

PLANEJAMENTO NA DIVISÃO DE TALHÕES PARA O PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Andréa Vianna, Adriana Cherri

Faculdade de Ciências – UNESP, Bauru
vianna@fc.unesp.br, adriana@fc.unesp.br

Helenice Florentino, Rômulo Ramos

Instituto de Bioestatística – UNESP, Botucatu
helenice@ibb.unesp.br, krpr@fca.unesp.br

RESUMO

Nos últimos anos, a cana-de-açúcar se destaca como uma fonte alternativa de energia, tanto pela geração do álcool como pela cogeração de energia através do bagaço da cana. Um bom planejamento no seu plantio acarreta em vários benefícios, principalmente no aumento da sua produção. Planejar o plantio é um processo complexo e requer cuidados dos gestores do setor, pois as tomadas de decisões nessa fase vão influenciar todo o ciclo da cultura. Com isso surge necessidade de técnicas que auxiliem esses gestores na construção do planejamento do plantio e a primeira fase deste planejamento é a divisão adequada da área de plantio em talhões. Os talhões de cana-de-açúcar mais recomendados são os de forma retangular e de maior comprimento possível, para expressar toda a eficiência da colhedora e carregadores locados de forma estratégica para não ter curvas mortas e evitar manobras excessivas e consequentemente a perda de tempo e de consumo de combustível. Dessa forma, este trabalho propõe a alocação de talhões retangulares na área de plantio da cana-de-açúcar de forma otimizada. Para fazer esta alocação dos talhões, o problema será tratado como um problema de corte bidimensional e, devido a irregularidades das regiões e de locais em que não é possível realizar o plantio da cana (lagos, áreas de preservação, etc.), algumas particularidades do problema de corte será explorada.

PALAVRAS-CHAVE: Cana-de-açúcar, Planejamento de Plantio, Otimização.

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o maior exportador mundial de açúcar, o que vem influenciar diretamente a economia brasileira. No mercado nacional, a cana tem ganhado espaço, pois recentemente houve um aumento de 5% na mistura de álcool à gasolina. Além disso, o Brasil conta com 16,9% de participação na matriz energética, considerando-se o álcool combustível e a cogeração de eletricidade, a partir do bagaço (EPE, 2012).

Na safra de 2013/2014 a cultura da cana-de-açúcar continua em expansão. A previsão é que o Brasil tenha um acréscimo na área de cerca de 314 mil hectares, equivalendo a 3,7% em relação à safra 2012/13. Esse acréscimo é reflexo do aumento de área da Região Centro-Sul. A Região Norte/Nordeste praticamente se manterá com a mesma área para a próxima safra. São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul deverão ser os estados com maior acréscimo de áreas com 95,9 mil hectares, 60,1 mil hectares, 92,5 mil hectares e 81,4 mil hectares, respectivamente. Já a área de renovação prevista para esta safra deverá alcançar 969 mil hectares. Na Região Centro-Sul, a área de renovação deve chegar a 872,8 mil hectares, correspondendo a 11 % das lavouras atuais (CoNAb, 2013).

Em decorrência dessa expansão, o planejamento do plantio da cana-de-açúcar em novas áreas e em áreas de reforma torna-se essencial, a fim de trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais para o setor sulcroatcooleiro. Um plantio bem planejado implica no aumento da produção da cana, no bom aproveitamento da área, na melhoria das logísticas de transporte e

recebimento da cana na indústria, na facilidade de administração das atividades industriais, no melhor atendimento das demandas das indústrias, no melhor aproveitamento da mão de obra, nos planejamentos de custos, no controle de pragas e ervas daninhas, e muitos outros.

De acordo com Pereira e Torrezan (2006), os talhões mais recomendados são os de forma retangular e de maior comprimento possível, para expressar toda a eficiência da colhedora e carregadores locados de forma estratégica para não ter curvas mortas e evitar manobras excessivas e conseqüentemente a perda de tempo. Deve-se escolher uma área sem a presença de árvores, cercas, tocos e pedras que venha a impedir o deslocamento das máquinas.

Para Ripoli (2006), na implantação da colheita mecanizada em cana-de-açúcar é preciso gerenciar um novo sistema, que começa pelo preparo de solo e a sistematização da área. Para ter o máximo de rendimento da colhedora, é preciso ter talhões retangulares e com no mínimo de 600m de comprimento, além de se ter um terreno bem nivelado, paralelismo entre fileiras e um espaçamento adequado de plantio.

Segundo Benedini e Conde (2008), para um melhor aproveitamento da área há necessidade de um planejamento, considerando o formato dos talhões e o traçado dos carregadores, de acordo com o relevo e o solo da área de reforma. Os talhões deverão ter comprimento de sulco em torno de 500 a 700 metros. A largura deverá ser de 150 a 400 m, dependendo da declividade.

O maior custo no plantio e colheita da cana-de-açúcar é com o combustível utilizado para as manobras dos caminhões. Desta forma, este trabalho tem por objetivo planejar de forma otimizada a divisão da área de plantio (terreno) em talhões retangulares, visando a redução de tráfego e manobras das máquinas e caminhões nos talhões de cana-de-açúcar. Para resolver este problema, o mesmo será tratado como um problema de corte bidimensional. As regiões de plantio da cana serão consideradas “*placas*” em estoque e os talhões “*itens*” que devem ser alocados nas placas. Devido a irregularidades das regiões e de áreas em que não é possível realizar o plantio da cana, o corte a ser realizado nas placas deve considerar defeitos, ou seja, nestas regiões não haverá alocação de talhões. Este trabalho é conhecido na literatura como problema de corte de estoque com placa defeituosa.

2. Descrição do problema

Dado que a área disponível para plantio da cana-de-açúcar apresenta uma medida de H hectares, desejamos dividir este terreno cujas dimensões serão (L, W) , em talhões retangulares de dimensões (l_j, w_j) , em que l_j é o comprimento e w_j é a largura do talhão j , $j = 1, \dots, k$. Para aumentar o rendimento da máquina colhedora da cana e reduzir o tráfego e manobras nos talhões durante a colheita, estima-se que as dimensões dos talhões devem satisfazer as restrições $150m \leq l_j \leq 400m$ e $500m \leq w_j \leq 700m$ (Benedini e Conde, 2008).

O problema da determinação e alocação de talhões retangulares na área de plantio da cana-de-açúcar é tratado como um problema de corte de placas defeituosas (Vianna e Arenales, 2006). Nesta abordagem de alocação de talhões à área de plantio, as placas serão o terreno para plantio e os itens são todos os possíveis tipos de talhões que pode ser construído.

De modo geral, a área de alocação dos talhões é irregular, entretanto, será tratada como uma placa retangular. As “falhas” ou “ausência” de terreno serão vistas como defeitos na placa.

Os defeitos também podem representar uma área de preservação, uma estrada, um lago ou qualquer área em que não é permitida a alocação dos talhões. Vianna e Arenales (2006) trataram as áreas defeituosas de forma retangular (Figura 1).

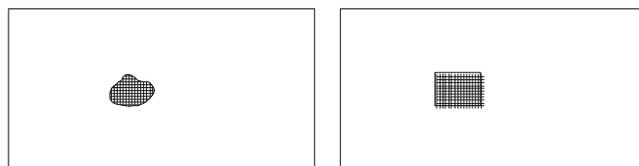


Figura 1. Placa defeituosa e placa a ser tratada.

A Figura 2 a seguir ilustra um terreno para plantio de cana-de-açúcar com defeitos.

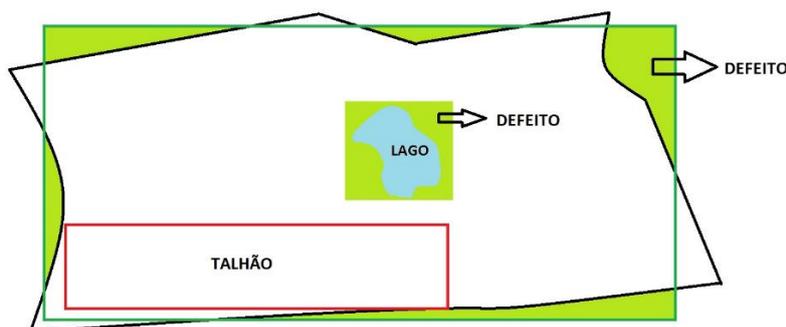


Figura 2. Representação de defeitos na alocação de um talhão.

Para evitar tráfego sobre a linha da cana, o espaçamento ideal para a colheita mecanizada é de 1,50m. Assim, sabe-se que o número de manobras das máquinas no talhão é dado por $\frac{\ell_i}{1,5} - 1$.

Utilizando a proposta de Vianna e Arenales (2006) para problema de corte com placas defeituosas, o problema será resolvido com utilizando a abordagem Grafo E/OU (Morabito, 1989).

3. Métodos e abordagens

Para a resolução do problema, inicialmente deve-se gerar um conjunto de talhões com dimensões (l_j, w_j) , respeitando as restrições $150m \leq l_j \leq 400m$ e $500m \leq w_j \leq 700m$.

Com um conjunto de talhões previamente definido, o problema será tratado como um problema de corte com placas defeituosas e resolvido utilizando a abordagem em grafo E/OU (Morabito, 1989) apresentada por Vianna e Arenales (2006) para placas com defeitos.

Um grafo E/OU pode ser definido para representar todos os possíveis padrões do problema de corte, onde os nós representam retângulos (no caso do problema de corte bidimensional, com objeto e peças retangulares) e os arcos representam cortes. De acordo com Vianna e Arenales (2006) padrões de corte numa placa defeituosa são representados num grafo E/OU, análogo ao caso sem defeitos, com algumas modificações. Uma sequência de cortes na placa defeituosa pode ser observada na Figura 3.

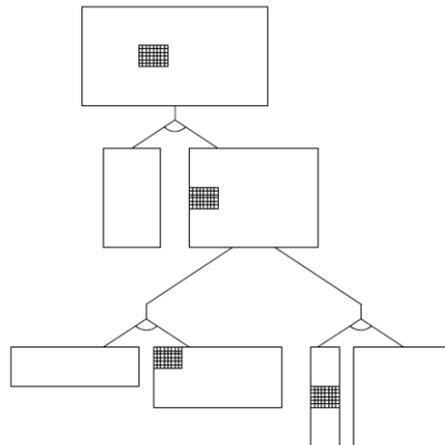


Figura 3. Padrão de corte numa placa defeituosa

Se a região “placa” apresentar mais de um defeito, a sequência de cortes é feita de maneira análoga (Figura 4).

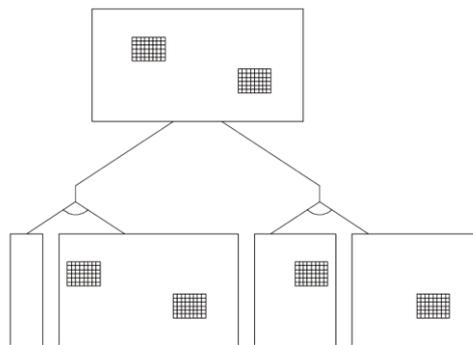


Figura 4. Possíveis cortes numa placa com mais de um defeito

Observe que os defeitos nas placas sempre são reduzidos a retângulos formados ao redor do defeito.

Basicamente, a estratégia para a resolução do Grafo E/OU com placas defeituosas é a mesma apresentada em Morabito (1989). A diferença está no procedimento para a geração do conjunto de discretização da placa e no cálculo do limitante inferior utilizado na ramificação do grafo. Detalhes desta implementação estão em Vianna e Arenales (2006).

4. Resultados

Este trabalho está em fase inicial e encontra-se em estágio de implementação computacional. Serão realizados testes com dados reais.

5. Conclusões e perspectivas futuras

Neste trabalho pretende-se planejar de forma otimizada a divisão da área de plantio de cana-de-açúcar (terreno) em talhões retangulares, visando a redução de tráfego e manobras das máquinas e caminhões nos talhões. Para resolver este problema, o mesmo será tratado como um problema de corte bidimensional com placa defeituosa.

Atualmente teve início a implementação computacional, porém ainda não é possível

apresentar resultados que serão realizados com dados reais.

Outras estratégias para resolução do problema de divisão da área de plantio de cana-de-açúcar em talhões devem ser investigadas e implementadas.

Referências

Companhia Nacional de Abastecimento (CoNAb). Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2013/2014 segundo levantamento, agosto. Brasília, 2013.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2012: Ano base 2011. Rio de Janeiro. 2012.

Benedini, M. S.; Conde, A. J. (2008). Sistematização de área para colheita mecanizada da cana-de-açúcar. Coplana. Guariba, SP, n. 53, p. 23 – 25.

Morabito, R. (1989). Corte de estoque bidimensional. Dissertação de Mestrado, ICMC - USP, SP, Brasil.

Pereira, L. L.; Torrezam, H. F. (2006). *Colheita mecanizada da cana-de-açúcar*. In: Atualização em produção de cana-de-açúcar / organizado por Silvelena Vanzolini Segato [et al.]. Piracicaba. p 333-334.

Ripoli, T. C. C. P.; Casagrandi, D. V.; Ide, B. Y. (2006). *Plantio de cana-de-açúcar: Estado da arte*. Piracicaba: TCC, v. 1, 163-172.

Vianna, A. C. G.; Arenales, M. N. (2006). O problema de Corte de Placas Defeituosas. *Pesquisa Operacional*, 26, 185-202.