ISSN 1984-820X
Anais do CNMAC v.3
PUBLICAÇÃO DA SBMAC
CNMAC2010
XXXIII CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL

Um modelo matemático para estabilidade de carga em carregamento de contêineres

Denise S. Yamashita, **Reinaldo Morabito**
Depto de Engenharia de Produção, UFSCar
13565-905, São Carlos, SP
E-mail: denisesy@dep.ufscar.br

RESUMO

No problema de carregamento de contêineres, deseja-se carregar itens (e.g., caixas) de vários tamanhos dentro de objetos maiores (contêineres), de maneira a otimizar uma função objetivo, como, por exemplo, maximizar o aproveitamento do volume disponível dos contêineres. Além das restrições geométricas envolvidas (o carregamento deve caber dentro do contêiner e dois itens não podem ocupar o mesmo espaço), o carregamento de contêineres pode envolver várias restrições adicionais importantes em situações reais. Muitas destas restrições não têm recebido atenção suficiente nas literaturas de Pesquisa Operacional, de Engenharias de Produção, ou de Transportes. Alguns exemplos de restrições são estabilidade da carga, empilhamento máximo de itens, itens que devem ficar agrupados dentro do contêiner por terem características semelhantes, limite de peso do contêiner, distribuição de peso dentro do contêiner , entre outros (veja, por exemplo, [3], [10], [4], [15], [8]; algumas teses e dissertações recentes neste tema podem ser encontradas em [1], [7] e [13]).

Neste artigo, estuda-se o problema de carregar um conjunto de itens dentro de um único contêiner considerando estabilidade de carga. Um modelo de programação linear inteira para o problema de carregamento de contêiner com estabilidade de carga pode ser encontrado em [13]. Neste modelo, utiliza-se um parâmetro de estabilidade que corresponde à porcentagem da área da base do item que deve estar apoiada para que o item seja considerado estável. Diversas heurísticas e metaheurísticas, incluindo algoritmos genéticos, busca tabu, *simulated annealing*, GRASP, entre outras, foram propostas na literatura para este problema, por exemplo, [5], [9], [6], [12], [8], [14], [16], [11] e [1].

No presente trabalho, deseja-se propor uma formulação alternativa para o problema de carregamento de contêiner com estabilidade. Nesta nova abordagem, o tomador de decisão tem a opção de determinar quais pontos da base da caixa (face inferior) devem ser apoiados para que a caixa seja considerada estável. Desta forma, o tomador de decisão pode escolher, por exemplo, somente pontos da borda, ou somente pontos dos cantos da base da caixa, ou ainda, uma combinação de pontos da borda da caixa com pontos do centro desta, para serem apoiados. A formulação proposta é baseada no modelo de programação linear inteira mista proposto por [2].

Experimentos computacionais com problemas gerados aleatoriamente foram realizados com o objetivo de validar o modelo e comparar seu desempenho com um modelo já existente na literatura [13]. Os modelos foram formulados e resolvidos utilizando-se o aplicativo GAMS/CPLEX. Os experimentos computacionais mostraram que o modelo proposto foi capaz de gerar soluções estáveis com a vantagem de oferecer ao tomador de decisão mais liberdade e controle na estabilidade da carga, uma vez que o novo modelo proposto permite que o tomador de decisão escolha os pontos de apoio das caixas. Os experimentos também mostraram que, em geral, os tempos computacionais gastos pelo modelo proposto para resolver os problemas testes foi menor do que os tempos computacionais utilizados pelo modelo da literatura.

É importante notar que o método proposto só é capaz de resolver problemas de pequeno porte, motivando, como pesquisa futura, a exploração de métodos heurísticos de solução para abordar problemas de médio e grande porte.

Palavras-chave: *Problemas de corte e empacotamento, carregamento de contêineres, restrição de estabilidade*

Referências

[1] O. Araújo, "Problemas de corte e empacotamento tridimensional e integração com roteamento de veículos", Tese de Doutorado, FEEC-Unicamp, 2006.

[2] J. Beasley, Algorithms for unconstrained two-dimensional guillotine cutting, Journal of the Operacional Research Society, vol. 36, pp. 297-306, (1985).

[3] E. Bischoff, M.D. Marriott, A Comparative Evaluation of Heuristics for Container Loading, European Journal of Operational Research, vol. 44, pp. 267-276, (1990).

[4] E.E. Bischoff, M.S.W. Ratcliff, Issues in the development of approaches to container loading, Omega, vol. 23, 4, pp. 377-390, (1995).

[5] A. Bortfeldt, H. Gehring, A hybrid genetic algorithm for the container loading problem, European Journal of Operational Research, vol. 131, pp. 143-161, (2001).

[6] A. Bortfeldt, H. Gehring, e D. Mack, A parallel tabu search algorithm for solving the container loading problem, Parallel Computing, vol. 29, n. 5, pp. 641-662, (2003).

[7] D. S. Campos, "Integração dos problemas de carregamento e roteamento de veículos com janela de tempo e frota heterogênea", Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia de Produção, USP, 2008.

[8] F. Cecílio e R. Morabito, Refinamentos na heurística de George e Robinson para o problema de carregamento de caixas dentro de contêineres, Transportes, vol. 12, n. 1, pp. 32-45, (2004).

[9] M. Eley, Solving container loading problems by block arrangement, European Journal of Operational Research, vol.141, pp. 393-409, (2002).

[10] H. Gehring, K. Menschner, & M.A. Meyer, Computer-based heuristic for packing pooled shipment containers, European Journal of Operational Research, vol. 44, pp. 277-288, (1990).

[11] M. Gendreau, M. Iori, G. Laporte, S. Martello, A tabu search algorithm for a routing and container loading problem, Transportation Science, vol. 40 (3), pp. 342-350, (2006).

[12] Jin, Z., Ohno, K., Du, J., An efficient approach for the three-dimensional container packing problem with practical constraints,Asia Pacific J. Op. Res., vol. 21 (3), pp. 279-295, (2004).

[13] L. Junqueira, "Modelos de programação matemática para problemas tridimensionais de carregamento de caixas sobre paletes e dentro de contêineres", Dissertação de Mestrado, DEP-UFSCar, 2008.

[14] A. Moura e J.F. Oliveira, A GRASP approach to the container-loading problem. IEEE Intelligent Systems , vol. 20, n. 4, pp.50-57, (2005).

[15] J.L.C. Silva, N.Y. Soma, N. Maculan, A greedy search for the three-dimensional bin packing problem: the packing static stability case, International Transactions in Operational Research, vol. 10, pp. 1-13, (2003)

[16] L.H. Yeung, e W.K.S. Tang, A hybrid genetic approach for container loading in logistics industry, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 52 (2), pp. 617-627, (2005).