

”

E-fólio B | Instruções para a realização do E-fólio**INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL | 21071 | 2025/2026****Cenário:**

No seguimento do agente de limpeza desenvolvido no e-fólio A, para situações de derrame de petróleo, a equipa ambiental ficou bastante satisfeita com os resultados obtidos. Pretende agora melhorar os resultados com a introdução de uma segunda estação de controlo móvel. No entanto, as duas estações de controlo móvel nunca podem estar em casas adjacentes.

Seguindo o princípio de que alguma competição melhorará os resultados, a equipa ambiental resolveu atribuir o controlo de cada estação a um agente separado, procurando ambos limpar o maior número de manchas de petróleo. No final haverá recompensa no caso de um agente ter limpo mais manchas de petróleo que o outro.

E-fólio B é construído sobre o enunciado do E-fólio A. Os drones são peças de xadrez, as manchas de petróleo são peões pretos. As diferentes capacidades de deslocação dos drones correspondem aos movimentos das peças de xadrez utilizadas no puzzle.

Objetivo do problema

Pretende-se desenvolver um agente de procura adversa, que consiga capturar mais peões pretos que o adversário. O jogo é realizado num tabuleiro de xadrez 8×8 . Cada instância contém:

- peões pretos (alvos a capturar),
- eventualmente peões brancos (obstáculos),
- e duas ou mais peças brancas (dama, torre, bispo, cavalo);
- dois reis (verde e vermelho).

O objetivo é **capturar mais peões pretos** que o adversário.

Ações permitidas

Em cada passo, o agente pode realizar **uma** das seguintes ações:

a) Agente fora de uma peça:

- É representado por um rei da sua cor (verde ou vermelho), letras “A” e “V” respetivamente.
- Pode mover-se para uma casa adjacente à atual (movimento de rei).
- Casas permitidas:
 - uma casa vazia
 - uma casa com uma peça branca (entrando na peça).
- Casas não permitidas:
 - uma casa adjacente ao adversário
 - uma casa contendo um peão (branco ou preto)

b) Agente dentro de uma peça (torre, bispo, cavalo, dama):

- A peça ativa move-se segundo as regras normais de xadrez.
- Só são permitidos movimentos de peças, que resultem na captura de um peão preto.
- Não pode mover-se para uma casa adjacente ao adversário (pode atravessar desde que não terminem nela).
- Pode sair da peça com um movimento de rei válido, para uma casa adjacente. Nesse caso a peça em que o agente estava, é substituída por um peão branco, não podendo mais ser utilizada.

Nota: caso não existam movimentos válidos, o agente efetua o movimento nulo, jogando para a casa onde está. Esta ação passa a vez. Esta ação é apenas válidas se não existir qualquer outro movimento válido.

O jogo termina quando uma das situações se verifica:

- Não há mais peões pretos;
- Foram realizadas 60 ações (ambos os lados);
- Um agente tomou mais de metade dos peões pretos;
- Não há peças no tabuleiro.

O resultado de um jogo terminado:

- Vitória para o agente que tomou mais peões, derrota para o outro
- Empate caso o número de peões tomados seja igual

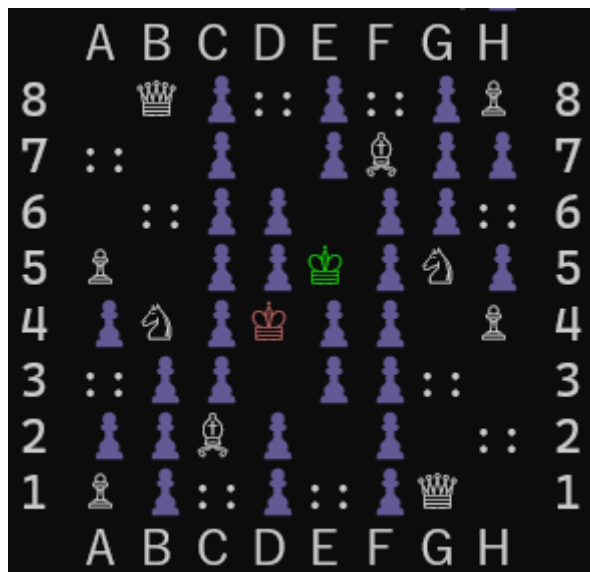
Notação das ações

Cada ação é representada pela **casa de destino** (ex.: "c7"). A solução é uma sequência de casas, separadas por espaços.

Formato das instâncias

O formato é o mesmo que no e-fólio A, com a diferença que o rei é representado pela letra A (rei verde) e letra V (rei vermelho). No entanto vamos utilizar uma só instância neste e-fólio, devendo ser colocada no código. Será considerada a instância 1, e única, e corresponde à seguinte string e tabuleiro:

"Pp p pD ppBp p pp pp pCpVpp PP ppApCp pp pp p pBpp Dp p pP"



Esta é a posição inicial, mas a mesma nunca poderia ocorrer durante o jogo, atendendo a que um rei não pode mover-se para uma casa adjacente do outro. Na primeira jogada os reis vão portanto separar-se, para nunca mais se juntarem.

Jogo de exemplo:

Na posição inicial cada rei tem acesso apenas a uma peça, estando bloqueados pelo outro rei e peões pretos, que não os podem tomar sem estar numa peça. Nas primeiras ações ambos os agentes apressam-se para a peça mais próxima, de modo a poderem começar a tomar peões: **e6 → d3 → f7 → c2**

A posição resultante, ao lado, mostra cada agente já no seu bispo. É a vez do agente verde jogar, tendo hipótese de sair para e6 e f8, ou tomar peões em e8, g8, g6 ou d5.

Movimentos: 56 (, )

	A	B	C	D	E	F	G	H	
8									8
7									7
6									6
5									5
4									4
3									3
2									2
1									1
	A	B	C	D	E	F	G	H	

⌞  — e6 e8 f8 g6 g8 d5

Como a posição inicial tem simetria ao centro, e os movimentos têm sido simétricos, a posição está igual, mas há agora, ao contrário da posição inicial, muitas possibilidades a considerar. Vamos avançar um lance: **d5**

Esta ação quebra a simetria, dado que o agente vermelho não pode fazer a jogada simétrica e4, dado que iria para uma casa adjacente ao agente verde. Notar que o agente verde, por ter tomado um peão, faltam-lhe capturar 15 peões para ganhar o jogo.

Movimentos: 55 (, )

	A	B	C	D	E	F	G	H	
8									8
7									7
6									6
5									5
4									4
3									3
2									2
1									1
	A	B	C	D	E	F	G	H	

⌞  — c1 b3 b1 d1 d3

O jogo continua com: **d1 → e4 → b3 → f5**. Neste momento é o agente vermelho a jogar, e pode, caso pretenda, trocar num só movimento a peça ativa do bispo para o cavalo em b4. Pode continuar a tomar peões com a4, c4 e c2. Pode ainda sair da peça para a3.

Movimentos: 51 (, )

	A	B	C	D	E	F	G	H	
8									8
7									7
6									6
5									5
4									4
3									3
2									2
1									1
	A	B	C	D	E	F	G	H	

⌞  — a4 c4 c2 a3 b4 a2

O jogo continua com: **c4 → g6 → f1 → h5**.

Nesta posição ambos os agentes não pararam de tomar peões após entrarem nos respetivos bispos. O agente vermelho tem agora a oportunidade de entrar na dama com g1, e continuar a tomar peões com maior flexibilidade. No entanto, se o fizer agora, o agente verde pode jogar em f3 e bloqueia f2, levando a que o agente vermelho tenha de abandonar a dama.

Movimentos: 47 (, )

	A	B	C	D	E	F	G	H	
8									8
7									7
6									6
5									5
4									4
3									3
2									2
1									1
	A	B	C	D	E	F	G	H	

⌞  — e2 g1 g2 e1

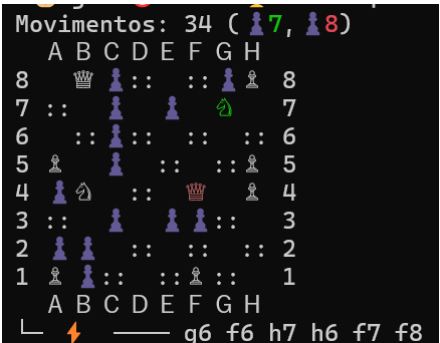
Assim, o jogo continua desta forma: **g2 → g4 → h2 → g5**.

O agente verde entra no cavalo, e assim deixa de existir a possibilidade de bloqueio da dama.

O jogo continua com: **g1 → h7 → f2 → f6 → d2 → e8 → d6 → g7 → f4**.



O cavalo já não pode tomar mais peões, o que leva ao agente verde a ter de abandoná-lo. Ainda existe vantagem em número de peões capturados do agente verde, mas não está perto de nenhuma peça, enquanto que o agente vermelho continua numa peça com alta mobilidade, a capturar peões.



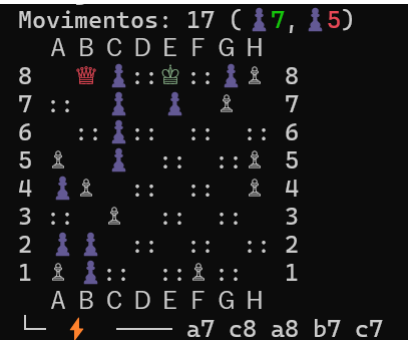
O jogo continua com: **f6 → e3 → e6 → f3 → d7 → c3 → d6**.

O jogo está perdido, mas mesmo assim o agente verde procura limitar o agente vermelho na dama, forçando-o a tomar em b2.



No entanto o jogo termina de forma surpreendente: **b4 → d7 → b5 → d6 → a6 → d7 → b7 → d8 → b8 → e8**.

O agente vermelho, ao sair da dama termina o jogo devido a não existirem mais peças. Ganha atendendo a que tem vantagem no número de peões pretos tomados.



Posições exemplo dos diferentes tipos de fim de jogo:

- Não há mais peões pretos;



Nesta posição todos os peões pretos foram tomados, em igual parte por ambos os agentes. O jogo termina com um empate.

- Foram realizadas 60 ações (ambos os lados);



Nesta posição foram realizados mais que 60 movimentos, restando 0. Assim o jogo termina. A vitória é do agente verde, dado que tomou mais dois peões que o agente vermelho.

- Um agente tomou mais de metade dos peões pretos:



Nesta posição o agente vermelho, mesmo que tome os últimos dois peões, fica ainda assim com menos dois peões pretos que o verde, pelo que o jogo termina com vitória do agente verde.

- Não há peças no tabuleiro.



Nesta posição todas as peças foram utilizadas, pelo que o jogo termina. A vitória é do agente vermelho, dado que tomou mais um peão preto que o agente verde.