

Inteligência Artificial

Resolução de Problemas por meio de Busca Parte 1

Prof. Jefferson Moraes

Agenda

- Introdução
- Agentes de resolução de problemas
- O processo de formulação de problemas
- Exemplos de problemas
 - Problemas de mundo simplificados
 - Problemas de mundo real
- Em busca de soluções (Parte 2)

Introdução

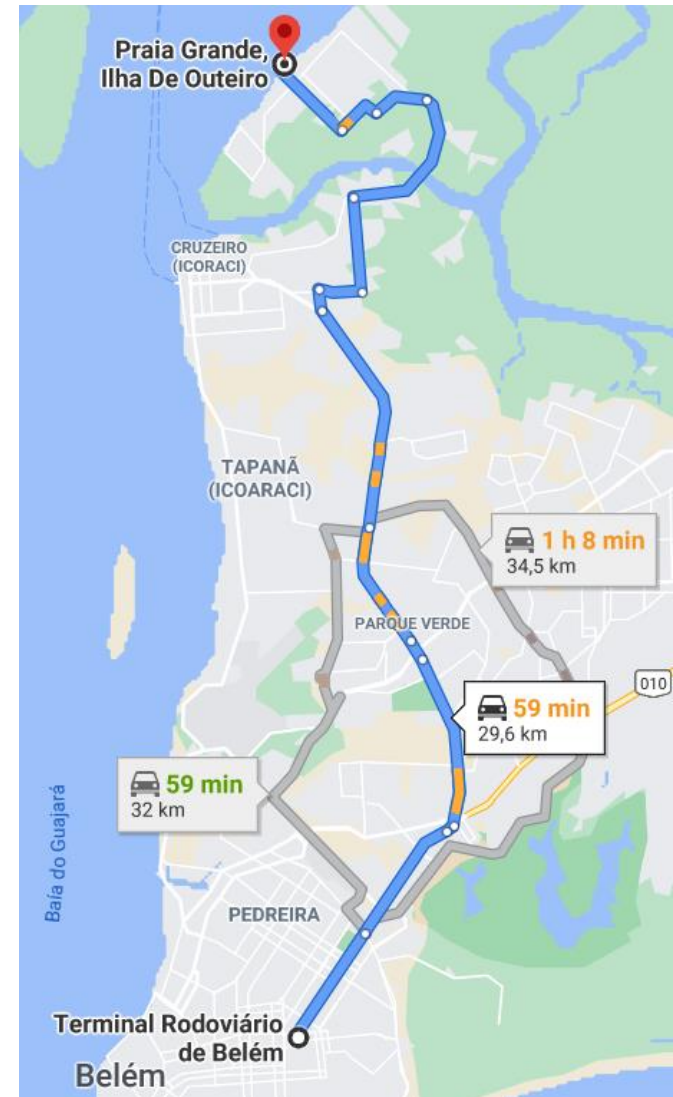
- Estudamos os **agentes reativos**
 - Baseiam suas ações em um mapeamento direto de estados em ações
 - **Problema**: não podem operar bem em ambientes para os quais esse mapeamento seria grande demais para se armazenar e levaria muito tempo para se aprender
- Por outro lado os **agentes baseados em objetivos**
 - Consideram ações futuras e o quanto seus resultados são desejáveis
- Agora, analisaremos um tipo de agente baseado em objetivo chamado **agente de resolução de problemas**

Introdução

- Imagine a seguinte situação de um agente baseado em objetivo
 - Origem: Terminal Rodoviário de Belém
 - Objetivo: Praia Grande, Ilha de Outeiro
 - Ex.: medida de desempenho: **menor caminho possível**
 - 29,6 km de distância (59 minutos)
 - 32 km de distância (59 minutos)
 - 34,5 km (1h e 08 minutos)

Ambiente:

- Observável:** conhece o estado atual (Teminal).
- Discreto:** número finito de ações em cada estado.
- Conhecido:** o agente tem um mapa.
- Determinístico:** cada ação tem exatamente um resultado.



Agentes de Resolução de Problemas

- A **formulação de objetivos** é o primeiro passo para a resolução de problemas
- Deve ser baseado em
 - **Medida de desempenho**: pode conter fatores difíceis de modelar
 - Ex.: ver paisagens, viagem segura, qualidade da estrada, melhorar o bronzeado, apreciar a vida noturna, evitar ressacas, etc
 - **Situação atual**: restrições do problema
 - Ex.: restringir valores que uma variável pode assumir
- Formular **objetivos** significa limitar o que o agente está tentando alcançar, simplificando as ações que ele precisa considerar

Agentes de Resolução de Problemas

- Projeto genérico de construção de um agente de resolução de problemas
 - **1) Formular o objetivo**
 - Definir onde se quer chegar
 - Considerar **restrições** e **medida de desempenho**
 - **2) Formular o problema (modelagem / abstração)**
 - Decidir quais **ações** e **estados** devem ser considerados
 - Baseia-se no objetivo
 - **3) Buscar a solução**
 - Buscar uma sequência de ações que alcançam o objetivo
 - Um **algoritmo de busca** faz esse papel
 - **4) Executar**
 - Aplicar a sequência de ações encontrada

O Processo de Formulação de Problemas

- É definido formalmente por cinco componentes
 - **1) Estado inicial**
 - **2) Ações**
 - **3) Modelo de transição**
 - **4) Teste de objetivo**
 - **5) Custo de caminho**

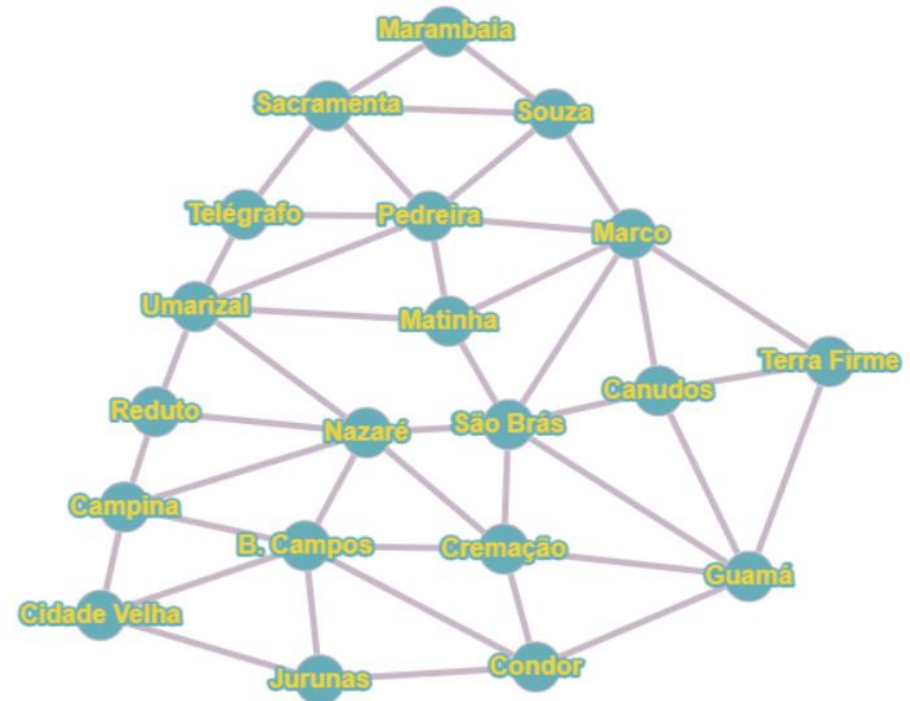
O Processo de Formulação de Problemas

- Para exemplificar o processo de formulação de Problemas, vamos considerar o mapa de alguns bairros da cidade de Belém do Pará



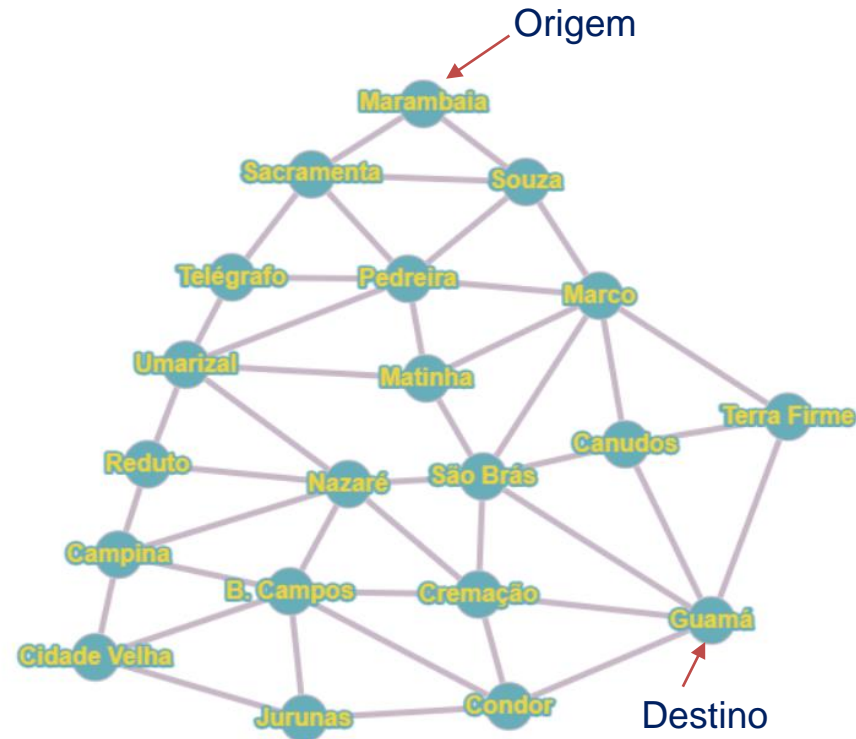
O Processo de Formulação de Problemas

- Transformando o mapa em um grafo, onde os vértices são os Bairros e arestas representam as vizinhanças entre os Bairros



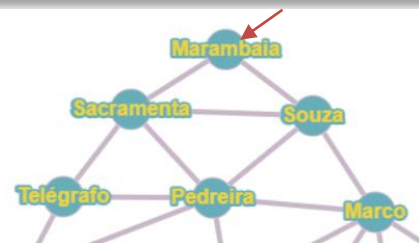
O Processo de Formulação de Problemas

- Considerando o grafo dos bairros de Belém
 - Objetivo: ir do Bairro da Marambaia até o Guamá
- Considere os 5 componentes a seguir para formular o problema



O Processo de Formulação de Problemas

- 1) **Estado inicial:** onde o agente começa
 - Ex.: $Em(Marambaia)$
- 2) **Ações:** descreve as possibilidades de movimentação
 - Dado um estado s , $AÇÕES(s)$ devolve um conjunto de ações
 - Ex.: $Em(Marambaia) = \{Ir(Sacramenta), Ir(Souza)\}$
- 3) **Modelo de transição:** descreve o que cada ação faz
 - Especificado por $RESULTADO(s, a)$, devolve o estado resultante
 - Ex.: $RESULTADO(Em(Marambaia), Ir(Souza)) = Em(Souza)$
- 4) **Teste de objetivo:** determina se um estado é um estado objetivo
 - Ex.: o objetivo do nosso problema $\{Em(Guamá)\}$
- 5) **Custo de caminho:** atribui custo numérico a cada caminho
 - Função de custo relacionada à medida de desempenho
 - Ex.: menor caminho em km



O Processo de Formulação de Problemas

- Algumas definições importantes
 - **Espaço de estados (busca)** é o conjunto de todos os estados acessíveis a partir do estado inicial
 - Forma um **grafo**
 - Nós = estados
 - Arcos = ações
 - **Caminho** é uma sequência de estados conectados por uma sequência de ações
 - **Abstração** é a simplificação da realidade (omitir detalhes irrelevantes)
 - **Em**(Marambaia) inclui muitos itens: tipo de condução (carro, ônibus, etc.), segurança, as condições das vias, o tempo, etc.
 - Outras ações irrelevantes: ouvir música, olhar pela janela, conversar, etc
- É tarefa do projetista fazer as boas escolhas

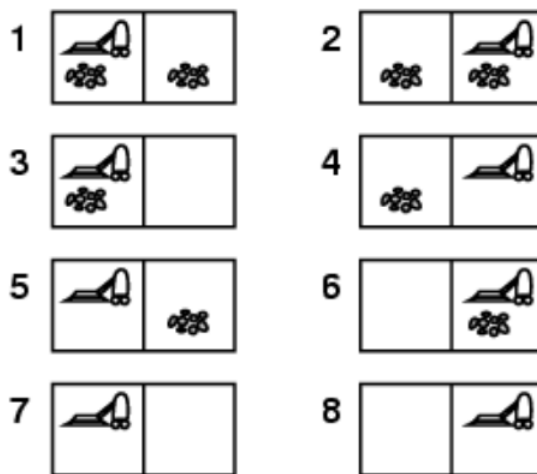
Exemplos de Problemas

- Vamos aplicar a abordagem de resolução de problemas a seguir
- Os problemas foram divididos em
 - **Problemas de mundos simplificados (Toy Problems)**
 - Testar/exercitar diversos métodos
 - Pode ser utilizável por diferentes pesquisadores para comparar o desempenho dos algoritmos
 - Funcionam com *Benchmarks*
 - **Problemas do mundo real**
 - É aquele cujas soluções de fato interessam às pessoas
 - Tendem a não apresentar uma única descrição consensual

Problemas do Mundo Simplificado

- **Aspirador de Pó**

- Percorre quadrados e vê se tem sujeira a limpar
- **Estados:** determinado tanto pela posição do agente como da sujeira
 - 2 quadrados
 - $2 \times 2 = 8$ estados possíveis
 - Em um ambiente mais amplo com n posições tem $n \times 2^n$ estados



Problemas do Mundo Simplificado

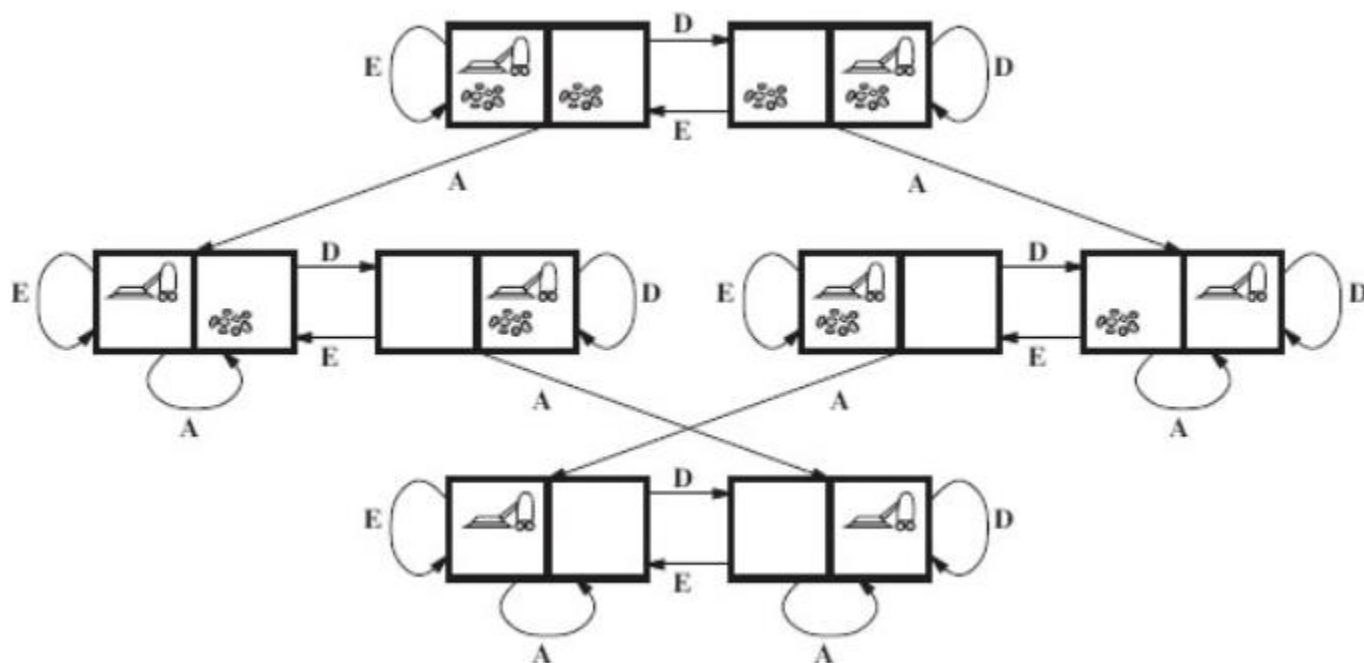
- **Aspirador de Pó**

- Formulação do problema

- **1) Estado inicial:** qualquer um dos estados possíveis
- **2) Ações:** três ações possíveis (**E**, **D**, **A**)
- **3) Modelo de transição:** as ações tem seus efeitos esperados (exceto: **E** no quadrado mais à esquerda, **D** no quadrado mais à direita, e **A** no quadrado limpo)
- **4) Teste de objetivo:** verificar se todos os quadrado estão limpos
- **5) Custo de caminho:** cada passo custa 1 (exemplo)

Problemas do Mundo Simplificado

- **Aspirador de Pó**
- Espaço de estados (espaço de busca) para o mundo do aspirador de pó



Problemas do Mundo Simplificado

- **Quebra-cabeça de oito peças**
- Consiste de um tabuleiro 3 x 3 com oito peças numeradas e um quadrado vazio. Uma peça adjacente ao quadrado vazio pode deslizar para esse quadrado. O objetivo é alcançar um estado especificado, como o do lado direito da figura

7	2	4
5		6
8	3	1

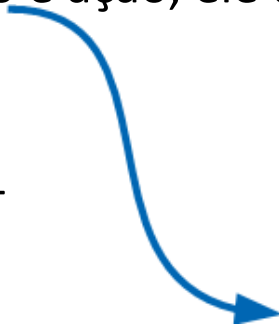
Estado inicial

	1	2
3	4	5
6	7	8

Estado objetivo

Problemas do Mundo Simplificado

- **Quebra-cabeça de oito peças**
- Estado: posição de cada uma das oito peças e do quadrado vazio em um dos nove quadrados
- Formulação do problema
 - **Estado inicial:** qualquer estado pode ser o inicial
 - **Ações:** movimentos do quadrado vazio para E, D, C e B
 - **Modelo de transição:** dado um estado e ação, ele devolve o estado resultante (e.g., E, move o 5)
 - **Teste de objetivo:** o estado é final?
 - **Custo de caminho:** cada passo custa 1



7	2	4
5		6
8	3	1

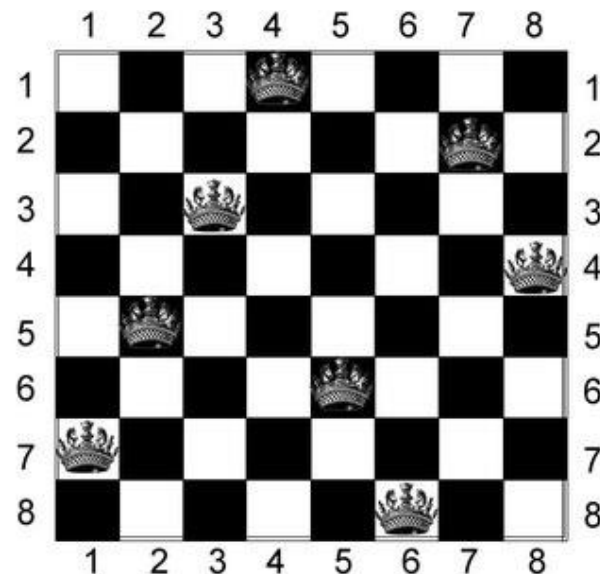
Estado inicial

Problemas do Mundo Simplificado

- **Problema de Oito Rainhas**
- Consiste em posicionar oito rainhas em um tabuleiro de xadrez de tal forma que nenhuma rainha ataque qualquer outra
 - Obs.: uma rainha ataca qualquer peça situada na mesma linha, coluna ou diagonal

No tabuleiro ao lado, não há nenhuma rainha atacando outra.

O estado do tabuleiro ao lado é solução do problema.



Problemas do Mundo Simplificado

- **Problema de Oito Rainhas**
- Estado: qualquer disposição de 0-8 rainhas no tabuleiro é um estado
- Formulação do problema
 - **Estado inicial:** nenhuma rainha no tabuleiro
 - **Ações:** colocar uma rainha em qualquer quadrado vazio
 - **Modelo de transição:** devolver uma rainha adicionada em qualquer quadrado específico no tabuleiro
 - **Teste de objetivo:** oito rainhas estão no tabuleiro e nenhuma é atacada
 - **Custo de caminho:** apenas o estado final importa
- Existem $C_{64,8} = 64! / (8!(64-8)!) = 4.426.165.368$ maneiras distintas de dispor 8 rainhas em um tabuleiro (8 x 8). Uma heurística para reduzir o espaço de busca: uma rainha em cada linha e coluna reduziria para **40.320** maneiras distintas

Problemas do Mundo Simplificado

- **Problemas de roteamento**
- Diversos problemas reais se encaixam no contexto de um problema de roteamento
- É definido em termos de posições especificadas e transições ao longo de ligações entre eles (e.g., grafos)
- Ex.:
 - Planejamento de viagens aéreas
 - Roteamento de pacotes em redes de computadores
 - Planejamento de operações militares
 - Etc

Problemas do Mundo Simplificado

- **Problemas de roteamento**
- Diversos problemas reais se encaixam no contexto de um problema de roteamento
- É definido em termos de posições especificadas e transições ao longo de ligações entre eles (e.g., grafos)
- Ex.:
 - Planejamento de viagens aéreas
 - Roteamento de pacotes em redes de computadores
 - Planejamento de operações militares
 - Etc

Problemas do Mundo Simplificado

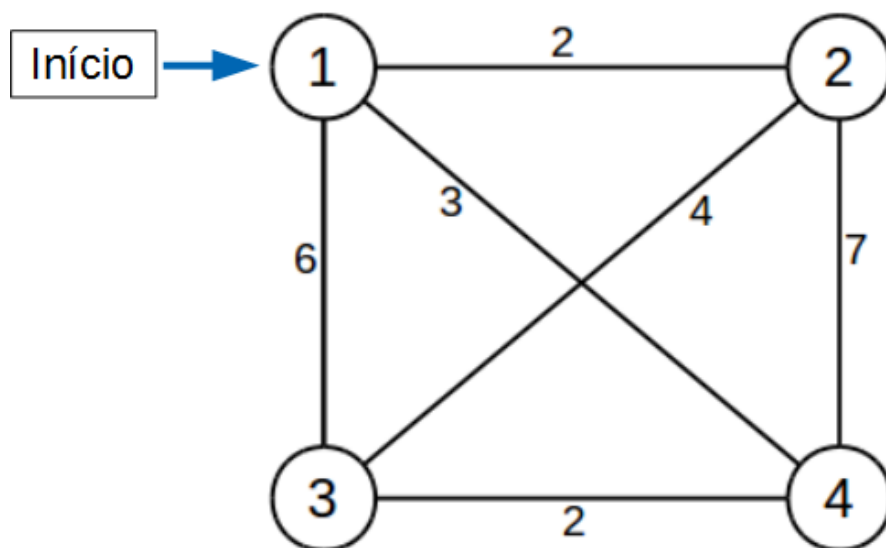
- **Roteiro de viagens**
- **Problema do caixeiro-viajante (PCV)** é um problema de roteiro de viagem em que cada cidade deve ser visitada exatamente uma vez
- Nesses problemas deve-se incluir, além da posição atual, também o conjunto de cidades que o agente visitou
- Estado: um vértice do grafo
- Formulação do problema
 - **1) Estado inicial:** um vértice escolhido como inicial
 - **2) Ações:** mover-se para um vértice adjacente
 - **3) Modelo de transição:** ir para um vértice adjacente
 - **4) Teste de objetivo:** já visitamos todos os vértices?
 - **5) Custo do caminho:** custo total mínimo (exemplo)

Problemas do Mundo Simplificado

- **Roteiro de viagens**

- **Exemplo**

- Se consideramos a cidade 3 do primeiro percurso, teríamos o estado representado como: “Em(3), Visitado({1, 2, 3}), Custo(6)”
- Um algoritmo de busca se encarregaria de selecionar o percurso com custo total mínimo, caso este seja o objetivo do problema



Percursos	Custo
1 – 2 – 3 – 4 – 1	= 11
1 – 2 – 4 – 3 – 1	= 17
1 – 3 – 2 – 4 – 1	= 20
1 – 3 – 4 – 2 – 1	= 17
1 – 4 – 2 – 3 – 1	= 20
1 – 4 – 3 – 2 – 1	= 11

Problemas do Mundo Simplificado

- **Próxima Aula:**

Em busca de soluções