



BIOCOMBUSTÍVEIS: VANTAGENS E DESAFIOS

BIOFUELS: ADVANTAGES AND CHALLENGES

Luizella Giardino Barbosa Branco

Universidade de Salvador, Brasil
luizella.branco@unifacs.br

RESUMO

O presente artigo objetiva explicar a inclusão dos biocombustíveis na matriz energética global, destacando a importância estratégica desse segmento para a indústria brasileira no domínio energético. Para tanto, na introdução, dedica-se a definir e conceituar os combustíveis verdes. Posteriormente, destaca premissas que, por não se restringem apenas a redução da emissão de gases do efeito estufa, podem e devem encorajar sua adoção pelos países. Em seguida, o texto passa a discorrer sobre a produção mundial de etanol e biodiesel, demonstrando a posição de destaque que o Brasil ocupa no ranking do setor. Na sequência, analisa separadamente indicadores de produção e investimento, comentando particularidades de suas matérias primas. Na última parte, o trabalho reflete sobre a evolução das gerações de biocombustíveis. Por fim, na conclusão, aponta ações que deveriam, na opinião da autora, serem tomadas a fim de que o Brasil se consolide de forma permanente como grande produtor e exportador mundial, evitando correr o risco de perder sua liderança no setor.

Palavras-chave: Biocombustíveis; Energia; Desenvolvimento; Produção e investimento; Estratégia nacional.

ABSTRACT

This article aims to explain the inclusion of biofuels in the global energy matrix, highlighting the strategic importance of this segment for the Brazilian industry in energy sector. To this end, the introduction is dedicated to defining and conceptualizing green fuels. Subsequently, the text explains the use of green fuels is not restricted to reducing greenhouse gases, and reveals how it can also improve other development issues. Then the text goes on discussing the global production of ethanol and biodiesel, demonstrating the prominent position that Brazil occupies in this ranking's sector. Following, analyzes separately indicators of production and investment, commenting particularities of its raw materials. In the last part, the work reflects on the evolution of generations of biofuels. Finally, in conclusion the author indicates the actions that, in her opinion, should be taken in order to Brazil consolidate permanently itself as a major biofuel's producer and exporter, avoiding the risk of losing its leadership in this sector.

Keywords: Biofuels; Energy; Development; Production and investment; National strategy.

"I foresee the time when industry shall no longer denude the forests which require generations to mature, nor use up the mines which were ages in the making, but shall draw its raw material largely from the annual products of the fields. I am convinced that we shall be able to get out of the yearly crops most of the basic materials which we now get from forest and mine" Henri Ford.

1 INTRODUÇÃO

Biocombustível é um termo genérico e se refere a diversos materiais de origem biológica com possibilidade de uso como fonte de energia. É um combustível considerado limpo, uma vez que a emissão de gás carbônico - CO₂ durante o seu processo de produção, ou na saída pelo cano de descarga dos carros, causa menos poluição do que a proveniente do diesel e da gasolina, contribuindo para minorar o efeito estufa no planeta.

De acordo com Luiz Augusto Horta Nogueira, um dos pioneiros nos estudos que levaram à criação da área de biocombustíveis da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis - ANP, os biocombustíveis mais viáveis são o etanol e o biodiesel. Elucidando essa premissa, Nogueira explica que o hidrogênio líquido, por exemplo, não emite nenhum tipo de fumaça quando utilizado como combustíveis de automóveis. Seu uso, porém, ainda é restrito por problemas de distribuição e de pouca autonomia.¹ Além disso, para a produção de hidrogênio é exigido gasto de eletricidade, o que, por sua vez, requer a queima de carvão e petróleo em termelétricas, o que diminui sua margem de vantagem com relação aos biocombustíveis.²

Outra questão positiva apontada pelo autor é que por serem líquidos, o etanol e o biodiesel têm a vantagem de aproveitar toda a estrutura logística da gasolina e do diesel. Sobre os benefícios do etanol e do biodiesel, Nogueira explica:³

O etanol tem uma equação econômica ainda mais favorável, em razão da produtividade. Com um hectare de terra se consegue produzir 7 500 litros de etanol. No caso do biodiesel de soja, obtém-se 600 litros por hectare. O etanol continuará atraente mesmo que o preço do barril de petróleo caia a 35 dólares. Todas as demais alternativas energéticas "verdes" só se tornam economicamente atraentes quando o barril de petróleo está valendo, no mínimo, 80 dólares.

Proveito diverso reside em seu grande espectro produtivo, já que além da produção de combustíveis, é possível fabricar-se a bioeletricidade a partir da queima do resíduo (biomassa) de biodiesel ou de etanol, a exemplo do que já ocorre com o bagaço da cana-de-açúcar. Esse é um ponto especialmente favorável aos países de menor desenvolvimento relativo, pois, permite o acesso à energia a mais pessoas pela sua produção mais barata. Considerando-se que, em 2006, havia dois bilhões de pessoas com pouco ou nenhum acesso à energia,⁴ pode-se concluir que os biocombustíveis podem contribuir para democratizar a energia no planeta.

A biomassa inclui fontes como a lenha e o carvão que são utilizadas há milhões de anos, juntamente com as novas fontes como o etanol, o biodiesel e o biogás, que veremos mais detidamente adiante.⁵ Nesse sentido, Steven Chu e José Goldemberg explicam que apesar de não existirem dados precisos, estima-se que um terço da população mundial depende de lenha, resíduos agrícolas, esterco animal e outros resíduos domésticos para satisfazer as necessidades energéticas de domicílios. Segundo os autores, calcula-se que essas utilizações tradicionais da biomassa respondam por mais de 90% da contribuição da biomassa para o suprimento global de energia, a maior parte do qual ocorre fora da economia formal de mercado, e principalmente nos países em desenvolvimento.⁶

¹ FRANÇA, Ronaldo. Energia. 70 Questões para entender o etanol. Revista "VEJA", 19 de março de 2008. Edição 2052. Disponível em: http://veja.abril.com.br/190308/p_104.shtml. Acesso em: 30.11.2011.

² Idem.

³ Idem.

⁴ VON BRAUN, Joachim; PAUCHARI, R.K. *The promises and challenges of biofuels for the poor in the developing countries*. International Food Research Policy Institute – IFPRI, Washington, DC, 2006, p-02.

⁵ Idem, *ibidem*.

⁶ GOLDEMBERG, José; CHUA, Steven et al. *Um futuro com energia sustentável: Iluminando o Caminho*. Tradução de: *Lighting the way: toward a sustainable energy future*, 2007. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; tradução, Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. – [São Paulo]: FAPESP; [Amsterdam]: InterAcademy Council; [Rio de Janeiro]: Academia Brasileira de Ciências, 2010, pp. 208-209. Disponível em: <http://fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>. Acesso em: 02.12.2011.

2 ENTENDENDO A RELEVÂNCIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS PARA O DESENVOLVIMENTO

O uso moderno da biomassa oferece um leque muito mais amplo de possibilidades para reduzir a dependência de combustíveis fósseis, diminuir emissões de gases de efeito estufa e promover desenvolvimento econômico sustentável. Uma série de tecnologias de energia de biomassa, adequadas para a aplicação em pequena e grande escala, está disponível. Incluem essas a gaseificação, a produção combinada de calor e eletricidade (cogeração), gás de aterro sanitário, recuperação de energia a partir de resíduos sólidos municipais ou biocombustíveis para o setor de transportes (etanol e biodiesel).⁷

Questões favoráveis para a adoção dos biocombustíveis recaem em setores estratégicos, geopolíticas à medida que permite os importadores diminuir a dependência dos países produtores de petróleo. A questão social é notadamente um importante acréscimo às vantagens listadas, pois possibilita a geração de empregos em larga escala através da criação de novas cadeias produtivas no campo.⁸

Em adição as conveniências acima apontadas, Suani Coelho acrescenta ainda dois motivos extras pelos quais, segundo ela, os biocombustíveis deveriam ser adotados nas matrizes energéticas dos países:⁹

- a) Desenvolvimento industrial; e
- b) Uso de terras degradadas.

Para diagnosticar o nível de desenvolvimento industrial tecnológico alcançado pelo Brasil na produção dos biocombustíveis, o presente trabalho se utilizou de dados apresentados pelo INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. De acordo com Zea Mayerhoff, a análise dos documentos de patente depositados no Brasil referentes a processos de fermentação para a preparação de etanol mostra que, o período no qual ocorreu o maior número de depósitos publicados coincidiu com o período em que foram alcançados os maiores avanços no setor, conforme demonstra o gráfico a seguir.¹⁰

⁷ Idem, p.209.

⁸ Idem, pp.-3-5.

⁹ COELHO, Suani. "A Questão do Meio Ambiente na Cadeia Produtiva de Biocombustíveis no Brasil". Centro Nacional de Referência em Biomassa – USP. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Apresentação realizada em Brasília, 25 de abril de 2006. Disponível em: <http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/PDF-16.pdf>. Acesso em: 06.12.11.

¹⁰ MAYERHOFF, Zea Duque Vieira Luna. "Patentes em bioetanol evidenciam desenvolvimento brasileiro". In: Inovação Uniemp (*online*), 2006, v. 2, n. 2, p. 22. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/pdf/inov/v2n2/a12v2n2.pdf>. Acesso em: 06.12.2011.

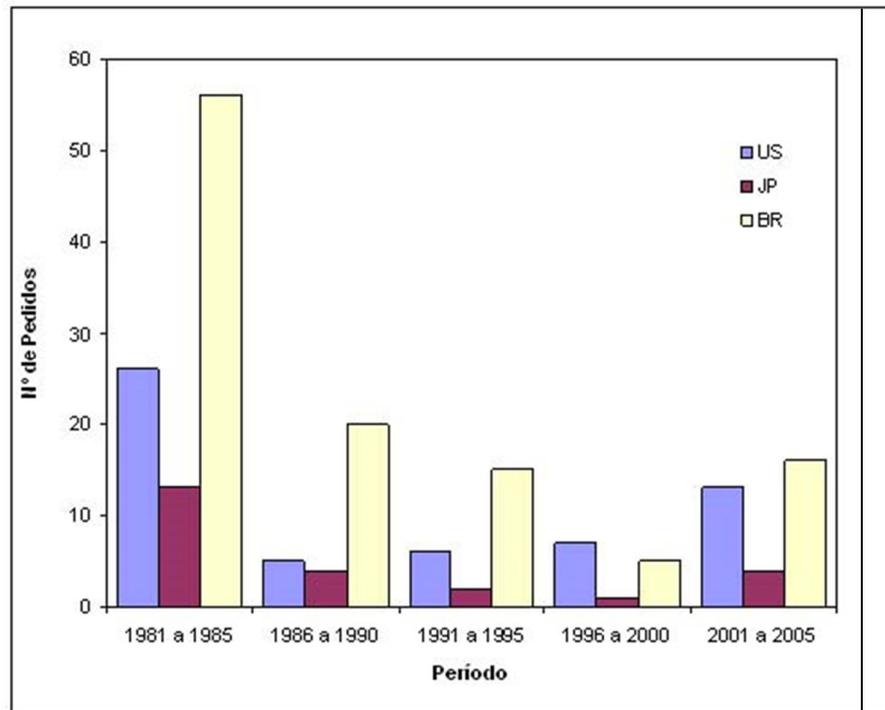


Figura 1- Pedidos de patentes referentes à produção biológica de etanol depositada no Brasil de 1981-2005
Fonte: Base de dados do Escritório Europeu de Patentes

O número substancialmente superior de pedidos de origem brasileira em comparação com os de origem americana e japonesa - outros dois maiores depositantes da matéria evidenciam a autossuficiência brasileira no incremento dessa tecnologia.¹¹

O gráfico seguinte apresenta a proporção de depósitos de origem brasileira em relação ao total dos depósitos efetuados no mundo, tanto para esse setor específico quanto para todas as áreas tecnológicas. Os dados refletem o desenvolvimento tecnológico do Brasil entre 1981 e 1990, quando a proporção da participação brasileira nesse setor (3-8%) foi notadamente superior que às demais áreas tecnológicas, que têm se mantido em torno de 0,5% nas últimas décadas.¹²

¹¹ Idem.

¹² Idem.

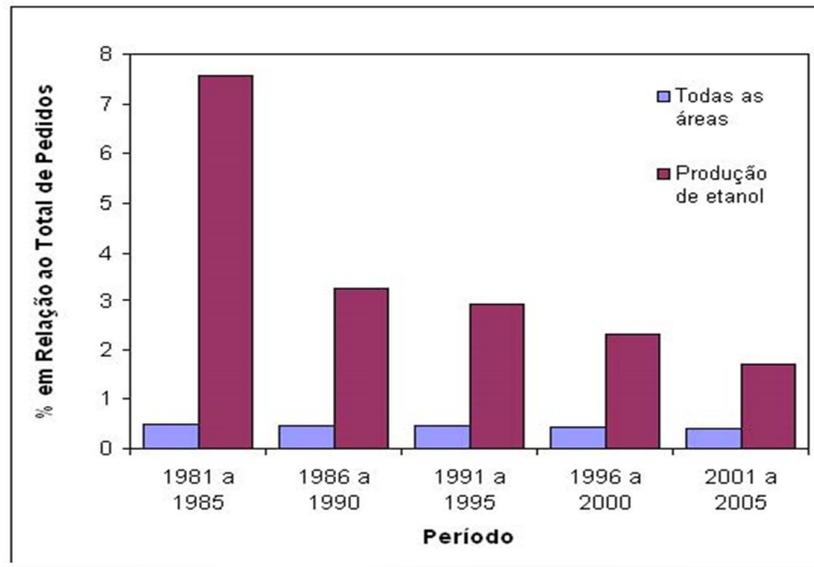


Figura 2 - Proporção de pedidos de patente de origem brasileira em relação ao total de depósitos efetuados no mundo para a produção biológica de etanol para todas as áreas tecnológicas.
Fonte: Base de dados do Escritório Europeu de Patentes

Sobre a utilização de terras degradadas, último item levantado acima, por Suani Coelho, vale à pena destacarmos o entendimento do Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e pesquisador da Embrapa, Segundo Urquiaga. Perguntado se a atual forma de produção de biocombustíveis comprometeria florestas nativas e a produção de alimentos, este se manifestou da seguinte forma:¹³

Qualquer programa bioenergético sustentável pode estabelecer-se sem comprometer as florestas nativas e a produção de alimentos, muito diferente de outros países com limitada disponibilidade de terras. Temos no Brasil mais de 230 milhões de hectares de terras sob pastagem, das quais aproximadamente cerca de 120 milhões de hectares estão cobertas com pastagens degradadas. Essas áreas estão disponíveis, não apenas para as culturas energéticas, senão também para pelo menos triplicar a área cultivada com grãos ou alimentos. Não podemos esquecer que, na pecuária, existem tecnologias para aumentar a produtividade e evitar a degradação.

Sobre este ponto vale também destacar o projeto desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), por meio da Secretaria de Agricultura Familiar (SAF), para efetivar o "Programa de Qualificação de Agentes de Assistência Técnica e Extensão Rural na Cultura do Dendê na Região Amazônica". Através deste projeto, busca-se credenciar Organizações Não Governamentais - ONGs e empresas do setor através de um

¹³ URQUIAGA, Segundo. "Saída para os biocombustíveis está em áreas degradadas". Entrevista concedida pelo professor peruano Segundo Urquiaga durante o XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo realizado, em agosto de 2009, em Fortaleza. Disponível em: <http://biocombustiveis-brasil.blogspot.com/2009/10/saida-para-biocombustivel-esta-nas.html>. Acesso em: 06.12.2011.

protocolo de responsabilidade produtiva e socioambiental, que irá nortear a cadeia produtiva do dendê que aproveitará áreas degradadas da região.¹⁴

Ainda sobre os benefícios dos combustíveis verdes, Ignacy Sachs afirma que há muito mais em jogo do que a mera substituição da gasolina pelos biocombustíveis. Nesse sentido, o autor destaca os desafios principais que, segundo ele, este século enfrentará:¹⁵

- a) Prover trabalho digno para todos, incluindo 2,5 bilhões de pequenos (as) agricultores (as) e suas famílias;
- b) Controlar o aquecimento global e;
- c) Libertar a humanidade dos perigos da geopolítica do petróleo.

3 ETANOL E BIODIESEL. RANKING DA PRODUÇÃO MUNDIAL

O Brasil tem posição de destaque pela produção de etanol e de biodiesel no cenário internacional. O país possui uma matriz energética¹⁶ limpa (44,7% de fontes renováveis) em relação ao mundo (13,3% de fontes renováveis).¹⁷

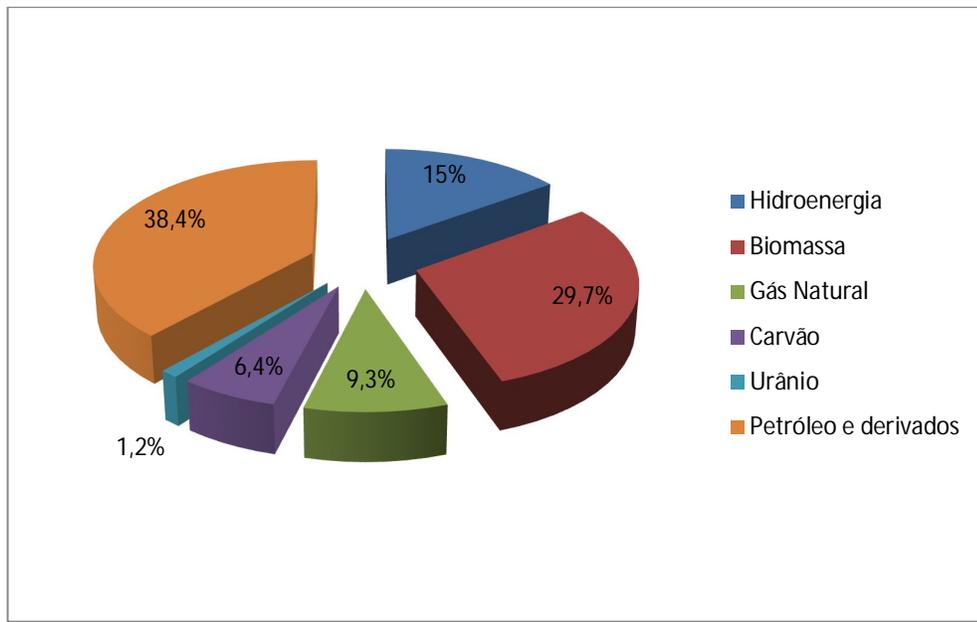
A seguir, as figuras mostram as matérias-primas mais utilizadas no Brasil e no mundo para a produção de energia.

¹⁴ A cultura do dendê é vista como uma alternativa viável para produção de biodiesel pela agricultura familiar. Atualmente, o Brasil é o 13º produtor de dendê, com cerca de 70 mil hectares plantados e grande potencial de expansão. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/qualificacao-incentiva-cultura-dende-utilizacao-areas-degradadas-220310.htm>. Acesso em: 06.12.2011.

¹⁵ SACH, Ignacy. "Os biocombustíveis estão chegando à maturidade". In: Democracia Viva n. 29, out/dez 2005, p. 29. Disponível em: https://www.ibase.br/userimages/dv29_artigo2_ibasenet.pdf. Acesso em: 01.12.2011.

¹⁶ Define-se a matriz energética como sendo a oferta interna de energia (OIE) discriminada quanto às fontes e setores de consumo.

¹⁷ GOES, Tarcizio; DE ARAÚJO, Marlene; MARRA, Renner. "Biodiesel e sua Sustentabilidade", Embrapa, 2010, p. 03. Disponível em: http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/Trabalho_biodiesel_11_de_janeiro_de_2010-versao_final.pdf. Acesso em: 30.11.2011.



Figuras 3 - Matriz Energética. Participação de fontes primárias no Brasil em 2006
 Fonte: Ministério de Minas e Energia - 2009

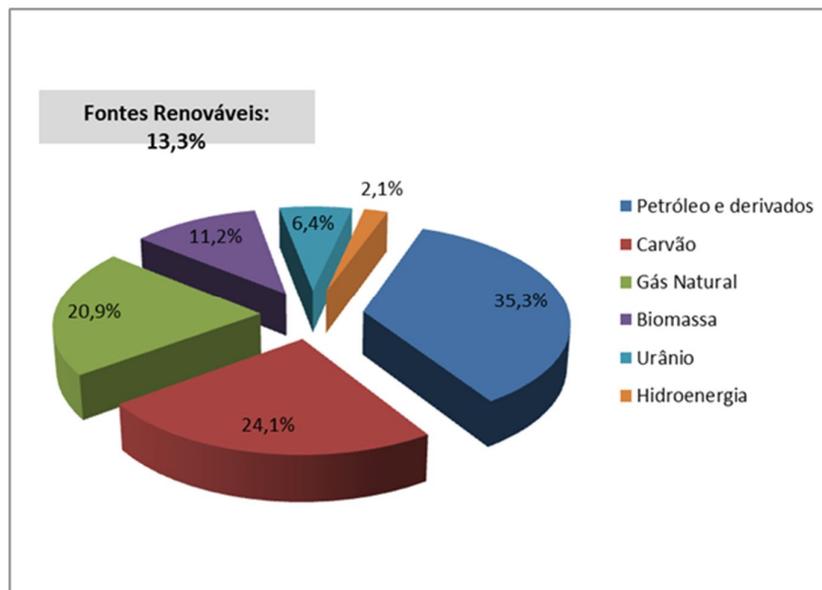


Figura 4 - Matriz Energética. Participação de fontes primárias no Mundo em 2006
 Fonte: Ministério de Minas e Energia - 2009

Os seis maiores países produtores de biocombustíveis estão listados na tabela abaixo. Os Estados Unidos e o Brasil dominam a produção de etanol, contabilizando 79% da produção global em 2007. A União Europeia - UE, por outro lado, lidera a produção de biodiesel, contabilizando 60% da produção mundial.

Canadá, Índia e China detêm uma produção menor de biocombustíveis, mas os governos desses países têm promovido ativamente suas produções.¹⁸

País	Etanol milhões de litros	Biodiesel milhões de litros	Total milhões de litros
1. Estados Unidos (milho)	26.500	1.688	28.188
2. Brasil (cana- de- açúcar)	19.000	227	19.227
3. UE (óleo de colza e beterraba)	2.253	6.109	8.361
4. China (mandioca)	1.840	114	1.954
5. Canadá (trigo e milho)	1.000	97	1.097
6. Índia (cana-de-açúcar e melado)	400	45	445

Figura 5 - Maiores produtores de biocombustíveis no mundo em 2007

Fonte: Toni Harmer. (2009). *Biofuels Subsidies and the Law of the World Trade Organization*

4 ETANOL E BIODIESEL. ALGUNS INDICATIVOS

4.1 Etanol

Embora perca por uma margem pequena para os Estados Unidos, o Brasil, segundo maior produtor mundial de etanol, é líder absoluto no ranking dos países que exportam e consomem o produto – detém cerca de 60% do mercado internacional de álcool. A produção global aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais se calcula que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros deste total. Os Estados Unidos, por sua vez, produzem o etanol a partir do milho, mas seu destino é o mercado interno.¹⁹ Em 2010, os EUA produziram 50,1 milhões de m³ de etanol, 78% maior do que a produção brasileira de etanol de cana-de-açúcar (28 milhões de m³).

¹⁸ HARMER, Toni (2009). *Biofuels Subsidies and the Law of the World Trade Organization*. ICTSD Programme on Agricultural Trade and Sustainable Development, Issue Paper No.20, International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland, p. 03. Disponível em: <http://vi.unctad.org/digital-library/?act=browse&by=browse-by-author&cl=2.8.2>. Acesso em 20.07.2011.

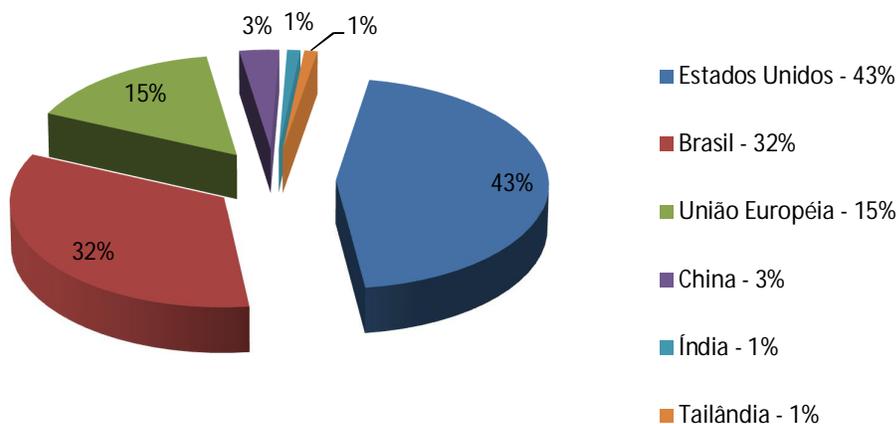


Figura 6 - Distribuição global da produção de etanol em 2007
Fonte: FO Licht; Coyle, 2007

O ciclo de plantio da cana-de-açúcar oferece vantagens significativas quanto ao custo em relação à beterraba (base para a produção de etanol na Europa), que precisa ser replantada todos os anos e exige rotação de colheita que varia de três a cinco anos. A cana-de-açúcar é cultivada nas regiões centro-sul e norte-nordeste do Brasil. A região centro-sul é responsável por aproximadamente 90% e 85% da produção de álcool e açúcar do Brasil, respectivamente.²⁰

Como lembra Valéria Delgado Bastos, a produção do etanol é bastante pulverizada no país. Há usinas que fabricam apenas açúcar, as destilarias autônomas, e as que produzem apenas álcool, e há também usinas com destilarias anexas que fabricam os dois produtos. No total existem atualmente 336 unidades produtoras, a maioria de pequeno porte. As principais são Cosan, São Martinho, Vale do Rosário, Copersucar, Crystalsev, Nova América e Itamarati. Valéria Bastos salienta que novos atores, como Cargill, Tereos, Evergreen, Louis Dreyfus e Kidd & Company, vêm ganhando espaço no setor. A autora lembra também que na década de 1990 deu-se o início dos investimentos de grupos internacionais, em movimentos de fusões e aquisições, além de intenso deslocamento de firmas tradicionais do Nordeste para São Paulo²¹, Minas Gerais e Goiás.²²

²⁰ Disponível em: http://www.cosan.com.br/cosan2009/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=26366. Acesso em: 30.11.2011.

²¹ O estado de São Paulo concentra 133 das 336 usinas do Brasil.

²² BASTOS, Valéria Delgado. Etanol, Alcoolquímica e Biorrefinarias. In: BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, mar. 2007, pp. 10-11. Disponível em: http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/alcoolquimica_000fxevwis802wyiv80soht9hogzht0d.pdf. Acesso em: 08.12.2011.

No Brasil, toda a gasolina, seja ou não para uso automotivo, contém de 20% a 25% de etanol anidro (0,4% de água, em volume). O percentual exato varia, conforme decisões políticas e econômicas governamentais.²³

Outra grande vantagem do etanol com relação à gasolina ou o diesel reside no baixo impacto ambiental em casos de vazamento de combustível, pois o produto é biodegradável. Diferentemente da gasolina e do diesel, o etanol praticamente não contém enxofre, partículas e outros poluentes da atmosfera²⁴

Para uma adequada seleção de biomassas com potencial para produção de etanol é necessário o balanço energético de cada uma delas, ou seja, a relação entre a energia produzida e a demanda de energia direta e indireta para produzir tal energia. Portanto, são mais interessantes os cultivos de alta produtividade e baixa demanda de insumos energéticos exógenos. Como uma consequência natural dos balanços energéticos, é possível estimar os níveis de emissão de Gases de Efeito Estufa - GEE, aspecto relevante na avaliação dos biocombustíveis e bastante diferenciado em função da matéria-prima utilizada. Pelo etanol produzido pela cana-de-açúcar há uma redução de quase 90% de CO₂ quando comparado (30-38%) a gasolina.²⁵

Corroborando com esses dados, o relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - OCDE intitulado "Avaliação Econômica das Políticas de Apoio aos Biocombustíveis", o etanol de cana-de-açúcar produzido no Brasil permite reduzir as emissões em até 90%, contribuindo mais na redução das emissões de gases que provocam o efeito estufa do que os biocombustíveis produzidos nos Estados Unidos e na Europa.²⁶ Exemplificando, o referido estudo indica que os biocombustíveis produzidos a partir de outras matrizes renováveis, permitem reduzir as emissões apenas entre 20% e 60%.

A seguir apresentam-se informações levantadas por órgãos de credibilidade como o BNDES, o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), a FAO e a CEPAL:

²³ O uso exclusivo de etanol como combustível está concentrado no Brasil. Disponível em: <http://www.raizen.com/pt/segmento-de-negocios/etanol.aspx>. Acesso em: 02.12.2011.

²⁴ Idem.

²⁵ Bioetanol de cana-de-açúcar. Energia para o desenvolvimento sustentável. Resumo executivo. BNDES, CGEE, FAO e CEPAL, 2008, pp.8-9. Disponível em: http://www.bioetanoldecana.org/pt/download/resumo_executivo.pdf. Acesso em: 06.12.2011.

²⁶ Economic Assessment of Biofuel Support Policies. Summary of OECD Report Directorate for Trade and Agriculture. Press Conference, Paris, 16 July, 2008, p. 7. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/10/40990370.pdf>. Acesso em: 25.06.2012.

Matéria-prima	Relação de energia	Emissões evitadas
Cana-de-açúcar	9,3	70% a 90%
Milho	0,6 – 2,0	20% a 50%
Trigo	0,97 – 1,11	30% a 60%
Beterraba	1,2 – 1,8	30% a 50%
Óleos Vegetais	1,6-1,7	40% a 55%

Figura 7 - Comparação das diferentes matérias-primas para a produção de etanol

Fonte: BNDES, CGEE, FAO e CEPAL (2008) e OECD Summary Report Directorate for Trade and Agriculture (2008)

4.2 Biodiesel

O biodiesel, também chamado de diesel vegetal, pode ser misturado ao petróleo é produzido a partir de sementes de oleaginosas (como pinhão manso, dendê, soja, etc.) bem como do óleo reciclado (inclusive o óleo de fritura utilizado em residências para o preparo de alimentos) e gordura animal.

O fornecimento de matéria-prima para as indústrias é hoje uma das principais preocupações da cadeia produtiva de biodiesel. A discussão sobre qual a matéria-prima ideal para a produção de biodiesel é longa e complicada.²⁷ A Figura abaixo mostra as oleaginosas e seus respectivos teores de óleos. Observa-se que o óleo de girassol apresenta teor de óleo superior ao de soja, utilizado predominantemente no Brasil para a produção de biodiesel.²⁸

²⁷ TAVARES, Marileide Lira de Araújo. Análise Termo Oxidativa do Biodiesel de Girassol (*Heliantus Annus*). Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba; Centro de Ciências Exatas e da Natureza; Departamento de Química; Programa de Pós-graduação em Química. João Pessoa – PB, maio de 2009, pp. 11-12. Disponível em: http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Marileide_Lira_Tavares.pdf#page=27. Acesso em: 08.12.2011.

²⁸ VICHI, Flavio Maron e MANSOR, Maria Teresa Castilho. "Energia, Meio Ambiente e Economia: o Brasil no Contexto Mundial. In: Quim. Nova, Vol. 32, n° 3, 2009, p. 765. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a19v32n3.pdf>. Acesso em: 08.12.2011.

Fundamentação Teórica	Oleaginosas e seus conteúdos de óleo (%)
Copra	66-65
Babaçu	60-65
Gergelim	50-55
Girassol	48-52
Polpa de palma (dendê)	45-50
Caroço de palma	45-50
Amendoim	45-50
Colza	45-50
Açafrão	30-35
Oliva	25-30
Algodão	18-20

Figura 8 - Oleaginosas e seus respectivos teores de óleos
Fonte: Marileide Lira de Araújo Tavares

A produção global de biodiesel aumentou 7.5% em 2010, próximo a 19 bilhões de litros, tendo um crescimento de 38% desde o ano de 2005. Sua produção é muito menos concentrada do que se comparada com a produção do etanol, sendo 10 países responsáveis por 75% do total da produção em 2010.²⁹

A UE permanece no centro da fabricação mundial de biodiesel, com mais de 10 bilhões de litros que representam quase 53% do total produzido em 2010. Apesar disso, houve um decréscimo de 2% na produção da região, aumentando apenas 2% em 2010, em relação ao crescimento de 2009, que foi de 19% (em 2005 o crescimento foi de 65%).³⁰ A produção do biodiesel diminuiu na Alemanha, Grécia e no Reino Unido, mas importantes expansões da produção foram realizadas em outros países tais como Áustria, Bélgica, Finlândia, Itália, Países Baixos, Polônia e Espanha, que substituiu a Itália como o terceiro maior produtor de biodiesel da UE, atrás de Alemanha³¹ e da França. Em 2009, o biodiesel representou aproximadamente 75% dos combustíveis biológicos produzidos na Europa, os 15% restantes correspondem à produção do bioetanol, que, em 2010, chegou a, aproximadamente, 3.7 bilhão litros.³²

A principal tecnologia para obtenção de biodiesel no Brasil e no mundo é a transesterificação (ou alcoólise) alcalina homogênea de óleos e gorduras. Nessa reação, o óleo ou gordura, que são compostos

²⁹ Disponível em: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/eu-results.php>. Acesso em: 02.12.2011.

³⁰ REN21. 2011. *Renewables 2011 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat, p. 32. Disponível em: http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/GSR2011_Master18.pdf. Acesso em: 09.12.2011.

³¹ A Alemanha é o maior produtor e consumidor mundial de biodiesel. GOES, Tarcizio; DE ARAÚJO, Marlene; MARRA, Renner. Op. Cit. p. 07.

³² Disponível em: <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/eu-biodiesel.php>. Acesso em: 02.12.2011.

basicamente de tri-ésteres da glicerina com ácidos graxos, é misturado a metanol ou etanol e, na presença de um catalisador, dá origem a uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos e glicerina.³³

A produção de biodiesel provoca mais desgaste na terra do que o etanol, e representa apenas uma fração da produção deste último. José Expedito de Sá Parente explana que o biodiesel:³⁴

É um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, sucedâneo ao óleo diesel mineral, constituído de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol, respectivamente.

O Brasil se consolidou como o segundo maior produtor de biodiesel do mundo em 2010, atrás apenas da Alemanha (a produção brasileira no ano de 2010 foi de 2,4 milhões de m³, enquanto que a Alemanha produziu 2,6 milhões de m³ (uma diferença de 8%). Em 2011, o país se tornou o principal mercado consumidor de biodiesel no mundo (crescimento da nossa demanda doméstica, *vis a vis* uma pequena redução do consumo de biodiesel na Alemanha).³⁵ O país atraiu um quarto do US\$5,6 bilhões investido em todo o mundo em usinas de produção de biocombustíveis em 2010, o que equivale a US\$ 1,76 bilhões de dólares. Projetos de biocombustíveis nos Estados Unidos e União Europeia atraíram US\$ 1,13 bilhões dólares e US\$ 893 milhões dólares, respectivamente.³⁶

Destaca-se, entretanto, que o Brasil só poderá manter essa posição frente a outros países com o desenvolvimento de novas tecnologias. E, para viabilizar essa meta, o país deverá não só investir maciçamente em pesquisa, como igualmente atrair capital estrangeiro para esse fim. Corroborando com esse pensamento, destaca-se a posição de analistas FO Licht que afirmam ser necessário o país investir mais na produção de biocombustíveis para atender a maior demanda futura, apesar de classificado como o primeiro lugar em destino de investimentos em energias renováveis.³⁷

5 BIOCOMBUSTÍVEIS DE SEGUNDA, TERCEIRA E QUARTA GERAÇÃO

A aplicação de avanços nas áreas de ciência e tecnologia de rápido desenvolvimento, tais como a biologia sintética e genômica funcional de alto rendimento, oferece boas perspectivas para rápidos aperfeiçoamentos de matérias-primas e a conversão dessas matérias-primas em biocombustíveis. Grandes organizações de pesquisas acham que em longo prazo existe vasto potencial para produzir uma bioenergia mais sustentável do que a produzida hoje. Os cientistas que trabalham para o Bioenergy Task 40 da AIE

³³ SUAREZ, Paulo A. Z.; SANTOS, André L. F.; RODRIGUES, Juliana P. e ALVES, Melquizedeque B.. " Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. *Quim. Nova* [online]. 2009, vol.32, n.3, pp. 770-771.

³⁴ PARENTE, José Expedito de Sá. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza-CE: Unigráfica, p. 13, 2003. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/63748762/BIODIESEL-UMA-AVENTURA-TECNOLOGICA-NUM-PAIS-ENGRACADO>. Acesso em: 02.12.2011.

³⁵ Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis. Edição n° 42, Junho/2011. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Departamento de Combustíveis Renováveis. Disponível em: http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/spg/galerias/arquivos/publicacoes/boletim_mensal_combustiveis_renovaveis/Boletim_DCR_nx_042_-_junho_de_2011.pdf Acesso em: 27.06.2012.

³⁶ Disponível em: <http://masterclassbrazil.com/market-overview-brazil/biofuels-sugercane/>. Acesso: 05.08.13

³⁷ Disponível em: <http://masterclassbrazil.com/market-overview-brazil/biofuels-sugercane>. Acesso em: 05.08.2013.

colocam esse potencial em cerca de 1300 Exajoules até 2050 (atualmente o uso global de combustível fóssil é de aproximadamente 380Ej ao ano). Esta biomassa potencial está explicitamente baseada no cenário “sem desmatamento” e no fato de que toda necessidade de alimentos, fibras e ração de populações crescentes e animais deve ser suprida antes. Depois de levar estes requisitos em conta, os pesquisadores encontram vasto potencial especialmente na África e América Latina.³⁸

Os biocombustíveis de segunda geração, que podem ser produzidos a partir de matérias-primas residuais resultantes de processos produtivos, da agropecuária ou de atividades agro-florestais, constituem-se como alternativas para a redução no custo de produção da bioenergia. A produção de etanol celulósico, que é umas das mais promissoras fontes de energia limpa e barata, pode, a princípio, utilizar como insumo, qualquer matéria-prima e rejeitos que contenha celulose e hemicelulose (lenhosa ou fibrosa como o bagaço de cana, palha da soja, casca de arroz, etc.), que são mais baratas, abundantes e podem ser produzidos nas mais variadas condições de solo e clima.³⁹ O diretor da Petrobrás Biocombustíveis, Ricardo Castello Branco, informou que as novas técnicas e processos permitirão aumentar em 60% a produção na mesma área plantada. Castello Branco declarou em palestra, em 2008, durante o evento “Rio Oil & Gás”, no Rio de Janeiro, que “os biocombustíveis de segunda geração devem entrar em produção comercial até 2015”.⁴⁰

Ainda relacionado às inovações de produto, não pode deixar de ser mencionada a crescente importância do conceito de biorrefinaria. Esse conceito sugere que a exploração das biomassas precisa integrar uma visão multiproduto, explorando diversas correntes e processos, à semelhança das refinarias de petróleo que derivam do óleo um conjunto variado de produtos. No caso da biorrefinaria, os produtos energéticos aparecem ao lado de produtos químicos.⁴¹ Nesse sentido, devem ser mencionados também os combustíveis de terceira geração e quarta geração que vem sendo desenvolvidos em projetos em biorrefinarias. Um destes experimentos concentra-se na produção de biodiesel a partir de culturas de micro-algas. O desenvolvimento de micróbios fotossintéticos que produzam lipídios ou hidrocarbonetos tem um grande potencial para a produção de biocombustíveis. De acordo com José Goldenberg e Steven Chua:⁴²

Embora seja improvável que a produção vegetal de biomassa utilizável seja superior a uma eficiência de conversão de energia solar de 1% a 2%, as algas podem converter a energia solar com uma eficiência superior a 10%. Uma combinação de processos microbianos anaeróbicos e aeróbicos pode ser otimizada separadamente, de forma que um precursor de combustível possa ser produzido em um ambiente anaeróbico e o produto final, em um aeróbico. O cultivo eficiente de algas que poderia obter o máximo proveito da alta eficiência quântica destes microrganismos exigiria, contudo, uma infraestrutura de uso intensivo de capital.

³⁸ Biocombustíveis - Da primeira a quarta geração. Disponível em: http://portal.ftc.br/bioenergia/wp-content/uploads/2010/05/Artigo_2.pdf. Acesso em: 07.11.2011.

³⁹ LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis L. V. “O biocombustível no Brasil.” In: Novos estudos. CEBRAP, São Paulo, n. 78, Julho 2007, p. 21. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/nec/n78/03.pdf>. Acesso em: 06.12.2011.

⁴⁰ Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/102419.htm>. Acesso em: 07.12.2011.

⁴¹ BOMTEMPO, José Vitor. “O futuro dos biocombustíveis II: Por que a indústria de biocombustíveis do futuro será diferente da que conhecemos hoje? Blog Infopetro. Setor de Estratégias Empresariais. Biocombustíveis. Tecnologia. 10.05.2010. Disponível em: <http://infopetro.wordpress.com/2010/05/10/o-futuro-dos-biocombustiveis-ii-por-que-a-industria-de-biocombustiveis-do-futuro-sera-diferente-da-que-conhecemos-hoje/>. Acesso em 13.12.2011

⁴² GOLDEMBERG, José; CHUA, Steven et al. Op. cit. pp. 217-218

A produção de biocombustíveis a partir de algas data já de experimentos de 1978 por parte do Departamento de Energia dos EUA apresenta-se problemática, a tal ponto que este projeto foi encerrado 18 anos após por inviabilidade econômica. Um dos problemas que o cultivo de algas e cianobactérias apresentam é o de contaminação por micro-organismos indesejados, ainda que o cultivo a céu aberto seja possível e vantajoso. Pesquisadores da universidade de Wageningen apontam que a produção industrial de biodiesel a partir de algas será viável em 15 anos.⁴³

Em um caso especial, pesquisadores criaram uma colheita de milho que já contém as enzimas necessárias para converter sua biomassa em combustíveis. É um exemplo de colheitas de terceira geração. Os cientistas contam com o campo emergente da biologia sintética para descobrir os princípios necessários para permitir o design de plantações.⁴⁴

Finalmente, há também estudos no caminho de se desenvolver os biocombustíveis de quarta geração, produzidos a partir de culturas com alta eficiência de captação solar. Neste caso, células fotossintéticas em crescimento, manipuladas geneticamente, quando expostas à luz solar e ao dióxido de carbono são capazes de produzir e secretar gorduras ricas em energia, que podem ser refinadas diretamente em biodiesel.⁴⁵ A empresa de C.Venter, a Synthetic Genomics, em La Jolla, Califórnia, já se encaminha para desenvolver microorganismos que podem ser reutilizados várias vezes, pois são modificados de maneira a liberar a gordura e não armazená-la. Também foi desenvolvida uma forma destes organismos não crescerem se forem libertados acidentalmente, por meio de dependência de uma substância que não podem produzir.⁴⁶

Com efeito, esta tecnologia encontra-se ainda em estágio laboratorial, distante de uma aplicação prática.⁴⁷ Por outro lado, sabe-se que apenas uma pequena fração da radiação solar incidente no planeta é atualmente empregada mediante processos tecnológicos, embora exista uma enorme potencial para sua utilização.⁴⁸

Para facilitar o entendimento, recorreremos a Figura a seguir:

⁴³ QUIUMENTO, Francisco. "Biocombustíveis: Sustentabilidade em energia sem acréscimo de dióxido de carbono na atmosfera". 2011, Dez. 2007. Disponível em: <http://knowledgeispowerquiumento.wordpress.com/article/biocombustiveis-2tlel7k7dcy4s-79/>. Acesso em: 08.12.2011.

⁴⁴ Disponível: http://portal.ftc.br/bioenergia/wp-content/uploads/2010/05/Artigo_2.pdf. Acesso em: 07.12.2011.

⁴⁵ QUIUMENTO, Francisco. "Biocombustíveis: Sustentabilidade em energia sem acréscimo de dióxido de carbono na atmosfera". 2011, Dec 07. Disponível em: <http://knowledgeispowerquiumento.wordpress.com/article/biocombustiveis-2tlel7k7dcy4s-79/>. Acesso em: 08.12.2011.

⁴⁶ Idem.

⁴⁷ PERIN, Márcio Luiz; MARTINS, Gilberto e GUERRA, Sinclair Mallet Guy. Op. cit. p. 113.

⁴⁸ NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta (Org.) Op. Cit, p. 279.

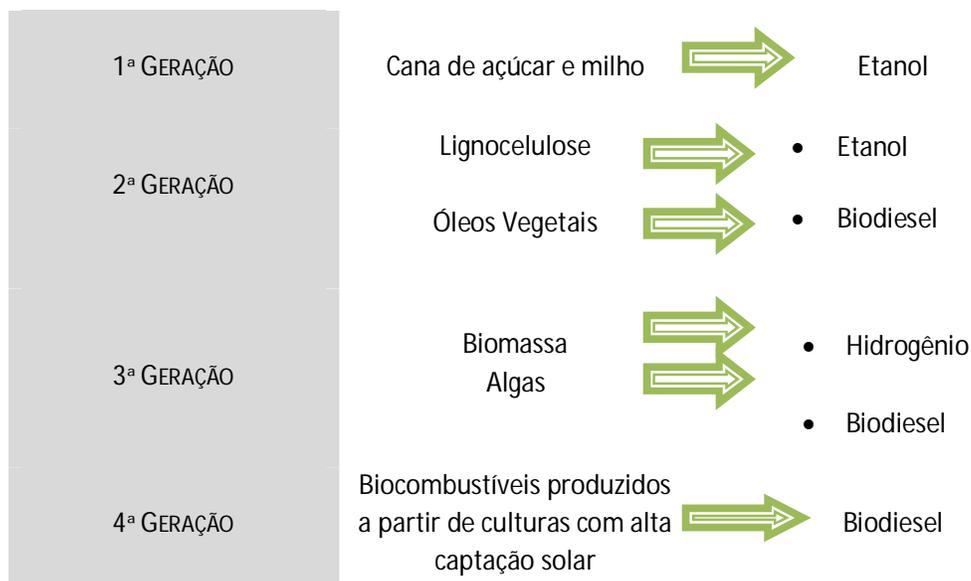


Figura 9: Evolução das Gerações de Refinarias & Biocombustíveis
 Fonte: Prof Arvind Lali. Centre for Energy Biosciences, India. “Biorefinery, The Theme of Next Generation Biofuels”
 International Conference on Green Industry in Asia. September, 2009, Philippines

Os últimos anos de pesquisa e de projeto de engenharia foram direcionados ao desenvolvimento da indústria moderna do petróleo. Um esforço similar deve igualmente ser empreendido para se ampliar o hidrocarboneto em biorrefinarias. Avanços na ciência permitiram ao homem compreender e controlar a química em escala molecular, fato que promete o aceleração de tecnologias de produção das biomassas para a produção de biocombustíveis.⁴⁹

6 CONCLUSÃO

A utilização de fontes renováveis de energia já se cristalizou como realidade no cenário energético mundial. Os biocombustíveis, em especial, para além de sua incontestável contribuição ao meio ambiente - pela redução de gases poluentes, corroboram ainda para a promoção de ações sociais, estimulando a possibilidade de maior desenvolvimento nos países que os adotam em sua matriz. O Brasil aparece como relevante líder de produção e exportação de etanol, e seu mercado vêm ganhando maior e crescente significação igualmente com o biodiesel. Não obstante a envergadura e pujança do país no setor, este não deve negligenciar a necessidade de constantes investimentos em pesquisa e a busca por novas tecnologias, sob o risco de ser rapidamente ultrapassado por concorrentes. Acreditamos que com essas ações o país deva se manter na liderança dos biocombustíveis, firmando sua participação e aumentando sua relevância política como *global player* diante da realidade energética contemporânea.

⁴⁹ Breaking the Chemical and Engineering Barriers to Lignocellulosic Biofuels: Next Generation Hydrocarbon Biorefineries. Washington, D.C, 2007. Disponível em: <http://aceer.uprm.edu/pdfs/BiofuelsRoadmapFinal.pdf>. Acesso em: 08.12.2011.

REFERÊNCIAS

1. BASTOS, Valéria Delgado. Etanol, Alcoolquímica e Biorrefinarias. In: BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, mar. 2007, pp. 10-11. Disponível em: http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/alcoolquimica_000fxevwis802wyiv80soht9hogzht0d.pdf.
2. Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis. Edição nº 42, Junho/2011. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Departamento de Combustíveis Renováveis. Disponível em: http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/spg/galerias/arquivos/publicacoes/boletim_mensal_combustiveis_renovaveis/Boletim_DCR_nx_042_-_junho_de_2011.pdf
3. BOMTEMPO, José Vitor. "O futuro dos biocombustíveis II: Por que a indústria de biocombustíveis do futuro será diferente da que conhecemos hoje? Blog Infopetro. Setor de Estratégias Empresariais. Biocombustíveis. Tecnologia. 10.05.2010. Disponível em: <http://infopetro.wordpress.com/2010/05/10/o-futuro-dos-biocombustiveis-ii-por-que-a-industria-de-biocombustiveis-do-futuro-sera-diferente-da-que-conhecemos-hoje/>.
4. Breaking the Chemical and Engineering Barriers to Lignocellulosic Biofuels: Next Generation Hydrocarbon Biorefineries. Washington, D.C, 2007. Disponível em: <http://aceer.uprm.edu/pdfs/BiofuelsRoadmapFinal.pdf>.
5. COELHO, Suani. "A Questão do Meio Ambiente na Cadeia Produtiva de Biocombustíveis no Brasil". Centro Nacional de Referência em Biomassa – USP. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Apresentação realizada em Brasília, 25 de abril de 2006. Disponível em: <http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/PDF-16.pdf>.
6. Economic Assessment of Biofuel Support Policies. Summary of OECD Report Directorate for Trade and Agriculture. Press Conference, Paris, 16 July, 2008. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/10/40990370.pdf>.
7. FRANÇA, Ronaldo. Energia. 70 Questões para entender o etanol. Revista "VEJA", 19 de março de 2008. Edição 2052. Disponível em: http://veja.abril.com.br/190308/p_104.shtml.
8. GOES, Tarcizio; DE ARAÚJO, Marlene; MARRA, Renner. "Biodiesel e sua Sustentabilidade", Embrapa, 2010. Disponível em: http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2010/Trabalho_biodiesel_11_de_janeiro_de_2010-versao_final.pdf.
9. GOLDEMBERG, José; CHUA, Steven et al. *Um futuro com energia sustentável: Iluminando o Caminho*. Tradução de: *Lighting the way: toward a sustainable energy future*, 2007. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; tradução, Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. – [São Paulo]: FAPESP ; [Amsterdã] : InterAcademy Council ; [Rio de Janeiro] : Academia Brasileira de Ciências, 2010. Disponível em: <http://fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>.
10. HARMER, Toni (2009). *Biofuels Subsidies and the Law of the World Trade Organization*. ICTSD Programme on Agricultural Trade and Sustainable Development, Issue Paper No.20, International Centre for Trade and Sustainable Development, Geneva, Switzerland. Disponível em: <http://vi.unctad.org/digital-library/?act=browse&by=browse-by-author&cl=2.8.2>. Acesso em 20.07.2011.
11. LEITE, Rogério Cezar de Cerqueira; LEAL, Manoel Régis L. V. "O biocombustível no Brasil." In: Novos estudos. CEBRAP, São Paulo, n. 78, Julho 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/nec/n78/03.pdf>.
12. MAYERHOFF, Zea Duque Vieira Luna. "Patentes em bioetanol evidenciam desenvolvimento brasileiro". In: Inovação Uniemp (*online*), 2006, v. 2, n. 2. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/pdf/inov/v2n2/a12v2n2.pdf>.

13. PARENTE, José Expedito de Sá. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza-CE: Unigráfica, 2003. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/63748762/BIODIESEL-UMA-AVENTURA-TECNOLOGICA-NUM-PAIS-ENGRACADO>.
14. QUIUMENTO, Francisco. "Biocombustíveis: Sustentabilidade em energia sem acréscimo de dióxido de carbono na atmosfera". 2011, Dez. 2007. Disponível em: <http://knowledgeispowerquiumento.wordpress.com/article/biocombustiveis-2tlel7k7dcy4s-79/>.
15. REN21. 2011. *Renewables 2011 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat. Disponível em: http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/GSR2011_Master18.pdf.
16. SACH, Ignacy. "Os biocombustíveis estão chegando à maturidade". In: Democracia Viva n. 29, out/dez 2005. Disponível em: https://www.ibase.br/userimages/dv29_artigo2_ibasenet.pdf.
17. SUAREZ, Paulo A. Z.; SANTOS, André L. F.; RODRIGUES, Juliana P. e ALVES, Melquizedeque B." Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. *Quim. Nova* [online]. 2009, vol.32, n.3.
18. TAVARES, Marileide Lira de Araújo. Análise Termo Oxidativa do Biodiesel de Girassol (*Heliantus Annus*). Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba; Centro de Ciências Exatas e da Natureza; Departamento de Química; Programa de Pós-graduação em Química. João Pessoa – PB, maio de 2009. Disponível em: http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Marileide_Lira_Tavares.pdf#page=27.
19. URQUIAGA, Segundo. "Saída para os biocombustíveis está em áreas degradadas". Entrevista concedida pelo professor peruano Segundo Urquiaga durante o XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo realizado, em agosto de 2009, em Fortaleza. Disponível em: <http://biocombustiveis-brasil.blogspot.com/2009/10/saida-para-biocombustivel-esta-nas.html>.
20. VICHI, Flavio Maron e MANSOR, Maria Teresa Castilho. "Energia, Meio Ambiente e Economia: o Brasil no Contexto Mundial. In: *Quim. Nova*, Vol. 32, n° 3, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a19v32n3.pdf>.
21. VON BRAUN, Joachim; PAUCHARI, R.K. *The promises and challenges of biofuels for the poor in the developing countries*. International Food Research Policy Institute – IFRPI, Washington, DC, 2006.