

Modelagem matemática para o problema de corte de estoque com limitação no número máximo de pilhas abertas

Gabriel G. Guimarães¹, Kelly C.Poldi²
IMECC/UNICAMP, Campinas, SP

O Problema de Corte de Estoque (PCE) é um problema de otimização no qual busca-se satisfazer a demanda de um conjunto de itens de tamanho específico que são obtidos a partir do corte de peças maiores (objetos). Denominamos por padrão de corte a forma em que um objeto é cortado. O PCE visa determinar a frequência na qual cada padrão de corte deve ser executado de modo a obter os itens requeridos. Existem diversas possibilidades a serem consideradas para a função objetivo a ser otimizada, como, por exemplo, reduzir a quantidade de objetos gastos ou minimizar o custo associado ao corte dos objetos. O PCE pode ser classificado em função do número de dimensões relevantes do objeto a ser cortado, podendo ser unidimensional, bidimensional ou tridimensional. Em [6] é proposta uma tipologia para o PCE de forma a classificar e organizar os PCE's em função dos parâmetros relevantes para o problema.

Em alguns contextos práticos, pode ser interessante determinar não apenas a frequência na qual os padrões de corte devem ser executados mas também a sua ordem de execução. O problema de sequenciamento de padrões de corte para minimização de pilhas abertas (MOSP), do inglês, *Minimization of Open Stacks Problem*, lida justamente com este contexto. Partindo do pressuposto que os itens cortados são alocados em pilhas, de forma que, somente itens idênticos são armazenados em uma mesma pilha e que uma vez que todos os padrões de corte contendo um determinado tipo de item já foram executados a pilha pode ser fechada; então, o MOSP tem como objetivo determinar a ordem na qual os padrões de corte devem ser executados de forma a minimizar o número de pilhas abertas simultaneamente.

Uma maneira alternativa a resolver o PCE e o MOSP de forma independente, é possível combinar os dois problemas em uma única formulação. Em [7] os autores constroem uma formulação para o problema integrado na qual o PCE é resolvido sujeito à restrição de que o número máximo de pilhas abertas durante o sequenciamento dos padrões de corte seja igual ou inferior a um limite pré-definido. Este problema é conhecido na literatura como *Cutting Stock with Limited Open Stacks Problem* (CS-LOSP). Embora a formulação proposta em [7] seja válida para problemas de corte de quaisquer dimensões os testes computacionais realizados abordam o caso unidimensional.

Os resultados obtidos a partir da resolução por programação matemática da formulação de programação linear inteira proposta em [7] são limitados. A dificuldade de resolução, por programação matemática desse modelo à instâncias relativamente médias e grandes se deve principalmente a quantidade de variáveis e restrições presentes no modelo. O tamanho da formulação em questão depende da quantidade de tipos distintos de itens e do número total de padrões de corte. Uma vez que, mesmo para problemas de pequeno porte, o número total de padrões de corte é consideravelmente grande, a resolução fica comprometida.

Em [1] é proposta outra formulação para o CS-LOSP, esta formulação possui um número significativamente menor de restrições, porém, assim como o modelo proposto em [7], conta com uma grande quantidade de variáveis. Em [1] os autores resolvem o CS-LOSP para o PCE unidimensional

¹ggazzinelli9@gmail.com

²kelly@ime.unicamp.br

a partir de uma adaptação do método de geração de colunas proposto por Gilmore e Gomory [[4], [3] e [5]] e em [2], os autores propõem o uso de uma heurística sequencial para resolver o CS-LOSP unidimensional.

Do nosso conhecimento, não há na literatura nenhum artigo que aborde o CS-LOSP para o PCE bidimensional, desta forma, o foco deste trabalho está no CS-LOSP para o caso bidimensional. Neste trabalho propomos duas modelagens, nas quais são sequenciados conjuntos de padrões de corte ao invés de sequenciar os padrões de corte individualmente, desta forma eliminamos soluções simétricas do problema e reduzimos o espaço de busca. Para validar as formulações propostas realizamos testes computacionais utilizando a linguagem de programação Julia (versão 1.1.1) usando o IBM ILOG CPLEX (versão 20.1) como o solucionador geral de ILP. As instâncias do CS-LOSP para o PCE bidimensional utilizadas nos experimentos computacionais foram geradas de forma aleatória.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- [1] Claudio Arbib, Fabrizio Marinelli e Paolo Ventura. “One-dimensional cutting stock with a limited number of open stacks: bounds and solutions from a new integer linear programming model”. Em: **International Transactions in Operational Research** 23 (2016), pp. 47–63. DOI: 10.1111/itor.12134.
- [2] Gleb Belov e Guntram Scheithauer. “Setup and open-stacks minimization in one-dimensional stock cutting”. Em: **INFORMS Journal on Computing** 19.1 (2007), pp. 27–35. DOI: 10.1287/ijoc.1050.0132.
- [3] P. C. Gilmore e R. E. Gomory. “A linear programming approach to the cutting-stock problem—Part II.” Em: **Operations Research** 11 (1963), pp. 863–888. DOI: 10.1287/opre.11.6.863.
- [4] P. C. Gilmore e R. E. Gomory. “A linear programming approach to the cutting-stock problem.” Em: **Operations Research** 9 (1961), pp. 849–859. DOI: 10.1287/opre.9.6.849.
- [5] P. C. Gilmore e R. E. Gomory. “Multi-stage cutting stock problems of two and more dimensions.” Em: **Operations Research** 13 (1965), pp. 94–120. DOI: 10.1287/opre.13.1.94.
- [6] Gerhard Wäscher, Heike Haußner e Holger Schumann. “An improved typology of cutting and packing problems”. Em: **European Journal of Operational Research** 183.3 (2007), pp. 1109–1130. DOI: 10.1016/j.ejor.2005.12.047.
- [7] Horacio Hideki Yanasse e Maria Jose Pinto Lamosa. “An integrated cutting stock and sequencing problem”. Em: **European Journal of Operational Research** 183.3 (2007), pp. 1353–1370. DOI: 10.1016/j.ejor.2005.09.054.