



INSTITUTO SUPERIOR DE TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO  
Licenciatura em Engenharia e Ciências de Computação

# Inteligência Artificial

Introdução a problemas de busca

**Docente:** Erick Mahanjane

Maputo, 14 de Março de 2023

# Conteúdo da aula

1. Introdução
2. Agentes de resolução de problemas
3. Medição de desempenho de resolução de problemas

# 1. Introdução

- Na última aula, falou-se sobre os tipos básicos de programas de agentes, em que se discorreu sobre agentes baseados em objectivos, os quais consideram acções futuras e quanto seus resultados são desejáveis.
- Nessa aula, falaremos sobre um tipo de agentes baseados em objectivos, o qual chamaremos de agentes de resolução de problemas. Os agentes de resolução de problemas consideram os estados do mundo como um todo, sem estrutura visível para os algoritmos de resolução de problemas.
- O estudo começa com uma definição precisa de problemas e de suas soluções e fornece vários exemplos para ilustrar essas definições, onde serão vistos problemas resolvidos por buscas sem e com informação.

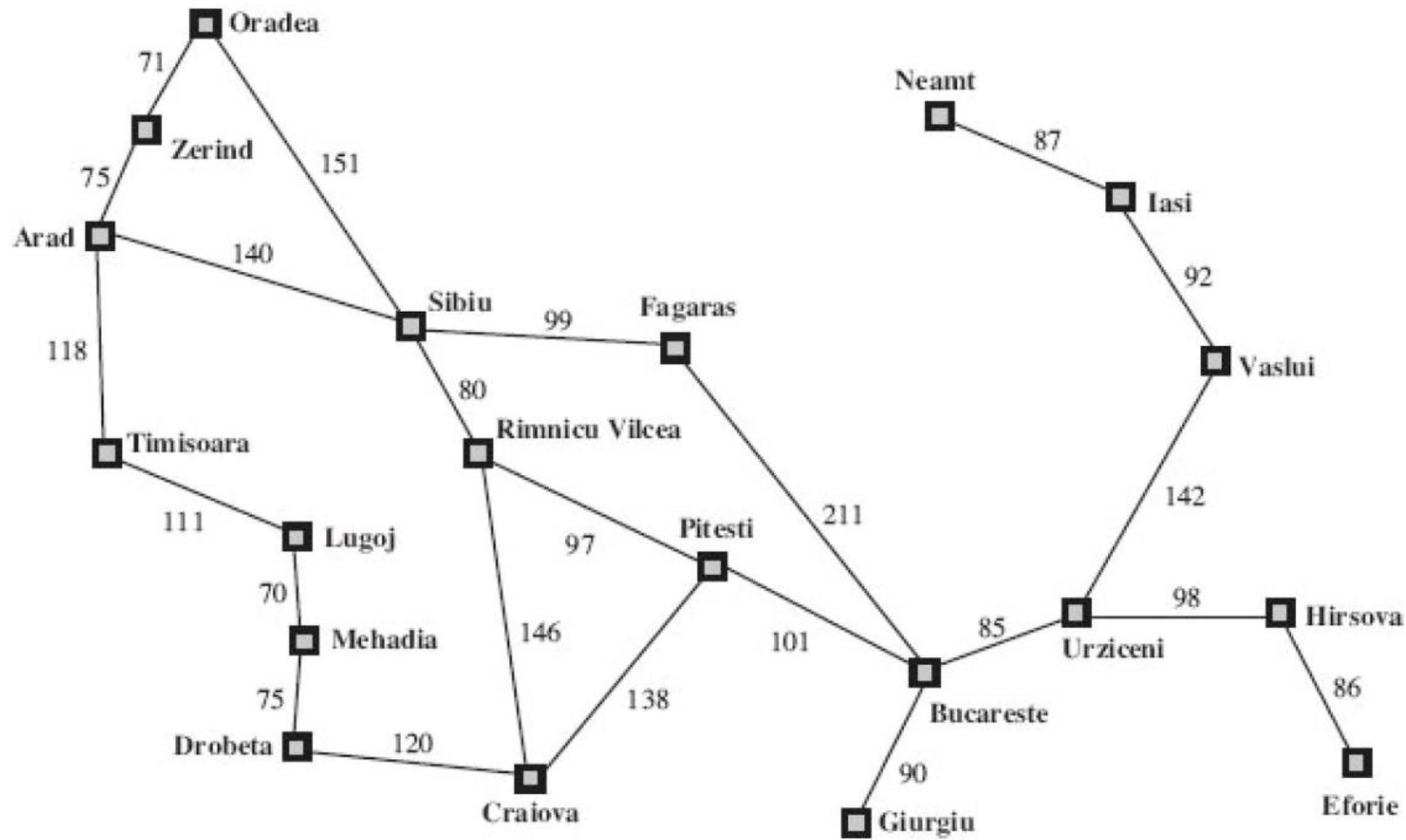
## 2. Agentes de resolução de problemas

- Os agentes devem maximizar sua medida de desempenho, em que possam adoptar um objectivo que desejam satisfazer.
- Os objectivos ajudam a organizar o comportamento, limitando o que o agente está tentando alcançar e, conseqüentemente, as acções que ele precisa considerar.
- O primeiro passo para a resolução de problemas é a **formulação de objectivos**, cuja seja baseada na situação actual e na medida de desempenho do agente.
- Consideremos que um objectivo seja um conjunto de estados do mundo, exactamente os estados em que o objectivo é satisfeito, sendo que a tarefa do agente passa por descobrir como agir para se atingir o objectivo.

## 2. Agentes de resolução de problemas

- O processo de decidir que acções e estado devem ser considerados, dado um objectivo é dado pela **formulação do problema**.
- O problema é definido formalmente por cinco componentes:
  1. **Estado inicial:** momento em que o agente começa; Ex.: Em(Arad)
  2. **Descrição das acções possíveis:** devolve um conjunto de acções que podem ser executadas no espaço respectivo; Ex.: {Ir (Sibiu), Ir (Timisoara), Ir(Zerind)}
  3. **Modelo de transição:** devolve o estado que resulta da execução de uma acção (a) em estado (s). Ex.: Resultado (s,a)
  4. **Teste de objectivo:** determina se um estado é um estado objectivo. Ex.: {Em(Buscareste)}
  5. **Custo de caminho:** atribui um custo numérico a cada caminho. Ex.:  $c(s,a,s')$

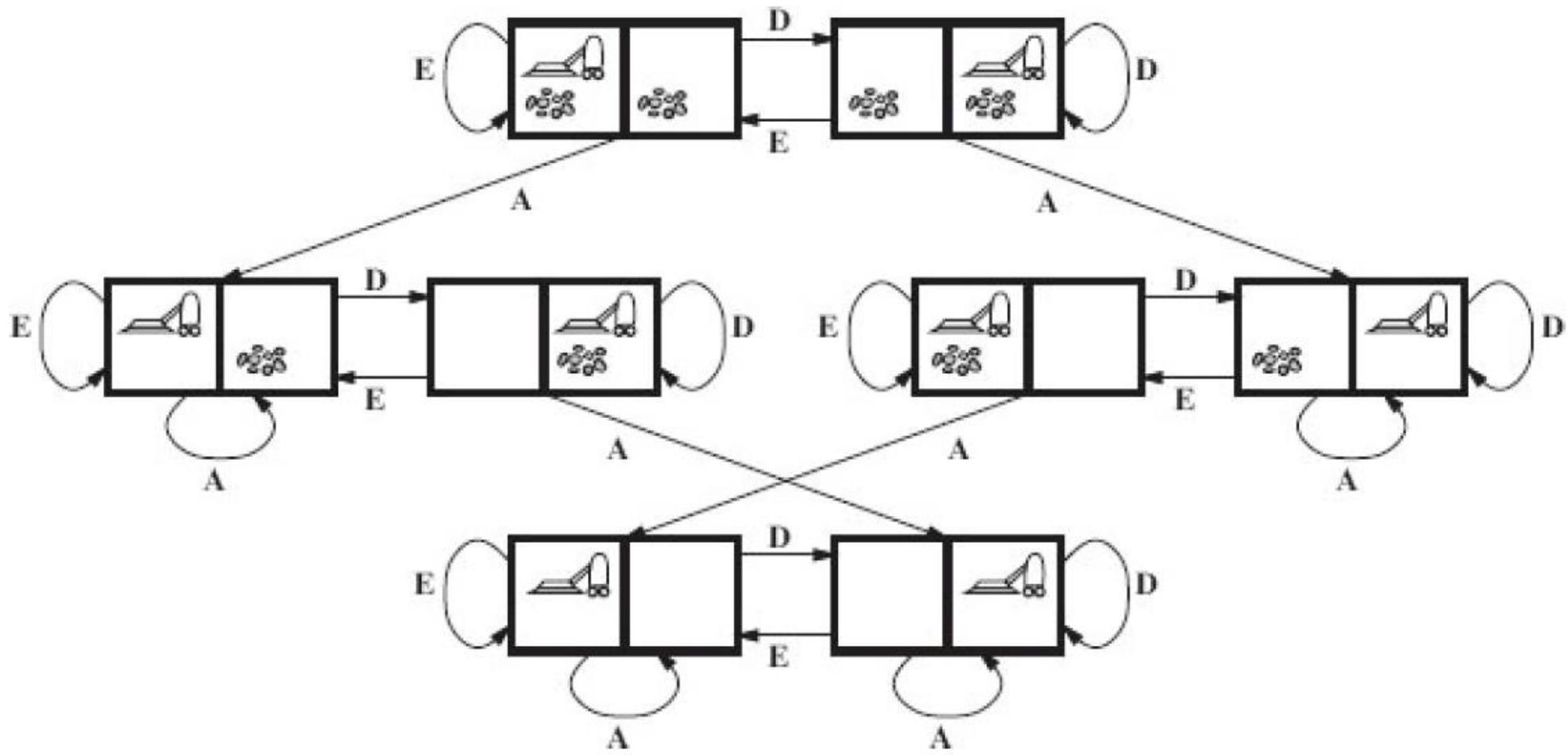
## 2. Agentes de resolução de problemas



## 2. Agentes de resolução de problemas

- Vamos iniciar exemplificando o mundo do aspirador de pó introduzido na Aula 2:
  - Estados: Um ambiente mais amplo com  $n$  posições tem  $n \cdot 2^n$ ;
  - **Estado inicial:** Qualquer estado pode ser considerado como sendo estado inicial;
  - **Acções:** Esquerda, Direita e Aspirar;
  - **Modelo de transição:** Mover para a Esquerda no quadrado mais à esquerda; Mover para a direita no quadrado mais à direita; Aspirar.
  - **Teste de objectivo:** Verifica se todos os quadrados estão limpos.
  - **Custo de caminho:** cada passo custa 1 e, assim, o custo de caminho é o número de passos do caminho.

# 2. Agentes de resolução de problemas



# 2. Agentes de resolução de problemas

7	2	4
5		6
8	3	1

Estado inicial

	1	2
3	4	5
6	7	8

Estado objetivo

## 2. Agentes de resolução de problemas

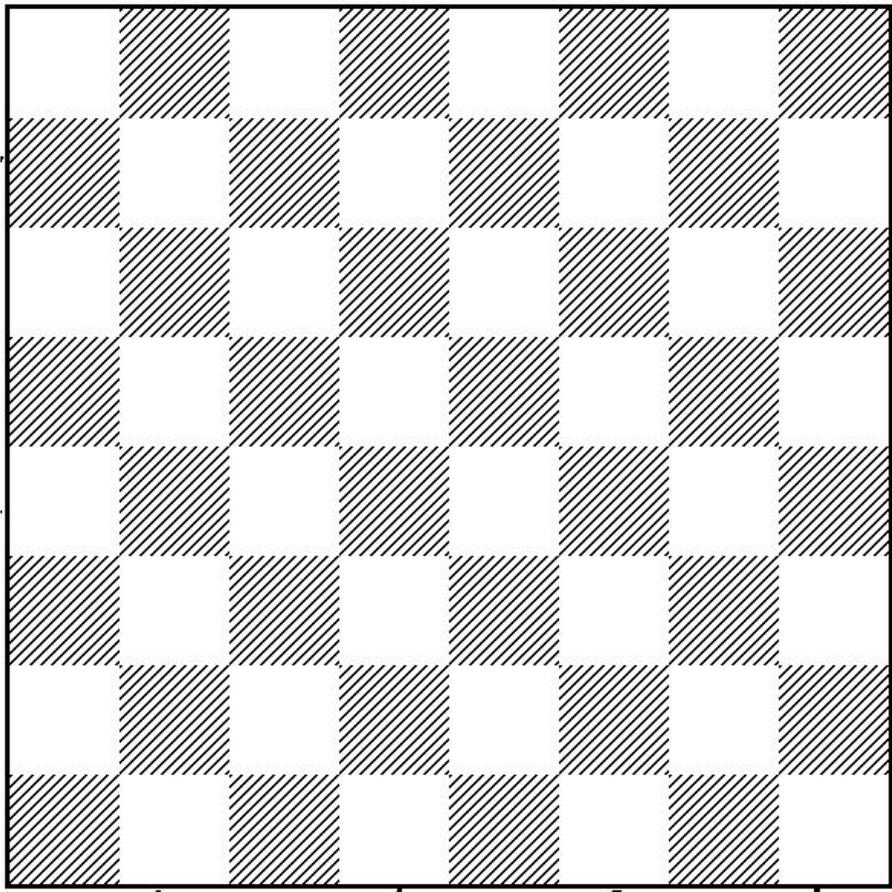
- Exemplo 2: Para o quebra-cabeça de oito peças.
  - **Estados:** Uma descrição de estado especifica a posição de cada uma das oito peças e do quadrado vazio em um dos nove quadrados.
  - **Estado inicial:** Qualquer estado pode ser determinado como o estado inicial.
  - **Acções:** Movimentar o quadrado vazio para a esquerda, direita, para cima ou para baixo.
  - **Modelo de transição:** Dado um estado e acção, devolve o estado resultante.
  - **Teste de objectivo:** Verificar se o estado corresponde a configuração do estado objectivo
  - **Custo de caminho:** cada passo custa 1, assim o custo de caminho é o número de passos de caminho.

## 2. Agentes de resolução de problemas

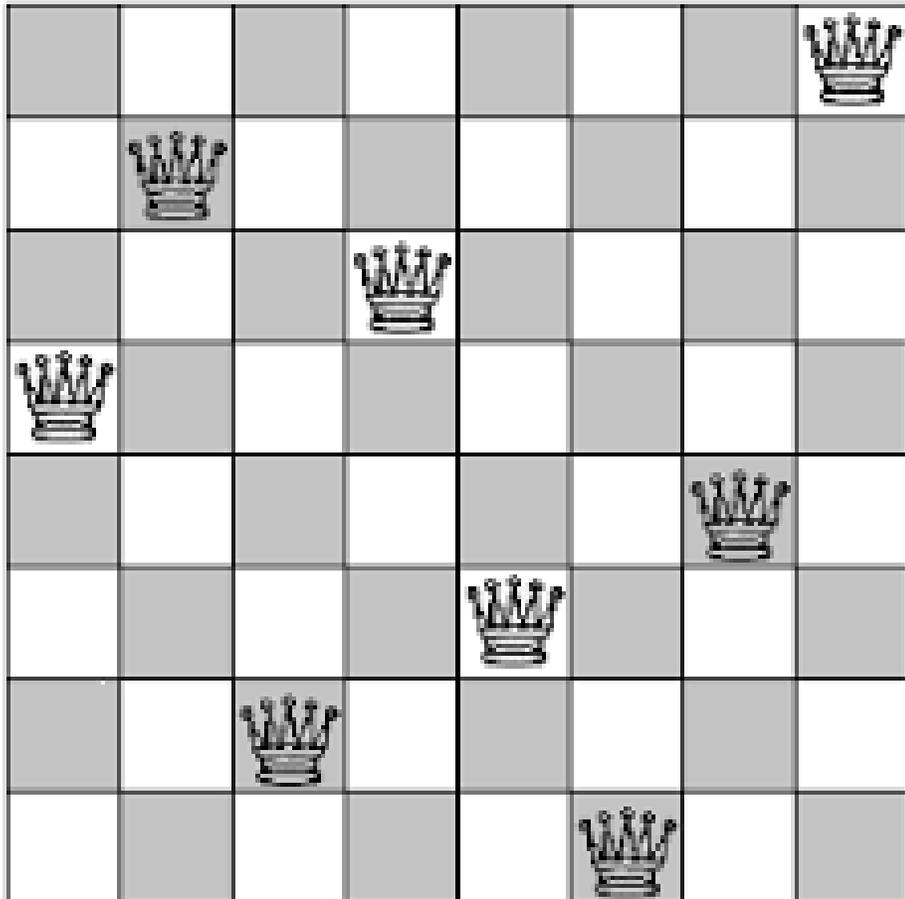
### Formulação incremental

- **Estados:** Qualquer posição de 0-8 rainhas no tabuleiro é um estado.
- **Estado inicial:** Nenhuma rainha no tabuleiro.
- **Acções:** colocar uma rainha em qualquer quadrado vazio.
- **Modelo de transição:** Colocar uma rainha adicionada em qualquer quadrado específico no tabuleiro.
- **Teste de objectivo:** Oito rainhas estão no tabuleiro e nenhuma é atacada.
- **Custo de caminho:** indiferente.

# 2. Agentes de resolução de problemas



# 2. Agentes de resolução de problemas



### 3. Medição de desempenho de resolução de problemas

- Existem critérios que podem ser utilizados para se fazer uma escolha entre algoritmos de busca específicos.
- **Completeza:** o algoritmo oferece a garantia de encontrar uma solução quando ela existir;
- **Optimização:** A estratégia encontra a solução óptima;
- **Complexidade de tempo:** Quanto tempo leva para encontrar a solução (custo de busca); e
- **Complexidade de espaço:** Quanta memória é necessária para a execução da busca.

### 3. Medição de desempenho de resolução de problemas

- Com frequência, o tempo é medido em termos do número de nós gerados durante a busca, e o espaço é medido em termos do número máximo de nós armazenados na memória.
- Assim a complexidade de tempo pode ser expressada tendo em conta três quantidades:
  - **Factor de ramificação (b)**: número máximo de sucessores de qualquer nó;
  - **Profundidade (d)**: profundidade de nó objectivo menos profundo;
  - **Comprimento máximo (m)**: para qualquer caminho no espaço de estados (podendo tender para o infinito).

# Bibliografias

1. Costa, Ernesto, Anabela, Simões (2004). “Inteligência Artificial. Fundamentos e Aplicações”. FCA
2. Luger, George F. (2014). “Inteligência Artificial”. 6.ª edição. Pearson
3. Russell, Stuart, Peter Norvig (2003). “Artificial Intelligence. A Modern Approach”. 2nd Edition, Prentice- Hall, Inc.

DÚVIDAS E/OU QUESTÕES

