

Inteligência Artificial

Busca local

 Prof. Chauã Queirolo

 <https://github.com/chaua/inteligencia-artificial>

Sumário

- Busca local

Introdução

Introdução

- Um problema pode ser definido por 5 componentes
 - Estado inicial
 - Ações
 - Modelo de transição
 - Teste de objetivo
 - Custo do caminho

Introdução

Solução

- Sequência de ações que levam do **estado inicial** para o **estado objetivo**

Solução ótima

- Solução com o menor **custo de caminho**

Busca local

Busca local

- Em muitos problemas de otimização o **caminho** para o objetivo é irrelevante
 - Queremos apenas encontrar o **estado objetivo**
 - **Não importa** a sequência de **ações**

Busca local

Algoritmos de busca local

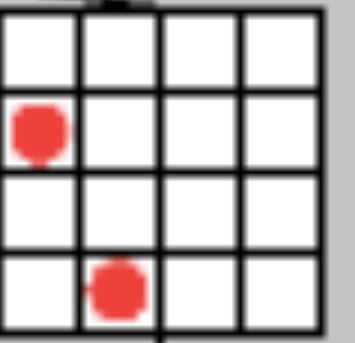
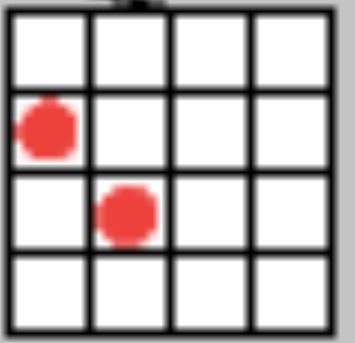
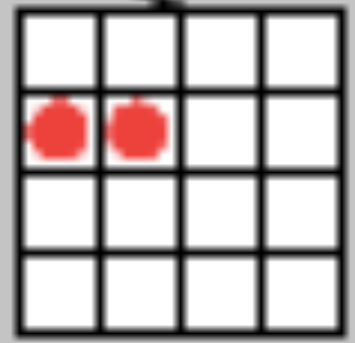
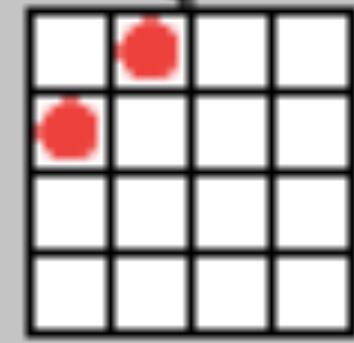
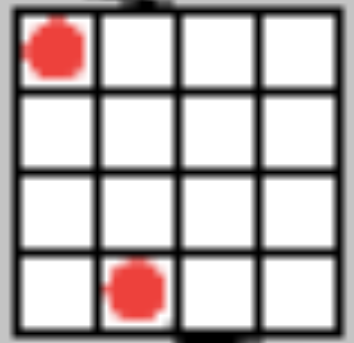
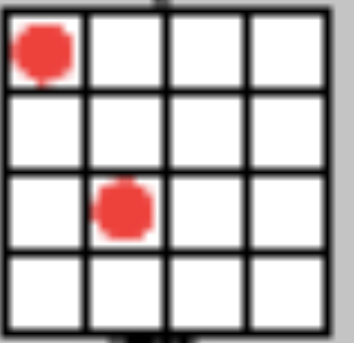
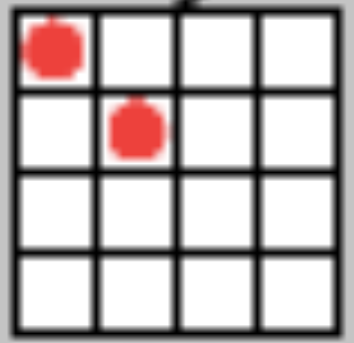
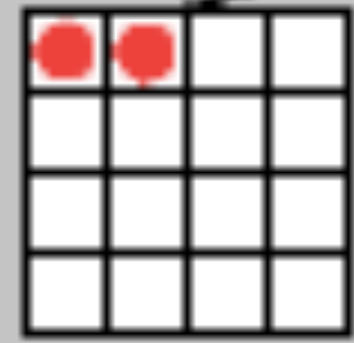
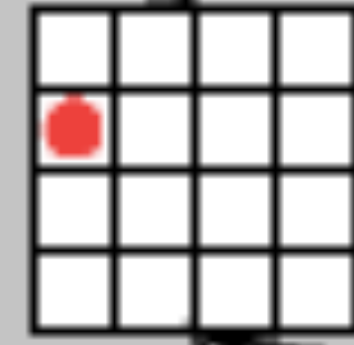
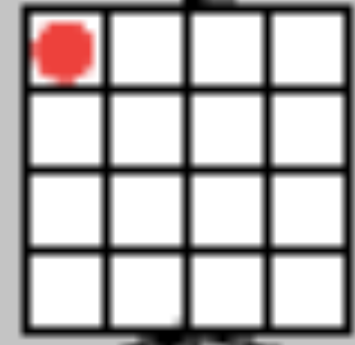
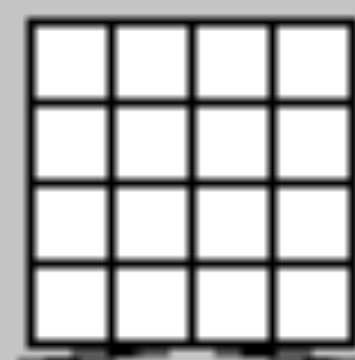
- Mantêm apenas o estado **atual**
- Sem a necessidade de manter a **árvore de busca**

Busca local

Problema das 8 rainhas

Colocar n rainhas em um tabuleiro $n \times n$, sendo que cada linha coluna ou diagonal pode ter apenas uma rainha





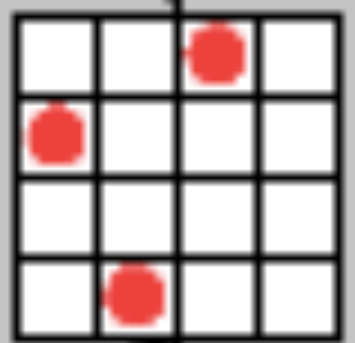
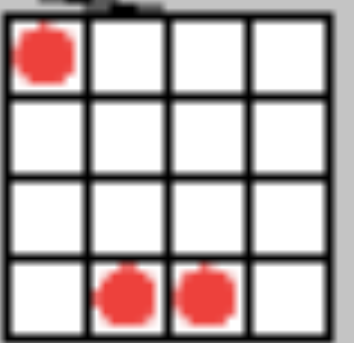
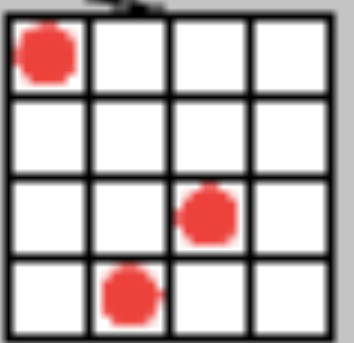
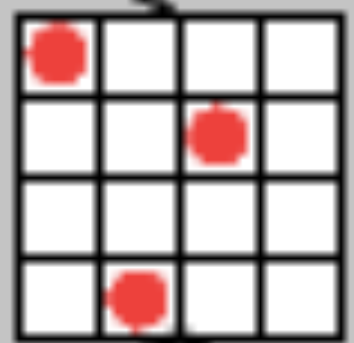
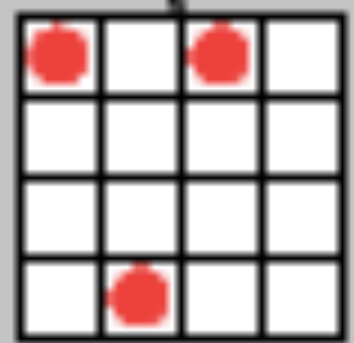
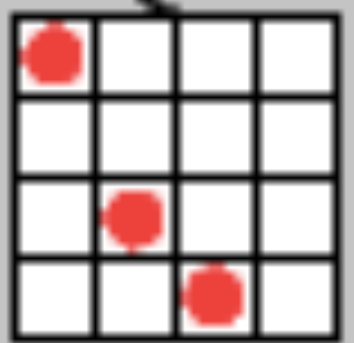
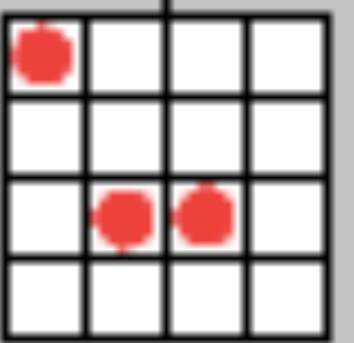
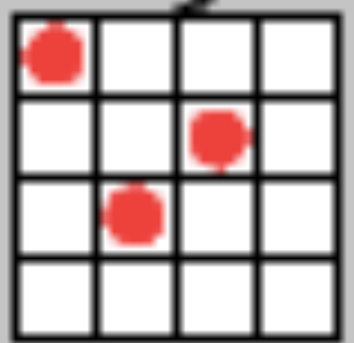
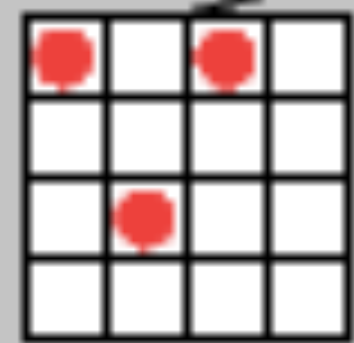
X

X

X

X

X



X

X

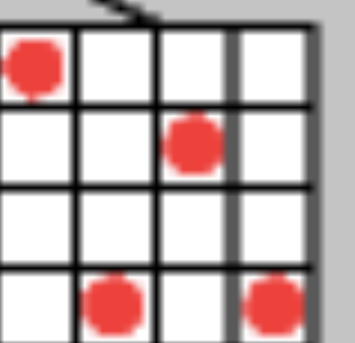
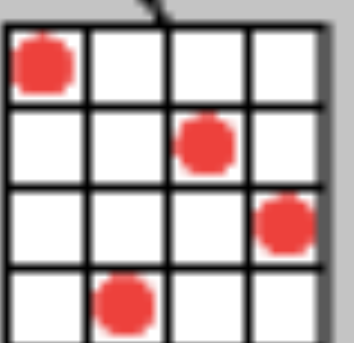
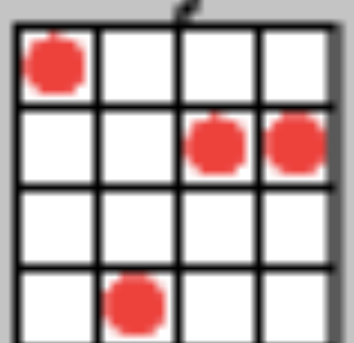
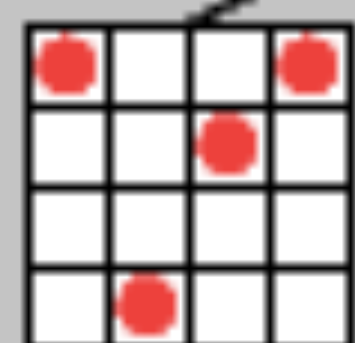
X

X

X

X

X

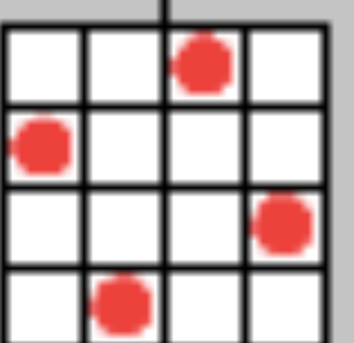
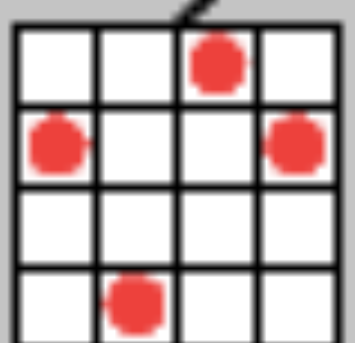
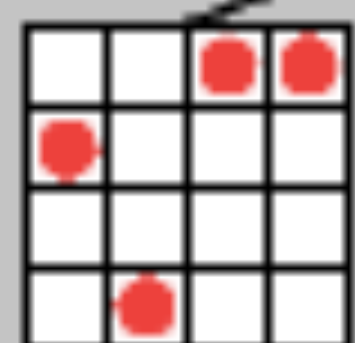


X

X

X

X



X

X

✓

Hill Climbing

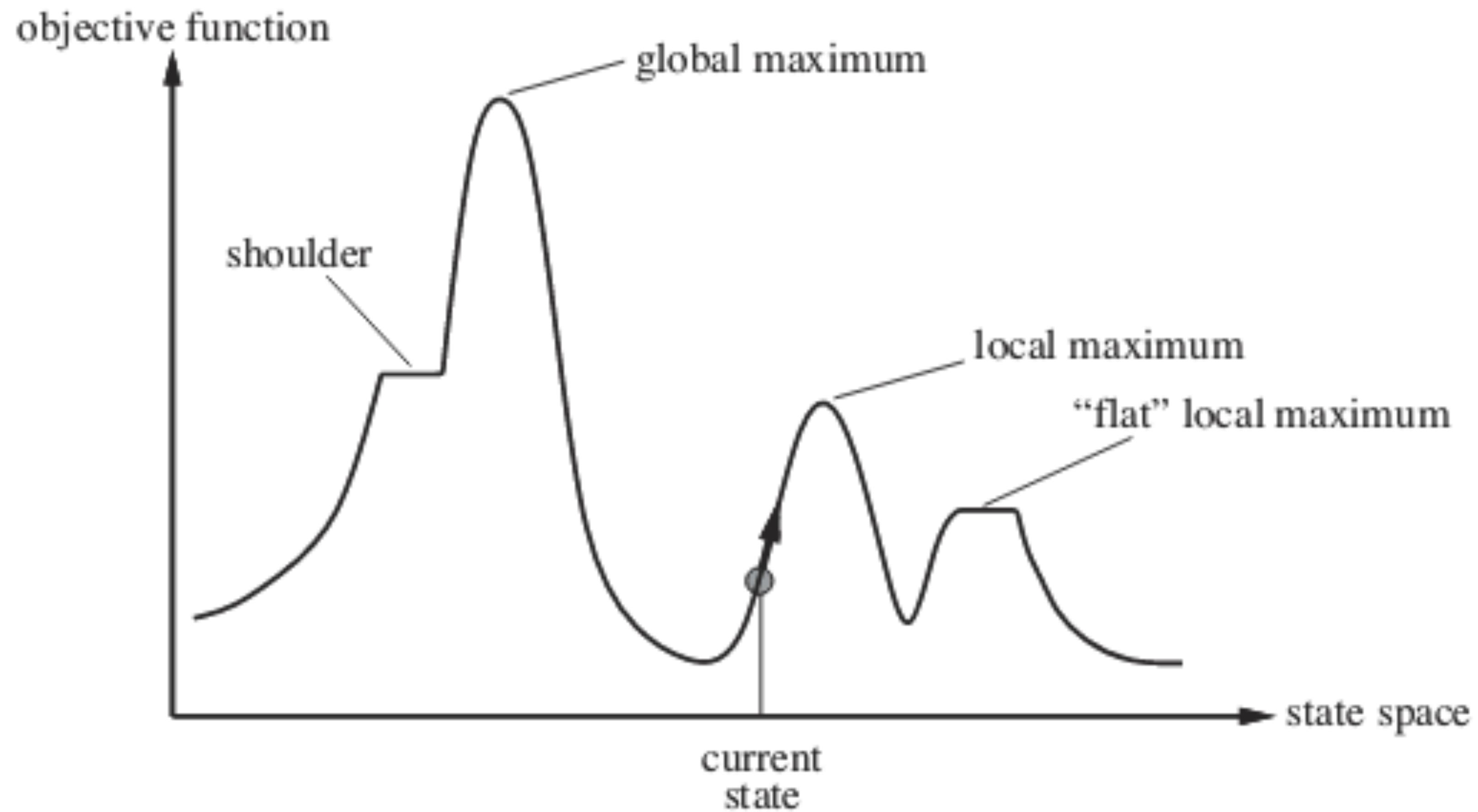
“É como subir o Everest em meio a um nevoeiro durante uma crise de amnésia”



Hill Climbing

```
1:  $i$  = initial solution
2: While  $f(s) \leq f(i)$   $s \in \text{Neighbours}(i)$  do
3:     Generates an  $s \in \text{Neighbours}(i)$ ;
4:     If  $\text{fitness}(s) > \text{fitness}(i)$  then
5:         Replace  $s$  with the  $i$ ;
6:     End If
```

Hill Climbing



Hill Climbing

- Elevação
 - **Função objetivo:** queremos encontrar o máximo global
 - **Custo:** queremos encontrar o mínimo global
- O algoritmo consiste em uma repetição que percorre o espaço de estados no sentido do **valor crescente** (ou decrescente)
- **Termina** quando encontra um **pico** (ou **vale**) em que nenhuma vizinho tem valor mais alto

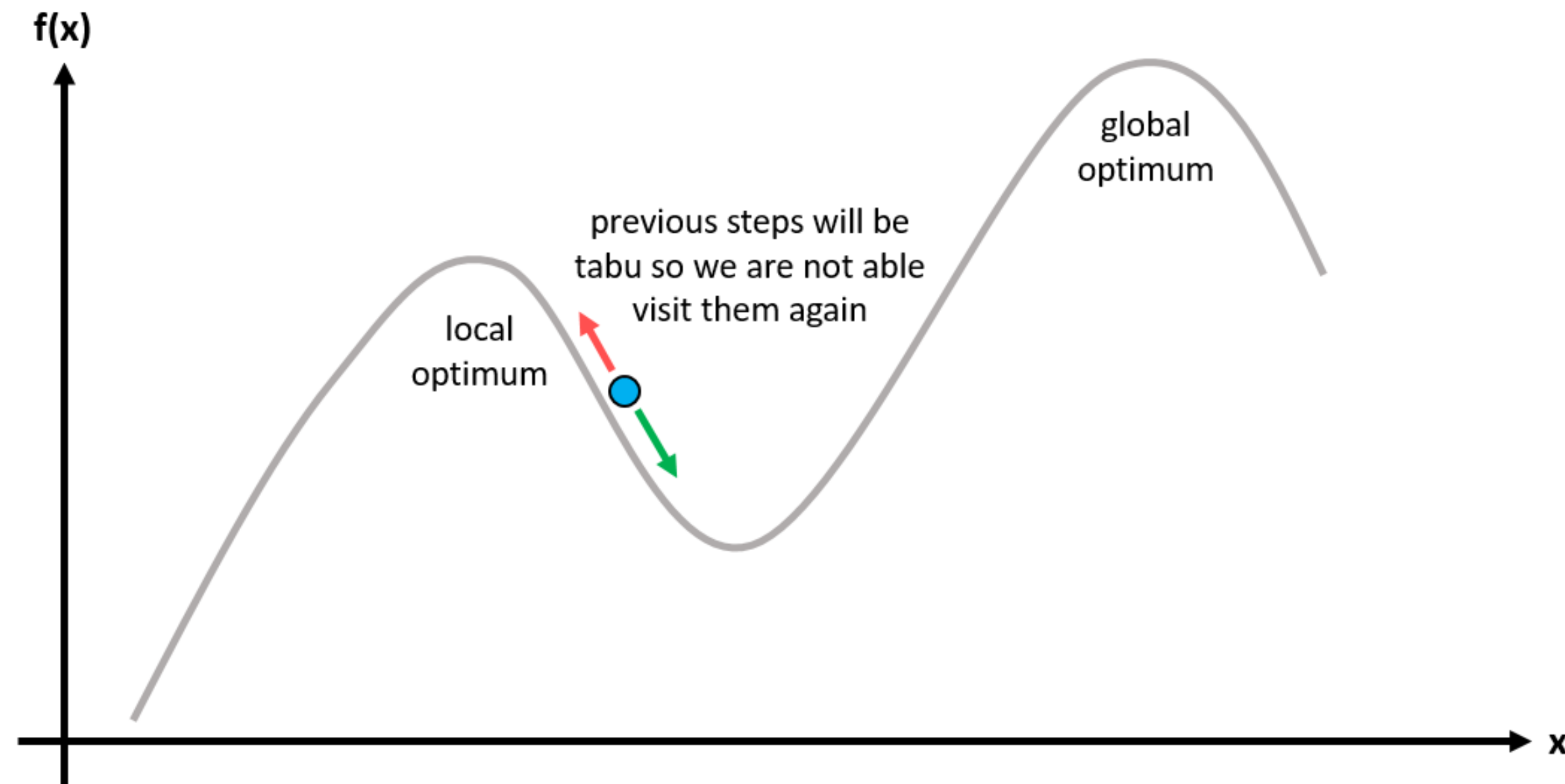
Hill Climbing

Variantes

- Steepest-Ascent Hill climbing
 - Examina todos os vizinhos e escolhe o melhor
- Stochastic Hill climbing
 - Seleciona k vizinhos aleatórios e escolhe o melhor
- Hill Climbing Random Restart
 - Inicializa o Hill Climbing em diferentes pontos do espaço de busca

Busca Tabu

- Utiliza uma memória auxiliar com estados já visitados → **Lista tabu**
- Estados na lista tabu não são visitados de novo



Busca Tabu

MAXITER : the maximum number of iterations

$x' \leftarrow$ produce an initial solution x

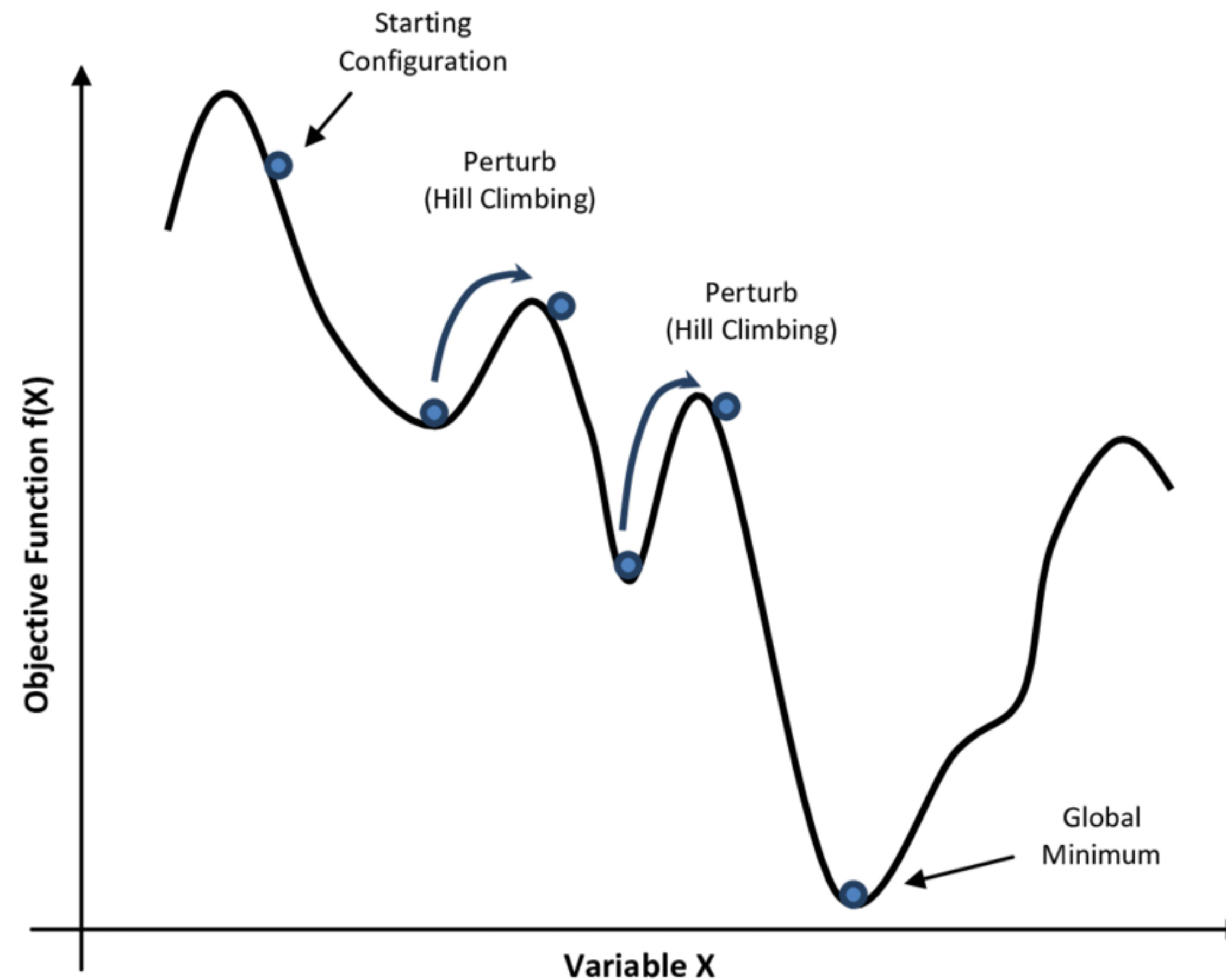
initialize tabu list T

1. **for** $i = 1$ **to** MAXITER **do**
2. identify Neighborhood set N
3. identify Candidate set $C = N - T + AC$
4. find the best x from C
5. **if** $f(x) > f(x')$ **then**
6. $x' \leftarrow x$
7. **end if**
8. update T with FIFO policy
9. **End for**

Simulated annealing

- Analogia com o processo de arrefecimento dos metais
 - Um metal é aquecido e resfriado lentamente
 - A medida que resfria, as moléculas se organizam em uma estrutura mais sólida
- A escolha dos vizinhos é definida de acordo com a temperatura
 - Temperatura alta: maior chance de selecionar soluções candidatas piores
 - Temperatura baixa: sistema estabiliza e menor chance de escolher soluções piores

Simulated annealing



Simulated annealing

```
1  Construct the initial solution  $S$ 
2   $S^* = S, T = T_0, T_b = T_0$ 
3  while time limit is not exceeded
4      for  $k = 1$  to  $Len$ 
5          Select a neighborhood structure  $NS$  randomly
6          Generate a feasible solution  $S'$  from  $S$  with  $NS$ 
7          if  $cost(S') < cost(S)$ 
8               $S = S'$ 
9          else
10             Set  $S = S'$  with probability  $p$ , where  $p = \exp(-\frac{cost(S') - cost(S)}{T})$ 
11             if  $S'$  is better than  $S^*$ 
12                  $S^* = S', T_b = T$ 
13              $T = \alpha * T$ 
14             if  $T < 0.01$ 
15                  $T_b = 2 * T_b, T = \min\{T_b, T_{max}\}$ 
16 return  $S^*$ 
```

Referências

Bibliográficas



Referências Bibliográficas

- S. J. Russell & P. Norvig. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** Prentice Hall, 3rd edition, 2010.