Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 6, n. 2, 2018.

Trabalho apresentado no XXXVIII CNMAC, Campinas - SP, 2018.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Aplicação de duas técnicas de escalarizações no problema de corte de estoque multiperíodo biobjetivo

Livia Maria Pierini[1], Kelly Cristina Poldi[2]
Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas, SP

Em muitos contextos industriais, como no processo de produção e corte de objetos, surgem problemas de otimização combinatória que buscam otimizar mais de um objetivo simultaneamente. Quando os objetivos são conflitantes entre si, não existe uma solução única para o problema que otimize todos os objetivos concomitantemente. Nesse caso, a solução do problema é dada por um conjunto de soluções, denominadas soluções eficientes. A imagem das soluções eficientes é chamada de curva de Pareto.

Neste trabalho, estudamos o problema de corte de estoque unidimensional multiperíodo biobjetivo [2], que busca minimizar o custo de produção associado ao comprimento total dos objetos cortados e os custos de estoque de objetos e itens, com o intuito de investigar o *trade-off* existente entre os diferentes objetivos do problema. Para isso, realizamos testes computacionais utilizando duas estratégias de escalarizações, o método soma ponderada e o método ϵ-restrito, a fim de determinar e analisar a curva de Pareto obtida. Diante das dificuldades encontradas na resolução de problemas de corte de estoque, consideramos para o estudo o problema com as restrições de integralidade das variáveis relaxadas e utilizamos o método de geração de colunas.

Considere y^j_{mt} o número de bobinas produzidas na máquina m no período t cortadas usando o padrão de corte j, w_{mt} o número de bobinas produzidas na máquina m estocadas no fim do período t e e_{it} o número de itens finais do tipo i que são estocados no final do período t. Considere os seguintes parâmetros: $t = 1, ..., T$ o número de períodos, $j = 1, ..., N_m$ o número de padrões de corte para as bobinas do tipo m, $i = 1, ..., N$ o número de itens, $m = 1, ..., M$ o número de máquinas que produzem bobinas de largura L_m, c_t o custo de produção/cm no período t, s_m o comprimento da bobina do tipo m, g_t o custo/ton de estocar bobinas no final do período t, b_m o peso da bobina produzida na máquina m, h_{it} o custo/ton de estocagem de itens finais no período t, n_i o peso do item final do tipo i, a_{ijm} a quantidade de itens do tipo i cortada no padrão de corte j referente à bobina de largura L_m, d_{it} o vetor da demanda de itens finais do tipo i no período t e E_{mt} a quantidade de objetos do tipo m disponível no período T. A seguir, é apresentado o problema de corte biobjetivo estudado.

$$\text{Minimizar} \quad \left(z_1 = \sum_{t=1}^{T} \sum_{j=1}^{N_m} \sum_{m=1}^{M} c_t s_m y^j_{mt}, z_2 = \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{N} h_t n_i e_{it} + \sum_{t=1}^{T} \sum_{m=1}^{M} g_t b_m w_{mt} \right)$$

[1]liviam.pierini@gmail.com
[2]kellypoldi@ime.unicamp.br

$$
\begin{aligned}
\text{sujeito a:} \quad & \sum_{m=1}^{M}\sum_{j=1}^{N_m} a_{ijm} y_{mt}^{j} - e_{it} + e_{i,t-1} = d_{it}, && i = 1,...,N; \;\; t = 1,...,T \\
& \sum_{j=1}^{N_m} y_{mt}^{j} + w_{mt} - w_{m,t-1} = E_{mt}, && m = 1,...,M; \;\; t = 1,...,T \\
& y_{mt}^{j}, w_{mt}, e_{it} \geq 0 \;\text{ e inteiros}, && i = 1,...,N; \;\; m = 1,...,M; \;\; t = 1,...,T \\
& w_{m0}, e_{iT} = 0, e_{i0} = 0 && m = 1,...,M; \;\; i = 1,...,N.
\end{aligned} \tag{1}
$$

O modelo (1) tem como objetivo minimizar o comprimento total do material cortado e minimizar o custo de estoque de objetos e itens, sujeito às restrições de balanceamento de estoque de bobinas e itens, restrições de não negatividade das variáveis e restrições que garantem estoque de objetos inicial e estoque de itens inicial e final nulos.

Testes computacionais foram realizados, por meio do OPL/CPLEX, para 6 classes, com 10 exemplos gerados aleatoriamente. Foram considerados exemplos de 8 e 12 períodos, 5 e 20 itens e 2 máquinas, ou seja, dois comprimentos de bobinas. O método soma ponderada e ϵ-restritos foram aplicados ao problema de forma a resolverem 50 problemas distintos, isto é, com o objetivo de encontrar até 50 soluções eficientes. No método ϵ-restrito, optou-se pela segunda função objetivo restrita. Para ambas as abordagens, foi aplicado o método de geração de colunas para resolver os problemas. O conjunto de padrões de corte inicial foi composto pelos padrões de corte gerados ao resolver o modelo (1), minimizando apenas z_1, com o método de geração de colunas.

Com os resultados, notou-se que o método geração de colunas se comporta de maneira diferente para cada técnica de escalarizações, uma vez que os problemas envolvidos em cada método são distintos, podendo gerar um conjunto de padrões de corte distintos e, com isso, resultar em diferentes curvas de Pareto. Constatou-se também que o método ϵ-restrito encontra um número maior de soluções eficientes, sendo $49,8$ soluções eficientes encontradas em média, enquanto o método da soma ponderada apenas $15,42$. Dando continuidade ao trabalho, serão feitas modificações na aplicação dos métodos, tal como no número de colunas iniciais considerado no método de geração de colunas.

Agradecimentos

Processo n° 2017/18192-4, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Sao Paulo (FAPESP).

Referências

[1] A. A. Aliano Filho, Novas extensões de técnicas de escalarizações no problema de corte unidimensional inteiro multiobjetivo. Tese de Doutorado em Matemática Aplicada, Unicamp, 2016.

[2] K. C. Poldi e S. A. Araujo. Mathematical models and a heuristic method for the multiperiod one-dimensional cutting stock problem, *Ann Oper Res*, 238:497–520, 2016.

