

# DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE ALGORITMOS PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE *BIN PACKING*, UTILIZANDO ALGORITMOS DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA DE SEQUENCIAMENTO DE TAREFAS EM MÁQUINAS INDEPENDENTES

Daniel Merli Lamosa

Aluno da Universidade de Taubaté, Bolsa IC/CNPq

Orientador: Dr. Horacio Hideki Yanasse, Pesquisador, LAC - INPE

O problema de Bin Packing (PBP) consiste em minimizar o número de bins (espaços previamente definidos tais como caixas, contêineres, etc.) visando acomodar um conjunto de itens (objetos com tamanho definido tais como barras, chapas, vasilhames, etc.). Este problema ocorre com regularidade em operações de armazenagem, principalmente em indústrias. Normalmente deseja-se preencher todo o espaço disponível nos bins, arranjando da melhor maneira possível, os itens visando minimizar os espaços vazios conseqüentemente o número de bins necessários.

O problema de Sequenciamento de Tarefas em Máquinas Independentes (PSTMI) consiste em minimizar o tempo de processamento de tarefas (trabalhos a serem realizados com duração conhecida de execução tais como execução de programas de computadores, fabricação de itens ou peças, etc.) em máquinas paralelas (equipamentos para execução das tarefas tais como computadores, máquinas industriais, etc.), ou seja, determinar uma distribuição das tarefas entre as máquinas visando por exemplo, diminuir o instante de término de processamento das máquinas. Dependendo da distribuição feita podemos sobrecarregar algumas máquinas. Surge a necessidade de encontrar uma boa distribuição, almejando minimizar o instante de término de processamento das tarefas.

De acordo com a literatura estudada estes problemas são NP-árduos, ou seja, são problemas no qual é pouco provável que existam algoritmos (métodos de resolução) com garantia de encontrar uma solução ótima em tempo polinomial. Desta forma heurísticas são geralmente utilizadas para encontrar uma boa solução para estes problemas.

Nos trabalhos estudados, a maioria dos algoritmos do PBP tratam o caso particular de bins de mesmo tamanho. Estamos interessados no problema geral onde cada bin possui uma capacidade diferente. Neste trabalho pretende-se adaptar esses algoritmos para o caso geral de bins de tamanhos diferentes e utilizar algoritmos do PSTMI com o propósito de tentar encontrar também boas soluções para os casos particulares apresentam para o caso generalizado do problema.

Dentre os inúmeros métodos estudados foram selecionados para implementação e teste os que apresentaram bom desempenho nos testes reportados na literatura. A heurística básica que parece apresentar excelentes resultados é conhecida como First Fit Decreasing (FFD). Ela consiste no seguinte:

- 1- Ordene os itens em ordem não crescente, faça  $j \leftarrow 1$  e  $i \leftarrow 1$ ;
- 2- Coloque o item  $j$  no bin  $i$ , se não couber abra outro bin ( $i \leftarrow i + 1$ ) e o coloque lá.
- 3- Faça  $j \leftarrow j + 1$ ,  $i \leftarrow 1$ . Se  $j \leq m$  repita o passo 2, caso contrário retorne o maior  $i$  e pare.

As heurísticas que apresentam bons resultados e são baseadas no PBP e que serão implementadas são as seguintes: heurísticas da classe Maiores e Menores Decrescentes (MMD), First Fit Decreasing using Largest bins, at end Repack to smallest possible bins (FFDLR), First Fit Decreasing using Largest bins, but Shifting as necessary (FFDLS) e Modified FFD (MFFD).

Para o problema PSTMI foram selecionadas as heurísticas Lowest Fit Decreasing (LFD) e a heurística KPROC. Essa última parece apresentar bons resultados e consiste no seguinte:

1. As tarefas são classificadas através dos seus tempos de processamento e colocadas nos processadores de modo a encontrar uma boa distribuição balanceada, ou seja, os tempos

de término dos processamentos em cada processador devem ser parecidos de modo que não haja um processador muito carregado e outro muito pouco utilizado.

2. Movimentação de tarefas dos processadores mais carregados para os menos carregados.
3. Movimentação de tarefas do processador mais carregado para os outros.

Os métodos FFD, MMD e LPT foram implementados e os demais estão em fase de implementação. Até o momento os testes realizados foram satisfatórios. Pretendemos realizar uma bateria de testes para melhor avaliar os resultados obtidos.

## REFERÊNCIAS

1. P. Heise and G. Wäscher, "The Bin-Packing Problem: A Problem Generator and Some Numerical Experimentes with FFD Packing and MTP", Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Beitrag Nr. 96/07.
2. Dario José Aloise, "Contribuições à solução do problema Bin-Packing: Formulações, relaxações e novos algoritmos aproximativos." Tese de Doutorado UFRJ, abril 1992.
3. D. K. Friesen and M. A. Langston, "Variable sized Bin Packing", SIAM J. Comput., Vol. 15 No 1, February 1986, pp. 222-230.
4. F. M. Müller and S. J. Limberger, "Uma nova heurística de trocas para o problema de seqüenciamento de tarefas em processadores uniformes", XVIII ENEGEP, Niterói - RJ (1997).
5. P. Dell'Olmo, H. Kellerer, M. G. Speranza and Z. Tuza, "A 13/12 approximation algorithm for bin packing with extendable bins" , IPL: Information Processing Letters, 65 (1998), pp. 229-233
6. E. G. Coffman, Jr., M. R. Garey and D. S. Johnson, "Bin Packing with Divisible Item Sizes", Journal of Complexity 3, 1987, pp. 406-428
7. E. G. Coffman, Jr., M. R. Garey and D. S. Johnson, "Aproximation Algorithms for Bin-Packing – An Updated Survey", Algorithm Design for Computer System Design, 1984, pp. 49-106.
8. Baker, Kenneth R., "Introduction to sequencing and scheduling", ed. John Wiley & Sons, pp. 114 – 133.
9. S. Martello and P. Toth, "Knapsack Problems Algorithms and Computer Implementations", ed. John Wiley & Sons, pp. 221-240.
10. Kris Jamsa, "*Sucesso com C++*", 1ª edição, Ed. Érica Ltda., 1995