

Análise de sensibilidade aplicada ao planejamento de produção do setor sucroalcooleiro

Caroline R. Silveira*

Resumo

A análise de sensibilidade de um modelo poderá identificar em que ponto este é mais sensível à mudança de valores, resultando em diferentes propostas para as variáveis. A partir dessa informação é possível avaliar quais os dados ou parâmetros sensíveis do modelo. Nesse trabalho, o objetivo da análise de sensibilidade é definir, através de um modelo matemático, quão sensível ele é em relação à variação dos preços das commodities do setor sucroalcooleiro. A formulação utilizada é conhecida como problema do mix de produção e baseia-se numa variação do problema de multiprodutos, ou seja, considera-se na abordagem adotada, a produção dos derivados a partir dos subprodutos da cana-de-açúcar com seus respectivos preços de mercado e custos de produção.

Palavras-chave:

Setor Sucroalcooleiro, Análise de Sensibilidade, Modelo de Otimização.

Introdução

Este projeto tem por objetivo principal fazer uma análise de sensibilidade em função das variações dos preços das commodities agroindustriais da cana-de-açúcar para obter uma configuração ótima do mix de produção dos seus derivados. Será utilizado um modelo de otimização desenvolvido com o objetivo de maximizar o lucro da empresa. O lucro obtido corresponde à diferença entre as receitas totais obtidas e os custos no processo de produção.

A expectativa é de que o resultado desse projeto possa subsidiar as decisões do produtor com informações relativas à alocação de recursos para a fabricação das commodities e atendimento das demandas energéticas do processo de produção na indústria sucroalcooleira. A contribuição desta pesquisa é baseada em uma análise detalhada do planejamento de produção e alocação de recursos em função das variações dos preços que influenciam a tomada de decisão.

Resultados e Discussão

Os resultados foram analisados avaliando o quão sensível a solução ótima é a mudanças nos coeficientes da equação. O modelo matemático utilizado consiste na reprodução da operação industrial horária sucroenergética cuja manufatura de bens, a partir de um mesmo recurso, se dá de forma simultânea. Essa formulação é chamada de mix de produção e baseia-se numa variação do problema de multiprodutos, explorada pela Pesquisa Operacional (MORANDIN *et al.*, 2011)².

O modelo matemático foi acrescido de definição de restrições de atendimento às demandas de commodities, de atendimento à demanda energética e de recursos. Além disso, restrição de “não-negatividade” foi considerada na análise, uma vez que as usinas devem atender contratos de venda pré-estabelecidos, garantindo que a produção de cada derivado da cana-de-açúcar seja positiva.

Como resultado, pudemos obter dados referentes aos valores de variações dos preços das commodities que afetam significativamente a decisão do mix de produção, auxiliando no planejamento de uma usina e permitindo

uma maximização das receitas em conjunto com a minimização dos custos econômicos, o que resultará na produção das commodities cujo perfil aumenta o lucro.

$$\max \left(\sum_{i=1}^5 (P_i \cdot X_i) + (P_6 \cdot X_{eta} \cdot \eta_6) - \left(\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^4 (C_{ij} \cdot X_{ij}) + \sum_{h=1}^3 \sum_{j=1}^2 (C_{hj} \cdot X_{hj}) \right) \right)$$

- i commodities, $i = 1 \dots 6$ (1: açúcar VHP, 2: açúcar VVHP, 3: etanol anidro; 4 etanol hidratado; 5: eletricidade excedente, 6 levedura seca);
- j recursos, $j = 1 \dots 4$ (1: palha, 2: bagaço, 3: caldo, 4: melação)
- h energia, $h = 1 \dots 3$ (1: térmica, 2: mecânica, 3: elétrica);
- P_i preço unitário da commodity i ;
- X_i quantidade horária da commodity i ;
- C_{ij} custo da commodity i produzida a partir do recurso j ;
- X_{ij} quantidade da commodity i produzida a partir do recurso j ;
- P_6 preço unitário da levedura seca;
- X_{eta} quantidade horária da commodity etanol produzida;
- η_6 parâmetro de eficiência da relação entre a quantidade total de álcool e de levedura seca;
- X_{hj} quantidade da energia h produzida a partir do recurso j ;
- C_{hj} custo da energia h produzida a partir do recurso j .

Figura 1. Modelo matemático utilizado para a análise de sensibilidade (CARVALHO, 2016)¹

Conclusões

Foi possível verificar maiores lucros na etapa industrial quando os preços do etanol, em especial o anidro, foram incrementados. A explicação para isso se dá por conta da valorização desta commodity e sua representatividade energética. O etanol anidro é destinado à mistura com a gasolina, enquanto o hidratado compete com o combustível fóssil, substituindo-o quando a diferença entre os preços mostra-se vantajosa.

Agradecimentos

Agradeço o incentivo e apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

¹ CARVALHO JUNIOR, P. C. Modelo de otimização aplicado ao balanço econômico da cogeração de energia, produção de álcool e açúcar na indústria canavieira. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 2016.

² MORANDIN, M.; TOFFOLO, A.; LAZZARETTO, A.; MARÉCHAL, F.; ENSINAS, A. V.; NEBRA, S. A. Synthesis and parameter optimization of a combined sugar and ethanol production process integrated with a CHP system. Energy, v. 36, n. 6, p. 3675-3680, 2011.