

Trabalho 02 - Otimização Heurística

N-rainhas com Busca Tabu

Cristyan Lisbôa

PPGEE - UFRGS

01/12/2022



- ① Introdução
- ② Metodologia
- ③ Resultados
- ④ Conclusão

1 Introdução

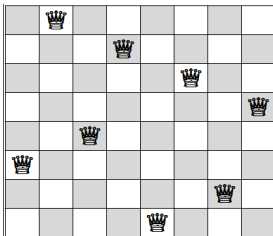
2 Metodologia

3 Resultados

4 Conclusão

Descrição do problema

Problema de interesse:



Objetivos:

- Mecanismos essenciais
- Mecanismo de diversificação e função objetivo

Descrição:

- É um problema **combinatorial** com restrições
- Modelos por variáveis binárias
- Modelo **combinatorial**
- N variáveis com $P_N = N!$ possibilidades

$$S_k \left[3 \boxed{1} 4 \ 8 \ 5 \ 7 \ 2 \ 6 \right]$$

└→ Coluna da 2ª rainha

Descrição do algoritmo

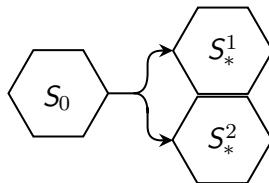
Características da Busca Tabu (TS)

- “*TS is an iterative, memory-based neighborhood-search method*” (Glover, 89).
- Solução única que pode escapar de mínimos locais, critério de aspiração

Algoritmo

- Inicialização
- **Vizinhança**
- **Seleção do melhor**
- Atualização S_k
- Critério de parada

Comportamento



- ① Introdução
- ② Metodologia
- ③ Resultados
- ④ Conclusão

Modificações propostas

A abordagem proposta conta com as seguintes características:

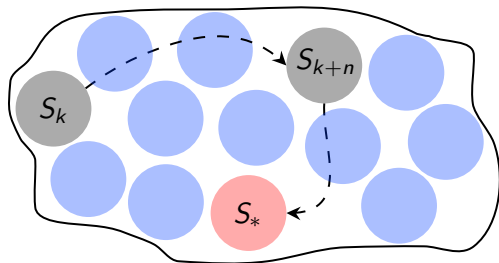
- duração dos tabus **variável**
- mecanismo de **diversificação**
- parada por **número de iterações** ou **valor** da f_o
- 2 formas de geração da **população inicial**
- 2 funções **objetivo**
- código **modular** na forma de funções
- é um problema **escalável**

$$T = \begin{bmatrix} & \text{Não} & \text{Tabus} \\ & \text{visitados} & \end{bmatrix}$$
$$T(i, j) = k + D$$
$$T(j, i) = T(j, i) + 1$$



Modificações propostas

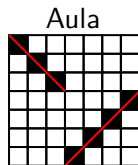
Mecanismo de diversificação



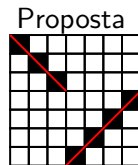
- Espaço de solução
- Regiões visitadas
- Solução do problema
- Movimentos não executados

Cálculo da função objetivo

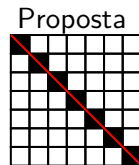
- Número de ataques $0 \leq f(S_*) \leq C_2^N$



$$f_1(S_k) = 5$$



$$f_2(S_k) = 9$$



$$f_2(S_k) = 21$$

- Movimentos **executados** são outros

Critério de aspiração ($0,8 < \alpha \leq 1$)

- Movimento é aceito se $\alpha f(S_k) < f_{inc}$

- 1 Introdução
- 2 Metodologia
- 3 Resultados**
- 4 Conclusão

Comparação com algoritmo básico

Iterações do método

k	$f_1(S_k)$	$f_1(S_{inc})$	$f_2(S_k)$	$f_2(S_{inc})$
0	8	8	9	9
1	5	5	8	8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	1	1	2	2
8	1	1	0	0
9	1	1	—	—
10	0	0		

- $N = 21$

Iterações do método

k	$f_1(S_k)$	$f_1(S_{inc})$	$f_2(S_k)$	$f_2(S_{inc})$
0	33	33	40	40
1	29	29	33	33
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	1	1	1	1
16	1	1	0	0
23	1	1	—	—
24	0	0		

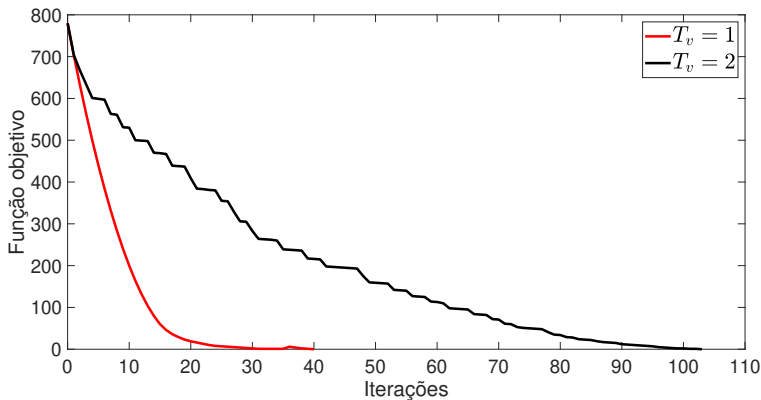
- $N = 70$

Evolução da função objetivo

Número médio de iterações

N	f_1	f_2
10	8	8
20	9	10
30	11	12
40	13	14

- 100 repetições
- Tempo em minutos
- Aumenta iterações
- Evita ciclagem

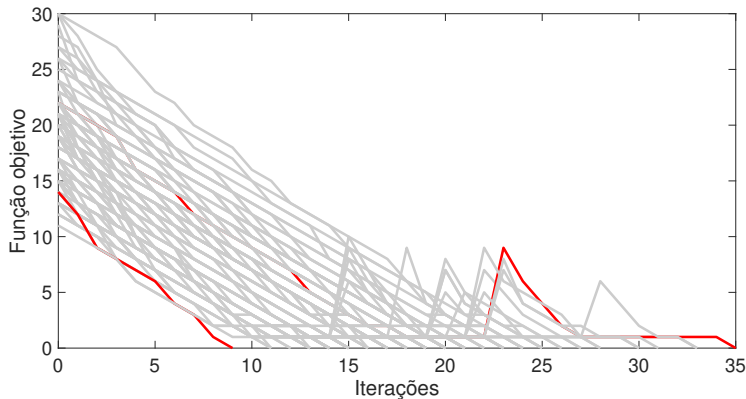


• Todos • Até o melhor

Inicialização aleatória

Parâmetros

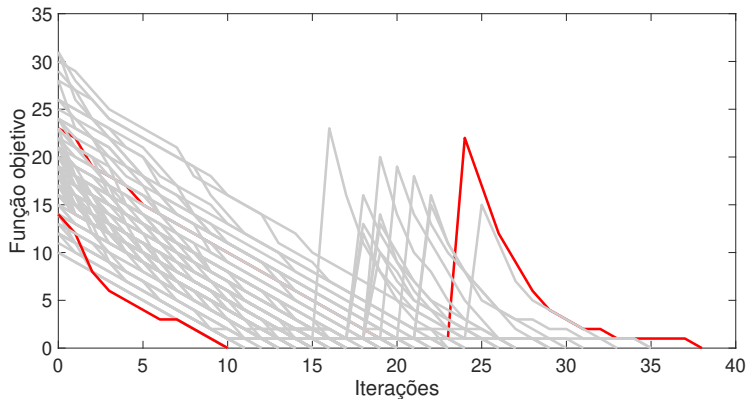
- $N = 30$ para 100 repetições
- Variação de 9 até 35 iterações
- Vizinhos não visitados $n = 3$
- Estagnação $n_{est} = 5$



Influência dos movimentos não executados

Parâmetros

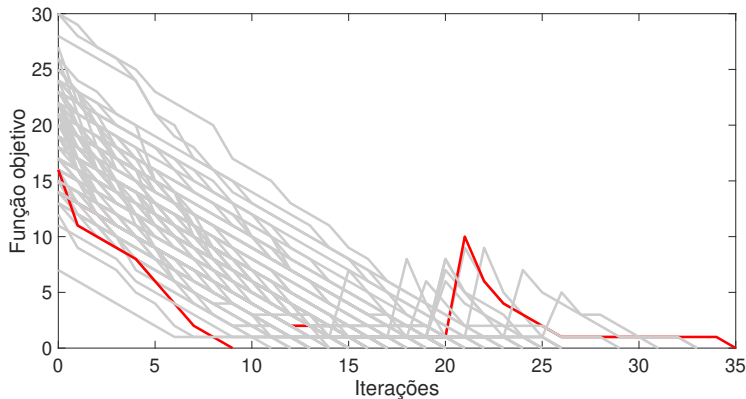
- $N = 30$ para 100 repetições
- Variação de 10 até 38 iterações
- Vizinhos não visitados $n = 10$
- Estagnação $n_{est} = 5$



Influência do número de estagnação

Parâmetros

- $N = 30$ para 100 repetições
- Variação de 9 até 35 iterações
- Vizinhos não visitados $n = 3$
- Estagnação $n_{est} = 6$



Execução do algoritmo

Iteração	Solução	fo	Incumbente	fo
0	141973161520291221111386154181710	20	141973161520291221111386154181710	20
1	191473161520291221111386154181710	16	191473161520291221111386154181710	16
2	161473191520291221111386154181710	15	161473191520291221111386154181710	15
3	714163191520291221111386154181710	14	714163191520291221111386154181710	14
4	314167191520291221111386154181710	13	314167191520291221111386154181710	13
5	191416731520291221111386154181710	12	191416731520291221111386154181710	12
6	121416731520291921111386154181710	10	121416731520291921111386154181710	10
7	214167315201291921111386154181710	9	214167315201291921111386154181710	9
8	24167315201291921111386154181710	8	24167315201291921111386154181710	8
9	24973152012161921111386154181710	6	24973152012161921111386154181710	6
10	21797315201216192111138615418410	5	21797315201216192111138615418410	5
11	21715739201216192111138615418410	4	21715739201216192111138615418410	4
12	21715103920121619211113861541847	3	21715103920121619211113861541847	3
13	21715103920121621191113861541847	2	21715103920121621191113861541847	2
14	21115103920121621191713861541847	1	21115103920121621191713861541847	1
15	31115102920121621191713861541847	1	21115103920121621191713861541847	1
16	11315102920121621191713861541847	1	21115103920121621191713861541847	1
17	11211510292012163191713861541847	1	21115103920121621191713861541847	1
18	11215102920121631917138611541847	1	21115103920121621191713861541847	1
19	11215102920121631817876115419413	7	21115103920121621191713861541847	1
20	11215102920127318178166115419413	5	21115103920121621191713861541847	1
21	112151029201273151781661181419413	3	21115103920121621191713861541847	1
22	112115102920127351781661181419413	2	21115103920121621191713861541847	1
23	112115102920127351781641181419613	1	21115103920121621191713861541847	1
24	112015102921127351781641181419613	1	21115103920121621191713861541847	1
25	112015102921121835178164171419613	0	112015102921121835178164171419613	0

Solução: 11 20 15 10 2 9 21 12 18 3 5 17 8 16 4 1 7 14 19 6 13



- ① Introdução
- ② Metodologia
- ③ Resultados
- ④ Conclusão**

Conclusão

- O trabalho permitiu **mapear** a influência dos parâmetros na **solução** do problema (critério de diversificação);
- Em alguns cenários, a função objetivo f_2 apresenta **desempenho superior** a função objetivo f_1 ;
- Foram exploradas duas técnicas de **geração de vizinhos**.

Trabalhos futuros

- Mecanismo de **intensificação**
- Métodos para **soluções distintas**
- Realizar análise **estatística**
- Técnicas na geração de **vizinhança**
- Comparações com outros **algoritmos**
- Outra técnica de **diversificação**

Conclusão

- O trabalho permitiu **mapear** a influência dos parâmetros na **solução** do problema (critério de diversificação);
- Em alguns cenários, a função objetivo f_2 apresenta **desempenho superior** a função objetivo f_1 ;
- Foram exploradas duas técnicas de **geração de vizinhos**.

Trabalhos futuros

- Mecanismo de **intensificação**
- Métodos para **soluções distintas**
- Realizar análise **estatística**
- Técnicas na geração de **vizinhança**
- Comparações com outros **algoritmos**
- Outra técnica de **diversificação**

Conclusão

- O trabalho permitiu **mapear** a influência dos parâmetros na **solução** do problema (critério de diversificação);
- Em alguns cenários, a função objetivo f_2 apresenta **desempenho superior** a função objetivo f_1 ;
- Foram exploradas duas técnicas de **geração de vizinhos**.

Trabalhos futuros

- Mecanismo de **intensificação**
- Métodos para **soluções distintas**
- Realizar análise **estatística**
- Técnicas na geração de **vizinhança**
- Comparações com outros **algoritmos**
- Outra técnica de **diversificação**

Conclusão

- O trabalho permitiu **mapear** a influência dos parâmetros na **solução** do problema (critério de diversificação);
- Em alguns cenários, a função objetivo f_2 apresenta **desempenho superior** a função objetivo f_1 ;
- Foram exploradas duas técnicas de **geração de vizinhos**.

Trabalhos futuros

- Mecanismo de **intensificação**
- Métodos para **soluções distintas**
- Realizar análise **estatística**
- Técnicas na geração de **vizinhança**
- Comparações com outros **algoritmos**
- Outra técnica de **diversificação**

- 1 H. M. F. de Souza, “Algoritmo eficiente para validação de soluções para o problema de N-rainhas”, Monografia, UFA, 2019.
- 2 I. Martinjak and M. Golub, “Comparison of Heuristic Algorithms for the N-Queen Problem”, in 29th ICITI, 2007, pp. 759–764.
- 3 C. Moreira Oliveira e A. Pozo, “Resolução para o problema n-rainhas utilizando ACO”, in ENIAC, 2014, pp. 353–358.
- 4 S. Gudal et al., “N-Queens Solving Algorithm by Sets and Backtracking”, in SC, 2016, pp. 1–8.
- 5 S. Sharma and V. Jain, “Solving N-Queen Problem by Genetic Algorithm using Novel Mutation Operator”, in IOP - MSE, vol. 1116, 2021.
- 6 E.-G. Talbi, “Metaheuristics - From Design to Implementation”, ser. Wiley Series on Parallel and Distributed Computing. Wiley, 2009.
- 7 F. Glover, “Tabu Search—Part I”, ORSA Journal on Computing, vol. 1, no. 3, pp. 190–206, 1989.
- 8 M. Laguna, “A Guide to Implementing Tabu Search”, Investigación Operativa, vol. 4, no. 1, pp. 5–25, 1994.