

# Leitura e escrita de dados Ficheiros

UA.DETI.POO

# Operações de entrada/saída (I/O)

## Entrada

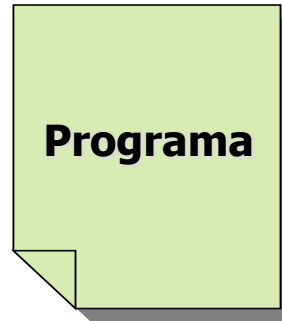
teclado



*leitura*



**Programa**



*escrita*



## Saída

monitor



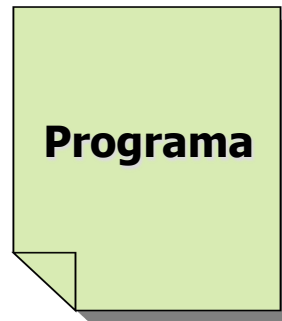
ficheiro



*leitura*



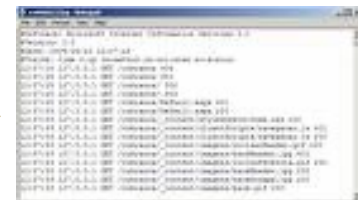
**Programa**



*escrita*



ficheiro



# Introdução

---

- ❖ Sem capacidade de interagir com o "resto do mundo", o nosso programa torna-se inútil
  - Esta interação designa-se "input/output" (I/O)
- ❖ Problema → Complexidade
  - Diferentes e complexos dispositivos de I/O (ficheiros, consolas, canais de comunicação, ...)
  - Diferentes formatos de acesso (sequencial, aleatório, binário, caracteres, linha, palavras, ...)
- ❖ Necessidade → Abstração
  - Libertar o programador da necessidade de lidar com as especificidade e complexidade de cada I/O

# Java IO e NIO

---

❖ A linguagem java disponibiliza dois packages para permitir operações de entrada/saída de dados

## ❖ Java IO

- Stream oriented
- Blocking IO

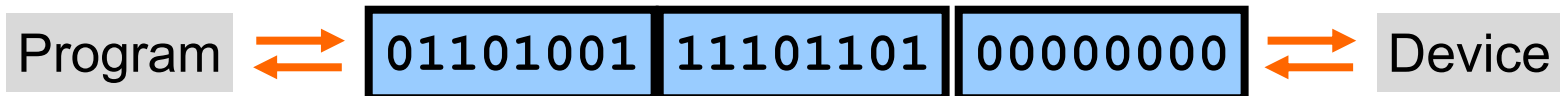
## ❖ Java NIO (new IO)

- Buffer oriented
- Non blocking IO
- Channels
- Selectors

# java.io – Tipos de dados

## ❖ Byte

- binários (machine-formatted)
- dados transferidos sem serem alterados de forma alguma
- não são interpretados
- não são feitos juízos sobre o seu valor



## ❖ Character

- Os dados estão na forma de caracteres (human-readable data)
- interpretados e transformados de acordo com formatos de representação de texto



# Ficheiros – Classes principais

---

## ❖ Java IO

- File
- Scanner
  
- FileReader
- FileWriter
  
- RandomAccessFile

## ❖ Java NIO

- Path
- Paths
- Files
  
- SeekableByteChannel

# java.io.File

---

- ❖ A classe *File* representa quer um nome de um ficheiro quer o conjunto de ficheiros num diretório
- ❖ Fornece informações e operações úteis sobre ficheiros e diretórios
  - `canRead`, `canWrite`, `exists`, `getName`, `isDirectory`, `isFile`, `listFiles`, `mkdir`, ...
- ❖ Exemplos:

```
File file1 = new File("io.txt");
File file2 = new File("C:/tmp/", "io.txt");
File file3 = new File("P00/Slides");

if (!file1.exists()) { /* do something */ }
if (!file3.isDirectory()) { /* do something */ }
```

# Exemplo – Listar um Diretório

---

```
import java.io.*;

public class DirList {
    public static void main(String[] args) {
        File directorio = new File("src/");
        File[] arquivos = directorio.listFiles();
        for (File f : arquivos) {
            System.out.println(f.getAbsolutePath());
        }
    }
}
```

Com *java.nio*

Path dir = ...

```
try (DirectoryStream<Path> stream = Files.newDirectoryStream(dir)) {
    for (Path entry: stream) { ... }
}
```



# java.util.Scanner

---

- ❖ Classe que facilita a leitura de tipos primitivos e de Strings a partir de uma fonte de entrada.

- Ler do teclado

```
Scanner sc1 = new Scanner(System.in);  
int i = sc1.nextInt();
```

- Ler de uma string

```
Scanner sc2 = new Scanner("really long\nString\n\t\tthat I want to pick  
apart\n");  
while (sc2.hasNextLine())  
    System.out.println(sc2.nextLine());
```

- Ler de um ficheiro

```
Scanner input = new Scanner(new File("words.txt"));  
while (input.hasNextLine())  
    System.out.println(input.nextLine());
```

# Leitura de ficheiros de texto

---

## ❖ Exemplo 1: sem tratamento de exceções

```
public class TestReadFile
{
    public static void main(String[] args) throws FileNotFoundException
    {
        Scanner input = new Scanner(new File("words.txt"));
        while (input.hasNextLine())
            System.out.println(input.nextLine());
    }
}
```

## ❖ O ficheiro "words.txt" deve estar:

- Na pasta local, se o programa for executado através de linha de comando
- Na pasta do projeto, caso seja executado a partir do IDE

# Leitura de ficheiros de texto

## ❖ Exemplo 2: try .. catch

```
public static void main(String[] args) {  
    try {  
        Scanner input = new Scanner(new File("words.txt"));  
        while (input.hasNextLine())  
            System.out.println(input.nextLine());  
        input.close();  
    } catch (FileNotFoundException e) {  
        System.out.println("Ficheiro não existente!");  
    }  
}
```

– OU

```
public static void main(String[] args) {  
    Scanner input = null;  
    try {  
        input = new Scanner(new File("words.txt"));  
        while (input.hasNextLine())  
            System.out.println(input.nextLine());  
    } catch (FileNotFoundException e) {  
        System.out.println("Ficheiro não existente!");  
    } finally {  
        if (input != null) input.close();  
    }  
}
```

# Leitura de ficheiros de texto

---

## ❖ Exemplo 3: try-with-resources

- O código que declara e cria recursos é colocado na entrada try().
- Recursos são objetos que implementam AutoCloseable e que têm de ser fechados depois de usados.

```
public static void main(String[] args) {  
    try ( Scanner input = new Scanner(new File("words.txt"))) {  
        while (input.hasNextLine())  
            System.out.println(input.nextLine());  
    } catch (FileNotFoundException e) {  
        System.out.println("Ficheiro não existente!");  
    }  
}
```

# java.nio – Leitura de ficheiros de texto

---

❖ Podemos usar métodos estáticos das classes **Files** e **Paths** do package `java.nio.file`.

❖ Exemplo 4:

```
public class ReadFileIntoList {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        List<String> lines = Files.readAllLines(Paths.get("words.txt"));
        for (String ln : lines)
            System.out.println(ln);
    }
}
```

# Escrita de ficheiros de texto

---

## ❖ classe java.io.PrintWriter

- Permite-nos usar os métodos println e printf para escrever em ficheiros de texto.
- Formata os valores de tipos primitivos em texto, tal como quando impressos no écran.

```
public class FileWritingDemo {  
    public static void main(String[] args) throws IOException {  
        PrintWriter out = new PrintWriter(new File("file1.txt"));  
        out.println("Fim de semana na praia");  
        out.printf("Viagem: %d\nHotel: %d\n", 345, 1000);  
        out.close();  
    }  
}
```

# Escrita de ficheiros de texto – append

---

- ❖ Podemos acrescentar (append) mais informação a um ficheiro existente

```
public class FileWritingDemo {  
    public static void main(String[] args) throws IOException {  
        FileWriter fileWriter = new FileWriter("file1.txt", true);  
        PrintWriter printWriter = new PrintWriter(fileWriter);  
        printWriter.append("a acrescentar mais umas notas...\n");  
        printWriter.close();  
    }  
}
```

# Exercícios

---

- ❖ Escreva um programa que peça ao utilizador o nome de um ficheiro e que, em seguida, escreva nesse ficheiro todos os números primos de 1 a 1000.
- ❖ Em seguida, escreva um programa que leia o ficheiro criado e que apresente a soma e a média de todos os números.
- ❖ Escreva um programa que repetidamente peça ao utilizador o nome de um ficheiro de texto, até que um que exista. Em seguida, imprima o seu conteúdo em maiúsculas.



# Ficheiros de texto

## – Conteúdo ASCII

```
% cat test.txt
```

```
Isto é um ficheiro de texto.  
Segunda linha do ficheiro...
```

test.txt

```
Isto é um ficheiro de texto.  
Segunda linha do ficheiro...
```

## – Conteúdo hexadecimal + ASCII

```
% hexdump -C test.txt
```

```
00000000  49 73 74 6f 20 c3 a9 20 75 6d 20 66 69 63 68 65 |Isto .. um fichel  
00000010  69 72 6f 20 64 65 20 74 65 78 74 6f 2e 0a 53 65 |iro de texto..Sel  
00000020  67 75 6e 64 61 20 6c 69 6e 68 61 20 64 6f 20 66 |gunda linha do fl  
00000030  69 63 68 65 69 72 6f 2e 2e 2e 0a                |icheiro....l  
0000003b
```

## – Tudo o que escrevemos é texto

```
% echo 12345678 >> test.txt
```

```
% cat test.txt
```

```
Isto é um ficheiro de texto.  
Segunda linha do ficheiro...  
12345678
```



# File extensions

---

- ❖ Geralmente, podemos dizer se um arquivo é binário ou texto com base em sua extensão.
  - por convenção, a extensão reflete o formato do ficheiro.
- ❖ Extensões associadas a formato binário:
  - Imagens: [jpg](#), [png](#), [gif](#), [bmp](#), [tiff](#), [psd](#), ...
  - Vídeos: [mp4](#), [mkv](#), [avi](#), [mov](#), [mpg](#), [vob](#), ...
  - Documentos: [pdf](#), [doc](#), [xls](#), [ppt](#), [docx](#), [odt](#), ...
  - Executáveis: [exe](#), [dll](#), [so](#), [class](#), ...
- ❖ Extensões associadas a formato texto:
  - Web standards: [html](#), [xml](#), [css](#), [svg](#), [json](#), ...
  - Programas: [c](#), [cpp](#), [h](#), [cs](#), [js](#), [py](#), [java](#), [rb](#), [pl](#), [php](#), [sh](#), ...
  - Documentos: [txt](#), [tex](#), [markdown](#), [asciidoc](#), [rtf](#), [ps](#), ...
  - Tabelas: [csv](#), [tsv](#), ...

# Ficheiro binários

---

## ❖ java.io.RandomAccessFile

- Vê um ficheiro como uma sequência de bytes
- Possui um ponteiro (seek) para ler ou escrever em qualquer ponto do ficheiro
- Genericamente, inclui operações seek, read, write

## ❖ Podemos apenas ler ou escrever tipos primitivos

`writeByte()`, `writeInt()`, `writeBoolean()`  
`writeChars(String s)`, `writeUTF(String str)`, `String`  
`readLine()`

Com *java.nio* existem outras classes / métodos  
`FileChannel..`

# Ficheiro binários – exemplo 1

```
public class DemoRandomAccess {  
  
    public static void main(String[] args) throws IOException {  
        String file = "data/someFile.dat";  
        writeExample(file);  
        readExample(file);  
    }  
  
    private static void writeExample(String file) throws IOException {  
        RandomAccessFile rf = new RandomAccessFile(file, "rw");  
        rf.writeInt(1234000);  
        rf.writeUTF("algum texto");  
        rf.writeDouble(875.65);  
        rf.close();  
    }  
  
    private static void readExample(String file) throws IOException {  
        RandomAccessFile rf = new RandomAccessFile(file, "r");  
        System.out.println(rf.readInt());  
        System.out.println(rf.readUTF());  
        System.out.println(rf.readDouble());  
        rf.close();  
    }  
}
```

```
% cat someFile.dat  
?P  
algum texto@?]33333
```

Resultado no terminal:

```
1234000  
algum texto  
875.65
```

# Ficheiro binários – exemplo 2

```
public class DemoRandomAccess2 {  
  
    public static void main(String[] args) throws IOException {  
        String file = "data/someFile.dat";  
  
        RandomAccessFile rf = new RandomAccessFile(file, "r");  
        rf.seek(4);  
        System.out.println(rf.readUTF());  
        rf.seek(0);  
        System.out.println(rf.readInt());  
        rf.close();  
    }  
}
```

```
1234000  
algum texto  
875.65
```

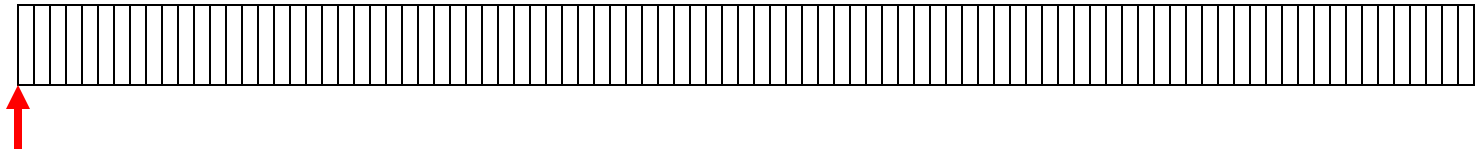
Resultado no terminal:

```
algum texto  
1234000
```

# Ficheiro binários – exemplo 3

---

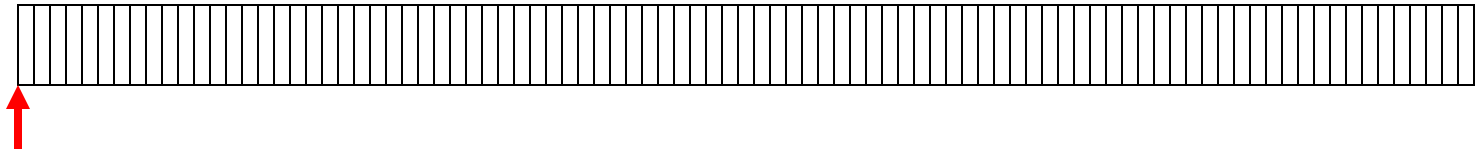
- ❖ Assumindo a seguinte organização do ficheiro




```
// In the file "mydata", copy bytes 10-19 to 0-9.  
RandomAccessFile file = new RandomAccessFile("mydata", "rw");  
byte[] buf = new byte[10];  
file.seek(10); file.read(buf);  
file.seek(0); file.write(buf);  
file.close();
```

# Ficheiro binários – exemplo

- ❖ Reservar um buffer de 10 bytes



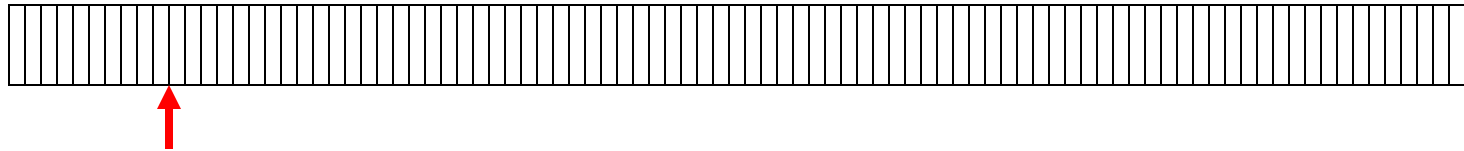
 **buf:** 10 bytes in memory


```
// In the file "mydata", copy bytes 10-19 to 0-9.  
RandomAccessFile file = new RandomAccessFile("mydata", "rw");  
byte[] buf = new byte[10];  
file.seek(10); file.read(buf);  
file.seek(0); file.write(buf);  
file.close();
```



# Ficheiro binários – exemplo

## ❖ Mudar a ponteiro

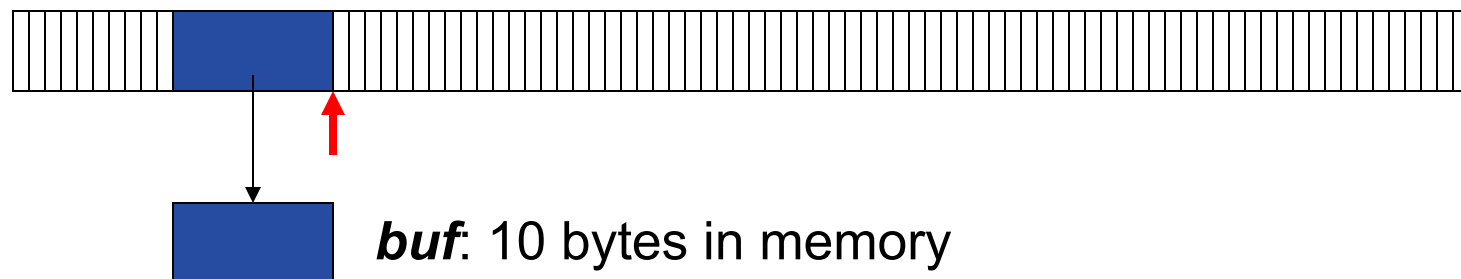


 **buf:** 10 bytes in memory

```
// In the file "mydata", copy bytes 10-19 to 0-9.  
RandomAccessFile file = new RandomAccessFile("mydata", "rw");  
byte[] buf = new byte[10];  
file.seek(10); file.read(buf);  
file.seek(0); file.write(buf);  
file.close();
```

# Ficheiro binários – exemplo

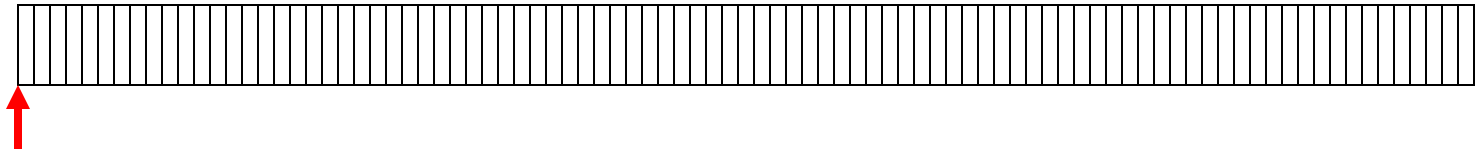
## ❖ Ler para memória




```
// In the file "mydata", copy bytes 10-19 to 0-9.  
RandomAccessFile file = new RandomAccessFile("mydata", "rw");  
byte[] buf = new byte[10];  
file.seek(10); file.read(buf);  
file.seek(0); file.write(buf);  
file.close();
```

# Ficheiro binários – exemplo

## ❖ Mudar o ponteiro

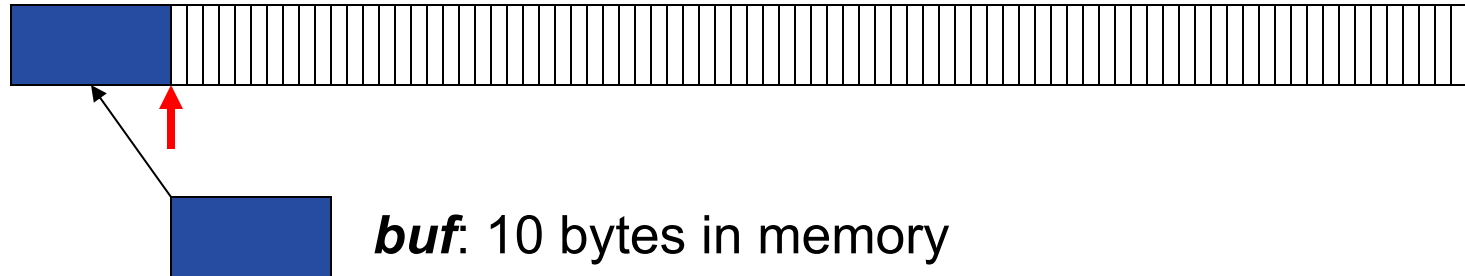


 **buf:** 10 bytes in memory

```
// In the file "mydata", copy bytes 10-19 to 0-9.  
RandomAccessFile file = new RandomAccessFile("mydata", "rw");  
byte[] buf = new byte[10];  
file.seek(10); file.read(buf);  
file.seek(0); file.write(buf);  
file.close();
```

# Ficheiro binários – exemplo

## ❖ Escrever para o ficheiro

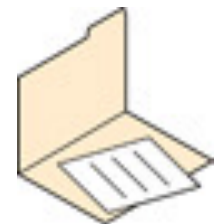


```
// In the file "mydata", copy bytes 10-19 to 0-9.  
RandomAccessFile file = new RandomAccessFile("mydata", "rw");  
byte[] buf = new byte[10];  
file.seek(10); file.read(buf);  
file.seek(0); file.write(buf);  
file.close();
```

# Java NIO (Java 7+)

---

- ❖ Mudanças significativas nas classes principais
- ❖ Classe **java.nio.file.Files**
  - Só métodos estáticos para manipular ficheiros, diretórios,...
- ❖ Classe **java.nio.file.Paths**
  - Só métodos estáticos para retornar um Path através da conversão de uma string ou Uniform Resource Identifier (URI)
- ❖ Interface **java.nio.file.Path**
  - Utilizada para representar a localização de um ficheiro ou sistema de ficheiros.
- ❖ Utilização comum:
  - Usar Paths para obter um Path.
  - Usar Files para realizar operações.



# java.nio.file.Paths

---

- ❖ Classe auxiliar com 2 métodos estáticos
- ❖ Permite converter strings ou um URI num Path

`static Path get(String first, String... more)`

- *Converts a path string, or a sequence of strings that when joined form a path string, to a Path.*

`static Path get(URI uri)`

- *Converts the given URI to a Path object.*

# java.nio.file.Path

---

## ❖ Criar

```
Path p1 = Paths.get("/tmp/foo");
```

```
Path p11 = FileSystems.getDefault().getPath("/tmp/foo"); // <=> p1
```

```
Path p2 = Paths.get(args[0]);
```

```
Path p3 = Paths.get(URI.create("file:///Users/joe/FileTest.java"));
```

## ❖ Criar no home directory logs/foo.log (ou logs\foo.log)

```
Path p5 = Paths.get(System.getProperty("user.home"), "logs", "foo.log");
```

# java.nio.file.Path

---

## ❖ Alguns métodos:

```
Path path = Paths.get("/home/data/someFile.dat");
```

```
System.out.format("toString: %s\n", path.toString());  
System.out.format("getFileName: %s\n", path.getFileName());  
System.out.format("getName(0): %s\n", path.getName(0));  
System.out.format("getNameCount: %d\n", path.getNameCount());  
System.out.format("subpath(0,2): %s\n", path.subpath(0,2));  
System.out.format("getParent: %s\n", path.getParent());  
System.out.format("getRoot: %s\n", path.getRoot());
```

```
toString: /home/data/someFile.dat  
getFileName: someFile.dat  
getName(0): home  
getNameCount: 3  
subpath(0,2): home/data  
getParent: /home/data  
getRoot: /
```



# java.nio.file.Files

---

## ❖ Só contém métodos estáticos

- copy, create, delete, ..
- isDirectory, isReadable, isWritable, ..

## ❖ Exemplos:

- Reads all the bytes from a file.

```
static byte[] readAllBytes(Path path)
```

- Read all lines from a file.

```
static List<String> readAllLines(Path path, Charset cs)
```

## ❖ Ler um ficheiro de texto

```
Path path = Paths.get("data/test.txt");  
List<String> content = Files.readAllLines(path);  
for (String s: content)  
    System.out.println(s);
```

# java.nio.file.Files

---

## ❖ Cópia de ficheiros

```
Path src = Paths.get("/home/fred/readme.txt");  
Path dst = Paths.get("/home/fred/copy_readme.txt");  
  
Files.copy(src, dst,  
           StandardCopyOption.COPY_ATTRIBUTES,  
           StandardCopyOption.REPLACE_EXISTING);
```

## ❖ Move - suporta atomic move

```
Path src = Paths.get("/home/fred/readme.txt");  
Path dst = Paths.get("/home/fred/readme.1st");  
  
Files.move(src, dst, StandardCopyOption.ATOMIC_MOVE);
```

# java.nio.file.Files

---

## ❖ delete(Path)

```
try {
    Files.delete(path);
} catch (NoSuchFileException x) {
    System.err.format("%s: no such" + " file or directory%n", path);
} catch (DirectoryNotEmptyException x) {
    System.err.format("%s not empty%n", path);
} catch (IOException x) {
    // File permission problems are caught here.
    System.err.println(x);
}
```

## ❖ deleteIfExists(Path)

- Retorna false se não existir

# Sumário

---

- ❖ java.io e java.nio
- ❖ Representar ficheiros e directórios com **File**
- ❖ Ler ficheiros de texto com **Scanner**
- ❖ Escrever ficheiros de texto com **PrintWriter**
- ❖ Ler e escrever ficheiros binários com **RandomAccessFile**
- ❖ Muitas outras classes existem para manipular I/O
  - <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/io/>