

ESTUDO DE MERCADO DA PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DE LODO CELULÓSICO GERADO EM INDÚSTRIAS DE PAPEL E CELULOSE

Fernando Balotin Carreiro¹; Patrícia Raquel Silva Zanoni², Edson Alves de Lima²; José Wladimir Freitas da Fonseca¹

Resumo

O Brasil exerce posição de destaque mundial na produção e uso em larga escala de etanol como combustível. Além do etanol de primeira geração (obtido a partir do caldo da cana-de-açúcar), emerge a opção do etanol de segunda geração, que pode ser produzido a partir de matérias-primas lignocelulósicas, como lodos gerados em indústrias de papel e celulose. Pesquisas recentes demonstraram a viabilidade técnica deste processo, como forma de agregar valor a estes resíduos. O presente trabalho teve como objetivo realizar estudo de mercado da produção de etanol a partir de lodos celulósicos, buscando identificar se há viabilidade econômica para atender a demanda insatisfeita. Realizou-se o estudo da oferta de etanol no horizonte de cinco anos (a partir de 2016), considerando tanto o combustível produzido a partir da cana, como o que seria potencialmente produzido a partir de lodos celulósicos. Isto foi feito utilizando séries históricas de produção (de dez anos) e modelos de regressão para fazer projeções das quantidades a serem ofertadas. O Modelo Potencial de Regressão foi selecionado por apresentar maior correlação e ser o mais otimista em relação à oferta. De maneira similar, fez-se o estudo da demanda de etanol para cinco anos. Confrontando-se os dados de oferta de etanol (da cana e do lodo) com os de demanda, concluiu-se que de fato há uma demanda insatisfeita até 2020 que tende a perdurar. Isto indica que, do ponto de vista mercadológico, é viável a produção de etanol a partir de lodos de indústrias de papel e celulose, devendo-se aprofundar os estudos de viabilidade econômico-financeira.

PALAVRAS-CHAVE: viabilidade econômica; álcool etílico; biocombustível; resíduo.

Introdução

Dois grandes problemas que as sociedades de consumo enfrentam neste início de século são, de um lado, encontrar fontes alternativas de energia em face à escassez do petróleo e, de outro lado, reduzir ou minimizar impactos ambientais.

Nas últimas cinco décadas, várias propostas foram apresentadas visando à obtenção da chamada “energia limpa”. Uma delas, que surgiu a partir dos anos setenta, foi o etanol oriundo da cana-de-açúcar no Brasil, apresentado como alternativa aos combustíveis não-renováveis de origem fóssil (LOPES et al., 2016). Para isto confluíram vários fatores:

(i) político-institucionais: o programa Proálcool; (ii) mercadológicos: os altos preços do petróleo e derivados no país; (iii) técnicos: o grande potencial físico e tecnológico nacional para o cultivo de cana-de-açúcar, bem como a base agroindustrial já existente; e (iv) ambientais: combustível renovável e com menores emissões de gases de efeito estufa. (SOCCOL et al., 2010; LOPES et al., 2016).

Mais recentemente emergiu uma nova proposta de etanol conhecido como etanol de segunda geração, que pode ser obtido a partir de matérias-primas lignocelulósicas (SOCCOL et al., 2010). Nesta perspectiva, foi conduzido um projeto de pesquisa para avaliar a possibilidade de produzir etanol a partir de

1. Departamento de Economia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba/PR, Brasil, *E-mail: fernandobalotin@gmail.com

2. Laboratório de Tecnologia da Madeira, Embrapa Florestas, Colombo/PR, Brasil

lodos celulósicos provenientes da estação de tratamento de efluentes de indústrias de papel e celulose (ZANONI et al., 2015; SCHROEDER et al., 2017). Uma vez verificada a viabilidade técnica do processo, passou-se para a avaliação da viabilidade econômica. Uma das primeiras etapas desta análise é o estudo de mercado, que constitui o escopo deste resumo.

O objetivo do presente estudo foi analisar aspectos técnicos e mercadológicos da produção do etanol a partir de lodos celulósicos, procurando identificar sua demanda insatisfeita.

Metodologia

Objeto de estudo

O produto analisado neste trabalho foi o etanol de segunda geração que pode ser produzido a partir de lodos provenientes de estação de tratamento de indústrias de papel e celulose. Vantagens deste processo incluiriam: (i) o fato de que não seria necessária a onerosa etapa de pré-tratamento para a remoção da lignina, pois este material já foi submetido ao processo de polpação; (ii) aproveitamento de um resíduo que atualmente demanda custos para sua disposição adequada, sob pena de causar impactos negativos ao meio ambiente (ZANONI et al., 2015). O foco do estudo será o etanol como combustível para frota de veículos.

Estudo do Mercado Consumidor

O estudo foi conduzido conforme metodologia constante em FONSECA (2012). Inicialmente foi feita uma análise da estrutura de mercado em que estaria inserido o novo produto. O próximo passo incluiu o levantamento das quantidades do produto (etanol) que foram ofertadas nos últimos dez anos, tendo como referência o ano de 2016. Estas informações foram utilizadas para fazer uma projeção das quantidades a serem ofertadas nos próximos cinco anos. Para os cálculos,

foram testados quatro tipos de modelos de regressão, conforme a seguir.

a) Modelo Linear de Regressão:

$$Y = \alpha + \beta X \quad (\text{Eq. 1})$$

b) Modelo Exponencial de Regressão:

$$Y = \alpha \times e^{\beta X} \quad (\text{Eq. 2})$$

c) Modelo Potencial de Regressão:

$$Y = \alpha X^{\beta} \quad (\text{Eq. 3})$$

d) Modelo Logarítmico de Regressão:

$$Y = \alpha + \beta \ln X \quad (\text{Eq. 4})$$

A metodologia da regressão foi feita com base na série histórica. Após fazer as projeções das quantidades a serem ofertadas (estudo de oferta), procedeu-se o estudo da demanda para os cinco anos.

Por fim, os dados do estudo de oferta e de demanda foram confrontados em um gráfico, com o objetivo de verificar se há uma demanda insatisfeita que justifique a inserção do novo produto no mercado.

Resultados e Discussão

Estrutura do Mercado Consumidor

A estrutura de mercado definida para o biocombustível etanol é a de concorrência perfeita. Isso ocorre porque, neste ambiente de concorrência, a estrutura de mercado conta com produto homogêneo, com inúmeras firmas, nas quais os consumidores e produtores são tomadores de preços, ou seja, qualquer movimento individual não gera impactos significantes no mercado. Por outro lado, a indústria de etanol diferencia-se um pouco da concorrência perfeita tradicional uma vez que quem regula o preço é a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP).

Determinação das quantidades ofertadas nos últimos dez anos

Considerou-se a existência de dois subgrupos de etanol a partir dos dados oferecidos, um oriundo de cana-de-açúcar (primeira e segunda geração) e outro de lodo

celulósico proveniente do resíduo da indústria de papel e celulosa.

A Tabela 1 apresenta a série histórica de produção brasileira para o subgrupo álcool etílico produzido a partir da cana.

Como não se tem histórico de produção do novo produto (etanol de lodo), inferiu-se a possível oferta nacional do etanol oriundo do lodo celulósico, utilizando a série histórica de produção de papel (Tabela 2) e o método heurístico de ancoragem (KAHNEMAN, 2012). Foram utilizados fatores de geração de lodo por tipo de papel produzido (Tabela 3) e a conversão média de lodo em etanol, para obter as produções estimadas de etanol constantes na Tabela 4. Embora a quantidade de produção de etanol varie conforme o tipo de lodo, um valor médio foi adotado como fator de conversão. Estimou-se uma produção média de 129 L de etanol por tonelada de lodo com base em estudos laboratoriais (ZANONI et al., 2015).

Na Tabela 5 estão consolidados os dados de produção de etanol a partir de cana (real) e de lodo (potencial). Interessante notar que a quantidade estimada de etanol possível de se obter a partir do lodo é muito pequena se comparada à produção do etanol da cana. Em 2012, por exemplo, esta nova fonte (lodo) representaria um aumento de apenas 0,21% na produção total. Portanto, no caso do Brasil, o apelo principal desta aplicação seria a valorização do resíduo, com geração de renda para a empresa e consequente diminuição de impacto ambiental. Entretanto, o impacto na complementação do abastecimento de combustível pode ser significativo em regiões com baixa disponibilidade de fontes tradicionais de etanol, mas alta disponibilidade de lodos celulósicos. Segundo estimativas de ZANONI et al. (2017), as produções de etanol em 2012 na Europa e na Ásia, por exemplo, poderiam

ser incrementadas em até 44% e 96% com o uso do lodo.

Projeção das quantidades a serem ofertadas para os próximos cinco anos

Para se efetuar os cálculos das projeções de oferta para os próximos cinco anos, utilizou-se a série histórica de produção de etanol dos últimos dez anos, calculada no item anterior (Tabela 5). Quatro modelos de regressão foram testados, cujas equações resultantes estão na Tabela 6. Comparando as projeções dos modelos (Tabela 7) e suas correlações e erros (Tabela 6), a correlação mais forte e positiva foi a do Modelo Potencial e o menor erro foi o do Modelo Logarítmico. Porém, o Modelo Potencial foi selecionado por ter a projeção mais otimista.

Projeção das quantidades a serem demandadas para os próximos cinco anos

Para as projeções da demanda não foram necessários os cálculos de regressão com base em série histórica. Isto porque estas projeções já foram previamente realizadas e disponibilizadas pela AGE/Mapa com dados do Mapa/SPAE/DCAA e Câmara Setorial (MAPA, 2010).

Comparação da oferta com a demanda projetada

Na Figura 1 foram plotados os dados de oferta e de demanda de etanol para os próximos cinco anos. Os resultados indicam que, ao se adicionar uma possível oferta de etanol de lodos celulósicos à oferta de etanol de cana-de-açúcar, a demanda projetada para os próximos cinco anos permanece ainda superior à oferta e segue uma tendência que pode superar os próprios cinco anos projetados. Isto decorre de dois fatores principais. O primeiro é o efeito sucessivo de substituição parcial da gasolina pelo álcool, por uso direto ou em mistura. O segundo fator é que o aumento da produção de etanol de primeira e de segunda geração obtidos de cana-de-açúcar mostra-se insuficiente diante da crescente demanda do combustível.

Conclusão

Confrontando-se os dados de oferta de etanol (produzido de cana-de-açúcar e potencialmente produzido a partir de lodos celulósicos) com os dados de demanda para os próximos cinco anos, observa-se que há uma demanda insatisfeita que tende a perdurar. Isto indica que, do ponto de vista mercadológico, é viável a produção de etanol a partir de lodos de indústrias de papel e celulose. Vale ressaltar que do ponto de vista do desagravo do passivo ambiental que pode ser resultado, reforça-se a necessidade do aprofundamento dos estudos de viabilidade econômico-financeira.

Agradecimentos

Às instituições: Embrapa Florestas e Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Referências

- [1] ANP, AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário Estatístico 2015**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/anuario-estatistico/2440-anuario-estatistico-2015>> Acesso em 5 abr. 2017.
- [2] CPRH, COMPANHIA PERNAMBUCANA DE MEIO AMBIENTE. **Roteiro Complementar de Licenciamento e Fiscalização: Indústria de Papel e Celulose**. Recife, 1998.
- [3] FONSECA, J.W.F. **Elaboração e Análise de Projetos**, A Viabilidade econômico-financeira. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- [4] IBÁ, INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Cenários IBÁ**. Disponível em: <<http://iba.org/pt/dados-e-estatisticas/cenarios-iba>> Acesso em 20mar. 2017.
- [5] KAHNEMAN, DANIEL. **Rápido e Devagar: Duas Formas de Pensar**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.
- [6] LOPES, M.L. et al. Ethanol production in Brazil: a bridge between science and industry. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 64-76, 2016.
- [7] MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeção do Agronegócio Brasil 2009/2010 a 2019/2020**. Brasília: Mapa/ACS, 2010.
- [8] SCHROEDER, B.G. et al. Evaluation of biotechnological processes to obtain ethanol from recycled paper sludge. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 19, p. 463-72, 2017.
- [9] SOCCOL, C.R. et al. Bioethanol from lignocelluloses: Status and perspectives in Brazil. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 4820-5, 2010.
- [10] ZANONI, P.R.S. et al. **Produção de etanol: uma opção para aproveitamento de resíduos gerados nas indústrias de reciclagem de papel**. Documentos 283. Colombo: Embrapa Florestas, 2015.
- [11] ZANONI, P.R.S. et al. Review of ethanol production based on paper sludge: processes and prospects. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 16, p. 1227-48, 2017.