

# Atividade prática #2 - Jogos

## Introdução

Para esta atividade prática de Inteligência Artificial, o jogo escolhido para aplicar os métodos de busca foi o 8-Puzzle. Este jogo consiste em uma grade de 9 quadrados, posicionados 3 por 3, de modo que um quadrado está vazio e os outros 8 contêm números de 1 até 8, não podendo repetir números. O jogo consiste em mover o bloco vazio em uma das quatro direções possíveis, e com isso colocar os outros blocos na posição desejada.

Os métodos de busca escolhidos para serem aplicados no jogo foram a Busca **A Estrela**, a **Busca Gulosa** e a **Busca Uniforme**. O método de busca **A Estrela**, utiliza para obter o melhor caminho, a soma do cálculo da distância do vértice até a sua origem com a heurística do vértice até o destino. Já a **Busca Gulosa** somente utiliza a heurística do vértice até o destino. E a **Busca Uniforme** utiliza apenas a distância do vértice até a sua origem.

## Heurísticas

As heurísticas escolhidas para serem utilizadas pelos métodos de busca **A Estrela** e **Busca Gulosa** foram: a **Distância de Manhattan**, a **Distância Euclidiana** e o **Número de Peças Fora do Lugar**.

A **Distância de Manhattan**, neste jogo, consiste em somar a distância horizontal e vertical de cada bloco (excluindo o bloco vazio) em relação ao bloco de mesmo número do objetivo. Por meio dessa heurística, foi possível calcular o quão distante um estado do jogo está em relação ao seu objetivo.

A **Distância Euclidiana**, nesse jogo consiste em obter o cálculo da distância euclidiana em linha reta entre a posição atual e o objetivo. O cálculo da distância euclidiana consiste no uso do Teorema de Pitágoras na diferença entre a distância dos eixos horizontais e dos eixos verticais da posição do bloco atual para a posição do objetivo.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

*Figura 1: Fórmula para o cálculo da Distância Euclidiana*

Na figura acima, (x1, y1) são as coordenadas do primeiro ponto (posição desse bloco no estado atual), e (x2, y2) são as coordenadas do segundo ponto (posição desse bloco no objetivo).

O **Número de Peças Fora do Lugar** consiste na quantidade de peças que estão em lugares diferentes no estado atual em relação ao objetivo.

## Implementação

A implementação do 8-Puzzle foi feita em HTML, CSS e JavaScript. Para isso, foram criados dois conjuntos de quadrados, um para o **Objetivo** e outro para o **Jogo**. O **Objetivo** contém o estado que os blocos devem estar para que o jogador possa vencer o jogo, e o **Jogo** é onde o jogador moverá o

bloco vazio, clicando em seus vizinhos. Se o jogador clicar em um bloco que não é vizinho do bloco vazio, uma mensagem de erro aparecerá dizendo: “Bloco inválido”.

## Jogo do 8-Puzzle



Figura 2: Jogo 8-Puzzle no modo desktop

Em baixo dos dois conjuntos de blocos estão disponíveis 7 botões. O primeiro botão: **Iniciar**, que inicia o jogo, permitindo que o jogador possa mover o bloco vazio, e inicia o cronômetro. O segundo botão: **A\***, que resolve o problema do puzzle utilizando o método de busca A Estrela. O terceiro botão: **Busca Gulosa**, que resolve o problema do puzzle utilizando a Busca Gulosa. O quarto botão: **Busca Uniforme**, que resolve o problema utilizando a Busca Uniforme, o quinto botão: **Comparar desempenho dos algoritmos**, que exibe um menu que permitirá calcular o tempo gasto por cada algoritmo para resolver o problema do puzzle. O sexto botão: **Novo Jogo**, que gera aleatoriamente um novo estado inicial para o **Jogo** e um novo estado para o **Objetivo**. E o sétimo botão: **Editar**, que permite que o estado inicial e o objetivo possam ser editados, permitindo o jogador jogar qualquer problema ou executar qualquer um desses algoritmos.

Abaixo dos botões há uma lista suspensa (ou elemento de seleção) de **heurísticas**, nas se pode escolher qual heurística será utilizada pelos algoritmos A Estrela e Busca Gulosa para resolver o problema do 8-Puzzle.

## Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

1	2	3
8		4
7	6	5

Jogo

8	3	5
4	1	6
2	7	

A\*

Busca Gulosa

Busca Uniforme

Heurística: 

Distância de Manhattan

Tempo de execução dos Algoritmos de Busca

Figura 3: Menu de comparação do tempo de execução dos algoritmos do 8-Puzzle

No menu de comparação do tempo de execução do 8-Puzzle, estão disponíveis 4 botões. O primeiro botão: **A\***, executa o algoritmo A Estrela, calcula e mostra o seu tempo de execução. O segundo botão: **Busca Gulosa**, executa a Busca Gulosa, calcula e mostra o seu tempo de execução. E o terceiro botão: **Busca Uniforme**, executa a Busca Uniforme, calcula e mostra o seu tempo de execução. E o quarto botão **Sair**, representado pelo símbolo proibido, sai do menu de comparação do tempo de execução.

## Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>
<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>
<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="5"/>

Jogo

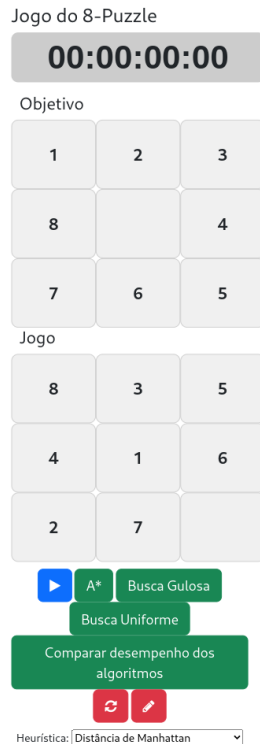
<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="5"/>
<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="6"/>
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="0"/>

✓

Figura 4: Menu de edição do 8-Puzzle

No menu de edição, os números dos blocos se transformam em caixas de texto, permitindo que seus valores sejam alterados. Além disso, estão disponíveis dois botões. O primeiro botão: **Aplicar**, representado pelo símbolo de *checkmark*, aplica nos blocos os valores digitados. E o segundo botão: **Cancelar**, representado pelo símbolo proibido, sai do menu de edição sem aplicar as alterações digitadas.

O layout da página web é responsivo, portanto ele se ajusta ao tamanho da tela do dispositivo do qual está acessando-a. Para isso, o layout foi construído utilizando a grade do framework Bootstrap.



*Figura 5: Jogo 8-Puzzle em um dispositivo móvel*

O código fonte desta implementação está disponível no GitHub em:

<https://github.com/Henriquemcc/Jogo - Inteligencia Artificial 2023-1>. E a página web (executável) pode ser acessada através deste link: <https://henriquemcc.github.io/Jogo - Inteligencia Artificial 2023-1/>

## Comparação de desempenho

### 1º Teste de desempenho

No primeiro teste de desempenho, o Jogo 8-Puzzle foi iniciado no estado inicial e o objetivo padrão, sem que fossem gerados ou alterados o objetivo e o estado inicial.

O **A Estrela**, com a heurística **Distância de Manhattan**, gastou 30,5 milissegundos. Já o **A Estrela**, com a heurística **Distância Euclidiana**, gastou 25,099999999962747 milissegundos. E o **A Estrela**, com a heurística **Número de Peças Fora do Lugar**, gastou 83 milissegundos.

## Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

1	2	3
8		4
7	6	5

Jogo

8	3	5
4	1	6
2	7	

A\*

Busca Gulosa

Busca Uniforme



Heurística: Número de Peças Fora do Lugar

### Tempo de execução dos Algoritmos de Busca

A Estrela: 30.5 milissegundos

A Estrela: 25.09999999962747 milissegundos

A Estrela: 83 milissegundos

*Figura 6: Execução do A Estrela com a Distância de Manhattan, Distância Euclidiana e Número de Peças Fora do Lugar, respectivamente*

A **Busca Gulosa**, com a heurística **Distância de Manhattan**, gastou 31.09999999962747 milissegundos. Já a **Busca Gulosa**, com a heurística **Distância Euclidiana**, não conseguiu ser completada. E a **Busca Gulosa**, com a heurística **Número de Peças Fora do Lugar**, também não conseguiu ser completada.

## Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

1	2	3
8		4
7	6	5

Jogo

8	3	5
4	1	6
2	7	

A\*

Busca Gulosa

Busca Uniforme



Heurística: Distância de Manhattan

### Tempo de execução dos Algoritmos de Busca

A Estrela: 30.5 milissegundos

A Estrela: 25.09999999962747 milissegundos

A Estrela: 83 milissegundos

Busca Gulosa: 31.09999999962747 milissegundos

*Figura 7: Execução da Busca Gulosa com a Distância de Manhattan antecedido do A Estrela*

E a **Busca Uniforme** não conseguiu ser completada.

## 2º Teste de desempenho

No segundo teste de desempenho, o Jogo 8-Puzzle foi iniciado da seguinte forma: A grade do objetivo foi mantido o objetivo padrão, e na grade do jogo foi alterado para ficar próximo do objetivo padrão com uma movimentação de diferença.

O **A Estrela**, com a heurística **Distância de Manhattan**, gastou 7,5 milissegundos. Já o **A Estrela**, com a heurística **Distância Euclidiana**, gastou 2,799999998882413 milissegundos. E o **A Estrela**, com a heurística **Número de Peças Fora do Lugar**, gastou 1,5 milissegundos.

### Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

123

84

765

Jogo

123

864

75

A\*

Busca Gulosa

Busca Uniforme

Heurística: 

Número de Peças Fora do Lugar

### Tempo de execução dos Algoritmos de Busca

A Estrela: 7.5 milissegundos

A Estrela: 2.799999998882413 milissegundos

A Estrela: 1.5 milissegundos

*Figura 8: Execução do A Estrela com a Distância de Manhattan, Distância Euclidiana e Número de Peças Fora do Lugar, respectivamente*

A **Busca Gulosa**, com a heurística **Distância de Manhattan**, gastou 5,300000000745058 milissegundos. Já a **Busca Gulosa**, com a heurística **Distância Euclidiana**, gastou 4,199999999254942 milissegundos. E a **Busca Gulosa**, com a heurística **Número de Peças Fora do Lugar**, gastou 4,5 milissegundos.

# Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

1	2	3
8		4
7	6	5

Jogo

1	2	3
8	6	4
7		5

A\*

Busca Gulosa

Busca Uniforme

Heurística: 

Número de Peças Fora do Lugar

## Tempo de execução dos Algoritmos de Busca

A Estrela: 7.5 milissegundos  
A Estrela: 2.799999998882413 milissegundos  
A Estrela: 1.5 milissegundos  
Busca Gulosa: 5.300000000745058 milissegundos  
Busca Gulosa: 4.199999999254942 milissegundos  
Busca Gulosa: 4.5 milissegundos

Figura 9: Execução da Busca Gulosa com a Distância de Manhattan, Distância Euclidiana e Número de Peças Fora do Lugar antecedido do A Estrela

E a **Busca Uniforme** gastou 4,8999999998509884 milissegundos.

# Jogo do 8-Puzzle

00:00:00:00

Objetivo

1	2	3
8		4
7	6	5

Jogo

1	2	3
8	6	4
7		5

A\*

Busca Gulosa

Busca Uniforme

Heurística: 

Número de Peças Fora do Lugar

## Tempo de execução dos Algoritmos de Busca

A Estrela: 7.5 milissegundos  
A Estrela: 2.799999998882413 milissegundos  
A Estrela: 1.5 milissegundos  
Busca Gulosa: 5.300000000745058 milissegundos  
Busca Gulosa: 4.199999999254942 milissegundos  
Busca Gulosa: 4.5 milissegundos  
Busca Uniforme: 4.8999999998509884 milissegundos

Figura 10: Execução da Busca Uniforme antecedido da Busca Gulosa e do A Estrela