



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Sustentabilidade e Políticas Públicas: A inserção do biodiesel no mundo e no Brasil

RENATA MARTINS SAMPAIO

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
renatasampaio@ige.unicamp.br

MARIA BEATRIZ BONACELLI

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
bia@ige.unicamp.br



SUSTENTABILIDADE E POLÍTICAS PÚBLICAS: A INSERÇÃO DO BIODIESEL NO MUNDO E NO BRASIL

Resumo: O estudo tem por objetivo caracterizar a produção de biodiesel no mundo e no Brasil. Esse biocombustível passou a fazer parte da matriz energética no segmento de transportes, amplamente dominado pelos derivados de petróleo. As consequências do padrão fóssil, poluição, aquecimento global e insegurança energética, motiva a busca por novas alternativas sustentáveis alicerçadas em políticas públicas. Esse cenário motivou a pesquisa, aqui apresentada, apoiada na abordagem sistêmica das produções agroindustriais e no tratamento de dados e informações sobre o uso do biodiesel nos principais países produtores. Os resultados apontam a dependência da produção da agroindústria e dos incentivos financeiros, fiscais e tecnológicos instrumentalizados em políticas públicas formadoras de mercados compulsórios, pautados em percentuais de mistura de biodiesel ao diesel. Nessas condições a produção mundial vem crescendo, sendo Europa, Estados Unidos e América do Sul, os principais produtores. Na Europa, Alemanha, França, Itália e Espanha se destacam com seus programas alinhados às Diretivas da União Europeia e como o mercado de maior potencial para países exportadores de biodiesel. No Brasil, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) instrumentaliza, desde de 2005, o mercado de biodiesel que se mostra crescente em meio ao distanciamento dos objetivos, inicialmente, propostos.

Palavras-chave: bioenergia, biocombustíveis, petróleo, energias renováveis, efeito estufa

***Abstract:** The study aims to characterize the production of biodiesel in the world and in Brazil. This biofuel has become part of the energy mix in the transport sector, largely dominated by oil products. The consequences of fossil pattern, pollution, global warming and energy insecurity, motivates the search for new sustainable alternatives grounded in public policy. This scenario motivated this exploratory research, based on the systemic approach of agro-industrial production and processing of data and information on the use of biodiesel in the main producing countries. The results show the dependence of production of the agricultural industry and the financial, fiscal and technological incentives instrumental in forming public policy compliance markets, guided by percentage of biodiesel mixture to diesel. Under these conditions the world production is growing, and Europe, USA and South America, the main producers. In Europe, Germany, France, Italy and Spain stand out with their programs aligned with the policies of the European Union and as the most potential for biodiesel exporters market. In Brazil, the National Program for Production and Use of Biodiesel (PNPB) instrumentalizes, since 2005, the biodiesel market that shows growing amid the remoteness of the objectives initially proposed.*

Keywords: bioenergy, biofuels, oil, sustainability, greenhouse



1. Introdução

A busca por alternativas ao padrão fóssil e não renovável no consumo de energia e das suas consequências econômicas, ambientais e sociais, coloca em evidência as chamadas energias renováveis. As fontes de energia renováveis são apontadas como tecnologias capazes de reduzir a poluição e as emissões dos gases de efeito estufa, contribuindo para afastar o aquecimento global e as mudanças climáticas. Também, são vistas como uma maneira de diversificar a matriz energética e garantir a oferta das várias formas de energia necessárias às atividades humanas. Dentre as principais fontes de energia renováveis, se destacam a energia solar e eólica para geração, principalmente, de eletricidade, assim como a biomassa que pode compor tanto a geração de calor e eletricidade quanto a produção de biocombustíveis.

Para os biocombustíveis, etanol e biodiesel, o segmento de transportes, dominado pelo consumo dos derivados de petróleo, gasolina e diesel, constitui o seu principal espaço. A produção de biocombustíveis está permeada por grandes desafios. Um deles está relacionado à escala de produção, uma vez que os derivados de petróleo respondem por 34% do consumo mundial de energia e por 93% do consumo mundial dos segmentos de transportes (IEA, 2010 e IEA, 2015). O domínio da tecnologia fóssil expõe os desafios econômicos e os impactos ambientais e abre espaço para a participação dos biocombustíveis, como caminho para reduzir as consequências desse domínio.

Nesse cenário a formulação e implementação de políticas públicas de apoio aos biocombustíveis é percebida em vários países, inclusive vinculadas a acordos internacionais, como o Protocolo de Kyoto. Essas políticas são construídas a partir de instrumentos de incentivo à produção, ao consumo e ao desenvolvimento tecnológico (UNRUH; CARRILLO-HERMOSILLA, 2006 e MOWERY et al., 2010); assim como se estende às estruturas formadoras dos sistemas agroindustriais, a exemplo, dos sistemas da cana-de-açúcar e do milho, para o etanol e, da soja, carne bovina, colza e palma, no caso do biodiesel.

A permeabilidade da produção de biodiesel por vários sistemas agroindustriais e as várias possibilidades de introdução matérias-primas formata políticas que agregam variáveis alinhadas ao desenvolvimento da agricultura regional e inclusão social, como no caso do Brasil. As várias faces dessas políticas e a crescente produção de biodiesel, motivam este artigo, que tem por objetivo caracterizar a produção de biodiesel no mundo e no Brasil. Esse estudo reúne e discute dados e informações sobre a participação das energias renováveis na matriz energética mundial, com destaque para os biocombustíveis e para a produção de biodiesel de dos instrumentos políticos presente nos principais países produtores.

Nesse sentido, o artigo está organizado em cinco seções além dessa introdutória. Assim, a próxima seção trata dos sistemas agroindustriais e a produção de biocombustíveis para encaminhar a metodologia. A terceira seção discute o papel das energias renováveis e na sequência, a quarta seção traz a participação dos biocombustíveis no segmento de transportes. A quinta seção discute as políticas públicas de produção de biodiesel em países europeus, asiáticos e americanos, em seguida são trabalhadas as conclusões.

2. Agroindústria: visão sistêmica e biocombustíveis

A mudança na relação entre a produção realizada dentro das fazendas e sua interação com ambiente externo construiu um modelo empresarial dominado por grandes corporações que reflete a transição entre a fazenda familiar e a agroindustrial. Essa transição, ocorrida a partir dos anos 1960, coloca novas formas de organização dos processos de produção, processamento, estocagem e distribuição. A organização ocorre por meio da coordenação vertical e horizontal dos agentes participantes da produção, desde o fornecimento dos insumos até o consumidor final (ALLEN; LUECK, 2002).



A nova organização da agricultura integrada e sistematizadas em suas formas complexas de produção abriu espaço para uma ampla agenda de pesquisa. Os fenômenos passíveis de investigação incluem as formas contratuais formais e informais, as estratégias de mercado, padrões de qualidade e sistemas de certificação. Além destes, outros temas são identificados como responsabilidade social, questões ambientais, políticas públicas, sanidade e regulação (ZYLBERSZTAJN, 2005).

A abordagem sistêmica da agricultura tem origem em trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos da América e na construção do conceito de agronegócios proposta por Goldberg (1968), assim como na escala francesa com o conceito de *filière* (BATALHA, 1997). Sua principal característica está no reconhecimento da interdependência dos componentes do sistema de produção, permitindo a identificação de problemas que podem afetar o desempenho econômico, a comercialização, adoção de tecnologia, a regulamentação de padrões e outros. A sistematização da produção, conforme Staatz (1997), está vinculada a cinco conceitos: verticalidade, um estágio influencia o outro; orientação por demanda, as informações que determinam a produção são oferecidas pela demanda; coordenação, relações de comercialização como contratos e mercados; canais de comercialização, interação entre os vários mercados (exportações e doméstico) e; alavancagem, análise de desempenho do sistema. Cabe ainda destacar os padrões de relação entre os agentes formadores do sistema: produtores, fornecedores, cooperativas, sindicatos, associações, indústrias, governos e outros.

Sousa Filho; Ganziroli; Buainain (2008) apontam que os sistemas agroindústrias podem ser analisados a partir dos seguintes componentes: (i) delimitação do sistema por produto final ou outros produtos processados, assim como dimensão geográfica e temporal; (ii) estruturas de governança; (iii) estrutura de mercado; e (iv) comercialização. A visão sistêmica da produção agrícola e dos vários elos a montante e a jusante permeados pela interação entre produtores, fornecedores, consumidores e seus padrões relacionais voltados à produção de alimentos e fibras, também se estende à produção de energia. Esse elo cada vez mais presente nos sistemas agroalimentares, impõe desafios para que o mercado de energia, em especial, os biocombustíveis, possa figurar como uma oportunidade à agroindústria. Os mercados de energias renováveis em grande medida são construídos por meio de políticas públicas. Particularmente, para os biocombustíveis e, em especial, o biodiesel, sua produção está vinculada a instrumentos e objetivos que contemplam a busca pela redução das emissões dos gases de efeito estufa, a segurança energética e a inclusão social, trabalhados a partir de percentuais de mistura dos biocombustíveis aos combustíveis derivados de petróleo.

Nesse sentido, para atingir o objetivo proposto, este estudo foi conduzido por meio de método exploratório apoiado em duas técnicas de pesquisa que se complementam: a coleta e tratamento de séries estatísticas e, a reunião de conceitos e resultados de estudos recentes sobre o tema. Dessa forma, os resultados foram trabalhados em três etapas; a primeira traça o panorama mundial e brasileiro da oferta, consumo de energia e a inserção das energias renováveis. A segunda etapa, discute as particularidades da participação dos biocombustíveis no segmento de transportes, onde predomina o uso do petróleo. A terceira etapa, caracteriza a produção de biodiesel no mundo e nos principais países produtores, com ênfase na discussão dos aspectos institucionais.

3. Energias Renováveis

A energia é uma grandeza dada, ela não pode ser produzida, apenas gerada a partir de uma fonte de energia, ou seja, de uma matéria-prima. As fontes de energia podem ser classificadas em renováveis e não-renováveis. As energias renováveis são aquelas que podem ser utilizadas ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento, como a energia eólica, solar e a



biomassa¹, também chamada de bioenergia. As energias não-renováveis são aquelas, teoricamente, esgotáveis e dependentes dos limites existentes no planeta terra, como as fontes fósseis, carvão e petróleo. A transformação de matérias-primas em fonte de energia acompanha e ocupa espaço importante no desenvolvimento das sociedades em uma constante que envolveu a expansão da produção a partir das florestas, a lenha, depois o uso do carvão na geração de energia para a indústria e os transportes e na sequência as relações entre o progresso da ciência e o desenvolvimento tecnológico alcançam o domínio no uso de outras fontes fósseis, como o petróleo e o gás natural (FREEMANN, 1974 e ROSENBERG, 2006).

A expansão da produção e uso da energia de origem fóssil e não renovável construiu aquilo que Sachs (2005) chama de civilização do petróleo, logo vinculada ao desenvolvimento e a novos padrões de consumo em uma economia virtuosa. Esse panorama, colocou o petróleo como elemento importante para soberania e o desenvolvimento econômico dos países, num movimento constante até os anos 1970. No mesmo momento, o padrão construído passa a ser questionado, envolvendo as considerações do relatório de Meadows et al. (1972) que apontavam limites no uso dos recursos naturais, colocaram em cheque os níveis de oferta das fontes de energia não renováveis, os questionamentos voltados à contaminação e poluição ambiental, a escala de produção vinculada à sociedade consumista, assim como, a distribuição da riqueza, os modelos de desenvolvimento, a desigualdade regional e a pobreza (DALY; FARLEY, 2004). Na evolução desse ambiente de questionamentos, incertezas e desafios estão várias iniciativas, dentre elas as Conferências Mundiais sobre Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (ONU), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento² e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climática (IPCC com estudos que as emissões de gases e poluentes provenientes da intensa utilização das fontes fósseis de energia, desmatamentos, queimadas e mudança no uso de terras como os principais responsáveis pelo aumento da temperatura global e pelas mudanças climáticas.

A convergência das discussões sobre o tema das mudanças climáticas e a construção da ideia de sustentabilidade instrumentaliza a necessidade de encaminhar ações visando romper com a dependência do uso de energias não renováveis, fósseis, petróleo e carvão. As evidências da profunda dependência desses combustíveis são dimensionadas em estudos que procuram traçar cenários e projeções futuras. A Tabela 1 apresenta resultados de um desses estudos que considerou três cenários diferentes³ e aponta o aumento da demanda mundial por suprida especialmente pelas energias não renováveis, que representariam entre 60% e 80% do total e, no caso da manutenção das políticas atuais, petróleo e carvão passariam, respectivamente, de 4,1 Mtoe e 3,3 Mtoe em 2008, para 5,3 Mtoe e 5,0 Mtoe em 2035.

Tabela 1 Demanda mundial por energia primária, por fontes e cenários, em Mtoe

Fontes	Base		Cenário Novas políticas		Cenário Políticas atuais		Cenário 450	
	1980	2008	2020	2035	2020	2035	2020	2035
Carvão	1.792	3.315	3.966	3.934	4.307	5.281	3.743	2.496
Petróleo	3.107	4.059	4.346	4.662	4.443	5.026	4.175	3.816
Gás	1.234	2.596	3.132	3.748	3.166	4.039	2.960	2.985
Nuclear	186	712	968	1.273	915	1.081	1.003	1.676
Hídrica	148	276	376	476	364	439	383	519
Biomassa	749	1.225	1.501	1.957	1.461	1.715	1.539	2.316
Outras Renováveis	12	89	268	699	239	468	325	1.112
Total	7.228	12.272	14.557	16.749	14.895	18.049	14.128	14.920

Fonte: IEA (2010)



No Brasil, em 2014, a participação das energias renováveis na oferta de energia foi de 39%, com destaque para a biomassa de cana-de-açúcar com 16% e da hidráulica com 12%. Apesar da composição na oferta de energia ter maior participação das renováveis, quando comparada aos outros países, a matriz brasileira conta ainda, com 39% de petróleo e seus derivados, 14% de gás natural e 6% de carvão (EPE, 2015). Os exercícios de traçar o futuro não mostram grandes transformações. O Plano Nacional 2050 (PNE 2050), traz as projeções para o uso de energia no Brasil e tem como ano base 2013 e projeções para 2050, considerando um cenário com sete condicionantes. Os resultados apontam que a demanda por energia crescerá mais que duas vezes e haverá a redução da participação dos derivados de petróleo, passando de 44,4% em 2013 para 39,0% em 2050. Apesar disso as projeções apontam que em 2050, as fontes não renováveis de energia responderão por 54,3% da demanda brasileira e as renováveis por 42,4%, considerando que 23,6% desse total estão relacionados à eletricidade e o predomínio das hidrelétricas (TABELA 2).

Tabela 2 Evolução da participação das fontes na demanda total de energia até 2050

Fontes	2013	2020	2030	2040	2050
Carvão mineral e derivados	5,0%	5,1%	5,1%	4,4%	4,0%
Gás Natural	7,4%	7,3%	8,0%	10,0%	11,3%
Derivados de Petróleo	44,4%	42,4%	41,8%	41,1%	39,0%
Eletricidade	16,9%	17,9%	19,8%	21,1%	23,6%
Outras Fontes Primárias	2,4%	3,1%	3,4%	3,3%	3,3%
Lenha e Carvão Vegetal	7,8%	6,5%	5,7%	5,2%	4,8%
Derivados da Cana-de-açúcar	16,2%	17,7%	16,2%	14,9%	14,0%

Fonte: EPE, 2014

A ampla participação dos derivados de petróleo tem relação com a realidade no setor de transporte, para o qual, as projeções mostram que o modal rodoviário representará 88% do total da demanda por energia do setor de transportes, pouco abaixo dos 93% registrados em 2013. Esses totais serão formados por 55% de óleo diesel, 21% de gasolina, 15% de etanol hidratado, 5% de etanol anidro (misturado à gasolina) e o restante distribuídos em outras formas de energia GNV e eletricidade (EPE, 2014)⁴.

O futuro das fontes renováveis de energia e em especial, a participação da biomassa no segmento de transportes por meio dos biocombustíveis, tanto no cenário mundial quanto no nacional, mostra-se complementar ao bem estabelecido padrão fóssil. No Brasil, a aposta no etanol tem suas bases em políticas públicas de apoio à produção, ao mercado e ao desenvolvimento tecnológico que construíram uma trajetória virtuosa (Furtado, et al. 2010). Para o biodiesel, as ações são mais recentes e implementadas em um novo contexto político e econômico. Essas tecnologias se inserem num universo permeado pelos desafios do desenvolvimento de um novo padrão tecnológico no qual os instrumentos institucionais são apontados como necessários para que essas tecnologias possam competir com o, amplamente, aprendido e estabelecido padrão fóssil. Os obstáculos para o desenvolvimento das energias renováveis são permeados pelas incertezas do seu progresso tecnológico, escala e eficiência de produção, preços e os efeitos dos processos de aprendizado (MENANTEAU et al., 2003 e ELLIOT, 2000). Portanto, associado às incertezas e riscos dos investimentos em C&T e P&D e na formulação de políticas públicas em que as ações do Estado e da iniciativa privada são importantes na formação de um ambiente favorável à necessária inovação.



4. Os biocombustíveis: energia renovável nos transportes

A discussão sobre a produção e uso dos biocombustíveis tem suas raízes no contexto mundial das energias renováveis, como uma pequena parte do amplo universo dominado pelas energias não renováveis. Conforme abordado na seção anterior, as fontes fósseis respondem por cerca de 80% da demanda mundial por energia, com destaque para o petróleo. O uso dessa fonte de energia fóssil e não renovável está distribuído em quatro atividades, em especial, os transportes, que vem aumentando sua participação, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Consumo de petróleo no mundo, total e por destino, 1973 e 2013

Destino	1973	2013
Transporte	45,4%	63,8%
Indústria	19,9%	8,4%
Uso não energético	11,6%	16,2%
Outros usos ⁽¹⁾	23,1%	11,6%
Total (Mtoe)	2.252	3.716

⁽¹⁾ agricultura, comercial, serviços e residencial

Fonte: IEA (2015)

Do outro lado, do amplo destino do petróleo às atividades de transportes, está a composição da matriz energética mundial desse segmento da economia. Mantendo a comparação entre 1973 e 2013 é possível observar o aumento em torno de 137% do consumo de energia nas atividades de transportes. Já a composição das fontes de energia mostra pequena variação: o petróleo, por meio de seus derivados, diesel e gasolina, continua a responder por mais de 90% do consumo. A novidade está na retração da participação do carvão de 2,96% em 1973 para apenas 0,13% em 2013 e, para o aumento da participação dos biocombustíveis: praticamente inexistentes em 1973, com 0,02%, para 2,52% do total em 2013 (TABELA 4).

Tabela 4 Consumo mundial de energia, transportes⁽¹⁾, total e por fonte, 1973 e 2013

Fontes	1973	2013
Petróleo (diesel/gasolina)	94,40%	92,59%
Gás Natural	1,64%	3,75%
Carvão	2,96%	0,13%
Biocombustíveis	0,02%	2,52%
Outras ⁽²⁾	0,98%	1,01%
Total (Mtoe)	1.081	2.564

⁽¹⁾ Inclui aviação e marinha

⁽²⁾ Inclui geotermal, solar, eólica e calor

Fonte: Elaborada a partir de IEA (2015)

A movimentação observada na participação dos biocombustíveis nos segmentos dos transportes tem, dentre outras, a preocupação com as questões associadas ao aquecimento global e mudanças climáticas que vinculam o aumento das emissões dos gases de efeito estufa⁵. Essa relação se constrói a partir de indicadores que apontam que nos últimos 27 anos o total de emissões globais de CO₂ do setor energético correspondeu ao total emitido em todos



os anos anteriores do Século XX e o uso dos combustíveis fósseis representa 90% dessas emissões (IEA, 2015).

Nesse sentido, a busca por tecnologias capazes de mitigar as emissões vem sendo trabalhada, tanto do ponto de vista de “limpar” o combustível fóssil, a exemplo de filtros (catalisadores) e do diesel com menor emissão de particulados e de enxofre, quanto da substituição dos derivados de petróleo pelos biocombustíveis, numa relação em que a eficiência energética também é considerada. Apesar da manutenção da ampla participação das fontes fósseis de energia na matriz mundial e da duplicação dos níveis de emissões entre 1973 e 2013⁶, a participação do petróleo no total das emissões passou de 49,7% para 33,6% (IEA 2015).

Outro aspecto relevante relaciona os indicadores de participação dos países nos níveis de emissões. De acordo com IEA (2015), até o final dos anos 1970 os Estados Unidos e os países da União Europeia eram os principais responsáveis pelas emissões de CO₂ no mundo. Já o período de 1980 a 2014, os níveis de emissões desses países aumentam e são acompanhados de perto pelas emissões da China e, em menor aproximação pela Rússia, Japão e Índia, assim como pela somatória dos outros países que praticamente triplicaram seus níveis de emissões.

Esses indicadores e outros aspectos vem sendo discutidos desde a década de 1980, quando da criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e as Conferências das Partes da Convenção (COPs)⁷, com realização de negociações e definição de metas para redução dos gases de efeito estufa. Dentre os resultados dessas negociações está a criação em 1997, no Japão, do Protocolo de Kyoto⁸, um tratado internacional com o objetivo de reduzir a emissões por meio de metas e compromisso assumidos por países desenvolvidos. Os países da União Europeia signatários do acordo adotaram medidas de incentivo à produção e uso dos biocombustíveis, em especial o biodiesel, como um mecanismo para o cumprimento das metas de redução das emissões, contidas nas chamadas Diretivas.

As negociações continuaram e entre grandes expectativas e frustrações, as propostas de redução das emissões continuam a ser colocadas e negociadas, a exemplo, da COP21, realizada em 2015, em Paris, quando a União Europeia propôs reduzir em 40% os níveis de emissões registrados em 1990, até 2030. Da mesma forma, Estados Unidos propôs reduzir em 28% as emissões de 2005 até 2025 e, países em desenvolvimento, como a Rússia, que indicou a redução em 25% e 30% nos níveis de emissão de 1990 até 2030 (IEA, 2015).

Os biocombustíveis constituem um elemento importante no cumprimento dessas propostas compondo a matriz energética das nações como complementares, por meio de percentuais de misturas ou até alternativos, como o etanol e os carros *flex flue* no Brasil, aos combustíveis derivados de petróleo, gasolina e óleo diesel. Nesse contexto a produção mundial de biocombustíveis, impulsionada por políticas públicas e seus instrumentos, vem ampliando seu espaço. O etanol tem maior presença nesse tipo de energia renovável que tem como matérias-primas, especialmente o milho, a cana-de-açúcar e a beterraba. Os Estados Unidos são principal produtor mundial com mais de 50 milhões de m³ produzidos ao ano. O Brasil ocupa a segunda posição, seguido dos países da Europa, que juntos, produziram mais de 4 milhões de m³ em 2011, assim como de outros países como a China, Tailândia, Austrália e Colômbia (TABELA 5).

A produção de biodiesel apresenta-se em menor volume e o destaque fica para os países europeus. A maior presença da produção de biodiesel na Europa está relacionada à maior participação de veículos leves de passageiros movidos a diesel⁹ em relação aos movidos a gasolina, numa proporção que chega a 55% quando consideradas as vendas de veículos novos no ano de 2009, conforme apontam Schipper e Fulton (2013).

**Tabela 5** Produção de biodiesel e etanol, por países, em mil m³, 2011 e 2012

Biodiesel	2011	2012	Etanol	2011	2012
Estados Unidos	3.656	3.714	Estados Unidos	52.728	50.810
Brasil	2.673	2.710	Brasil	22.748	23.358
Europa	10.517	9.919	Europa	4.225	3.973
China	852	909	Austrália	319	305
Indonésia	1.800	2.200	China	2.255	2.509
Tailândia	630	900	Índia	365	305
Argentina	2.747	2.780	Tailândia	486	471
Colômbia	522	493	Colômbia	348	493
Outros	1.283	1.402	Outros	3.022	3.087
Total	24.680	25.027	Total	86.497	85.311

Fonte: EIA (2016)

Cabe ainda destacar, Linares e Pérez-Arriaga (2013) que apontam a capacidade dos produtores de biocombustíveis locais e vinculados à agricultura em pressionar os governos e obter garantias e apoio fiscal de longo prazo, assim como o apoio de setores complementares, como as montadoras e petrolíferas, permitindo o acesso do usuário ao mercado de biocombustíveis. Também os Estados Unidos se mostram importantes no cenário mundial de produção desse biocombustível. Já o Brasil e a Argentina são importantes produtores na América Latina que também conta com a participação da Colômbia. No oriente o destaque fica para a Indonésia, China e Tailândia, conforme pode ser observado na Tabela 5. O óleo de soja, de colza e de palma são as principais matérias-primas utilizadas na produção mundial de biodiesel e em cada país produtor podem ser observadas particularidades na produção desse biocombustível. A próxima seção procura identificar elementos presentes na produção de biodiesel dos países que se destacam nesse segmento.

5. O biodiesel no mundo

Os biocombustíveis são importantes na busca por soluções para problemas com a segurança energética e a dependência dos combustíveis fósseis, para redução das emissões dos gases de efeito estufa e para contribuir com o desenvolvimento da agricultura. Esses elementos motivam a formatação de políticas públicas a partir de instrumentos como taxas, subsídios, proteção do mercado, apoio ao desenvolvimento tecnológico e à produção. A combinação desses instrumentos formalizou diferentes políticas nacionais de apoio aos biocombustíveis (DOKU; DI FALCO, 2012).

Para os países da União Europeia a política de inserção de biocombustíveis está ancorada nas diretivas que orientam a produção no bloco ao mesmo tempo em que permitem aos países membros fazer suas escolhas políticas, tecnológicas, econômicas e sociais adequadas aos seus contextos. As diretivas apontam metas de participação dos biocombustíveis no segmento de transportes, como na Diretiva 30/2003 que apontava a necessidade de participação de 20% até 2020 e depois as Diretivas 28 e 30 de 2009 que definem a meta de 10% até 2020 ou no mínimo 6% de participação dos biocombustíveis no total de energia consumido pelos combustíveis. Essas ações, conforme aponta Azevedo (2010), têm como motivação a redução da dependência energética, a Europa importa parte do petróleo consumido, redução das emissões alinha ao Protocolo de Kyoto e proporcionar oportunidades de desenvolvimento e geração de emprego e renda na agricultura.



No período de 2005 a 2014 a produção europeia de biodiesel apresenta comportamento crescente. Em 2005 foram produzidos 3 milhões de toneladas, cinco anos depois, 9,7 milhões de toneladas e em 2014 chegou a 23 milhões de toneladas (EBB, 2016). Esses totais são construídos a partir da participação de vários países, porém, a Alemanha se destaca como o principal produtor. Nos últimos cinco anos a Alemanha respondeu, em média, por 25% da produção total europeia. O segundo produtor da Europa é a França que incrementou sua produção a partir de 2008, assim como a Itália e a Espanha que nos últimos cinco anos produziram em média 1 milhão de toneladas ao ano. Dentre os países reunidos no grupo outros, o destaque fica para a Holanda (FIGURA 1).

Na Alemanha a produção de biodiesel passa a ocupar espaço a partir dos anos 2000 e desde de então, vem sendo tratada por meio de políticas de apoio aos biocombustíveis. Em 2004, pouco após a primeira Diretiva da União Europeia, os biocombustíveis são incluídos na lei de taxaço do petróleo, porém em condições especiais, e basicamente o biodiesel opera com isenção fiscal. A partir desse momento, a produção foi sendo profissionalizada, com a adoção de tecnologias, definição de padrões de qualidade na produção e no uso por meio de testes em caminhões, veículos e máquinas agrícolas. Em 2006 foi implementada a *Energy Tax Law* com o objetivo de colocar as taxas da produção do óleo vegetal e do biodiesel nos mesmo níveis das taxas do petróleo e em 2007 são estabelecidas as quotas de mistura do biodiesel e do etanol nos combustíveis derivados de petróleo¹⁰. Em 2009 o governo alemão implementa a *Biofuel Sustainability Ordinance*, que estabelece indicadores de redução das emissões envolvendo desde a produção agrícola, com destaque para a colza e canola, até o uso do biocombustível, assim como boas práticas e certificações (KAUP; SELBMANN, 2013). Lima et al. (2008) destaca ainda o bem estabelecido parque de usinas produtoras que atente às várias regiões da Alemanha e o sistema de distribuição que inclui três formas: biodiesel em mistura (5%) ao diesel; frotas dedicadas e cativas e; vendas de biodiesel puro (B100).

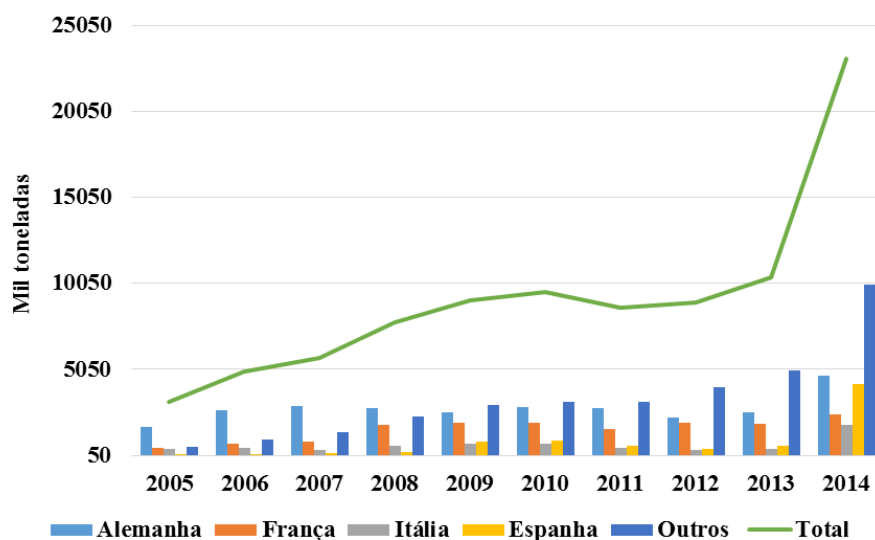


Figura 1 Produção de biodiesel na Europa, por países, em mil toneladas, 2005 a 2014
Fonte: EBB (2016)

Em 2008, o governo francês determinou que os biocombustíveis participariam de 5,75% do total de combustíveis consumido, em 2010 passaria para 7% e em 2015 seria de 10%. Para atingir esses objetivos foram construídas quinze usinas de biodiesel, somadas às cinco em operação, e seis de etanol com mais seis já implantadas, em empreendimentos capazes de gerar mais de 30 mil novos empregos e a produção de mais de quatro milhões de



hectares em oleaginosas (LIMA et al., 2008). Outra característica da produção francesa de biodiesel é a formação de grandes *filières*, cadeias de produção, em que os produtores agrícolas, por meio de cooperativas, associações e federações também participam da produção de biodiesel, a exemplo da *Diester Industrie*, associada ao *Pôle Végétal de Sofiprotéol*, vinculada à *Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux (FOP)*.

A Itália se destaca no domínio da tecnologia de produção do biodiesel com parcerias na instalação de usinas de biodiesel nos Estados Unidos e no Brasil (AZEVEDO, 2010). Além disso, em meados dos anos 2000 iniciou a implantação de legislação específica para a produção e uso dos biocombustíveis, como as leis de incentivo e regulação da produção agrícola de matérias-primas e o estabelecimento de critérios para a implementação e regulamentação das misturas obrigatórias dos biocombustíveis aos derivados de petróleo, sendo estabelecido em 7% para biodiesel. Verifica-se, ainda, a preocupação com os resultados da produção de determinadas matérias-primas destinadas ao biodiesel, a exemplo do estudo de Spinelli et al. (2013) que trata da análise do ciclo de produção do girassol, voltada ao biodiesel.

Na Espanha, o terceiro país na produção europeia de biodiesel, a produção mostra-se crescente em torno de 43% em 2010. Também está em expansão a capacidade de produção instalada, uma situação motivada pelas Diretivas da União Europeia e pela participação de 5% e de 6,5%, a partir de 2012, dos biocombustíveis no consumo de energia do segmento de transportes. Para o biodiesel, as misturas comercializadas são de 10%, 20% e 30% e estão isentas dos impostos aplicados aos derivados de petróleo. Além disso, há isenção para a instalação e funcionamento das usinas, apoio ao desenvolvimento tecnológico e isenção na importação de biodiesel dos Estados Unidos e da Argentina. A produção de biodiesel na Espanha conta com a participação de vários óleos vegetais, dependendo da região, porém o girassol é a principal matéria-prima utilizada (SERRA; GIL, 2012).

Os Estados Unidos, o maior consumidor de petróleo do mundo, aposta nos biocombustíveis para reduzir a dependência das importações, reduzir as emissões e beneficiar os produtores rurais dependentes de subsídios estatais. Nesse contexto, a produção de biodiesel estadunidense é crescente e ocorre por meio de mais de 100 usinas e mil postos distribuídos por todo o país. Os incentivos fiscais também estão presentes com US\$ 1,00 para o galão de biodiesel produzido a partir de óleo vegetal ou gordura animal e de US\$ 0,50 por galão de biodiesel produzido a partir de óleo residual (LIMA, et al. 2008). Em 2015, o país, produziu 7,8 milhões de m³ de biodiesel e a soja respondeu por 60% desse total (EIA, 2016).

A Argentina, um dos principais produtores mundiais de soja, iniciou sua produção de biodiesel nos anos 2000, motivada pelo aumento dos preços internacionais do biodiesel, alta competitividade da sua indústria de óleos e aumento da demanda interna por diesel importando. A demanda doméstica por biodiesel está vinculada ao percentual de mistura de 10%, o restante da produção visa o mercado externo, principalmente o europeu, alinhando, assim, seus parâmetros de qualidade aos padrões externos (TIMILSINA, et al. 2013). De acordo com MEM (2016), em 2014 a Argentina produziu 2,6 milhões de toneladas, sendo exportadas 1,6 milhões de toneladas, que correspondem a 62% do total produzido.

A produção colombiana de biodiesel tem no óleo de palma a principal matéria-prima, sendo complementada por outros óleos como de algodão, amendoim e soja e, ainda em desenvolvimento, o pinhão-manso poderá ser utilizado. O óleo de palma tem alto rendimento e vem sendo explorado em 12 regiões colombianas. Assim como nos demais países, a Colômbia também implementou políticas públicas de apoio aos biocombustíveis, por meio de incentivos fiscais e de proteção da produção e comercialização, além da implantação de zonas francas para projetos agroindústrias em biocombustíveis para exportação (VALENCIA; CARDONA, 2014).



Os programas chineses de apoio aos biocombustíveis estão sendo preparados para resultados no longo prazo, tanto para a produção de etanol quanto de biodiesel. Para o biodiesel estão envolvidas empresas estatais como a China National Offshore Oil Corporation, porém a produção é realizada principalmente por empresas privadas que utilizam óleos usados como matéria-prima – o consumo de óleo na culinária chinesa foi de 2,8 milhões de toneladas em 2010. A capacidade de produção do biodiesel fica em torno de 2 milhões de toneladas ao ano, por meio de tecnologias avançadas como o processo de catálise enzimática. Cabe ainda destacar que existem várias possibilidades em relação às matérias-primas, seriam mais de 20 oleaginosas, porém, o pinhão-manso e as algas figuram como promissoras para determinadas regiões do país (YAFEN, et al., 2012 e CHANG, 2012).

Ainda no continente Asiático, a Indonésia se destaca com a produção de biodiesel de óleo de palma e do programa de produção e uso que prevê a mistura de 20% ao diesel. Na mesma composição está a Malásia que implantou sua política de biocombustíveis em 2006 para mistura de 5% ao diesel e busca matérias-primas alternativas à palma. Nas Américas, o Canadá mantém programa de redução de impostos em 4% para o uso de biocombustíveis e indica a mistura de 20% de biodiesel, maior parte importada, nas frotas de ônibus e ainda, o Peru e o México com apostas no pinhão-manso, assim como na Índia (LIMA, et al., 2008; MOHD et al., 2013; QUINTERO et al., 2012; SOTO et al., 2015).

No Brasil, as discussões sobre a inclusão do biodiesel na matriz energética brasileira são da década de 1980, porém, só nos anos 2000 é que tomam forma e encaminham ações para o estabelecimento do marco regulatório de produção considerando. Em 2005 são iniciadas as ações contidas no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e na Lei n. 11.097/2005 que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira por meio da mistura óleo diesel-biodiesel (BX). Inicialmente o percentual de mistura facultativo ficou em 2% (B2) e, em 2008, tornou-se obrigatório. Em 2009, passou para 4% (B4) e para 5% (B5) em 2010, passando para 6% (B6) a partir de julho de 2014 e, em seguida, para 7% (B7) a partir de novembro de 2014. Mais recentemente, março de 2016, ficou estabelecido¹¹ que em 12 meses a mistura será 8%, em 24 meses 9% e em 36 meses 10%.

O PNPB tem por objetivo implantar a produção e o uso de biodiesel de forma sustentável, promovendo a inclusão social, garantindo preços competitivos, qualidade, suprimento e produção a partir de diferentes fontes oleaginosas em regiões diversas. Para isso criou instrumentos visando acomodar um conjunto de incentivos e regras de produção e comercialização. Dentre eles, o Programa de Financiamento a Investimentos em Biodiesel junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a outras instituições financeiras, para apoiar investimentos em todas as fases da produção de biodiesel: agrícola; produção de óleo bruto e de biodiesel; armazenamento; logística; aquisição de máquinas e equipamentos homologados; e beneficiamento de coprodutos e subprodutos do biodiesel. Os incentivos fiscais foram organizados a partir da diferenciação entre regiões e matérias-primas utilizadas, com destaque para tributos federais como PIS/COFINS, regiões Norte e Nordeste e a mamona. Para a comercialização, em mercado regulado, foi adotado o modelo leilões realizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) de acordo com parâmetros estabelecidos pela agência.

Para promover a inclusão social e o desenvolvimento regional foi criado o Selo Combustível Social, ação executada pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) como um componente de identificação concedido ao produtor de biodiesel¹² que adquire percentual mínimo de matéria-prima de agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). O apoio ao desenvolvimento tecnológico está na Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB) com o objetivo de articular os diversos atores envolvidos na pesquisa e produção, visando a convergência de



esforços e otimização de investimentos, assim como a identificação e solução de problemas tecnológicos organizados em cinco temas: agricultura; armazenamento; caracterização e controle de qualidade; coprodutos e produção. Além disso, há o financiamento de projetos, com destaque, aos vinculados ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FNDCT), o Fundo Setorial de Energia (CT-Energia) e o Fundo Setorial do Agronegócio (CT-AGRO).

A produção de biodiesel vem crescendo ano a ano; em 2005 foram produzidos apenas 736 m³, cinco anos depois, em 2010, foram 2,4 milhões de m³ e em 2015, 3,9 milhões m³, conforme apresenta a Figura 2.

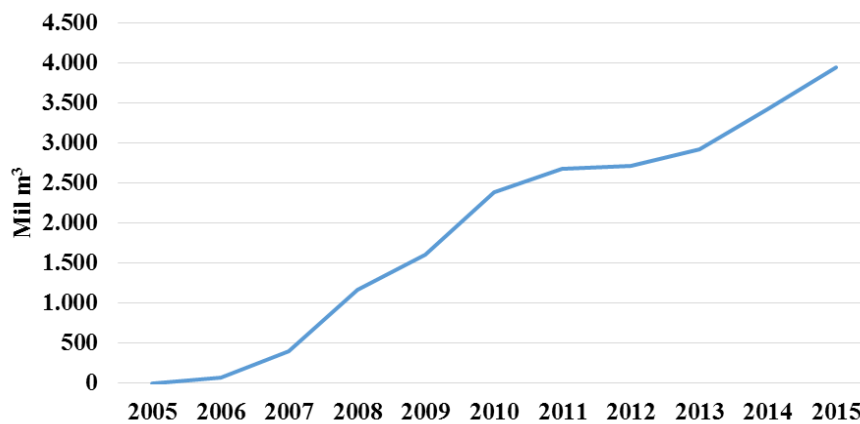


Figura 2 Produção de biodiesel, Brasil, em mil m³, 2005 a 2015

Fonte: ANP (2016)

Da mesma maneira, porém em patamares mais elevados, a capacidade instalada de produção também cresce, em dezembro de 2015, estava em 20.366,11 m³/dia, distribuída em 53 usinas autorizadas para operação (ANP, 2015). O distanciamento entre a produção e capacidade instalada, a alta ociosidade é discutida por Mendes e Costa (2010) que chamam atenção para possíveis desequilíbrios na margem de preços dos leilões e nos volumes de entrega do produto, assim como, na condução dos investimentos em novas usinas ou em reformas e ampliação de usinas em operação.

A soja responde por cerca de 75% da produção brasileira de biodiesel, seguida do sebo bovino com 20% e o restante fica com o algodão e outros materiais graxos. Essa composição determina a distribuição da produção com destaque para os estados importantes na produção de soja, como Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás, frustrando as expectativas iniciais do programa ao mesmo tempo em que fortalece o espaço do biodiesel na matriz energética brasileira a partir da criação de mais um elo de produção para as agroindústrias da soja e óleos vegetais e da carne bovina. Assim, os desdobramentos do programa tem sido alvo de discussões envolvendo, de um lado, a necessidade de fornecimento contínuo e capaz de atender uma escala de produção que acompanha o consumo de diesel e se insere em um mercado em formação. E de outro, o predomínio de estruturas de produção que deixam pouco espaço para a inclusão social por meio da agricultura familiar e promoção do desenvolvimento regional. Essa condição evidencia a necessidade da construção de condições tecnológicas e econômicas para a diversificação das matérias-primas na produção de biodiesel constitui um elemento importante na pauta que discute seus desdobramentos do PNPB (DINIZ, 2010 e CAMPOS; CARMÉLIO, 2009).



6. Conclusões

A ampla participação das energias não renováveis, especialmente, petróleo e carvão, na matriz energética mundial foi construída em conjunto com a intensificação da industrialização e chega ao século XXI relacionada às discussões sobre poluição, esgotamento dos recursos naturais, aquecimento global e desigualdade socioeconômica. Nesse cenário, a busca por alternativas coloca em evidência a necessidade de ampliação do uso das energias renováveis visando mitigar os efeitos do uso dos combustíveis fósseis, com destaque para os biocombustíveis, etanol e biodiesel no segmento de transportes.

A produção e uso dos biocombustíveis têm em políticas públicas instrumentos de incentivo desenvolvimento dessa tecnologia e formação de novos mercados ramificados em sistema agroindustriais. Particularmente, para o biodiesel essa relação mostra-se presente em um número maior de sistemas, motivando este estudo que procurou caracterizar a produção de biodiesel no mundo, por meio da identificação dos instrumentos políticos e de dados de produção.

Os resultados apontam que em todas experiências nacionais de inclusão do biodiesel na matriz energética estão presentes políticas públicas de incentivo, com instrumentos que envolvem isenção fiscal, taxação dos combustíveis fósseis, apoio ao desenvolvimento tecnológico, uso compulsório do biodiesel misturado ao diesel e fomento a determinados arranjos de produção. A partir dessas instituições a produção mundial de biodiesel vem crescendo, sendo a Europa, os Estados Unidos e o Brasil, os principais produtores. Na Europa, Alemanha, França, Itália e Espanha se destacam com seus programas de apoio à produção e uso motivados pelas Diretivas da União Europeia e constituindo o mercado de maior potencial para países exportadores de biodiesel, a exemplo da Argentina. No Brasil, o PNPB instrumentaliza o mercado de biodiesel que se mostra crescente em meio ao distanciamento dos objetivos iniciais propostos.

Outro aspecto a destacar está na importância da interação dos mercados de biocombustíveis com os sistemas agroindustriais tendo em vista a escala de produção necessária para acompanhar o consumo dos derivados de petróleo e os percentuais de mistura. Essa condição expõe os vários mercados em que se inserem matérias-primas como a soja, o sebo bovino, colza e a palma. Assim, o entendimento das consequências da formação de mais um segmento, o de produção de biodiesel, para esses sistemas, constitui novas possibilidades de investigação.

7. Referências

ALLEN, D.W.; LUECK, D., The Nature of the Farm: Contracts, Risk, and Organization in Agriculture. MIT Press, 2002, 258 p.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, **Boletim Mensal do Biodiesel**, dezembro de 2015. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=80303&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1460550574547>. Acesso em: 13/04/2016

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, **Dados Estatísticos Mensais**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=69299&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1460550830103>. Acesso em: 13/04/2016.

AZEVEDO, Análise Top-Down e Bottom-up de um programa de inovação tecnológica na áreas de energia: O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Universidade Estadual de



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Campinas (UNICAMP), Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica, 2010, 331 p.

BATALHA, Mário O. Sistemas Agroindustriais: definições e correntes metodológicas. In: BATALHA, Mário O. (coord.). Gestão agroindustrial. São Paulo, Atlas, 1997. v. 1. Cap. 1, p. 23-48

CAMPOS, A. A.; CARMÉLIO, E. C. Construir a diversidade da matriz energética: o biodiesel no Brasil. In: ABRAMOVAY, R (org.). **Biocombustíveis: a energia da controvérsia**, p 59 – 97, 2009.

CHAG, S. et al. Biofuels development in China: Technology options and policies needed to meet the 2020 target. **Energy Policy**, 51, 2012, p. 64–79. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512005319>. Acesso em 11/04/2016.

DALY, H.; FARLEY, J. Ecological Economics: principles and applications, Island Press, Washington, 2004, 454 p.

DINIZ, J. F. **Socioeconomia do Mercado de Biodiesel no Brasil**: os desafios da inclusão. Dissertação de Mestrado em Energia, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2010, 165p.

DOKU, A.; Di Falco, S. Biofuels in developing countries: are comparative advantages enough? **Energy Policy**, n. 44, 2012, p. 101-117.

EBB, European Biodiesel Board, **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ebb-eu.org/stats.php>. Acesso em: maio de 2016

EIA, U. S. Energy Information Administration, International Energy Statistic, **Biofuels Production**. Disponível em: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=79&pid=80&aid=1&cid=regions,&syid=2008&eyid=2012&unit=TBPD>. Acesso em 07/04/2016

ELLIOTT, D. Renewable energy and sustainable futures. **Futures**, 32, 2000, p. 261-274.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 20500**, Brasília, 2014, 369 p.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, **Balço Energético Nacional 2015**, Ano-base 2014, Relatório Síntese, Rio de Janeiro, 2015, 62 p.

FIGUEIRA, S. R., BURNQUIST, H. L. Programas para Álcool Combustível nos Estados Unidos e as Possibilidades de Exportação no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 53, n. 2, 2006, p. 5-18.

FREEMANN, C. **The Economics of Industrial Innovation**. First Edition, Penguin Books, 1974, 409 p.

FURTADO, A.T. et al. The Brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**, 39, 2011, p 156-166.

GOLDBERG, R.A., Agribusiness Coordination: A Systems Approach to the Wheat, Soybean, and Florida Orange Economies. Division Research. Graduate School of Business and Administration. Harvard University, 1968, 256 p

IEA, International Energy Agency, **Energy and Climate Change**, World Energy Outlook Special Report, Paris, France, 2015, 196 p. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>. Acesso em 06.04.2016.

IEA, International Energy Agency, **Key World Energy Statistics**, Paris, France, 2010, 77 p. Disponível em: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf. Acesso em 06.04.2016.



- KAUP, F.; SELBMANN, K. The seesaw of Germany's biofuel policy – Tracing the evolution to its current state. **Energy Policy**, 62, 2013, p. 513–521. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513008173>. Acesso em 08/04/2016
- LIMA, D. O. et al. Uma análise sobre o mercado mundial do biodiesel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL **Anais XLVI SOBER**, Rio Branco, Acre, 20 a 23 de julho de 2008.
- LINARES, P.; PÉREZ-ARRIAGA, I. A sustainable framework for biofuels in Europe. **Energy Policy**, 52, 2013, p. 166–169. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151200866X>. Acesso em 08/04/2016
- MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W., The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. 1972 pp. 205 p.
- MEM, Ministerio de Energía y Minería, Presidencia de la Nación, **Estadística de Biocombustibles**. Disponível em: <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=4008>. Acesso em: 11/04/2016.
- MENANTEAU, P. et al. Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. **Energy Policy**, 31, 2003, p. 799-812.
- MENDES, A.P.A.; COSTA, R.C. Mercado brasileiro de biodiesel e perspectivas futuras. **Biocombustíveis, BNDES Setorial** 31, 2010, p. 253-280
- MOHD, H. Y. et al. Prospects and current status of B5 biodiesel implementation in Malaysia. **Energy Policy**, n. 62, 2013, p. 456-462.
- MOWERY, D. C. et al. Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). **Research Policy**, 39, 2010, p. 1011–1023
- QUINTERO, J. A. et al. Social and Techno-economical analysis of biodiesel production in Peru. **Energy Policy**, n. 43, 2012, p. 427-435.
- ROSENBERG, N. **Por Dentro da Caixa-Preta: tecnologia e economia**. Clássicos da Inovação, Editora Unicamp, 2006, 430 p.
- SACHS, I. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, Vol. 19, n. 55, São Paulo, set/dez, 2005.
- SCHIPPER, L.; FULTON, L. Dazzled by diesel? The impact on carbon dioxide emissions of the shift to diesels in Europe through 2009. **Energy Policy**, 54, 2013, p. 3–10. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.013>. Acesso em 08/04/2016
- SERRA, T.; GIL, J.M. Biodiesel as a motor fuel price stabilization mechanism. **Energy Policy**, 50, 2012, p. 689–698. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512006726>. Acesso em 11/04/2016.
- SOUSA FILHO, H. M.; GUANZIROLI, C. H.; BUAINAIN, A. M., 2008. Metodologia para estudo das relações de mercado em sistemas agroindustriais, Brasília: IICA, 2008, 50p. Disponível em: http://www.iica.org.br/docs/publicacoes/agronegocio/metodologia_de_sistemas_agroindustriais.pdf Acesso em 20.10.2015.
- SPINELLI, D. S. et al. Environmental and life cycle analysis of a biodiesel production line from sunflower in the Province of Siena (Italy), **Energy Policy**, 59, 2013, p. 492–506. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.009>. Acesso em: 11/04/2016
- STAATZ, J.M. Notes on the use of subsector analysis as a diagnostic tool for linking industry and agriculture. East Leading: MDU, 1997.



TIMILSINA, G. R. et al. Economy-wide impacts of biofuels in Argentina, **Energy Policy**, 55, 2013, p. 636–647. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512011135>. Acesso em 11/04/2016.

UNRUH, G. C.; CARRILLO-HERMOSILLA, J. Globalizing carbono lock-in. **Energy Policy**, 34, 2006, p. 1185-1197.

VALENCIA. M. J.; CARDONA, C. A. The Colombian biofuel supply chains: The assessment of current and promising scenarios based on environmental goals. **Energy Policy**, 67, 2014, p. 232–242. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513012652>. Acesso em 11/04/2016

YAFEN, L. et al. Energy analysis and environmental impacts of microalgal biodiesel in China. **Energy Policy**, 45, 2012, p. 142–151. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512001115>. Acesso em: 11/04/2016.

ZYLBERSZTAJN, D., Papel dos contratos na coordenação agroindustrial: um olhar além dos mercados, Revista de Economia e Sociologia Rural, vol.43, no.3, Brasília, July/Sept, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032005000300001>. Acesso em 28.01.2016.

¹ Matéria orgânica de origem vegetal e animal, como madeira, resíduos vegetais, óleos e outros.

² Nos anos 1980, A comissão foi chefiada pela primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, realizada em 1987 e o relatório ficou conhecido como “Relatório Brundtland” ou “*Nosso Futuro Comum*”, colocando o desenvolvimento sustentável como “*o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades*” e apontando a sua incompatibilidade com os padrões de produção e consumo vigentes

³ O primeiro, tem como base, a implantação de novas políticas de energia pautadas na eficiência energética, redução do consumo e substituição parcial das energias fósseis por renováveis. O segundo aponta a manutenção das políticas atuais, com aumento do consumo de energia, manutenção das energias não renováveis e também das emissões. O terceiro, limitaria as emissões em 450 ppm, por meio da intensificação da eficiência energética, redução do consumo e substituição parcial do carvão pelo gás natural e aumento do uso das renováveis com ampla modificação nos segmentos de transportes.

⁴ A manutenção dos níveis de participação dos derivados de petróleo é acompanhada por expectativas em torno da maior penetração de novas tecnologias como os veículos híbridos e elétricos, assim como o uso de etanol hidratado e anidro, com indicações de que a produção brasileira de etanol que, em 2013 foi de 27 bilhões de litros, alcançará 66 bilhões de litros em 2050. Já para o biodiesel o alcance será de 12,3 bilhões de litros em 2050 e será consequência da sua adição compulsória, prevista em lei, de 7% a 10% ao diesel (EPE, 2014).

⁵ O efeito estufa pode ser colocado como um processo natural da terra que retém o calor por meio de da concentração de gases, especialmente CO₂ dióxido de carbono (maior concentração), CH₄ metano e N₂O óxido nitroso, na atmosfera, mantendo equilíbrio na temperatura média da Terra. O que vem sendo discutido é o nos níveis de concentração, principalmente, desses gases e sua relação com o aumento da temperatura média da Terra e seus desdobramentos nas condições climáticas.

⁶ Em 1973 as emissões de CO₂ chegaram a 15.515 Mt e em 2013 ficaram em 32.190 Mt (IEA, 2015).

⁷ A primeira COP (Conferência das Partes - Clima) foi realizada em Berlim, Alemanha em 1995.

⁸ Os Estados Unidos, um dos principais emissores mundiais, não aderiu ao protocolo que teve sua validade prorrogada até 2020 após a COP18. Os países em desenvolvimento não receberam metas obrigatórias, mas deveriam realizar ações sustentáveis por meio de instrumentos como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, previsto no Protocolo, que também é acompanhado da Implementação Conjunta e do Comércio de Emissões.

⁹ No Brasil a venda de veículos leves de passageiros movidos a diesel é proibida. Essa restrição tem sido alvo de questionamentos tanto contra quanto a favor.

¹⁰ Segundo Lima et al. (2008), a política Alemã de incentivos fiscais tornou o biodiesel mais barato que o diesel derivado do petróleo, uma diferença de US\$ 0,07.

¹¹ Lei n. 13.263 de 23 de março de 2016, altera a Lei n. 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional.

¹² Ao produtor de biodiesel certificado é reservado o acesso à redução de alíquotas tributárias de acordo com a matéria-prima e região, participação diferenciada nos leilões de compra e, incentivos financeiros.