Programando em Java
(Matrizes)

Mestrado Integrado em Engenharia Informática FCT UNL
http://ctp.di.fct.unl.pt/miei/ip/

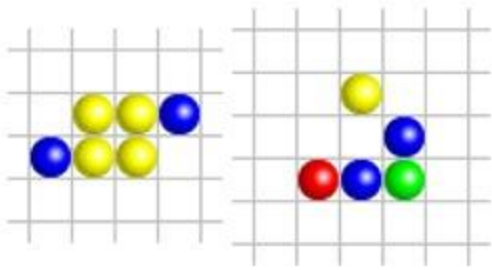
Corpo Docente 2020/2021
António Ravara, Artur Miguel Dias, Bernardo Toninho,
Ema Vieira, Inês Fernandes, Margarida Mamede,
Miguel Monteiro, Rui Nóbrega

Jogo da Vida (adaptado do ToPAS)

O Jogo da Vida não é um jogo tradicional. Não tem jogadores, nem se pode ganhar ou perder. Uma vez colocadas as peças, regras aparentemente simples determinam tudo o que vai acontecer, com comportamentos muito complexos, cheios de surpresas!

Joga-se num tabuleiro rectangular quadriculado. Cada quadrícula (ou célula) pode estar **morta** ou **viva**. Assinalamos uma célula viva com o carácter '**#**' e uma célula morta com o carácter '**.**'. Por exemplo, o tabuleiro inicial poderia ser:

```
. . . . . . . . .
. . . . . . . . .
. . . . # . . . .
. . . # # # . . .
. . . # . # . . .
. . . . # . . . .
. . . . . . . . .
. . . . . . . . .
```



Jogo da Vida

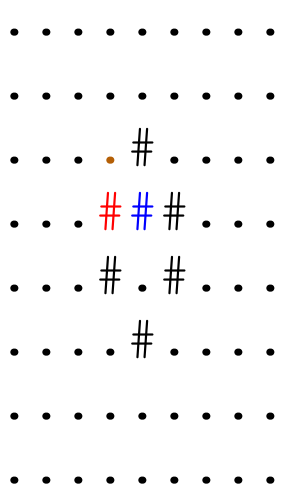
Cada célula tem 8 células vizinhas (excepto as células no limite do tabuleiro), que são as quadrículas adjacentes em todas as direcções (incluindo as diagonais). Dada uma configuração inicial, o tabuleiro vai evoluindo com a aplicação das seguintes regras, que dependem do número de células vizinhas vivas:

- Uma célula morta com exactamente 3 vizinhas vivas nasce, ficando viva no passo seguinte;
- Uma célula viva com 2 ou 3 vizinhas vivas sobrevive, ficando viva no passo seguinte;
- Em todos os outros casos, a célula morre (se estava viva) ou mantém-se morta.

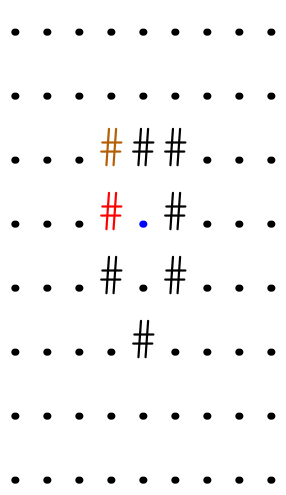
Estas regras são aplicadas ao mesmo tempo a todas as células, isto é, para determinarmos o que acontece num determinado passo temos de verificar o que acontece a cada célula antes de realmente fazermos as mudanças que as regras determinam.

Evolução do Tabuleiro

Tabuleiro inicial



Após 1 passo



Como a primeira posição dos vectores é a 0, quando podemos escolher, é frequente considerar que:

- a primeira linha é a linha 0;
- a primeira coluna é a coluna 0.

Também é frequente numerar:

- as linhas de cima para baixo;
- as colunas da esquerda para a direita.

Célula (2,3) - está morta

Vizinhas vivas: **3**

em (2,4), (3,3) e (3,4)

Logo, nasce (estará **viva**)

Célula (3,3) - está viva

Vizinhas vivas: **3**

em (2,4), (3,4) e (4,3)

Logo, sobrevive (estará **viva**)

Célula (3,4) - está viva

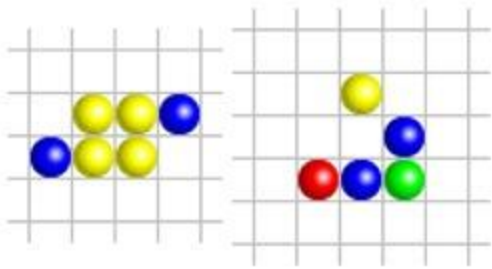
Vizinhas vivas: **5**

em (2,4), (3,3), (3,5), (4,3) e (4,5)

Logo, morre (estará **morta**)

Evolução do Tabuleiro

Tabuleiro inicial	**Após 1 passo**	**Após 2 passos**	**Após 3 passos**
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
. . . . .	. . . . .	. . . # . . .	. . . # . . .
. . . # . . .	. . . ### . . .	. . . # . # . . .	. . ## . ## . .
. . . ### . . .	. . . # . # . . .	. . ## . ## . .	. . ## . ## . .
. . . # . # . . .	. . . # . # . . .	. . . # . # . . .	. . ## . ## . .
. . . . # . . .	. . . . # . . .	. . . . # . . .	. . . . # . . .
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .



Tarefa, Input e Output

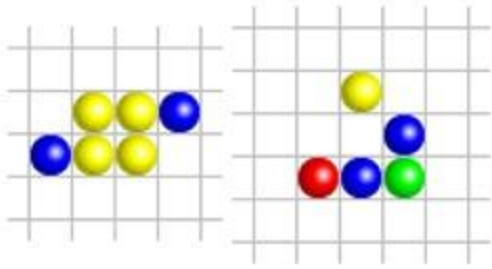
Tarefa: Dada a configuração inicial de um tabuleiro, calcular o estado do tabuleiro após um determinado número de passos.

Forma do Input

L C P	***L*** (nº de linhas) e ***C*** (nº de colunas) são inteiros em [1, 100]
linha_1	***P*** (nº de passos) é um inteiro em [1, 250]
linha_2	
.....	Cada linha é uma sequência com ***C*** caracteres;
linha_L	cada carácter é '#' ou '.'

Forma do Output

linha_1
linha_2
.....
linha_L



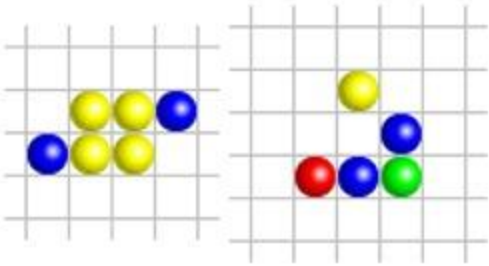
Exemplo

Input

```
8 9 3
.........
.........
....#....
...###...
...#.#...
....#....
.........
.........
```

Output

```
.........
....#....
..##.##..
..##.##..
..##.##..
....#....
.........
.........
```



Classes e Questões de Implementação

Classes

- GameOfLife: responsável pelo estado do tabuleiro
- Main: responsável pela leitura dos dados e pela escrita dos resultados

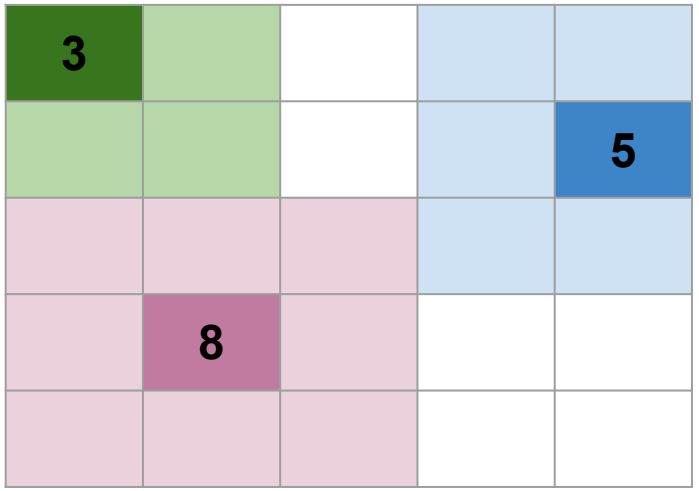
Questões

1. Como guardar o estado do tabuleiro, sabendo que cada célula está viva ou morta e, em cada passo, é necessário contar o número de vizinhas vivas de cada célula?
2. Como é que a classe Main “passa” à classe GameOfLife o tabuleiro inicial?
3. Como é que a classe Main “recebe” da classe GameOfLife o tabuleiro final?

Como Guardar o Tabuleiro?

1. Cada célula está viva ou morta → `boolean[][]`
2. É necessário contar o número de vizinhas vivas de cada célula.

   Quantas células vizinhas tem uma célula? Será possível uniformizar?



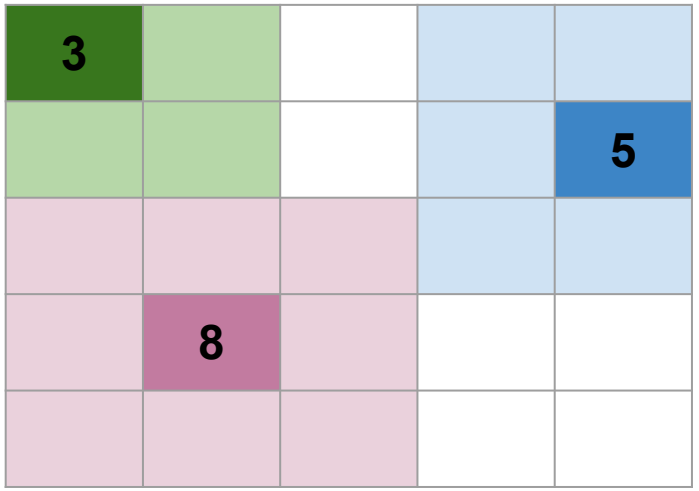
Como Guardar o Tabuleiro?

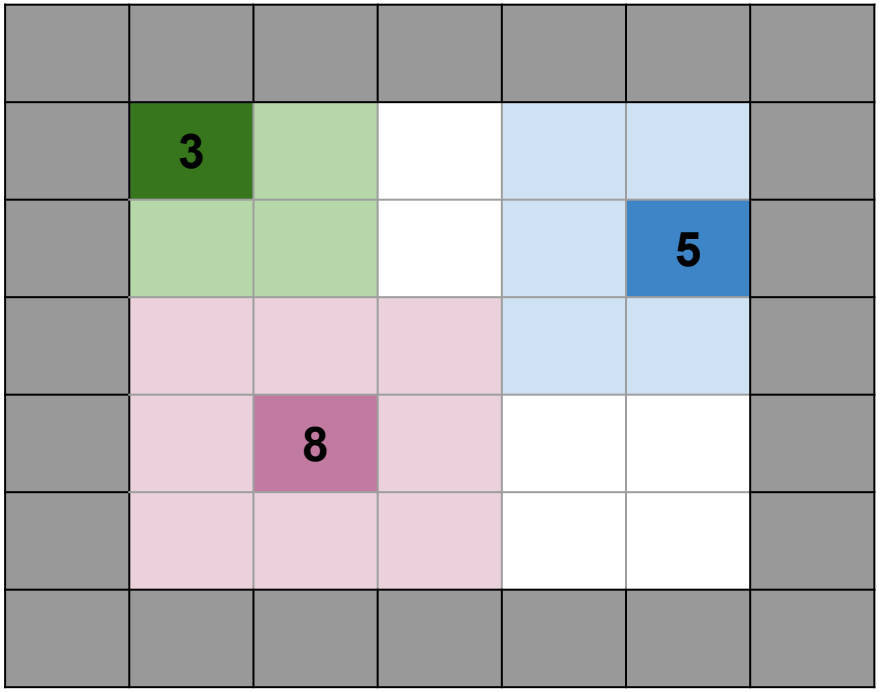
1. Cada célula está viva ou morta → `boolean[][]`
2. É necessário contar o número de vizinhas vivas de cada célula.

   Quantas células vizinhas tem uma célula? Será possível uniformizar?

   As células cinzentas estão mortas e não mudam de estado.

   célula `(i,j)` → célula `(i+1,j+1)`

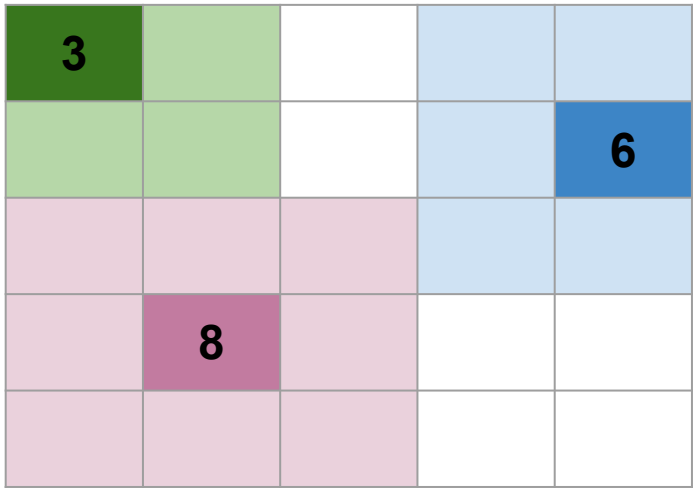




Main e GameOfLife: visões ≠ do tabuleiro

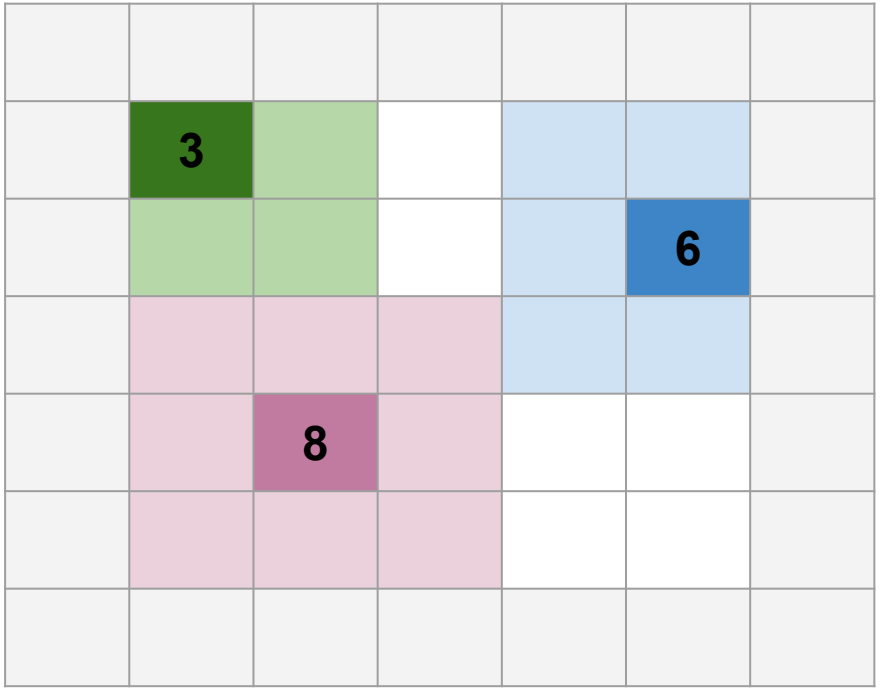
Para a Main:

- o tabuleiro tem ***L*** linhas e ***C*** colunas
- `'#'` e `'.'` são os códigos para célula viva e célula morta



Para a GameOfLife:

- o tabuleiro tem ***L+2*** linhas e ***C+2*** colunas
- `true` e `false` são os códigos para célula viva e célula morta



Tabuleiro Inicial: Main → GameOfLife

Como é que a classe Main "passa" à classe GameOfLife o tabuleiro inicial?

- Depois de ler `L` e `C`, a Main pode criar o jogo: `GameOfLife(L, C)`

```
// Pre: rows > 0 && cols > 0
public GameOfLife( int rows, int cols ) {
    // A matriz de booleanos é criada
    // com rows+2 linhas e cols+2 colunas.
}
```

- O tabuleiro inicial (lido linha a linha) pode ser comunicado célula a célula:

```
// Pre: row >= 0 && row < rows && col >= 0 && col < cols
public void addCell( int row, int col, boolean isAlive ) {
    // Atribui-se o valor de isAlive
    // (true se está viva; false caso contrario)
    // à célula da matriz de booleanos
    // na linha row+1 e coluna col+1.
}
```

Tabuleiro Final: GameOfLife → Main

Como é que a classe Main "recebe" da classe GameOfLife o tabuleiro final?

- O tabuleiro final pode ser construído com `L` linhas e `C` colunas, para satisfazer o pedido, e devolvido:

```
public boolean[][] getState( ) {
    // Cria-se uma nova matriz de booleanos,
    // com L linhas e C colunas,
    // copiam-se as células do "tabuleiro real" e
    // devolve-se a nova matriz.
}
```

Notas:

- Um tabuleiro não é uma sequência de células. Não faria sentido devolver um iterador das células presentes no tabuleiro.
- Devolve-se uma cópia (de uma parte - sem a fronteira) do tabuleiro guardado. Portanto, só a classe GameOfLife pode alterar os seus tabuleiros.

Classe Main

```
public class Main {

    private static final char LIVE_CELL = '#';
    private static final char DEAD_CELL = '.';

    // Lê o input da entrada padrão, efectua as transições e
    // escreve o resultado na saída padrão.
    public static void main( String[] args ) {...}

    // Lê linha a linha o tabuleiro do input (tantas linhas
    // quanto o valor de rows) e passa o estado de cada célula
    // a game.
    // Pre: input != null && rows > 0 && game != null
    private static void readBoard( Scanner input, int rows,
        GameOfLife game ) {...}

    // Escreve o tabuleiro final (com # e .) na saída padrão.
    // Pre: board != null
    private static void writeBoard( boolean[][] board ) {...}
}
```

GameOfLife (sem os métodos privados)

```
public class GameOfLife {

    private boolean[][] state;     // L+2 linhas, C+2 colunas
    private int rows;              // rows guarda L
    private int cols;              // cols guarda C

    // Pre: rows > 0 && cols > 0
    public GameOfLife( int rows, int cols ) {...}

    // Pre: row >= 0 && row < rows && col >= 0 && col < cols
    public void addCell( int row, int col, boolean isAlive )
    {...}

    // devolve o estado do jogo (a matriz), sem a "moldura"
    public boolean[][] getState( ) {...}

    // executa ticks transições de estado
    // Pre: ticks >= 0
    public void evolve( int ticks ) {...}
}
```

Classe GameOfLife (métodos privados)

```
public class GameOfLife {

   ...
   // executa ticks transições de estado
   // Pre: ticks >= 0
   public void evolve( int ticks ) {...}

   // executa uma transição de estado: para cada célula que não
   // está na fronteira, conta o número de vizinhas vivas e
   // muda o estado dessa célula de acordo com as regras
   private void changeState( ) {...}

   // olha para as 3 células acima de (row,col), para a à sua
   // esquerda, para a à sua direita, e para as 3 abaixo,
   // contando as que estão vivas
   // Pre: row > 0 && row <= rows && col > 0 && col <= cols
   private int countAliveNeighbours( int row, int col ) {...}
}
```

Classe GameOfLife

```
public class GameOfLife {

   private boolean[][] state;     // L+2 linhas, C+2 colunas
   private int rows;              // rows guarda L
   private int cols;              // cols guarda C

   // Pre: rows > 0 && cols > 0
   public GameOfLife( int rows, int cols ) {...}

   // Pre: row >= 0 && row < rows && col >= 0 && col < cols
   public void addCell( int row, int col, boolean isAlive ){..}

   public boolean[][] getState( ) {...}

   // Pre: ticks >= 0
   public void evolve( int ticks ) {...}

   private void changeState( ) {...}

   // Pre: row > 0 && row <= rows && col > 0 && col <= cols
   private int countAliveNeighbours( int row, int col ) {...}
}
```