

Proposta de solução do Problema de Dominação de Rainhas Utilizando ILS*

Maria Edoarda Vallim Fonseca
Institute of Computing – UFF
Niterói, Brazil
medoarda@id.uff.br

Thales Athayde Santos
Institute of Computing – UFF
Niterói, Brazil
thalesathaydesantos@id.uff.br

ABSTRACT

In this paper, we propose a solution to the Dominating Queens Problem using Iterative Local Search and compare our results with a previous solution using Genetic Algorithm.

KEYWORDS

Dominating Queen Problem, ILS, Metaheuristic

ACM Reference Format:

Maria Edoarda Vallim Fonseca and Thales Athayde Santos. 2018. Proposta de solução do Problema de Dominação de Rainhas Utilizando ILS. In *Proceedings of Trabalho Final da disciplina de Pesquisa Operacional da UFF, 2018.2 (Pesquisa Operacional)*. ACM, New York, NY, USA, 3 pages. <https://doi.org/10.1145/nnnnnnnn.nnnnnnnn>

1 INTRODUÇÃO

O problema de dominação de rainhas é muito bem conhecido dentre os problemas de xadrez. Nele, dado um tabuleiro $n \times n$, temos n quadrados dispostos nas linhas e n quadrados nas colunas. Quando uma rainha Q é disposta no tabuleiro, ela domina a linha, a coluna, e as diagonais que passam pela sua posição. O objetivo do problema é descobrir a disposição da menor quantidade de rainhas possível de forma a dominar todo o tabuleiro.

Muitos pesquisadores focaram em descobrir os limites superior e inferior do problema desde a década de 70, e o número mínimo possível de rainhas para solucionar o problema ($\gamma(Qn)$) foi calculado para diversos tamanhos de tabuleiro (vide tabela 1) [3, 4, 6, 9].

Algoritmos evolucionários provaram ter sucesso para resolver e otimizar uma grande variedade de problemas complexos, incluindo problemas combinatórios, como o estudado aqui, em um tempo computacional razoavelmente aceitável. [5]

Local Search, ou Busca Local, é um método heurístico para resolver problemas computacionalmente difíceis. Busca local pode ser usada em problemas que possam ser formulados como achar a solução maximizando um critério entre várias soluções possíveis. Algoritmos de busca local movem de solução à solução no espaço de soluções possíveis aplicando mudanças locais, até uma solução dita ótima ser encontrada. [7]

*Produces the permission block, and copyright information

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

Pesquisa Operacional, 2018

© 2018 Copyright held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM.

<https://doi.org/10.1145/nnnnnnnn.nnnnnnnn>

Um dos problemas da Busca Local é que ela pode ficar presa em um mínimo local, sem conseguir melhorar seu resultado. Para contornar esse problema, utiliza-se *Iterative Local Search*, ou Busca Local Iterativa. Essa modificação consiste em iterar sobre chamadas da busca local, cada vez começando de um ponto diferente do conjunto de solução perturbando o mínimo local atual de modo que faça a solução chegar em outro ótimo local. Esta perturbação não pode ser muito forte nem muito fraca, pois corre o risco de acabar encontrando o mesmo mínimo local ou servir como uma inicialização aleatória. [8]

Neste artigo, propomos uma solução baseada em *Iterative Local Search* para o Problema de Dominação de Rainhas. Nossos resultados serão comparados diretamente com o método descrito em [1], que utiliza Algoritmo Genético e é o mais comumente encontrado para solucionar este problema. Depois disso, iremos debater os resultados alcançados.

2 MOTIVAÇÃO

Decidimos escolher o *Dominating Queens Problem* por ter sido um dos temas abordados por um dos membros do grupo durante as apresentações de trabalho da disciplina, o que nos deu um certo grau de familiaridade com o assunto. Pesquisando mais à fundo, vimos que as soluções mais comuns para a solução do Problema de Dominação de Rainhas eram com *Backtracking* e Algoritmo Genético. Além disso, de acordo com [1], existem muitos artigos procurando os limites superior e inferior do problema, mas não existe muito esforço de pesquisa na busca de soluções práticas para o problema.

Visto essa situação, decidimos propor uma solução baseada em *Iterative Local Search* para o problema e comparar os resultados com uma solução em Algoritmo Guloso.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

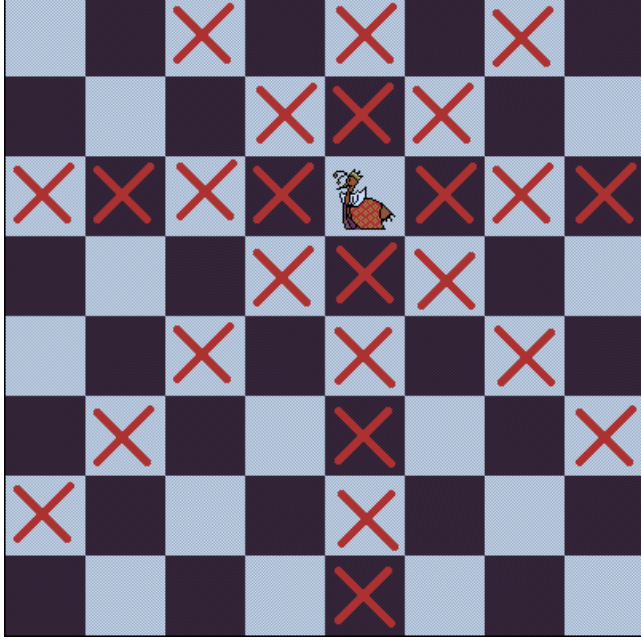
Figure 1 mostra a dominação de uma rainha em um tabuleiro 8×8 .

Figure 2 shows a `sdfsdfwererWboat`.

Um problema semelhante, proposto em 1850, conhecido como problema das n -rainhas teve muitos esforços focados nele para sua solução. O problema das n -rainhas é descrito como: dado um tabuleiro $n \times n$, qual seria a disposição das rainhas de modo que nenhuma rainha consiga atacar a outra. Houve muita pesquisa em torno deste problema, e suas soluções utilizam desde teoria matemática até teoria dos grafos. O estudo desse tipo de problema pode beneficiar várias áreas como controle de tráfego, prevenção de *deadlocks* e armazenamento de memória paralela. [2]

Tabela 1: Número mínimo de rainhas para dominação total $\gamma(Qn)$ de um tabuleiro de tamanho n .

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$\gamma(Qn)$	1	1	1	3	3	4	4	5	5	5	5	7	7	≤ 8	≤ 9	≤ 9	9	9

**Figura 1: Exemplo da linha de dominação de uma rainha em um tabuleiro de xadrez 8x8****Figura 2: Exemplo de um tabuleiro de tamanho 8x8 sendo completamente dominado por quatro rainhas**

4 METHODOLOGY

O *Local Search* foi implementado com 1 de distância pela nossa implementação estar utilizando uma matriz e não um vetor contendo todas as posições do tabuleiro. Embora usar um *Local Search* com distâncias maiores gere resultados melhores, isso teria a consequência negativa de aumentar exponencialmente o tempo computacional da execução do algoritmo.

Pseudocódigo do ILS

Data: rainhas, tabuleiro

Result: how to write algorithm with \LaTeX 2e initialization;

listaMovimentos = [0..7];

melhorResultado;

while rainhas **do**

 embaralha(rainhas);

if understand **then**

 go to next section;

 current section becomes this one;

else

 go back to the beginning of current section;

end

end

Algorithm 1: Pseudocódigo do algoritmo de ILS utilizado

Data: rainhas, tabuleiro

Result: how to write algorithm with \LaTeX 2e initialization;

listaMovimentos = [0..7];

melhorResultado;

while rainhas **do**

 embaralha(rainhas);

if understand **then**

 go to next section;

 current section becomes this one;

else

 go back to the beginning of current section;

end

end

Algorithm 2: Pseudocódigo do Algoritmo Genético utilizado

5 RESULTADOS

Nossos testes foram rodados em uma máquina Intel Core i5-7200U com 8GB de RAM, usando o sistema operacional Manjaro Linux com o pacote gráfico KDE Plasma. A linguagem de programação utilizada foi Python 3.7.1.

6 CONCLUSÃO

Text...

REFERÊNCIAS

- [1] Saad Alharbi and Ibrahim Venkat. 2017. A Genetic Algorithm Based Approach for Solving the Minimum Dominating Set of Queens Problem. *Journal of Optimization* 2017 (2017).
- [2] Jordan Bell and Brett Stevens. 2009. A survey of known results and research areas for n-queens. *Discrete Mathematics* 309, 1 (2009), 1–31.
- [3] Alewyn P Burger and Christina M. Mynhardt. 2002. An upper bound for the minimum number of queens covering the $n \times n$ chessboard. *Discrete Applied Mathematics* 121, 1-3 (2002), 51–60.
- [4] Ernest J Cockayne. 1990. Chessboard domination problems. *Discrete Mathematics* 86, 1-3 (1990), 13–20.
- [5] Benjamin Doerr, Anton Eremeev, Frank Neumann, Madeleine Theile, and Christian Thyssen. 2011. Evolutionary algorithms and dynamic programming. *Theoretical computer science* 412, 43 (2011), 6020–6035.
- [6] Peter B Gibbons and JA Webb. 1997. Some new results for the queens domination problem. *Australasian Journal of Combinatorics* 15 (1997), 145–160.
- [7] Holger H Hoos and Thomas Stützle. 2004. *Stochastic local search: Foundations and applications*. Elsevier.
- [8] Helena R Lourenço, Olivier C Martin, and Thomas Stützle. 2010. Iterated local search: Framework and applications. In *Handbook of metaheuristics*. Springer, 363–397.
- [9] William D Weakley. 2002. Upper bounds for domination numbers of the queen's graph. *Discrete mathematics* 242, 1-3 (2002), 229–243.