

**POLÍTICA DE BIOCOMBUSTÍVEIS E O INCENTIVO ÀS NOVAS  
TECNOLOGIAS: O RENOVABIO NO BRASIL**

Jose Romeiro, Laercio Kutianski  
Universidade de São Paulo - Escola  
de Artes, Ciência e Humanidades –  
EACH  
[laerciokr@usp.br](mailto:laerciokr@usp.br)

Paulino, Sonia Regina  
Universidade de São Paulo - Escola de  
Artes, Ciência e Humanidades –  
EACH  
[sonia.paulino@usp.br](mailto:sonia.paulino@usp.br)

**RESUMO**

O aumento do fornecimento de biocombustíveis em nível global é atribuído às políticas públicas que promovem maior uso de biocombustíveis - primordialmente os combustíveis denominados de primeira geração. Os biocombustíveis têm sido adotados em muitos países não apenas por razões econômicas, mas também por razões ambientais. A utilização em grande escala de fontes de combustíveis que adotam tecnologias mais limpas por meio de políticas direcionadas é uma prática fundamental para redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE). O desempenho da cadeia de fornecedores depende da interação entre atores dominantes da rota tecnológica. O objetivo do trabalho é analisar a Política Nacional Biocombustíveis (RenovaBio) pela ótica do estabelecimento de incentivos à produção de biocombustíveis com maior capacidade de mitigação de GEE e de atendimento a critérios socioambientais. A pesquisa de tipo descritiva é apoiada na realização de pesquisa bibliográfica, enfatizando políticas públicas de apoio aos combustíveis renováveis, com base em três variáveis de análise: Iniciativas baseadas em incentivos; Critérios socioambientais para obtenção de combustíveis renováveis; Tecnologias compatíveis com metas de mitigação de gases de efeito estufa e com critérios socioambientais. Os resultados preliminares mostram que

iniciativas baseadas em incentivos, como foco no Renovabio, devem produzir benefícios financeiros aos produtores com melhor eficiência energética, contribuindo para o setor atingir as metas de mitigação de gases de efeito estufa (GEE). Os incentivos não se restringem às novas tecnologias para produção de biocomustíveis avançados que permitem obter combustíveis de fontes diferentes de matéria-prima que possuem menor balanço líquido de emissões de GEE. O potencial impacto sobre a produção de alimentos e sobre o meio ambiente estabelecem a necessidade de aplicação de critérios socioambientais.

**Palavras-chave:** regulação, incentivo, socioambiental

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o ano 2000, o fornecimento de biocombustíveis aumentou globalmente cerca de 8% até 2015, e para o setor de transportes especificamente 4%. Esse aumento é atribuído às políticas públicas que obrigam misturas compulsórias, as quais promovem maior uso de biocombustíveis - primordialmente os combustíveis denominados de primeira geração (E1G) - durante os preços altos de petróleo. Essa transição entre o uso de combustível fóssil e adoção de biocombustíveis obrigou muitos países a reverem as políticas públicas de transporte e geração de energia, cujos programas nacionais incluíram projetos<sup>1</sup> colaborativos de descarbonização dos setores agrícolas e transportes e a transição para uma economia de baixo carbono. De acordo com o cenário de cada país, as razões foram: aumento da autossuficiência energética, redução de custos de importação, reforço ao desenvolvimento da agricultura doméstica (para países com disponibilidade de áreas agrícolas),

---

<sup>1</sup> Projeto para uma Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável entre 16 países: Austrália, Brasil, Canada, China, França, Alemanha, Índia, Indonésia, Itália, Japão, México, Rússia, África do Sul, Coréia do Sul, Reino Unido e Estados Unidos (fonte: *DDPP - The Deep Decarbonization Pathways Project*- Bataille et al, 2016).

incentivo ao uso de fontes renováveis e redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Bataille et al., 2016).

Em relação à disponibilidade de biocombustíveis, a produção mundial deve mais que dobrar até 2025, segundo previsão do task40<sup>2</sup>, sendo o principal biocombustível o etanol com uma participação do Brasil de 50% desse volume. A produção de biodiesel deve aumentar na mesma proporção, onde o maior consumo ocorre na Comunidade Europeia (Pelkmans, 2014). Ao analisarmos a soma dos cinco maiores produtores mundiais de biocombustíveis, observamos a tendência de crescimento. Enquanto o volume de produção dos biocombustíveis de primeira geração (E1G) ainda apresenta uma tendência de aumentar, há um avanço mais acentuado da produção de biocombustíveis de segunda geração (E2G) somada à produção de biocombustíveis avançados (BA)<sup>3</sup> (Bourguignon, 2017).

Os biocombustíveis têm sido adotados em muitos países não apenas por razões econômicas, mas também por razões ambientais. O desempenho da cadeia de fornecedores de biocombustíveis depende da interação entre atores dominantes da rota tecnológica (Moncada et al., 2017). A utilização em grande escala de fontes de combustíveis que adotam tecnologias mais limpas por meio de políticas direcionadas é uma prática fundamental para redução de emissões de gases de efeito estufa GEE. Os biocombustíveis são fontes mais limpas e importantes para o setor de transportes, o qual apresenta limitadas ofertas de oportunidades de redução de emissões, quando comparado com outros setores. E conforme Hochman, G. & Zilberman, D., (2010), a EISA (2007) estabeleceu a Norma de Combustíveis Renováveis (RFS em inglês), onde procura promover uma

---

<sup>2</sup> Task40 - Task Force formado no âmbito do IEA (Pelkmans, 2014)

demanda segura dos biocombustíveis, afim de acelerar as inovações necessárias para transição para setor de transporte de baixo carbono.

A Política Nacional de Biocombustíveis<sup>3</sup> (Renovabio), promulgada no Brasil em dezembro de 2017, trouxe dois mecanismos com a intenção de transpor as barreiras que os biocombustíveis enfrentam ao substituir os combustíveis fósseis, buscando assim criar condições equitativas. O primeiro mecanismo de dimensão incitativa<sup>4</sup> está ligado diretamente às emissões de gases de efeito estufa (GEE), cujo objetivo principal é modificar os padrões e comportamentos dos poluidores, para assegurar uma adequada conservação da qualidade ambiental e, assim, o bem-estar coletivo. O segundo mecanismo - de maneira inovadora - trouxe a dimensão financeira, cuja instrumentalização ocorre com a criação de mercado de “licenças negociáveis”, cujo objetivo principal é provocar a internalização de externalidades<sup>5</sup> ambientais, e de modo secundário completar a dimensão incitativa com uma dimensão financeira (Burtztn, M.; Burtztn, M., 2012) O objetivo do trabalho é analisar o RenovaBio pela ótica do estabelecimento de incentivos à produção de biocombustíveis com maior capacidade de mitigação de GEE e de atendimento a critérios socioambientais.<sup>6</sup> Conforme Perosa e Azevedo (2019), a governança ambiental de biocombustíveis emergiu de um arranjo institucional com regulações pré-existentes e com mecanismos de governança privados emprestados de outros setores. No entanto, a eficácia da

---

<sup>3</sup> Renovabio - LF 13576/17 - Dispõe sobre a Política Nacional de Biocobustíveis (BRASIL, 2018).

<sup>4</sup> Cobrança com finalidade incitativa: principal objetivo é modificar os comportamentos dos poluidores (Burtztn e Burtztn, 2012).

<sup>5</sup> Externalidade (Pigou, 1921) – ocorre quando um bem-estar ou a eficiência econômica de um agente afeta outro. Ao poluir, o produtor repassa para a sociedade seus custos, não internalizando os custos do tratamento da emissão, reduzindo seus custos, e gerando uma externalidade. A fragilidade da teoria de Pigou consiste na fragilidade do estado, que não age de foram desvinculadas e fica suscetível a falhas de controle.

<sup>6</sup> O produtor deve atender critério de elegibilidade: excluir produção de área não desmatada e comprovar que área possui Cadastro Ambiental Rural (CAR) ativo ou pendente de ajustes.

governança ambiental, ao depender dos custos de conformidade para os produtores, tem como elemento central a regulação pública prevalecente.

## **2. METODOLOGIA**

A pesquisa de tipo descritiva é apoiada na realização de pesquisa bibliográfica, enfatizando políticas públicas de apoio aos combustíveis renováveis.

É aplicada a abordagem da governança ambiental enfocando a regulação pública por meio de incentivos às tecnologias de baixas emissões. As variáveis de análise são:

- Iniciativas baseadas em incentivos;
- Critérios socioambientais para obtenção de combustíveis renováveis;
- Tecnologias compatíveis com metas de mitigação de gases de efeito estufa e com critérios socioambientais.

## **3. RESULTADOS PRELIMINARES**

### *Iniciativas baseadas em incentivos*

A Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio) visa estabelecer um mecanismo voluntário através de incentivos econômicos atrelados ao desempenho ambiental do biocombustível, cujas receitas obtidas devem produzir benefícios financeiros aos produtores com melhor eficiência energética, contribuindo para o setor atingir as metas de mitigação de gases de efeito estufa (GEE).

A proposta do Renovabio é introduzir incentivos econômicos em duas frentes. A primeira ocorre por meio da melhoria de eficiência da etapa de plantio da biomassa<sup>7</sup> e, na segunda concerne o processo produtivo do biocombustível induzindo a adoção de biocombustíveis de segunda geração

---

<sup>7</sup> Biomassa: material de ação biológica excluídos materiais incorporados em formação geológica e/ou fossilizados (Ref: Norma E N 16575:2014 =Bio-based products – Vocabulary)

(E2G). O Brasil, como segundo maior produtor mundial de biocombustíveis, (Kummamuru, 2018) possui a matéria-prima mais competitiva, comparado com o etanol de milho e beterraba, obtendo o menor custo (Santos e Silva, 2019).

#### *Crítérios socioambientais para obtenção de combustíveis renováveis*

As controvérsias na adoção de biocombustível de primeira geração parecem direcionar os esforços de investimento e subsídios para os biocombustíveis avançados. Novas alternativas tecnológicas para geração de biocombustíveis de segunda geração (por exemplo o etanol de lignocelulose e o biometano da vinhaça) têm sido incentivadas a serem obtidas a partir de grãos não alimentícios associado a processos biotecnológicos e outras fontes de biomassa (glicerina, parte biogênica de resíduos), conforme Das (2017). As tecnologias de terceira e quarta geração estão ligadas às características físicas das matérias primas (gasoso, líquido ou peletizado) e às tecnologias de modificação da estrutura seguido de processos de conversão das matérias primas (Liew, 2014). Apesar das regulações de biocombustíveis enfatizarem a redução da intensidade em carbono, outros aspectos ambientais são pertinentes na análise. O fornecimento de biocombustíveis tem impacto positivo sobre os consumidores de petróleo; entretanto, seu impacto sobre os alimentos e sobre o meio ambiente continua a ser controverso. Vários estudos não são consensuais, pelo contrário, de modo controverso não condizem com um apoio significativo ao CR e mostram esses contrastes. Segundo Rajagopal & Zilberman (2008) apud Rajagopal (2008), os CR são intensivos no consumo de água, necessidades de terra, energia e insumos químicos, e afetam significativamente mercados de alimentos e o meio ambiente. Para Hoogeven (2009), países emergentes (China, Índia, África do Sul) que demandam alimentos e energia causam aumento na competição na busca por regiões com escassez hídrica. Rutz & Janssen (2008) apontam que a questão da sustentabilidade dos CR não deve ser generalizada, pois tanto as propriedades dos CR individuais devem ser analisadas

como também os locais em que são cultivados, os tipos de matérias primas e tecnologias de tratamento dessas matérias primas utilizadas. E de modo mais abrangente, conforme Ekener-Petersen, E. et al (2014), os requisitos socioambientais devem ser aplicados a todos os combustíveis para veículos, tanto os fósseis quanto os CR, pois ambos apresentam altos ou muito altos riscos de impactos sociais negativos.

Alguns estudos apresentados na NAXOS 2018<sup>8</sup> incluíram essas questões, tais como: -utilização de matéria prima não alimentar ou resíduos para a produção de biocombustíveis, otimização de processos de biocombustível, nano sistemas na produção de biocombustível, e aplicações reais de biocombustível. Outros estudos foram recentemente publicados sobre a exploração do potencial de diferentes matérias-primas e novos alimentos mais baratos, catalizadores na produção de biodiesel utilizando novo óleo de semente não comestível empregando um catalisador à base de argila (Moustakas, K.; 2020).

Segundo (Rutz & Janssen, 2008) as causas da não sustentabilidade do CR são: ausência de benefícios sociais tais como, concorrência com alimentos, condições de trabalho na etapa de plantio; e ausência de benefícios ambientais como perda de biodiversidade, desmatamento tropical e baixo potencial de absorção de CO<sub>2</sub>.

*Tecnologias compatíveis com metas de mitigação de gases de efeito estufa e com critérios socioambientais*

O Quadro 1 resume os principais instrumentos do Renovabio, apresenta as respectivas metas de redução da intensidade de carbono até o ano 2028 e os diferentes tipos de biocombustíveis que podem ser incluídos do programa.

### **Quadro 1 – Objetivos e metas da Política Nacional de Bicomustíveis (Renovabio)**

---

<sup>8</sup> NAXOS 2018 – 6th International Conference on Sustainable Solid Waste Management - 2018, Naxos Island, Greece.

<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>
Metas de Redução de Índice de Carbono (IC)	Redução de 10,1% do IC através de misturas mandatórias até 2028
Certificação da Produção Eficiente de Biocombustíveis	Legitimação de Sistemas de Certificação de 3ª Parte
Concessão de Créditos de Descarboxinação (CBIO)	Adoção metodologia para medição de Notas de Eficiência Energética Ambiental (NEEA) que fornece lastro para os créditos fornecidos
Incentivo à Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa	Favorecimento a adoção de Biocombustíveis de E2G e BA
<b>Tipos de Combustíveis</b>	
<u>Etanol</u> de cana de açúcar	<u>Bioquerosene</u> de HEFA *
<u>Etanol</u> de milho	<u>Bioquerosene</u> de SIP**
<u>Biodiesel</u> de soja	<u>Biometano</u> de resíduos da cana-de açúcar
<u>Biodiesel</u> de gordura bovina	<u>Biometano</u> de res. de processamento de carne
	<u>Biometano</u> de lixo urbano
*Hydro-processed Esters and Fatty Acids	
** Synthesized Iso-Paraffin)	

Fonte: BRASIL, 2017; BRASIL, 2018; ANP, 2018

Os incentivos à produção de biocombustíveis com maior capacidade de mitigação de GEE, especificamente o E2G de cana-de-açúcar, envolvem a utilização de processos inovadores de prétratamento da biomassa.<sup>9</sup>

Biocombustíveis avançados<sup>10</sup> (BA) se referem ao biocombustível de 2ª (E2G) e 3ª geração (E3G) os quais não competem diretamente com alimentos e ração. Biocombustível de 2ª Geração (E2G) pode ser derivado de resíduos urbanos (óleo usado) ou agrícolas (palha de milho, casca de arroz ou palha de cana). Biocombustível de 3ª Geração (E3G) pode ser obtido por rotas tecnológicas ainda em desenvolvimento. Conforme Cheng, J. J. et al (2014), os BA se referem aos combustíveis renováveis (CR) de segunda e terceira geração, os quais são derivados de plantas que não tem uso

<sup>9</sup> O produtor deve atender critério de elegibilidade: excluir produção de área não desmatada e comprovar que área possui CAR ativo ou pendente de ajustes.

<sup>10</sup> Combustível Avançado: termo adotado na legislação americana de 2007 (EISA 2007 = The Energy Independence and Security Act).

como alimento. Potanto, podem ser derivados de resíduos de biomassa, talos e caules de cereais, material seco de plantas e de algumas herbáceas usadas para fermentação (capim tipo: *Miscanthus*; *Bermuda grass*; *Switchgrass* e algas). Os BA produzidos de resíduos possuem a vantagem de não causarem o deslocamento de áreas destinadas a outros grãos (i.e, áreas plantadas com grãos alimentícios). Aspecto esse denominado de mudança de uso do solo indireto, o qual também contribui para um menor balanço líquido de emissões de GEE.

As questões tecnológicas dos BA envolvem dificuldades de conversão dos açúcares e das matérias primas compostas de lignocelulose (resíduos agrícolas, resíduo de florestas e plantas herbáceas oleaginosas não alimentícias). Essas matérias primas necessitam de um pré-tratamento e hidrólise para converter a celulose em glicose antes do processo de fermentação. O pré-tratamento é a etapa de maior consumo de energia (devido necessidades de altas pressões e altas temperaturas) e serve para remover a lignina, reduzir a cristalinidade da celulose e aumentar a porosidade do material para atuação das enzimas no processo de hidrólise.

No caso de biodiesel a partir de micro algas, os principais desafios surgem dos custos de produção de biomassa (principalmente na purificação e colheita). As algas mais comuns usadas para produção de biodiesel são as micro algas autotróficas, as quais possuem um balanço nulo de emissões de GEE (Miao and Wu 2006 apud Cheng, J.J. et al 2014).

As novas tecnologias para produção de E2G permitem obter combustíveis de fontes diferentes de matéria-prima de origem renovável e atendem critérios socioambientais <sup>11</sup> impostos pelas políticas de baixo carbono. As exigências favorecem outras fontes de biomassa, novas alternativas tecnológicas para geração de biocombustíveis de segunda geração têm sido incentivadas baseadas

---

<sup>11</sup> No Brasil temos a elegibilidade da área baseado na Certificação Florestal (Renovabio, 2017).

em grãos não-alimentícios associado a processos biotecnológicos e outras fontes de biomassa (Das, 2017). As novas tecnologias disruptivas incluem uso de biomassa a partir de resíduos de agricultura ou a partir de resíduo municipal urbano, cujos processos permitem a adoção “drop in <sup>12</sup>” dos combustíveis gerados (Güell, 2012). Cada grande região produtora de biocombustíveis optou por fontes diversas de matéria-prima, como por exemplo, nos EUA da palha do milho e do capim *Miscanthus* (*Miscanthus sinensis*), e na Europa a partir da palha de trigo, madeira e serragem. No caso do Brasil a obtenção é a partir da palha e bagaço de cana (Chudziak, 2017).

Em suma, existem desafios que devem ser superados antes da comercialização mais intensa de biocombustíveis, incluindo a viabilidade da produção que leve em conta a competição com alimentos e os impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS

- Bataille, C.; Waisman, H.; Colombier, M.; Segafredo, L.; Williams, J.; Jotzo, F. (2016). The need for national deep decarbonization pathways for effective climate policy. *Climate Policy*.
- Bourguignon, D; Van den Bussche, T. (2017). Advanced biofuels Technologies and EU policy. *European Parliamentary Research Service – EPRS*.
- BRASIL. Lei nº 13576 de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. 26 de dezembro de 2017. Disponível em: < [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br) >. Acesso em: 06 fev. 2018.
- BRASIL - Resolução ANP 758 de 2018. Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de

---

<sup>12</sup> Drop-In fuels – são combustíveis renováveis (diesel ou gasolina) derivado de lipídeos (óleos vegetais, gorduras animais, graxas ou algas) ou materiais celulósicos (resíduos de grãos ou madeiras) que possuem estrutura química similar aos derivados de petróleo. (Liew,2014)

- 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras. 25 de novembro de 2018. Disponível em: < [www.in.gov.br](http://www.in.gov.br) >. Acesso em: 10 fev. 2019.
- Burztyń, M.; Burztyń, M. (2012). *Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond.
- Cheng, J.J.; Timilsina, G.R.; Zilberman, D. (2014). Cap.2 - Biofuel Technologies and Potential. Timilsina, G.R. & Zilberman, D. (Editors). *The Impacts of Biofuels on the Economy, Environment, and Poverty*.
- Chudziak, C.; Alberts, G.; Bauen, A. (2017) - Ramp up of lignocellulosic ethanol in Europe to 2030. *6th International Conference on Lignocellulosic Ethanol*.
- Das, G. (2017). Food–feed–biofuel trilemma: Biotechnological innovation policy for sustainable development - *Journal of Policy Modeling*.
- Ekener-Petersen;E.; Höglund, J.; Finnveden, G. (2014). Screening potential social impacts of fossil fuels and biofuels for vehicles. *Energy Policy*.
- Güell, B.M.; Bugge, M.; Kempegowda, R.S.; George, A.; Paap, S.M.(2012). Benchmark of conversion and production technologies for synthetic biofuels for aviation. *SINTEF*.
- Hoogeveen, J.; Faure, J.M.; Van de Giesse, N. (2009). Increased biofuel production in the coming decade: to what extent will it affect global freshwater resource - *Irrig. and Drain*.
- Hochman, G.; Zilberman, D.(2010).OPEC, biofuel, and food prices - *ACS National Meeting Book of Abstract*.
- Kummammuru, B. (10 de Agosto de 2018). World Bioenergy Association - *WBA Global Bioenergy Statistics 2017*. [http://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017\\_hq.pdf](http://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_hq.pdf)
- Liew, W.H.; Mimi, H.H.; Ng, D.K.S. (2014). Review of evolution, technology and sustainability assessments of biofuel production. *Journal of Cleaner Production*.

Moustakas, K. (2018). *A review of recent developments in renewable and sustainable energy systems: Key challenges and future perspective. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON*

*SUSTAINABLE SOLID WASTE MANAGEMENT,*

Pelkmans, L. (2014). Impact of promotion mechanisms for advanced and low-iLUC biofuels on markets. *Trade of ethanol between Brazil and the US - IEA Bioenergy Task 40- Brazi.*

Perosa, B.B.; Azevedo, P.F. (2019). The Evolution of Environmental Governance Mechanisms: Na institutional Framework Applied to Biofuels. - *Ambiente & Sociedade.*

Rajagopal, D.; Zilberman, D. (2008). Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels - *Foundations and Trends in Microeconomics.*

Rutz, D.; Janssen, R. (2008). Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen im internationalen Kontext - 17. *Symposium Bioenergie*