

Um Estudo Comparativo de Algoritmos Genéticos Aplicados ao Problema das N Rainhas

Bianca B. Ribeiro¹, Christiane R. S. Brasil²
FACOM/UFU, Uberlândia, MG

O Algoritmo Genético (AG) é uma técnica de otimização computacional, criada por Holland [2], inspirada na Teoria da Evolução de Darwin [1]. De modo geral, a população inicial de um AG é um conjunto de indivíduos, em que cada indivíduo representa uma possível solução de um determinado problema, sendo atribuído a ele um valor calculado por uma função de aptidão (*fitness*). É essa função que qualifica numericamente cada indivíduo como sendo uma boa solução ou não para o problema em questão. A ideia de Darwin em que os mais fortes sobrevivem é implementada no Algoritmo Genético por meio de métodos computacionais que mimetizam os operadores genéticos (seleção, cruzamento e mutação). O ciclo evolutivo do AG é repetido até que a quantidade de gerações seja alcançada ou a solução ótima seja encontrada.

O objetivo deste trabalho foi aplicar o AG ao Problema das N Rainhas, o qual é um clássico na área da Matemática Aplicada na teoria dos jogos de tabuleiro [3], a fim de realizar uma análise comparativa com o artigo de Uddalok e Sayan [5]. Este problema consiste em colocar N rainhas em um tabuleiro de xadrez de tamanho $N \times N$, de modo que nenhuma rainha possa sofrer ataque de outra. Para sofrer o ataque de outra rainha é necessário que ambas estejam na mesma linha, coluna ou na mesma diagonal. Sabe-se que o número de soluções para este problema cresce exponencialmente à medida que N aumenta. Portanto, este é um problema combinatório que se classifica como NP, sendo inviável a aplicação de um método determinístico para buscar a solução ótima. Para solucionar o problema das N-rainhas, diferentes técnicas computacionais não-determinísticas podem ser encontradas na literatura, destacando-se trabalhos com os Algoritmos Genéticos, tais como [4] e [5]. Neste trabalho foi utilizada a pesquisa de Uddalok e Sayan [5] para comparação, uma vez que o desenvolvimento do algoritmo dele é bem semelhante ao deste trabalho, com a principal diferença nos operadores de cruzamento e mutação utilizados, que serão descritos a seguir.

No AG desenvolvido neste trabalho, a população inicial foi gerada de forma aleatória, sendo armazenada em uma matriz alocada dinamicamente, e manteve-se o tamanho de 1000 indivíduos em todos os experimentos, do mesmo modo que o AG de Uddalok e Sayan [5]. Os indivíduos foram representados em vetores alocados dinamicamente, onde cada posição do vetor indica a coluna do tabuleiro, e o conteúdo do vetor armazena a linha do tabuleiro em que cada rainha está posicionada. Neste trabalho, a função de aptidão foi calculada da seguinte maneira, baseada em [5]: para cada rainha do tabuleiro deve ser analisado se há colisão com outras rainhas; caso não haja colisão, soma-se 1 ao *fitness* daquele indivíduo, caso haja, nada é somado. Deste modo, o valor final do *fitness* de cada indivíduo indica a quantidade de rainhas que não sofreram colisão com outra rainha. Logo, os indivíduos com maior *fitness* estão mais próximos da solução desejada, almejando, portanto, maximizar o valor da aptidão. Quando a função de aptidão é concluída, ocorre a seleção dos pais. Neste trabalho, a seleção por roleta foi utilizada por ser um dos métodos mais usados, além de apresentar bons resultados na literatura. Neste método, os indivíduos com maior valor de aptidão têm maior probabilidade de serem selecionados. Neste AG, ocorre o elitismo,

¹biancr_@ufu.br

²christiane@ufu.br

onde são selecionados 20% dos indivíduos mais aptos para sobreviverem para a próxima geração. O restante da população é completada por meio da geração de novos indivíduos. No artigo de Uddalok e Sayan [5] não há informações sobre o operador de seleção utilizado. Depois de serem selecionados, os indivíduos pais efetuam o cruzamento para gerar um novo indivíduo filho com taxa de 100%. Neste trabalho, foi utilizado o cruzamento de n-pontos, sendo n igual a 2, em que são selecionados dois pontos de corte de modo aleatório nos indivíduos pais, gerando um novo filho com as características recombinadas de ambos os pais. No AG de Uddalok e Sayan [5], o cruzamento efetuado é o *Order Crossover*, em que os indivíduos filhos competem com seus pais, e os mais aptos são mantidos na população, chamado de *Bad Population Repository*. Neste trabalho, existe uma chance de 10% que a mutação ocorra sobre o novo indivíduo gerado. Caso a mutação ocorra, são selecionadas de modo aleatório uma ou mais posições do novo indivíduo gerado para sofrer a modificação, também aleatória. No artigo de Uddalok e Sayan [5], é utilizada uma taxa de 80%, onde são selecionados dois alelos e trocados de posição entre si e também ocorre uma mutação dupla com taxa de 40%, onde o processo ocorre duas vezes. O algoritmo é encerrado assim que a solução ótima é encontrada em ambos os AGs.

O AG deste trabalho foi codificado em linguagem C, com a ferramenta de programação Code-Blocks, usando processador Intel(R) Core(TM) i5-1035G1 CPU @ 1.00GHz 1.19 GHz, memória 8,00 GB, e sistema operacional de 64 bits, processador baseado em x64. O código-fonte pode ser acessado em: <https://github.com/brbiancr/NRainhas>. Foram realizadas execuções com as mesmas instâncias (com N de 10 a 25, sendo N o número de rainhas) do artigo de referência, até que fossem encontradas três soluções ótimas. Nestes experimentos preliminares, o AG deste trabalho mostrou-se mais eficiente ao encontrar a solução ótima com menor número de gerações, em média, comparado a [5], em 12 das 15 instâncias testadas. Isto pode ser explicado pelos operadores genéticos escolhidos neste trabalho: (i) a seleção por roleta, que prioriza os indivíduos com melhor aptidão para a escolha dos pais; (ii) a mutação com baixa probabilidade de acontecer, que evita a perda de indivíduos bens qualificados, enquanto que no artigo de Uddalok e Sayan [5] foi aplicada a mutação com alta taxa, além de também efetuar uma mutação dupla, com uma taxa significativa, o que pode ter comprometido a qualidade dos indivíduos e, conseqüentemente, prejudicado a convergência do AG. Para trabalhos futuros, pretende-se melhorar a função de aptidão, penalizando quando houver colisão ou inserindo um procedimento de correção para soluções infactíveis, além de se implementar a seleção por torneio, em que a literatura indica ter resultados relevantes.

Referências

- [1] C. Darwin. **Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural**. Tradução da 6ª edição original e última revista por Darwin. Portugal: Planeta Vivo, 2009. ISBN: 9789728923433.
- [2] J. H. Holland. **Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence**. First MIT Press edition. A Bradford Book, 1992. ISBN: 9780262275552.
- [3] S. W. Howland. **Berliner Schachzeitung**. Vom 1. Berlin: Verlad von Max Gunther, 1896.
- [4] S. Sharma e V. Jain. "Solving N-Queen Problem by Genetic Algorithm using Novel Mutation Operator". Em: (2021). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1116/1/012195/pdf>. DOI: 10.1088/1757-899X/1116/1/012195.
- [5] S. Uddalok e N. Sayan. "An Adaptive Genetic Algorithm for Solving N-Queens Problem". Em: **Engineering Engrxiv Archive** (2017). <https://engrxiv.org/index.php/engrxiv/preprint/view/133>. DOI: [\url{https://doi.org/10.31224/osf.io/zp7nd}](https://doi.org/10.31224/osf.io/zp7nd).