

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Planejamento integrado do plantio e colheita da cana-de-açúcar e cana-energia

Amanda Suellen Caversan¹

PPGEE, Faculdade de Engenharia UNESP, Bauru, SP

Sônia Cristina Poltroniere²

Faculdade de Ciências UNESP, Bauru, SP

Antonio Roberto Balbo³

Faculdade de Ciências UNESP, Bauru, SP

Helenice de Oliveira Florentino⁴

Instituto de Biociências UNESP, Botucatu, SP

1 Introdução

Um dos objetivos do planejamento da produção da cana-de-açúcar em uma usina sucroenergética é o aumento da produtividade nos canaviais. Nos últimos anos, vários trabalhos acadêmicos têm proposto abordagens de otimização para o planejamento do seu plantio, colheita e transporte. Recentemente, em [3], foram propostas abordagens de otimização para tratar a programação e o sequenciamento das frentes de colheita ao longo de um horizonte de planejamento. Em [2], foi proposta uma metodologia para o problema de programação da colheita, buscando melhorar a produção de sacarose.

Segundo [4], a vantagem do cultivo da cana-de-açúcar está no fato de que, ao mesmo tempo em que ela produz açúcar e etanol, sua biomassa contribui para geração de energia. Os autores ressaltam que a utilização da sua biomassa trouxe destaque à cana-de-açúcar como produtora também de energia elétrica. Além disso, observa-se que está sendo desenvolvida uma nova variedade de cana, denominada cana-energia, com uma maior concentração de fibra, com a qual se espera atender a demanda energética que as variedades de cana-de-açúcar tradicionais não suprem.

Neste contexto, este trabalho aborda o planejamento do plantio e colheita da cana-de-açúcar e cana-energia, de forma integrada e eficiente [1]. Com isso, pretende-se aumentar a produtividade de sacarose e manter o compromisso com a sustentabilidade na produção de energia. É proposto um modelo matemático de otimização, para obter um cultivo misto, visando maximizar a produção de sacarose a partir da cana-de-açúcar, e a produção de fibra a partir da cana-energia, auxiliando na geração de energia e etanol de segunda geração.

¹amandasc.unesp@gmail.com

²poltroniere.silva@unesp.br

³antonio.balbo@unesp.br

⁴helenice.silva@unesp.br

2 Modelagem matemática

Este trabalho propõe um modelo de otimização inteira mista, baseado em [5,6], visando otimizar a produção de sacarose da cana-de-açúcar e a produção de fibra da cana-energia. Considera-se um horizonte de planejamento finito dividido em períodos, restrições de demanda e de capacidade de moagem, bem como restrições de campo e operacionais.

A produtividade de sacarose da cana-de-açúcar tende a diminuir se ela for colhida antes ou depois do seu pico de maturação. O objetivo, então, é realizar a colheita o mais próximo possível do pico de maturação, ou seja, é maximizar a produção de sacarose da cana-de-açúcar. Da mesma forma, pretende-se maximizar a produção de fibra da cana-energia. São consideradas as decisões: qual variedade deve ser plantada em cada talhão e em qual período; em que mês deve ocorrer a colheita em cada talhão, devendo ser com a máxima produtividade de sacarose e de fibra e atendendo a demanda mensal.

Foram realizados testes computacionais, baseados em dados de uma usina da região Centro-Sul do Brasil, em um computador Intel Core i5-2450M, 2.50GHz e 4.0 GB26 de memória RAM, SO de 64 bits, utilizando o *solver* OPL/Cplex 12.6. Para instâncias com 25 variedades de cana e 30, 40 e 65 talhões, o problema foi resolvido em um tempo inferior a 5 min. Por exemplo, para as instâncias com 30 talhões, o tempo médio de solução foi de 25 seg., e com 65 talhões, foi de 79 seg. No entanto, a partir de 80 talhões, o tempo médio foi superior a 5 min. Os resultados indicam que a pesquisa é promissora e que a metodologia proposta tem potencial para auxiliar no gerenciamento das usinas. Pretende-se desenvolver um método heurístico para resolver instâncias de médio e grande porte, obtendo-se uma solução aproximada em um tempo computacional relativamente pequeno.

3 Agradecimentos

Os autores agradecem aos órgãos financiadores: Fapesp (2014/20853-0; 2016/01860-1), CNPq (302454/2016-0), PROPE/PROPG UNESP e CAPES (001).

Referências

- [1] A. S. Caversan. Modelo matemático para o planejamento do plantio e colheita da cana-de-açúcar de da cana-energia. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Unesp Bauru, 2017.
- [2] H. O. Florentino, C. Irawan, A. A. Filho, D. Jones, D. R. Cantane e J. Nervis. A multiple objective methodology for sugarcane harvest management with varying maturation periods. *Annals of Operations Research*, 255:1–25, 2017.
- [3] R. A. R. Junqueira e R. T. Morabito. Abordagens de otimização para a programação e sequenciamento das frentes de colheita de cana-de-açúcar. *Gestão & Produção*, 24(2):407–422, 2017.
- [4] S. Matsioka, L. Rubio, A. Tomazela e E. Santos. A evolução do Proálcool. *Revista Agroanalysis, Mercado & Negócios*, 1:29-30, 2016.
- [5] R. P. Ramos, P. Isler, H. O. Florentino, D. Jones e J. Nervis. An optimization model for the combined planning and harvesting of sugarcane with maturity considerations. *African Journal of Agricultural Research*, 11:3950–3958, 2016.
- [6] M. L. P. Souza. Planejamento otimizado do plantio e colheita da cana-de-açúcar para a maximização da produção de sacarose considerando uma demanda mensal da usina. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Unesp Bauru, 2017.