

Uma heurística para melhor alocar produtos em Centros de Distribuição: modelo matemático e aplicações reais

Lucas Constantino Delago¹, Cristiano Torezzan²

1. Estudante de IC da Fac. de Ciências Aplicadas – UNICAMP; *lucondel@live.com

2. Professor Dr. da Fac. de Ciências Aplicadas – UNICAMP

Palavras Chave: *Otimização, Armazenagem, Heurística.*

Introdução

A atividade de montagem dos pedidos é a atividade de maior custo, em relação a força de trabalho e tempo, que é desenvolvida na maioria dos Centros de Distribuição (CD)¹. Desta maneira aprimorar o desempenho desta atividade influencia diretamente no aumento da eficiência do armazém.

Na situação investigada neste trabalho, várias ordens de pedidos que são enviadas ao CD devem ser montadas por operários e depois embaladas e carregadas em um veículo para serem entregues aos clientes. O objetivo deste trabalho foi otimizar a quantidade de recursos envolvidos somente alterando a localização dos produtos no layout do centro de distribuição original.

Para resolver este problema foi proposta uma heurística matemática multicamada, conforme descrevemos na próxima seção.

A heurística desenvolvida foi testada na *fast-pick area* de mais de 50 Centros de Distribuição de uma grande companhia Brasileira e os resultados foram muito positivos.

Resultados e Discussão

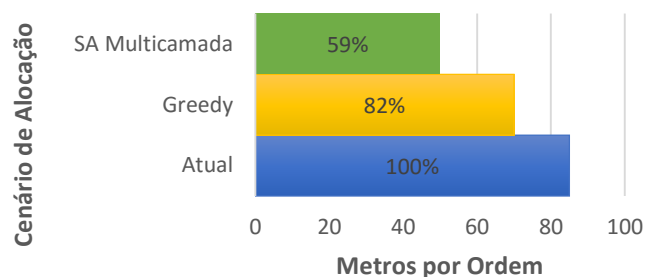
A heurística proposta é composta de duas camadas: na primeira é feita a alocação dos produtos e na segunda avalia-se a alocação por meio de múltiplos problemas do caixeiro viajante (TSP), sendo um para cada ordem de pedido, encontrando, assim, a distância mínima total.

Entretanto quando estes problemas são tratados de maneira exata eles são considerados *NP-Hard*, então para lidar com esta dificuldade foi implementado uma versão do método *Simulated Annealing* (SA)² multicamada, no qual a camada mais externa resolve um problema de alocação, e a camada interna (função avaliadora), usa outro SA para resolver os múltiplos TSPs, para avaliar as soluções encontradas em cada iteração.

Para refinar os resultados, utilizou-se como *input* a frequência de ocorrência conjunta de pares de itens, forçando a heurística a colocar pares que são despachados em conjunto em locais próximos.

Os resultados médios obtidos na aplicação entre os mais de 50 CDs podem ser observados na **Figura 1**. No eixo das abcissas apresenta-se a distância esperada por ordem de pedido em cada uma das três diferentes situações. A situação "Atual" representa a configuração que já existia no CD. A estratégia *greedy* (ou gulosa), é o resultado de melhoria quando aplicado um algoritmo guloso simples pela frequência de itens. Quanto a heurística SA multicamada, observa-se uma grande redução média de movimentação quando comparada a situação atual.

Figura 1. Gráfico que apresenta a média das distâncias esperadas por ordem nos CDs para cada tipo de cenário analisado.



Vale ressaltar que todos os cenários também foram avaliados com simulação de eventos discretos para comprovar a eficácia e aderência a realidade da heurística, e os resultados foram totalmente satisfatórios.

Conclusões

Neste trabalho propôs-se uma heurística para resolver o problema de posicionamento dos produtos em um CD a fim de minimizar a distância total de locomoção para a montagem de diversas ordens de pedido. A heurística proposta baseia-se em uma metaheurística multicamada e foi testada por meio de sua aplicação em diversos CDs brasileiros, através de simulação de eventos discretos. A análise de resultados mostra que apesar dos mais diversos tipos de layout encontrados, ou diferenças não previstas na ordem de montagem, a heurística proposta apresentou redução de movimentação e consequente melhoria de performance nas áreas dos CDs analisados.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2014/13981-2, e ao Engenho Consulting Group pelo apoio no projeto.

[1] Bartholdi, J.J., Hackman, S.T., 2014. *Warehouse & distribution science*. Available on line at: <http://www.isye.gatech.edu/jjb/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf> (accessed August 2014).

[2] Fred W. Glover and Gary A. Kochenberger, editors. *Handbook of Metaheuristics*. volume 114 of International Series in Operations Research & Management Science. Springer, 1 edition, January 2003