

Um algoritmo genético para resolução do problema de alocação de navios em berços

Fernanda B. Peteam,¹ Kelly C. Poldi,² Márcia A. G. Ruggiero³
IMECC/Unicamp, Campinas, SP

O Problema de Alocação de navios em Berços (PAB) é um problema cuja importância foi crescendo com o aumento no tráfego de mercadorias entre diferentes continentes. A necessidade de melhorar a forma de transporte e a logística nos portos para reduzir custos e perdas de produtos trouxe importantes avanços, como o transporte através de contêineres e, também, uma maior atenção para o problema de alocação de navios de contêineres nos portos.

Como o problema dinâmico é um problema difícil de ser resolvido computacionalmente, muitos métodos de resolução buscam heurísticas, meta-heurísticas ou métodos híbridos, para soluções baseadas em dimensões reais de portos, [1, 4].

Este trabalho está focado no PAB discreto (cais é dividido em um conjunto finito e enumerável de berços, i.e, locais de alocação) e dinâmico (navios podem chegar ao longo do horizonte de planejamento). Uma implementação de um algoritmo genético de chaves aleatórias viciadas foi proposto para a resolução deste problema e, posteriormente, ser usado no processo de gerar colunas em uma abordagem baseada no modelo de geração de colunas proposto por [3].

Um algoritmo genético de chaves aleatórias viciadas, conhecido como BRKGA-*Biased Random Key Genetic Algorithm*, [5], aplica os processos de cruzamento e mutação em vetores de chaves aleatórias (vetores gerados aleatoriamente no intervalo $[0, 1]$), que são decodificados para representar uma solução do problema. A aplicação dessas operações ocorrem nas soluções codificadas para a geração de soluções factíveis. Com a solução do problema decodificada, os indivíduos da geração são avaliados e classificados de acordo com a função de adaptação ao meio (função *fitness*).

Esse é um algoritmo elitista, ou seja, prioriza as soluções com melhor *fitness*. Com os valores *fitness*, a população é classificada em elite e não elite, de forma que a população elite é menor que a não elite. O processo de cruzamento seleciona um indivíduo elite e um não elite, considerando uma maior probabilidade de escolher características do indivíduo elite. O processo de mutação é feito gerando indivíduos aleatoriamente, da mesma forma que a população inicial é gerada. Além disso, toda a população elite de uma geração é copiada para a geração seguinte.

A decodificação implementada gera dois vetores de chaves aleatórias para representar uma solução. Um dos vetores é responsável pela determinação da ordem de atendimento de cada navio e o segundo vetor determina qual berço o respectivo navio será atendido. A função *fitness* foi baseada no modelo do PAB baseado no problema de roteamento de veículos com janela de tempo e múltiplos depósitos, proposto por [2], que minimiza a soma dos tempos de permanência dos navios no porto. Além disso, a função *fitness* considera uma penalização de um conjunto de restrições que não é garantido pela codificação/decodificação dos vetores de chaves aleatórias e está associado ao horário máximo em que o navio pode permanecer no porto (janela de tempo do navio).

A Figura 1 ilustra um exemplo da decodificação proposta, para um problema com $m = 3$ berços e $n = 4$ navios.

¹fernandapetteam@gmail.com

²kelly@ime.unicamp.br

³marcia@ime.unicamp.br

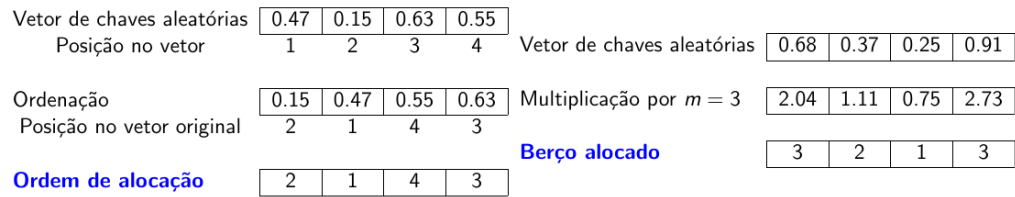


Figura 1: Ordem e berço de alocação.

No lado esquerdo da Figura 1 está o vetor de chaves aleatórias, de tamanho 4 (quantidade de navios). O vetor é ordenado de forma crescente, as posições dos valores no vetor original representam os navios e a nova posição no vetor ordenado fornece a ordem em que esses navios serão atendidos. O vetor de valores aleatórios à direita é multiplicado pela quantidade de berços e arredondado para cima, fornecendo o berços em que os respectivos navios do vetor de ordem de alocação serão alocados. A solução resultante é a alocação do navio 2, seguido pelo navio 3 no berço 3, navio 1 no berço 2 e navio 4 alocado no berço 1.

Os parâmetros do BRKGA, como tamanho da população elite, quantidade de indivíduos mutantes e gerados pelo cruzamento, possuem valores intervalos de valores definidos empiricamente, [5]. Foram feitos testes, variando os valores dos parâmetros dentro e fora dos intervalos fornecidos na literatura.

Para instâncias relativamente pequenas, nos testes computacionais preliminares, o BRKGA e o modelo chegam a uma solução em tempo similar, com a vantagem do modelo garantir uma solução ótima. Para instâncias um pouco maiores, o BRKGA chegou em uma solução com menor tempo computacional, mas com solução aproximada. Outro aspecto observado foi a influência da variação dos parâmetros e que, de fato, para valores de parâmetros fora dos intervalos indicados na literatura, resultam em soluções ruins, com maior quantidade de soluções ineficazes.

Referências

- [1] C. Bierwirth e F. Meisel. “A survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals”. Em: **European Journal of Operational Research** 202.3 (2010), pp. 615–627. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.031>.
- [2] J.-F. Cordeau, G. Laporte, P. Legato e L. Moccia. “Models and tabu search heuristics for the berth-allocation problem”. Em: **Transportation science** 39.4 (2005), pp. 526–538. DOI: 10.1287/trsc.1050.0120.
- [3] G. R. Mauri, A. C. M. Oliveira e L. A. N. Lorena. “Resolução do problema de alocação de berços através de uma técnica de geração de colunas”. Em: **Pesquisa Operacional** 30.3 (2010), pp. 547–562. ISSN: 1678-5142.
- [4] G. R. Mauri, A. CM Oliveira e L. A. N. Lorena. “Uma classe de problemas de controle ótimo em escalas temporais”. Em: **European Conference on Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization**. 2008, pp. 110–122. DOI: 10.1007/978-3-540-78604-7_10.
- [5] H. Prasetyo, G. Fauza, Y. Amer e Sang-Heon Lee. “Survey on applications of biased-random key genetic algorithms for solving optimization problems”. Em: **2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**. 2015, pp. 863–870. DOI: 10.1109/IEEM.2015.7385771.