fome e a desnutrição principalmente nos países em desenvolvimento.

Por outro lado, a produção de energia renovável pode contribuir na luta contra a fome nos países em desenvolvimento através da valorização dos produtos agrícolas (VDA, 2008). Com preços relevantes, os pequenos agricultores poderão trabalhar a terra mais adequadamente e ainda utilizar a energia local como fonte de renda complementar. E assim, a energia importada de origem fóssil, poderá ser substituída por uma energia renovável de origem vegetal.

## **Conclusão**

Dentro do cenário atual, de crescente demanda energética, constata-se que as alternativas renováveis aos combustíveis fósseis aparecem como possíveis alternativas que podem garantir a segurança energética e a sustentabilidade ambiental que o planeta almeja.

O agronegócio vinculado aos biocombustíveis é um poderoso instrumento para a geração de emprego e renda no Brasil. Seu desenvolvimento poderá gerar novas oportunidades na abertura de mercados em regiões de baixo índice de desenvolvimento econômico-social, além de reduzir sua dependência do petróleo. É possível também, incrementar a balança comercial do País, com apostas de exportação do excedente da produção dos biocombustíveis e a negociação dos créditos de carbono.

Porém, o governo brasileiro não possui uma estratégia definida para os biocombustíveis de forma ampla, principalmente após a descoberta do chamado pré-sal. Não existem metas claras por meio dos governos, e conseqüentemente também não existem definições sobre quais caminhos devem ser seguidos, apesar de existir determinações legais para misturas de etanol à gasolina e de biodiesel ao diesel. Assim, perde-se uma grande oportunidade de desenvolver esse setor, que tem consideráveis impactos positivos na economia, sobretudo, no meio rural brasileiro. É imprescindível uma atuação mais orquestrada e planejada de todos atores dessas

cadeias produtivas conjuntamente com o governo para efetivar esses ganhos potenciais.

## Referências

Agência Nacional do Petróleo, Biocombustíveis e Gás Natural [ANP]. 2010. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro: ANP, 227 p.

Agência Nacional do Petróleo, Biocombustíveis e Gás Natural [ANP]. 2014. Boletim Mensal do Biodiesel: Superintendência de Refino, Processamento de Gás Natural e Produção de Biocombustíveis. 14p.

Associação Nacional dos fabricantes de Veículos Automotores [ANFAVEA]. 2014. Dados Relativos a 2014: Produção, vendas e exportação de autoveículos. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>> Acesso em: 22 set. 2014.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social [BNDES]. 2008. Bioetanol de cana-de-açúcar – Energia para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: BNDES. 316 p.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social [BNDES]. 2009. Mercado brasileiro de biodiesel e perspectivas futuras. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3107.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3107.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2014.

Biodieselbr. 2014. Proálcool – Programa Brasileiro do Álcool. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol.htm>>. Acesso em: 24 out. 2014.

Bowden, N.; Payne, J.E. 2010. Sectoral analysis of the causal relationship between renewable and non-renewable energy consumption and real output in the US. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, forthcoming, 5: 400-408.

BP Statistical Review of World Energy. 2014. Disponível em: <<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/review-by-energy-type/renewable-energy/biofuels.html>>. Acesso em: 1 nov. 2014.

Braga, C.F.G.V.; Braga, L.V. 2012. Desafios da energia no Brasil: panorama regulatório da produção e comercialização do biodiesel. *Cadernos Ebaer*. BR 10: 751-762.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA]. 2011. ETANOL/CEPEA: Preços se recuperam, mas ficam entre os 5 menores em 11 anos. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/imprensa/?page=339&search=1>>. Acesso em 1 set. 2014.

César, A. S.; Batalha, M.O. 2012. Biodiesel e agricultura familiar: Até onde vale a pena?. *Agroenergia* 32(9): 28–29.

Dam, J.E.G. van; Klerk-Engels, B.; Struik, P.C.; Rabbingem, R. 2005. Securing renewable resources supplies for changing market demands in a bio-based economy. *Industrial Crops and Products* 21: 129-144.

Demibras, A. 2005. Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. *Progress in Energy and Combustion Science* 31: 171-192.

Domingues, J.; Silva, E. M.; Andrade, E. T.; Ferreira, F. 2014. Extração do óleo, produção e caracterização de propriedades físicas do biodiesel de sementes de maracujá - *Passiflora edulis*. *Engevista* 16: 1-7.

Empresa de Pesquisa Energética [EPE]. 2011. Futuro promissor para o etanol no Brasil. *Visão do governo* 25-26.

Food and Agriculture Organization of the United States [FAO]. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 14 out. 2014.

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo [FAPESP]. 2014. Especiais: Pesquisar para exportar. Disponível em: <[http://agencia.fapesp.br/pesquisar\\_para\\_exportar/11731/](http://agencia.fapesp.br/pesquisar_para_exportar/11731/)>. Acesso em: 11 out. 2014.

Fundação Getúlio Vargas [FGV]. 2010. Biodiesel and its contribution to brazilian development. Fundação Getúlio Vargas. 34p.

Gerbens-Leenes, P.W.; Lienden, A.R. van; Hoekstra, A.Y.; Meer, Th.H. van der. 2012. Biofuel scenarios in a water perspective: The global blue and green water footprint of road transport in 2030. *Global Environmental Change* 22: 764-775.

Goldemberg, J. 2009. Biomassa e energia. *Química Nova* 32: 582-587.

Gorren, R.C.R. 2009. Biocombustíveis: Aspectos Sociais e Econômicos: Comparação entre Brasil, Estados Unidos e Alemanha. 130p. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Horlings, L.G.; Marsden, T.K. 2011. Towards the real green revolution? Exploring the conceptual dimensions of a new ecological modernisation of agriculture that could 'feed the world'. *Global Environmental Change* 21: 441-452.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA]. 2010. Petróleo: da crise aos carros flex. Disponível em: <[http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2321:catid=28&Itemid=23](http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2321:catid=28&Itemid=23)>. Acesso em: 10 set. 2014.

Kaygusuz, K. 2007. Energy for sustainable development: key issues and challenges. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* 2: 73-83.

Knothe, G.; Gerpen, J.V.; Krahl, J.; Ramos, L.P. 2006. Manual do Biodiesel. Edgard Blucher, São Paulo, 340p.

Lucena, A.A.; Mendes Júnior, C.H.R. 2013. A regulação da importação e exportação de gás natural no Brasil: estamos prontos para um futuro superavitário?. *Revista Direito E-nergia* 7: 60-79.

Maanem, J.V. 1979. Reclaiming qualitative methods for organizational research: a preface. *Administrative Science Quarterly* 24: 520-526.

Masiero, G.; Lopes, H. 2008. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. *Revista Brasileira de Política Internacional* 51: 60-79.

Meyer, D. 2011. Avaliação da biodegradabilidade de misturas de diesel e de biodiesel (B0, B20 e B100) em dois solos com diferentes granulometrias. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 146p.

Ministério de Minas e Energia. 2011. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Boletim mensal dos combustíveis renováveis jan/2011. Brasília: Departamento de Combustíveis Renováveis.

Ministério de Minas e Energia. 2014. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Boletim mensal dos combustíveis renováveis ago/2014. Brasília: Departamento de Combustíveis Renováveis.

Monteiro, K.F.G.; Homma, A.K.O. 2014. Diferentes sistemas de produção com palma de óleo (*Elaeis guineenses* Jaq.) e a participação do Brasil no cenário internacional. Embrapa Amazônia Oriental, Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/998597>>. Acesso em: 13 out. 2014.

Nardy, V.; Gurgel, A.C. 2013. Impactos da liberalização do comércio de etanol entre Brasil e Estados Unidos sobre o uso da terra e emissão de CO<sub>2</sub>. *Nova Economia* 23: 693-726.

Oliver, R. 1999. *The coming biotech age: the business of bio-materials*. McGraw-Hill Companies. 266p.

Orellano, V.F.; Souza, A.D.N.; Azevedo, P.F. Elasticidade-preço da demanda por etanol no Brasil: como renda e preços relativos explicam diferenças entre estados. *Brazilian Journal of Rural Economy and Sociology* 51: 699-718.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. 2009. *The Bioeconomy to 2030 – Designing a Policy Agenda*. Disponível em: <[http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030\\_9789264056886-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en)>. Acesso em 15 ste. 2014.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. 2011. *The Application of Biotechnology to Industrial Sustainability - A Primer*. Disponível em: <<http://www.oecd.org/science/biotech/1947629.pdf>>. Acesso em 1 out. 2014.

Pope, J.; Annandale, D.; Morrison-Sauders, A. 2004. Conceptualising sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 24: 595-616.

Robbins-Roth, C. 2000. *From alchemy to IPO: the business of biotechnology*. Perseus Publishing. 76p.

Rosegrant, M.W.; Cai, X.; Cline, S.; 2002. *World Water and Food for 2025: Dealing*

with Scarcity. International Food Policy Research Institute. 322p.

Sheppard, A.W.; Gillespie, I.; Hirsch, M.; Begley, C. 2011. Biosecurity and sustainability within the growing global Bioeconomy. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3: 4–10.

Sousa, E.L.L.; Macedo, I.C. 2010. Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética brasileira. Câmara Brasileira do Livro. 315p.

União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene [UBRABIO]. 2014. Disponível em : <<http://www.ubrabilio.com.br/1891/Publicacoes/>>. Acesso em: 1 out. 2014.

União Europeia [UE]. 2009. Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32009L0028>>. Acesso em: 20 set. 2014.

United States Energy Information Administration [EIA]. 2014. International Energy Outlook. Disponível em: <<http://www.eia.gov/forecasts/ieo/index.cfm>>. Acesso em: 10 out. 2014.

Valor Econômico. 2008. Equívocos nas críticas contra o etanol brasileiro. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP. Disponível em: <<http://www.gvces.com.br/index.php>>. Acesso em: 15 set. 2014.

Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. Biokraftstoffe [VDA]. 2008. Disponível em: < <http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html> >. Acesso em: 15 set. 2014.

World Energy Outlook. 2010. Global Energy Trends. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf> >. Acesso em: 1 nov. 2014.