

”

E-fólio A | Instruções para a realização do E-fólio



INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 21071 | 2023/2024

O e-fólio A é inspirado num problema da colocação de delegacias, xerifes e deputados, no Velho Oeste.

À medida que os colonos se iam estabelecendo pelo território, e explorando a terra com diversas atividades produtivas, criaram também condições para a existência de atividade criminal. Tornou-se evidente a necessidade de algum tipo de proteção, de modo a que os colonos pudessem trabalhar sem preocupações. Assim, para cada território levantou-se uma verba mensal, destinada à segurança. Com essa verba o governador pode manter delegacias, com os respetivos xerifes e deputados.



Para melhor proteger a população, o governador de um território recolheu a distribuição da população por zonas, dividindo o território em $N \times M$ partes iguais, e indicando para cada zona quantas famílias se tinham estabelecido.

4	8	4							
				3				1	
	3								
			1	1				3	
		2	4					1	
	2			8			4	3	10
		3				4			

Existem algumas zonas sem qualquer família, mas existem zonas com 10 famílias, na figura ao lado.

Pretende-se agora posicionar as delegacias (cada delegacia tem um xerife), e os deputados. Tanto o xerife como os deputados andam a cavalo, não existindo problema por as estradas serem escassas, mas têm um limite no raio de alcance em que se conseguem deslocar com

rapidez. Assim, uma delegacia apenas pode proteger a zona em que é colocada, e um conjunto de zonas que estejam perto, mediante o número de deputados:

Deputados	Raio de proteção
0 (apenas o xerife)	1 (protege 3x3 zonas)
1	2 (protege 5x5 zonas)
5	3 (protege 7x7 zonas)
13	4 (protege 9x9 zonas)

Como a verba é limitada, há que optar por ter 1 ou mais delegacias, e quantos deputados colocar em cada delegacia, de modo a poder ter protegidas um número mínimo de famílias. Uma delegacia e o seu xerife, custam 4 moedas de ouro. Por cada deputado é necessário 1 moeda de ouro.

No mapa de exemplo, a verba disponível é 12 moedas de ouro, sendo necessário proteger pelo menos 57 famílias.

Uma possibilidade será fazer-se uma só delegacia, e colocar lá 5 deputados. Como 1 delegacia custa 4, e cada deputado custa 1, o custo total será $4+5=9$, sobrando ainda 3 moedas não utilizadas. A delegacia protege um raio de 3, ficando com 7x7 zonas protegidas. Nesta tentativa colocou-se a delegacia numa posição assinalada a verde escuro. A verde claro estão as zonas protegidas.

4		8	4						
					3				1
	3								
			1	1					3
		2	4						1
	2			8			4	3	10
		3				4			

Infelizmente esta delegacia apenas protege 53 famílias, e não as 57 necessárias. Assim sendo, esta não é uma solução válida.

Outra possibilidade é utilizarem-se duas delegacias, com raio 2, custando: $4+4+1+1=10$, sobrando 2 moedas não utilizadas.

As delegacias nestas posições protegem 57 famílias, sendo esta uma solução válida.

4		8	4						
					3				1
	3								
			1	1					3
		2	4						1
	2			8			4	3	10
		3				4			

Finalmente, podemos ter ainda 3 delegacias sem deputados, já que cada delegacia custa 4, gastando-se toda a verba de 12 moedas em delegacias.

Infelizmente este conjunto de três delegacias protege apenas 53 famílias, e não as 57 necessárias, pelo que não é uma solução válida.

4		8	4						
					3				1
	3								
			1	1					3
		2	4						1
	2			8			4	3	10
		3				4			

Considere os seguintes parâmetros de 10 instâncias:

ID	N	M	Verba	Proteger _A	Proteger _B
1	5	5	4	19	20
2	5	5	4	21	22
3	7	7	8	67	68
4	7	7	8	59	60
5	9	9	12	125	126
6	9	9	12	57	58
7	11	11	16	140	141
8	11	11	16	93	94
9	13	13	20	211	212
10	13	13	20	125	126

Cada instância tem duas versões, versão A (Proteger_A) e versão B (Proteger_B). Tudo o resto é igual, apenas muda o número de famílias que o governador pretende proteger.

Para além dos parâmetros, define-se para cada instância a distribuição das famílias pelas zonas:

ID	Mapa	ID	Mapa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	<table border="1"> <tr><td></td><td>7</td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td>3</td><td>4</td><td>4</td></tr> </table>		7			4				4		1					4	4	1			6		3	4	4	2	<table border="1"> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td>10</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>6</td><td>3</td><td></td></tr> </table>	4			10	1	1							1	6	3		4			2	8		6	3																																																																																																																																																																																																																																																																														
	7			4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
4	4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
6		3	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4			10	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		1	6	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	4			2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
8		6	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3	<table border="1"> <tr><td></td><td>8</td><td>4</td><td>5</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>7</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td>4</td><td>2</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>7</td><td></td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		8	4	5	10		4	7		4		2	4	2		2		7		1	2	2	4			3		2		4			3			2							4	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td>7</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td><td></td><td>8</td><td>5</td><td>7</td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>2</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>8</td><td>3</td><td>6</td><td>3</td></tr> </table>			1		7		1		1	4				4						2		3	1		8	5	7	7		4		3							3	2	4	2				8	3	6	3																																																																																																																																																																																																																																				
	8	4	5	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	4	7		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	2	4	2		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	7		1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2	4			3		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	4			3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		1		7		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	1	4				4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
3	1		8	5	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	4		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			3	2	4	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			8	3	6	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
5	<table border="1"> <tr><td>6</td><td>7</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>6</td><td></td><td>8</td><td>4</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>7</td><td>4</td><td></td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>8</td><td></td><td>5</td><td>4</td><td>1</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>6</td><td></td><td>13</td><td>2</td></tr> </table>	6	7	2						3	3	6		8	4	3	1			8				2	4				1		3	2					7	4		1		12	8		5	4	1	4	3	4	8		1	2	4	3	3			1	1						5		4				4	6		13	2	6	<table border="1"> <tr><td>4</td><td></td><td>8</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>2</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>8</td><td></td><td>4</td><td>3</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	4		8	4										3			1			3											1	1			3				2	4				1			2			8		4	3	10		3			4																																																																																																																																																																																								
6	7	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3	3	6		8	4	3	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		8				2	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			1		3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			7	4		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
12	8		5	4	1	4	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
8		1	2	4	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1	1						5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4				4	6		13	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
4		8	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				3			1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			1	1			3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		2	4				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	2			8		4	3	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	3			4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
7	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>11</td><td>2</td><td></td><td></td><td>9</td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td>1</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td>4</td><td></td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td>1</td><td></td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>7</td><td>4</td><td></td><td>1</td><td></td><td>7</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td>5</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>3</td><td>1</td><td></td><td>2</td><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td>4</td><td></td><td>7</td><td></td><td>7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td><td></td><td>4</td><td></td><td>3</td><td></td><td>5</td><td>7</td></tr> </table>					3						11	2			9	3		3			3	1		2				4	1	2	3		4		4		5			4		1		4	3			7	4		1		7			8				3		1	3		3			5	2	3		2			3	1		2	8				3	4		7		7			4	2		4		3		5	7	8	<table border="1"> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>10</td><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>1</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	1												10	10				4	5			4	1		8					5	8					6								13				2		3				4					1														4					3			4	1																																																																																																																																										
				3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	11	2			9	3		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		3	1		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
4	1	2	3		4		4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
5			4		1		4	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		7	4		1		7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	8				3		1	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	3			5	2	3		2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		3	1		2	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	3	4		7		7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	2		4		3		5	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		10	10				4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	4	1		8					5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
8					6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			13				2		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			4					1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		4					3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
9	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>4</td><td></td><td></td><td>6</td><td>7</td><td>3</td><td>4</td><td></td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td>8</td><td>11</td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>8</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>6</td><td></td><td>8</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>1</td><td>9</td><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td></td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>2</td><td></td><td>1</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>2</td><td>8</td></tr> <tr><td>7</td><td>2</td><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td>6</td><td>4</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td><td></td><td></td><td>9</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>4</td><td>3</td><td>4</td><td></td><td></td><td>3</td><td>11</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td>7</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td>2</td><td>5</td><td></td><td>1</td></tr> </table>	2	4			6	7	3	4		3	1		2		3				6		8	11	3		3		8			2					4	2									3	2			6		8		3						1		3		2			9					5	6	1	9	4			2	4				3	2		2	3		4				6	2		1		3						6					2	2	8	7	2	4	2			6	4	1				7					11				3	4			9						1	4	3	4			3	11		4	7	7				2		2	5		1	10	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td>4</td><td></td><td></td><td>6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>6</td><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>6</td><td>10</td><td></td><td>1</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>5</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td></td><td></td></tr> </table>			1	4			9				12		1											1			1						2			2										9	4			6				6	9																	1	6	10		1	4			3				1						2							1	3				9			9			3	3						3	4			1	4								5		1	2						3	3					10											4		
2	4			6	7	3	4		3	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	2		3				6		8	11	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	3		8			2					4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2									3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	6		8		3						1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	3		2			9					5	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1	9	4			2	4				3	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2	3		4				6	2		1		3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					6					2	2	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
7	2	4	2			6	4	1				7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				11				3	4			9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
					1	4	3	4			3	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	4	7	7				2		2	5		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		1	4			9				12		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
										1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1						2			2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
						9	4			6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	6	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						1	6	10		1	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	3				1						2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
					1	3				9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
9			3	3						3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	1	4								5		1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2						3	3					10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
										4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Os mapas das instâncias podem ser definidos como matrizes com um valor máximo de 20x20, e serem inicializadas de forma estática no código:

```

// 5x5
{0,7,0,0,4},
{0,0,0,4,0},
{1,0,0,0,0},
{4,4,1,0,0},
{6,0,3,4,4},
,
{4,0,0,10,1},
{1,0,0,0,0},
{0,0,1,6,3},
{0,4,0,0,2},
{8,0,6,3,0},
,
// 7x7
{0,8,0,4,5,10,0},
{0,4,0,7,0,4,0},
{0,2,4,2,0,0,2},
{0,7,0,1,2,0,0},

```

```
{2,4,0,0,3,0,2},
{0,4,0,0,3,0,0},
{2,0,0,0,0,0,0},
,
{0,0,1,0,7,0,1},
{0,1,4,0,0,0,4},
{0,0,0,0,2,0,0},
{3,1,0,8,5,7,7},
{0,4,0,3,0,0,0},
{0,0,0,3,2,4,2},
{0,8,3,6,3,0,0},
,
, // 9x9
{6,7,2,0,0,0,0,0,0},
{3,3,6,0,8,4,3,1,0},
{0,0,8,0,0,0,2,4,0},
{0,0,0,1,0,3,2,0,0},
{0,0,0,7,4,0,1,0,0},
{12,8,0,5,4,1,4,3,4},
{8,0,1,2,4,3,3,0,0},
{1,1,0,0,0,0,5,0,0},
{4,0,0,0,4,6,0,13,2},
,
,
{0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{4,0,8,4,0,0,0,0,0},
{0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,0,0,3,0,0,1,0},
{0,3,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,0,1,1,0,0,3,0},
{0,0,2,4,0,0,0,1,0},
{0,2,0,0,8,0,4,3,10},
{0,0,3,0,0,4,0,0,0},
,
, // 11x11
{0,0,0,0,3,0,0,0,0,0,0},
{0,0,11,2,0,0,9,3,0,0,3},
{0,0,0,3,1,0,2,0,0,0,0},
{4,1,2,3,0,4,0,0,4,0,0},
{5,0,0,0,4,0,1,0,4,3,0},
{0,0,0,7,4,0,1,0,0,7,0},
{0,8,0,0,0,0,3,0,1,0,3},
{0,3,0,0,5,2,3,0,0,0,2},
{0,0,0,3,1,0,2,8,0,0,0},
{0,3,4,0,7,0,0,7,0,0,0},
{4,2,0,4,0,3,0,0,5,7,0},
,
,
{1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,10,10,0,0,0,4,5,0,0},
{0,4,1,0,8,0,0,0,0,0,5},
{8,0,0,0,0,0,6,0,0,0,0},
{0,0,0,0,13,0,0,0,2,0,3},
{0,0,0,0,4,0,0,0,0,1,0},
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,4,0,0,0,0,3,0,0,0},
{4,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
,
, // 13x13
{2,4,0,0,6,7,3,4,0,0,3,0,1},
{0,0,2,0,3,0,0,6,0,0,8,11,3},
{0,3,0,8,0,0,2,0,0,0,0,0,4},
{2,0,0,0,0,0,0,0,0,3,2,0,0},
{0,6,0,8,0,3,0,0,0,0,0,0,1},
{0,3,0,2,0,0,9,0,0,0,0,5,6},
{1,9,4,0,0,2,4,0,0,0,3,2,0},
{2,3,0,4,0,0,0,6,2,0,1,0,3},
{0,0,0,0,0,6,0,0,0,2,2,0,8},
{7,2,4,2,0,0,6,4,1,0,0,0,7},
{0,0,0,11,0,0,0,0,3,4,0,9,0},
{0,0,0,0,1,4,3,4,0,0,0,3,11},
{0,0,4,7,7,0,0,2,0,2,5,0,1},
,
,
{0,0,1,4,0,0,9,0,0,0,12,0,1},
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0},
{1,0,0,0,0,0,2,0,0,2,0,0,0},
{0,0,0,0,0,9,4,0,0,0,6,0,0},
{0,6,9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{0,0,0,0,0,0,0,1,6,10,0,1,4},
{0,3,0,0,0,1,0,0,0,0,0,2,0},
{0,0,0,1,3,0,0,0,0,9,0,0,0},
{9,0,0,3,3,0,0,0,0,3,4,0,0},
{0,1,4,0,0,0,0,0,0,5,0,1,0},
```

```
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0},
{2,0,0,0,0,3,3,0,0,0,0,0,10},
{0,0,0,0,0,0,0,0,0,4,0,0,0},
}
```

A instância ID=6 é a instância exemplo. Para reportar uma solução válida pode ser utilizado um formato em texto, com se exemplifica de seguida:

```

  --      --      --      --      --      --      --      --      --
  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+
  | 4|  |  |  | 8|  | 4|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+
  |  |  |  |  #==#  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
  |  |  |  | 2H H  |  |  | 3|  |  |  |  | 1|  |  |  |
  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+
  |  |  | 3|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+
  |  |  |  |  |  |  | 1|  | 1|  |  |  |  | 3|  |  |
  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+
  |  |  |  | 2|  | 4|  |  |  | 2H H  | 1|  |  | | |
  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
  |  |  | 2|  |  |  | 8|  |  | 4|  | 3|  |10|
  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4|  |  |  |  |
  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+  +--+
Disponivel: 2 [2 delegacias colocadas]
Protegidos: 57/57
Solucao!

```

Devem ser marcadas as casas sobre proteção, somado o número de famílias nessas casas, e assinalada as delegacias e seu raio de alcance. Alternativamente pode-se apresentar as soluções de forma gráfica, via folha de calculo, conforme utilizado neste enunciado.

Deve utilizar procuras cegas para resolver o e-fólio, o que significa que não pode ordenar sucessores com base em algum tipo de avaliação. Pode utilizar uma ordem fixa que considerar melhor. Não pode utilizar qualquer tipo de informação heurística que avalie o valor do estado. Pode excluir os sucessores que provar não poderem conduzir a uma solução.

Deve entregar:

- Relatório;
- Código fonte dos algoritmos implementados.

O relatório deve conter uma tabela com os resultados da execução dos algoritmos/configurações testados vs as instâncias fornecidas. Para cada algoritmo/instância deve mostrar:

- Número de expansões;
- Número de gerações;
- Resultado – impossível; solução; não resolvido.
- Tempo gasto (não superior a 1 minuto).

Para cada instância, no resultado de cada execução, poderá ocorrer uma de três situações: obter a prova de que a instância é impossível; resolver a instância e nesse caso apresenta a solução; não resolver ultrapassando o tempo limite. No final deve ter a melhor informação obtida considerando todas as execuções, ou seja, apresenta o melhor que obteve para cada instância.

Template para a tabela de resultados:

Instância		1a	1b	...	10b
Algoritmo 1 / configurações 1	Expansões				
	Gerações				
	Resultado				
	Tempo (msec)				
...					
	Melhor resultado				

Em anexo deve apresentar uma solução obtida para cada instância resolvida, cujo resultado não tenha sido impossível.

Critérios de correção (4 valores):

- **Análise do problema** (1 valor): Referência a aspetos importantes do problema no relatório, revelando independentemente de os implementar ou não, que tinha consciência dos mesmos, bem como as opções tomadas na implementação e respetiva justificação. Incluir na análise a ramificação, profundidade máxima e profundidade da solução da árvore de procura, elaborando sobre aspetos de performance dos algoritmos que considerar mais apropriados.
- **Identificação de algoritmos** (1 valor): Identificação clara dos algoritmos que implementou de acordo com a nomenclatura do livro e da UC, juntamente com as configurações utilizadas, ou no caso de utilização de um algoritmo distinto, deve descrevê-lo. A utilização de outro nome para os mesmos algoritmos é possível, desde que indique a qual correspondente. A penalização para a não identificação corresponde a 0,5 valores.
- **Resultados** (2 valores): Este critério é avaliado apenas se existir uma tabela de resultados, valendo cada instância 0,1 valores. Uma instância é considerada resolvida se for obtida uma solução (com a solução apresentada corretamente em anexo) ou prova de que a instância é impossível. Tem de indicar no resultado o que as suas execuções lhe permitem concluir, sendo penalizado em 0,05 valores as instâncias em que das execuções realizadas não tenham sido deduzidas as conclusões corretas.

O trabalho é individual, mas caso os estudantes pretendam, podem partilhar resultados. A partilha de resultados afasta o problema de uma situação real, em que não existindo referências, não se sabe até onde se consegue chegar, mas pode contribuir para uma maior participação no e-folio, e em nada afeta a avaliação. Os resultados obtidos através da resolução de exemplo, serão conhecidos após o lançamento das notas.