**A close-up of a logo

Description automatically generated**

**Stacks  
Trabalho Prático 1**

**Programação Funcional e Lógica**

**Turma 4 - Stacks\_4**

Carlos Manuel da Silva Costa ([up202004151@fe.up.pt](mailto:up202004151@fe.up.pt)) – Contribuição: 50%  
Tomás Henrique Ribeiro Coelho ([up202108861@fe.up.pt](mailto:up202108861@fe.up.pt)) – Contribuição: 50%

3 de novembro de 2023

**Índice**

[Instalação e Execução 3](#_Toc150019968)

[Descrição do Jogo 3](#_Toc150019969)

[Lógica do Jogo 4](#_Toc150019970)

[Representação interna do estado de jogo 4](#_Toc150019971)

[Visualização do estado do jogo: 6](#_Toc150019972)

[Validação de jogadas e Execução 7](#_Toc150019973)

[Lista de jogadas válidas 12](#_Toc150019974)

[Final do Jogo 12](#_Toc150019975)

[Avaliação do tabuleiro 13](#_Toc150019976)

[Jogadas dos computadores 13](#_Toc150019977)

[Conclusões 14](#_Toc150019978)

[Bibliografia 14](#_Toc150019979)

# **Instalação e Execução**

Para ambos os ambientes, Windows ou Linux, primeiramente fazer o download dos ficheiros no zip PFL\_TP1\_T04\_Stacks4 e descompactar. Consultar o ficheiro stacks.pl ou através da linha de comandos ou através do SICSTUS. Após consultar o ficheiro, basta usar o predicado play/0.



# **Descrição do Jogo**

O jogo é jogado num tabuleiro de 5x5, com um total de 25 espaços. Cada jogador recebe 10 peças, que podem ser vermelhas ou pretas. As peças começam empilhadas em grupos de 2 nos respetivos espaços iniciais, adjacentes ao tabuleiro principal. O objetivo do jogo é colocar quatro ou mais das suas peças nos espaços iniciais do adversário ou eliminar seis ou mais das peças do adversário. Além disso, é importante referir que, apesar de ser descrito como um tabuleiro de 5x5, na prática funciona como um tabuleiro de 7x5, uma vez que os espaços iniciais desempenham um papel crucial no jogo.

Este jogo tem bastantes regras que os utilizadores devem cumprir e que foram implementadas, aqui estão as principais:

1 - O primeiro jogador a jogar é sempre o jogador que tem as peças Pretas.

3 - Na vez de um jogador, ele tem a opção de jogar com uma stack de 1, 2, 3 peças e fazer, respetivamente, 3, 2, 1 movimentos. Ou então pode também mexer duas peças individuais, mas apenas 2 espaços cada.

4 - As stacks podem ir até 4 peças, sendo que stacks de 4 não podem ser movidas como uma inteira.

5 - Um movimento pode ser feito para qualquer direção vertical, horizontal ou diagonal, bem como qualquer combinação destas direções.

6 - Novas stacks podem ser criadas ao mexer uma stack para um quadrado onde já exista uma stack pertencente ao jogador (dar stack).

7 - Novas stacks também podem ser criadas ao mexer peças de uma stack existente e não mexer a stack inteira (dar destack).

8 - É possível fazer ataques sozinhos a peças inimigas movendo para a casa da stack inimiga ou então fazer ataques combinados com as outras peças do jogador desde que, antes do último movimento de ataque, a peça que ataca esteja adjacente à peça inimiga, e também adjacente às outras peças com as quais pretende combinar. O resultante destes ataques é a diferença entre o “poder” da peça atacada e da(s) que ataca(m).

9 – O jogo termina quando um dos jogadores tiver eliminado 6 ou mais peças inimigas, ou então quando chegar às home spaces do inimigo com quatro ou mais peças.

A lista completa de regras pode ser encontrada em STACKS\_Rules\_of\_Play.pdf, retirada de [Stacks | Stacks: Rules of Play | File | BoardGameGeek](https://boardgamegeek.com/filepage/237919/stacks-rules-play).

# **Lógica do Jogo**

## **Representação interna do estado de jogo**

O nosso GameState representa o estado atual do jogo. É composto por uma lista de elementos que representam o tabuleiro atual. Em cada ciclo de jogo para além do tabuleiro também é indicado qual é o jogador atual que está a jogar, sendo este RED ou BLACK. Cada elemento da lista que representa o tabuleiro pode ter uma das seguintes opções: empty, black(1), black(2), black(3), black(4), red(1), red(2), red(3), red(4). Empty significa que nenhuma peça se encontra naquele espaço. Black(1) significa que uma stack de apenas 1 peça preta se encontra naquele espaço e assim sucessivamente. Ao dar display para o utilizador, deixamos o espaço em branco para representar um espaço vazio e para os restantes usamos, respetivamente, B1,B2,B3,B4,R1,R2,R3,R4 para representar tanto a cor como o número de peças na stack. As linhas do tabuleiro vão de 1 a 7 e as colunas de “a” a “e” para tornar o input mais user-friendly. Exemplos:

***Estado inicial:***

A black text on a white background

Description automatically generated

A white sheet with black text and black letters

Description automatically generated

***Estado intermediário:***

A white background with black text

Description automatically generated

A white sheet with black text and black letters

Description automatically generated

***Estado final:***

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

A white sheet with black text and black letters

Description automatically generated

## **Visualização do estado do jogo:**

Após iniciar o jogo o utilizador é apresentado o seguinte menu, onde é possível escolher que tipo de jogo quer fazer, humano contra humano, humano contra o computador ou então computador contra computador.

A black text on a white background

Description automatically generated

Em qualquer dos casos em que esteja envolvido um computador, imediatamente a seguir é apresentada ao utilizador a possibilidade de escolher a dificuldade do computador, esta que pode ser 1 ou 2, sendo a dificuldade 1 respetiva a um computador que faz moves escolhidos à sorte e a dificuldade 2 respetiva a um compuador que faz moves consoante o nosso algoritmo greedy implementado.

A black text on a white background

Description automatically generated

Em qualquer caso em que haja algum tipo de input por parte do utilizador este é verificado e validado, sendo que, se o input colocado for incorreto, é pedido um novo input.

A black text on a white background

Description automatically generated

Para ser mostrado o tabuleiro ao utilizador, é utilizado o predicado display\_game/1:

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

O display\_columns atribui letras a cada coluna. O display\_rows constrói, de forma recursiva, as linhas do tabuleiro tendo em conta cada peça que consta na lista.

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

## **Validação de jogadas e Execução**

O jogo funciona à base de ciclos sendo que em cada ciclo é indicado o jogador que está a jogar atualmente, é escolhido um movimento válido, o movimento é feito, gerando um novo GameState, o próximo jogador a jogar é trocado e é apresentado o novo tabuleiro. Após tudo isto é inicializado um novo ciclo. A cada novo ciclo é verificado se o jogo terminou de alguma das duas maneiras possíveis.

A screen shot of a computer program

Description automatically generated

No caso do nosso jogo, o utilizador pode tomar dois caminhos distintos quando quer fazer a sua jogada, se quer mover apenas uma stack de 1, 2 ou 3 (até 3, 2, 1 movimentos, respetivamente) ou então se quer mover duas stacks de 1 até 2 movimentos.

A black and white text on a white background

Description automatically generated

O nosso choose\_move trata desta situação:

A computer code with text

Description automatically generated

Para o caso de o jogador querer utilizar a primeira opção:

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

A screenshot of a computer program

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Algumas das regras implementadas (identificadas no código):

1. Validação input
2. Jogador só pode mover uma peça da sua cor
3. Peças que já chegaram ao espaço de uma casa inimiga não podem ser movidas.
4. Validação input
5. Caso a stack que queira mexer tenha um tamanho superior a 1, pode escolher quantas peças dessa stack quer mexer, caso contrário, mexe apenas 1.
6. Validação input
7. O número de peças que quer mexer deve ser igual ou inferior ao tamanho da stack que escolheu.
8. O destino que escolheu deve ser alcançável com o número de movimentos máximos possíveis com a quantidade de peças que o utilizador decidiu mexer.
9. Deve haver pelo menos 1 caminho possível para a peça chegar ao lugar que o utilizador escolheu com o número máximo de movimentos que é permitido. No cálculo destes caminhos são tidas em conta todas as restrições incluindo o facto de, num movimento diagonal, a peça não pode passar por entre duas peças inimigas. Todos os caminhos são guardados numa lista sendo que cada caminho é guardado numa lista de posições (x,y).
10. (Ataque Combinado) Para um ataque, aqui é verificado se, para cada path possível, na penúltima posição da peça antes da posição da peça inimiga, existem peças adjacentes tanto à peça atacante como à peça inimiga. Se sim, é perguntado ao utilizador se quer realizar um ataque combinado. Novamente, se o utilizador decidir usar um ataque combinado, será apresentada de uma maneira user-friendly as diferentes peças com que ele pode combinar e agrupar, sendo que o utilizador pode escolher combinar com apenas uma ou então mais peças, tudo desde que estas estejam todas adjacentes à peça atacante e à peça inimiga. Tudo isto é tido em consideração e é apresentado ao utilizador as diferentes opções possíveis e as conseguintes caso ele queira combinar mais do que uma peça.
11. Recálculo da peça que estava na posição inicial e da peça que vai estar na posição final.
12. Outro aspeto importante é que peças inimigas nos espaços de casa do utilizador não podem ser comidas.

Para o double\_move/4, temos algo semelhante, mas o utilizador só pode mover peças individuais e dois espaços cadas.

Move/3:-  
A screenshot of a computer code

Description automatically generated

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Já no move/3 em si, recebemos no Move a posição da qual a peça parte e a peça que temos que lá colocar bem como a posição destinatária e a peça que temos que lá calcular, tudo calculado previamente. Outra situação que verificamos é quando a diferença entre a peça que atacou e a peça atacada é menor do que o valor da peça atacada, esta não desaparece. Por exemplo, uma stack de 3 ataca uma stack de 2. Como a diferença entre ataques é apenas 1, a stack atacada deve perder apenas uma peça, e as restantes peças (neste caso apenas 1) devem recuar uma casa à escolha do jogador atacante. Quando isto acontece, nós oferecemos ao utilizador as opções possíveis de recuo de uma maneira user-friendly, sendo que a peça não poderá recuar para uma casa com uma peça inimiga nem para um espaço com uma peça da mesma cor se a junção das duas resultasse numa stack com um valor maior do que 4. Quando a peça comida está numa homespace, ao invés de recuar, vai para uma das homespaces ao lado da qual se encontra. Apesar de ser raro acontecer esta situação, é possível a peça a recuar não ter nenhuma posição válida para recuar, pois pode se verificar, por exemplo, todas os 3 espaços de recuo estarem ocupados por uma peça inimiga. Apesar de este caso específico não ser tratado nas regras oficiais do jogo, nós decidimos que quando isto acontece, as restantes peças também são eliminadas. No final do move trocamos o GameState pelo novo GameState.

## **Lista de jogadas válidas**

Este predicado foi usado unicamente para a movimentação dos bots. O validate\_move segue as mesmas regras descritas acima para o choose\_move com a exceção de não haver inputs do utilizador. Para haver jogos distintos no caso dos bots nível 1, usamos o tempo atual do computador para a definição da seed que diz qual é o random\_move a ser escolhido, assim, quando corremos os jogos obtemos sempre um resultado diferente e de uma maneira diferente.

A computer code with black text

Description automatically generated

## **Final do Jogo**

A cada ciclo de jogo são calculadas o número de peças vermelhas e pretas. Se o número de peças pretas for inferior a 4, o jogador da cor Vermelho ganha e o jogo acaba. Se o número de peças vermelhas for inferior a 4, o jogador da cor Preta ganha e o jogo acaba. Outra maneira de ganhar é através da colocação de peças nos espaços de casa do inimigo. Esse cálculo também é feito: se 4 ou mais peças pretas estiverem na fila 1, o jogo termina e o jogador da cor Preta ganha e, do mesmo modo, se 4 ou mais peças vermelhas estiverem na fila 7, o jogo termina e o jogador da cor Vermelha ganha.

A computer screen shot of a code

Description automatically generated

## **Avaliação do tabuleiro**

Esta função é importante para os bots nível 2 onde é usado um algoritmo greedy para calcular qual o melhor move de todos os moves disponíveis para o bot realizar. O move mais valorizado é aquele que permite chegar a uma vitória, seja por chegar com mais de 4 peças à casa inimiga ou por eliminar 6 ou mais peças inimigas. Caso um move vitorioso não exista, é valorizado atacar peças inimigas para as eliminar. Caso não sejam possíveis ataques, é valorizado aproximar peças das casas inimigas. Para isso, existe, para cada cor, um valor associado a cada fila do tabuleiro. Sendo que quanto menor o valor final, melhor é a jogada, quanto mais próxima a fila das casas inimigas, menor valor esta tem.

O valor é calculado multiplicando o número de peças da fila \* o valor da fila. Quanto a moves de ataque, por cada peça comida é subtraído 50 ao valor do move. Quando é um move vitorioso, este é colocado imediatamente o melhor valor.

## **Jogadas dos computadores**

Para o bot nível 1, este escolhe um move à sorte de todos os valid\_moves que tem disponíveis. Algo que também fizemos foi mudar constantemente a seed com a hora do computador em que está a correr para que fosse possível observar o decorrer de diferentes jogos.



A close up of words

Description automatically generated



Para o bot nível 2, através do nosso algoritmo greedy e da avaliação do tabuleiro descrita acima, o bot irá sempre escolher a melhor jogada de acordo com o nosso algoritmo.

A close up of text

Description automatically generated

# **Conclusões**

O jogo Stacks foi realizado com sucesso. Foram consideradas todos os possíveis erros e casos especiais e foram tratados de acordo com as regras oficiais. A maior dificuldade deste projeto foi, sem dúvida, a análise de todas as regras e perceber bem o que o autor do jogo pretendia com as mesmas. A grande quantidade de regras e de acontecimentos possíveis numa única jogada levou a alguns casos especiais em que foi necessária atenção extra e levou também a alguma dificuldade em traduzir o jogo para o utilizador de uma maneira percetível para o mesmo enquanto se usava uma quantidade de inputs reduzida para não tornar o jogo maçador. É realmente um jogo que se demora a aprender e a masterizar devido à enorme quantidade de jogadas possíveis que um utilizador pode fazer num dado momento. O facto de haver algum espaço para interpretação das regras também pode levar a alguma ambiguidade, mas temos a perceção de que foram implementadas da melhor maneira.

# **Bibliografia**

Descrição do jogo: [Stacks | Board Game | BoardGameGeek](https://boardgamegeek.com/boardgame/359328/stacks)

Regras do jogo: [Stacks | Stacks: Rules of Play | File | BoardGameGeek](https://boardgamegeek.com/filepage/237919/stacks-rules-play)