



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

---

**FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**Bacharelado em Ciência da Computação**

Inteligência Artificial

**Relatório do trabalho prático**

**Gabriel Oya Nozawa**

Presidente Prudente - 2022

## Introdução

Neste trabalho foram implementadas as heurísticas de busca gulosa em um nível, dois níveis, e uma heurística pessoal proposta pelo aluno, a fim de resolver um quebra-cabeça de peças deslizantes. Para a análise, considerou-se que um tabuleiro resolvido fosse representado por:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Nesse caso, a peça de valor 9 corresponde ao espaço vazio do quebra-cabeça. Logo, um tabuleiro resolvido seria aquele cujos valores de cada peça corresponderia a sua respectiva posição. Assim, os valores de distância considerados nas análises de busca gulosa foram obtidos pela seguinte fórmula:

$$d = \sum_{i=1}^9 |p_i - v_i|$$

Sendo  $p_i$  o valor correto da tabela, e  $v_i$  o valor correspondente ao valor da peça atual na posição  $i$ .

Para a heurística pessoal, utilizou-se uma análise de um nível, porém com um valor de distância calculado pela seguinte equação:

$$d = \sum_{i=1}^9 f(i)$$

$$f(i) = 27 * |p_i - v_i|, \text{ se } i = 1$$

$$f(i) = 9 * |p_i - v_i|, \text{ se } i \bmod 3 = 0$$

$$f(i) = |p_i - v_i|, \text{ se } i \bmod 3 \neq 0$$

Nessa equação, prioriza-se resolver a peça mais distante do espaço vazio (peça 1) e, em seguida, montar a coluna esquerda do tabuleiro, uma vez que as 6 peças restantes, localizadas nas colunas centrais e direita, oferecem liberdade de movimento suficiente para organizar o restante das peças.

## Resultados

Para analisar o desempenho de cada método implementado, testaram-se 6 tabuleiros diferentes e coletou-se o número de movimentos necessários para resolvê-los segundo cada heurística.

Os tabuleiros iniciais utilizados foram:

<p>Tabuleiro 1</p> <table border="1"> <tr><td>4</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>9</td><td>5</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>6</td></tr> </table> <p>Movimentos embaralhar: 50</p>	4	1	3	2	9	5	7	8	6	<p>Tabuleiro 2</p> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>6</td><td>7</td></tr> <tr><td>3</td><td>8</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>9</td></tr> </table> <p>Movimentos embaralhar:200</p>	1	6	7	3	8	2	4	5	9	<p>Tabuleiro 3</p> <table border="1"> <tr><td>6</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td><td>1</td></tr> </table> <p>Movimentos embaralhar:100</p>	6	5	3	7	9	8	4	2	1
4	1	3																											
2	9	5																											
7	8	6																											
1	6	7																											
3	8	2																											
4	5	9																											
6	5	3																											
7	9	8																											
4	2	1																											
<p>Tabuleiro 4</p> <table border="1"> <tr><td>4</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>7</td><td>9</td><td>3</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td><td>6</td></tr> </table> <p>Movimentos embaralhar: 30</p>	4	1	2	7	9	3	8	5	6	<p>Tabuleiro 5</p> <table border="1"> <tr><td>5</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>9</td><td>8</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>4</td></tr> </table> <p>Movimentos embaralhar:1000</p>	5	2	3	7	9	8	6	1	4	<p>Tabuleiro 6</p> <table border="1"> <tr><td>7</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>9</td><td>6</td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td><td>8</td></tr> </table> <p>Movimentos embaralhar:40</p>	7	1	3	5	9	6	4	2	8
4	1	2																											
7	9	3																											
8	5	6																											
5	2	3																											
7	9	8																											
6	1	4																											
7	1	3																											
5	9	6																											
4	2	8																											

**Tabela 1: Análise em um nível.**

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
<b>Tabuleiro 1</b>	24	24	24	24	24	24
<b>Tabuleiro 2</b>	206	298	206	206	208	224,8
<b>Tabuleiro 3</b>	410	850	674	540	662	627,2
<b>Tabuleiro 4</b>	562	392	364	364	858	508
<b>Tabuleiro 5</b>	202	128	202	214	202	189,6
<b>Tabuleiro 6</b>	780	950	456	492	232	582
<b>Média final</b>						359,27

**Tabela 2: Análise em dois níveis.**

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
<b>Tabuleiro 1</b>	10	10	10	10	10	10
<b>Tabuleiro 2</b>	192	192	194	166	192	187,2
<b>Tabuleiro 3</b>	52	52	52	52	52	52
<b>Tabuleiro 4</b>	196	196	170	198	196	191,2
<b>Tabuleiro 5</b>	220	220	220	220	220	220
<b>Tabuleiro 6</b>	24	24	24	24	24	24
<b>Média final</b>						114,07

**Tabela 3: Heurística pessoal.**

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Média
<b>Tabuleiro 1</b>	6	6	6	6	6	6
<b>Tabuleiro 2</b>	164	482	164	472	164	289,2
<b>Tabuleiro 3</b>	534	514	192	710	192	428,4
<b>Tabuleiro 4</b>	76	76	76	76	76	76
<b>Tabuleiro 5</b>	96	96	96	96	96	96
<b>Tabuleiro 6</b>	40	40	40	40	40	40
<b>Média final</b>						155,93

Testaram-se múltiplas vezes um mesmo tabuleiro inicial na mesma heurística, pois é possível que o número de movimentos varie, mesmo que seja utilizada a mesma heurística num mesmo problema inicial. Esta variação no número de movimentos ocorre devido a solução adotada para evitar a repetição de movimentos já jogados.

A fim de evitar a formação de laços infinitos, criou-se uma lista na qual armazena todas as posições já jogadas a fim de evitar que uma mesma posição seja alcançada novamente. Contudo, caso todas as posições já tenham sido testadas, o método não consegue escolher nenhuma posição, então um movimento aleatório é selecionado. Desse modo, a seleção do movimento aleatório pode gerar variações no número de movimentos, mesmo quando uma mesma heurística é utilizada.

## **Conclusões**

Pela análise da tabela, verifica-se que a análise de dois níveis possui maior eficiência média em comparação a análise de um nível, uma vez que a análise em dois níveis diminui a escolha de mínimos locais durante a solução do problema.

Ademais, pela análise da heurística pessoal, é possível verificar que o método de calcular a distância do tabuleiro pode causar grandes diferenças na quantidade de movimentos necessários para solucionar o problema. Desse modo, infere-se que um bom método de estimativa poderia aumentar a eficiência do método sem necessitar da análise de níveis mais profundos.