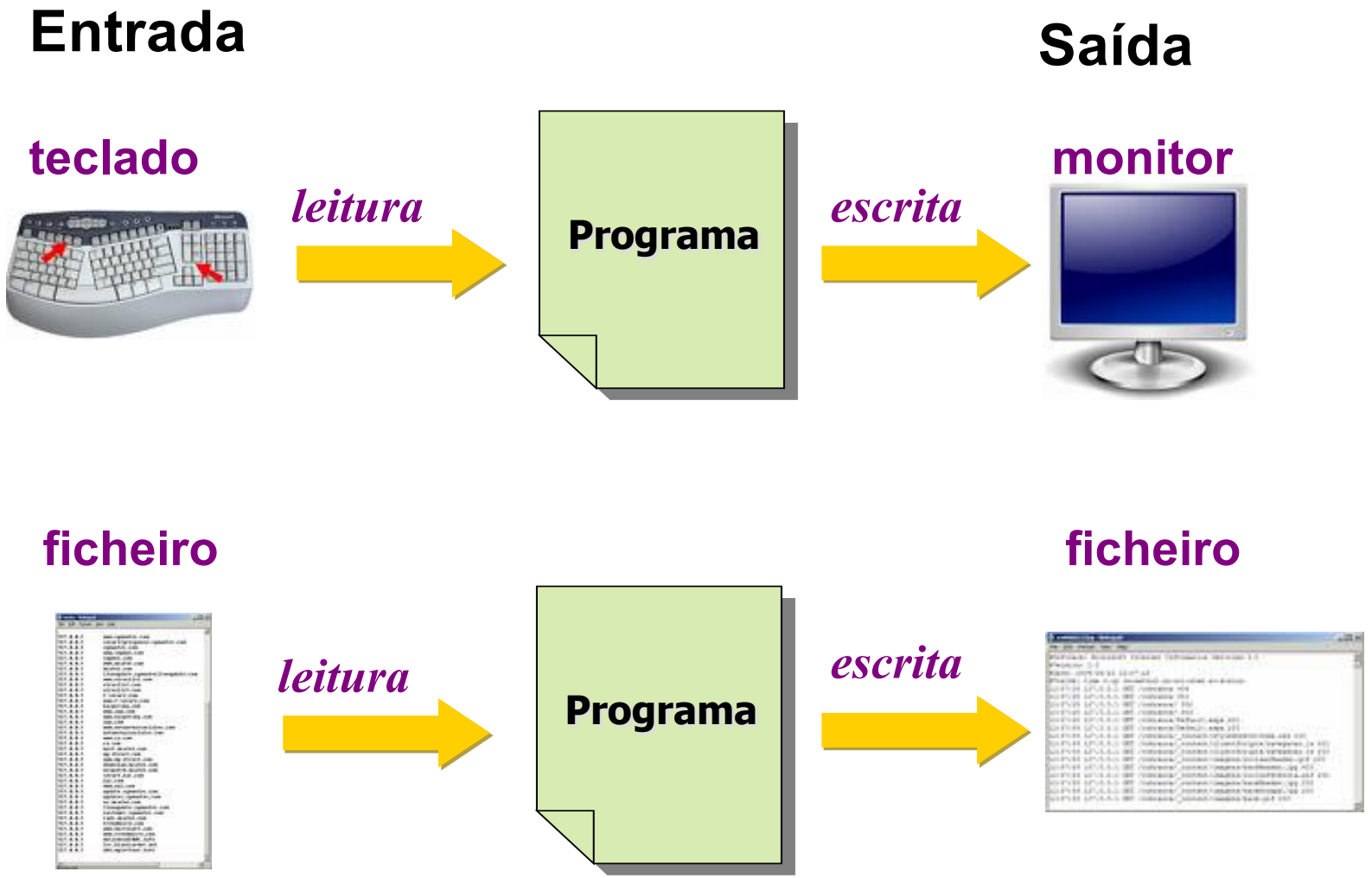
Leitura e escrita de dados
Ficheiros

UA.DETI.POO

Operações de entrada/saída (I/O)



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

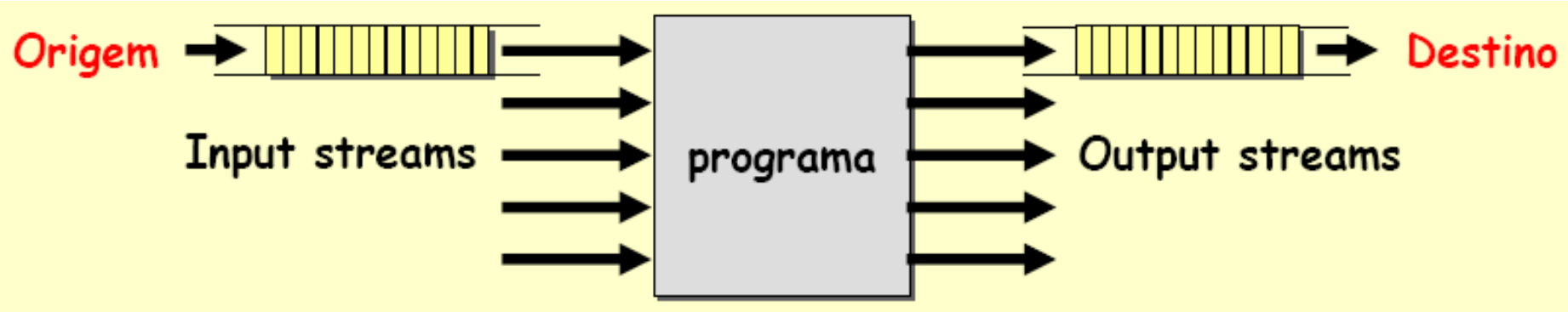
- **Java IO**
  - Stream oriented
  - Blocking IO

Vamos discutir essencialmente java.io

- **Java NIO** (new IO)
  - Buffer oriented
  - Non blocking IO
  - Channels
  - Selectors

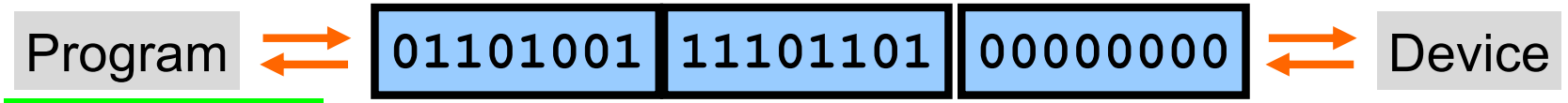
java.io – Stream oriented

- O programa pode ler de um *stream* de entrada e escrever num *stream* de saída.
- Cada stream tem um sentido único

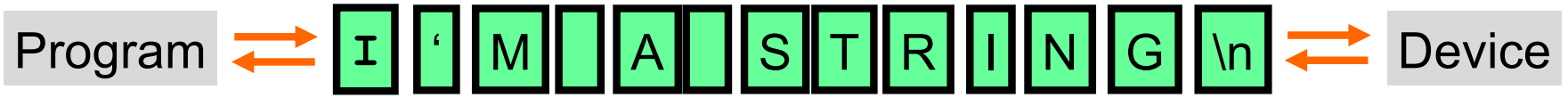


java.io – Tipos de Streams

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



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



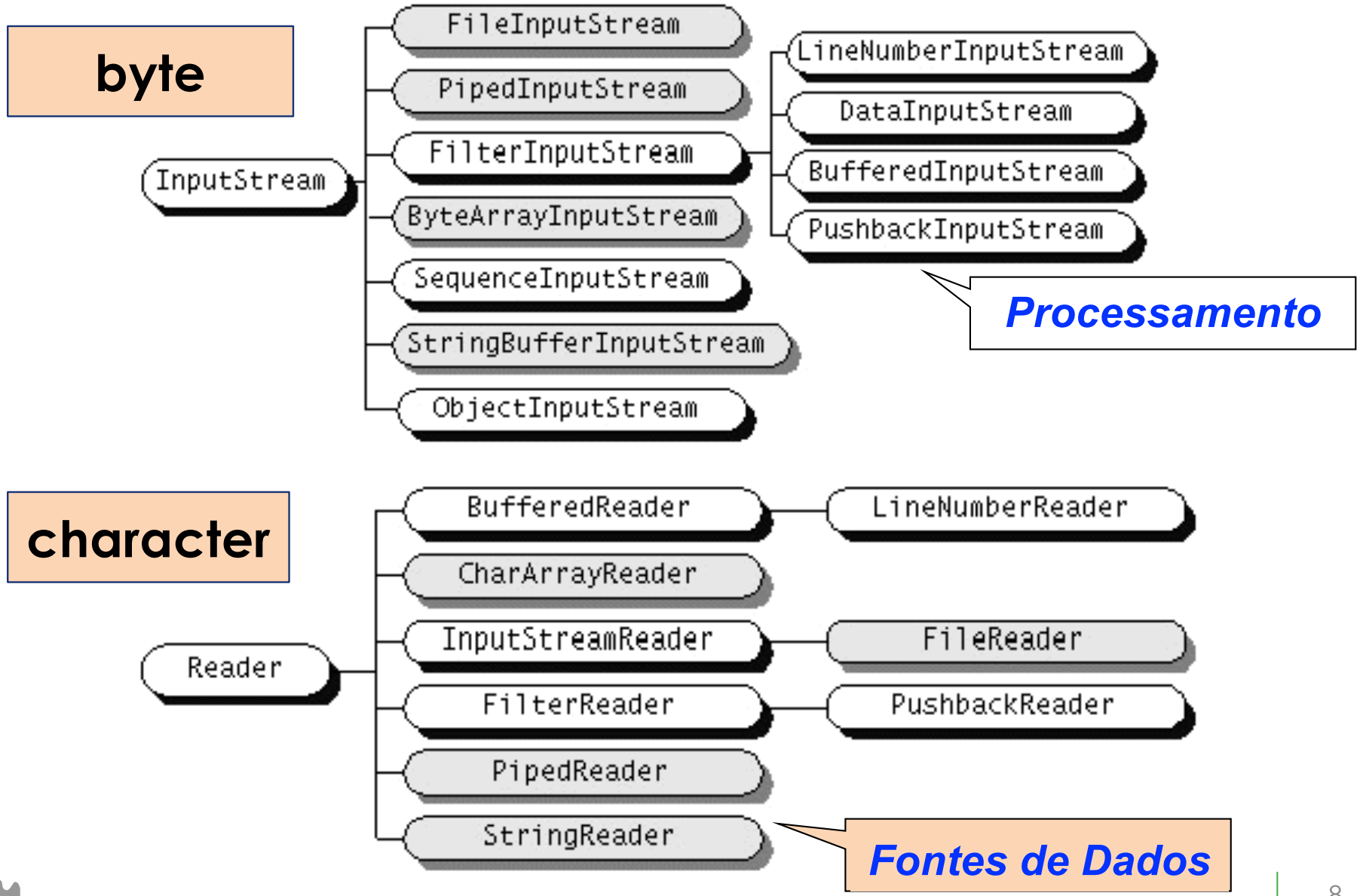
java.io – Streams

- Temos 4 classes abstratas para lidar com I/O:
  - InputStream: byte-input
  - OutputStream: byte-output
  - Reader: text-input
  - Writer: text-output
- Todas as classes de I/O são derivadas destas
  - Entrada de dados

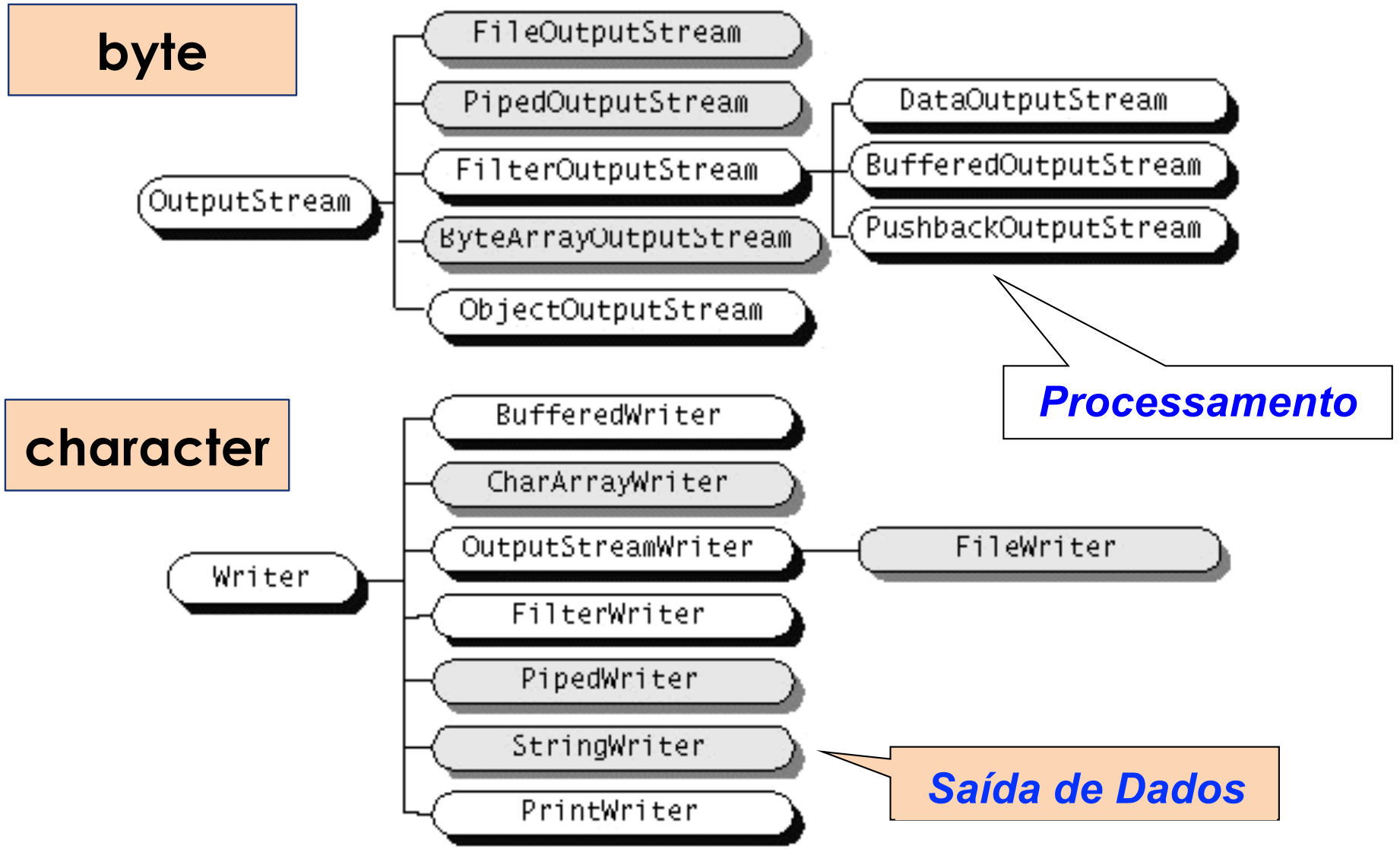
    ```
    InputStream (byte)
    Reader (char)
    ```
  - Saída de dados

    ```
    OutputStream (byte)
    Writer (char)
    ```
- Estas classes estão incluídas no package **java.io**

Streams de Entrada



Streams de Saída



InputStream/Reader

- Reader e InputStream têm interfaces semelhantes mas tipos de dados diferentes

- Reader

```
int read()
int read(char cbuf[])
int read(char cbuf[], int offset, int length)
```

- InputStream

```
int read()
int read(byte cbuf[])
int read(byte cbuf[], int offset, int length)
```

OutputStream/Writer

- Writer e OutputStream têm interfaces semelhantes mas tipos de dados diferentes

- Writer

```
int write()
int write(char cbuf[])
int write(char cbuf[], int offset, int length)
```

- OutputStream

```
int write()
int write(byte cbuf[])
int write(byte cbuf[], int offset, int length)
```

Standard I/O

- System.in é do tipo InputStream

```
byte[] b = new byte[10];
InputStream stdin = System.in;
stdin.read(b);
```

- System.out é do tipo PrintStream (sub-tipo de OutputStream)

```
OutputStream stdout = System.out;
stdout.write(104);  // ASCII 'h'
stdout.flush();
```

Field Summary	java.lang.System
static PrintStream	**err** The "standard" error output stream.
static InputStream	**in** The "standard" input stream.
static PrintStream	**out** The "standard" output stream.

Ficheiros – Classes principais

- **Java IO**
  - File
  - Scanner
  - FileReader
  - FileWriter
  - RandomAccessFile
- **Java NIO**
  - Path
  - Paths
  - Files
  - SeekableByteChannel

As classes anteriores permitem operações de "baixo nível" sobre streams de dados. Vamos discutir apenas algumas interfaces/classes que permitem operações de "alto nível"

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, mdir, ...
- Exemplos:

```
File file1 = new File("io.txt");
File file2 = new File("C:/tmp/", "io.txt");
File file3 = new File("POO/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 um stream 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 commando*
  - *Na pasta do projeto, caso seja executado no Eclipse*

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!");
    }
}
```

- Exemplo 3: try-with-resources
  - O código que pode gerar exceções é colocado na entrada try()

```
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 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.

Ficheiro binários

- java.io.RandomAccessFile
  - Vê uma file 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..`

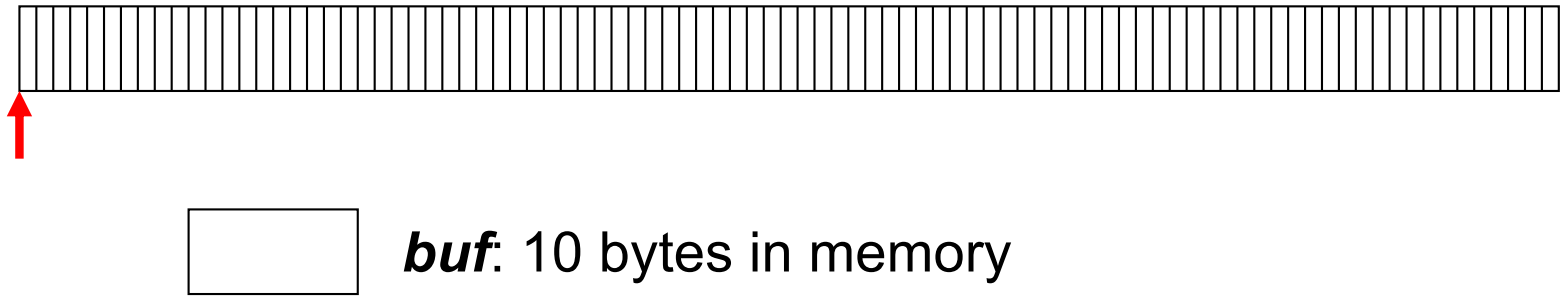
Ficheiro binários – exemplo

- 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

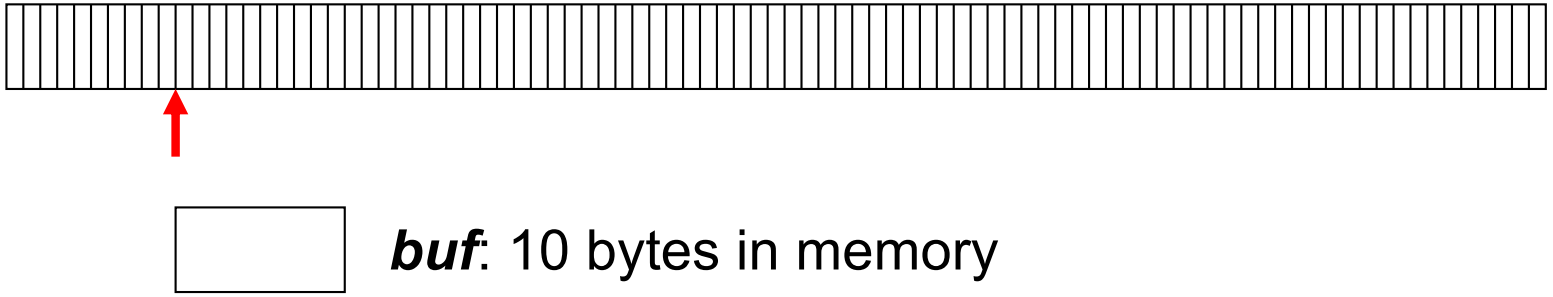
- Reservar um buffer de 10 bytes




```
// 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

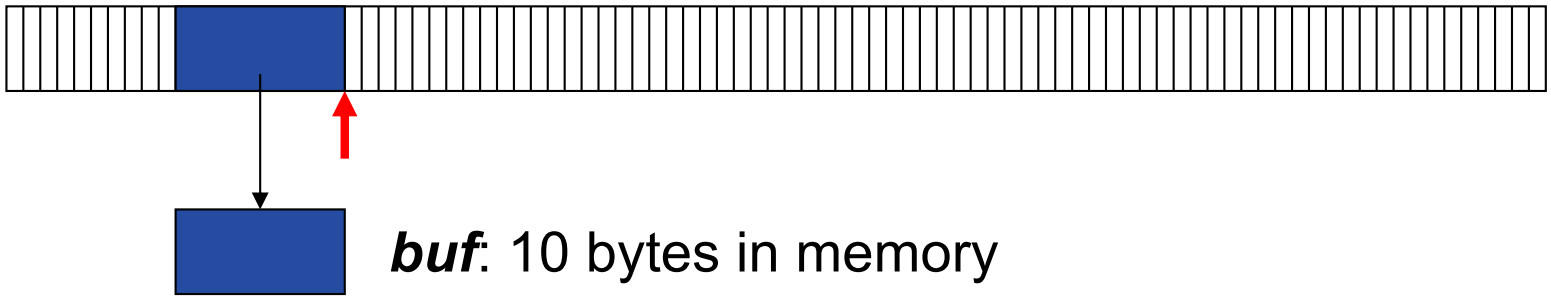
- Mudar a ponteiro




```
// 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

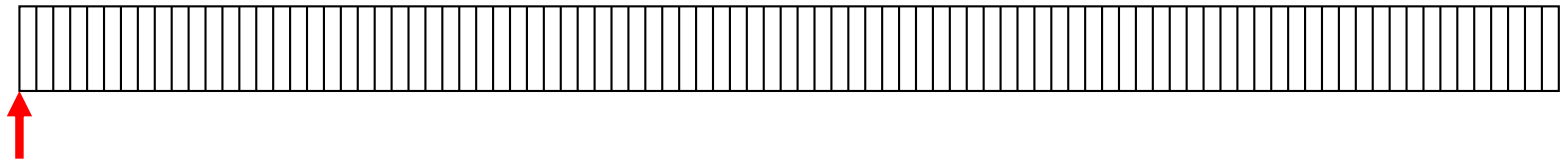
- Ler para memória




```
// 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

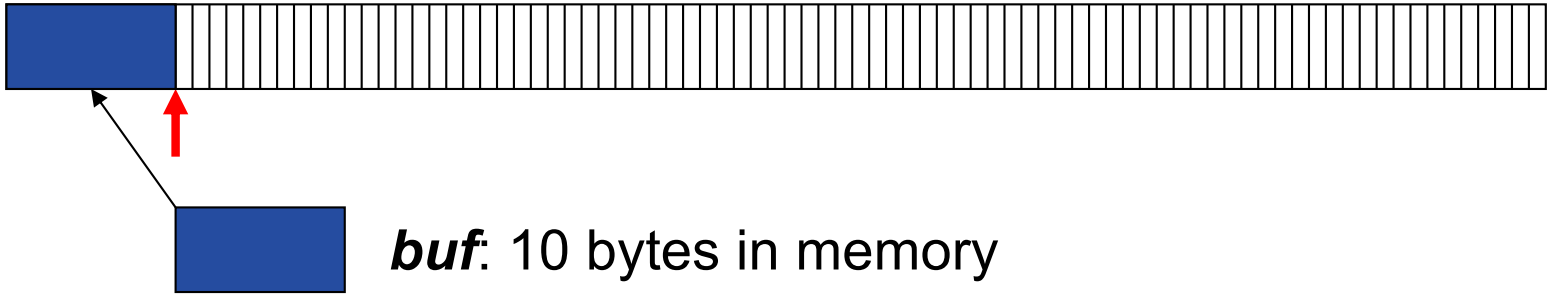


buf: 10 bytes in memory

```
// 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();
```

Ficheiro binários

- Fazer *append* a um ficheiro que já existe.

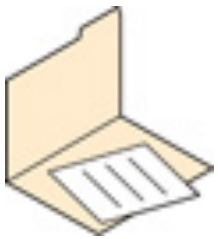
```
 File f = new File("um_ficheiro_qualquer");
RandomAccessFile raf = new RandomAccessFile(f, "rw");

// Seek to end of file
raf.seek(f.length());

// Append to the end
raf.writeChars("agora é que é o fim");
raf.close();
```

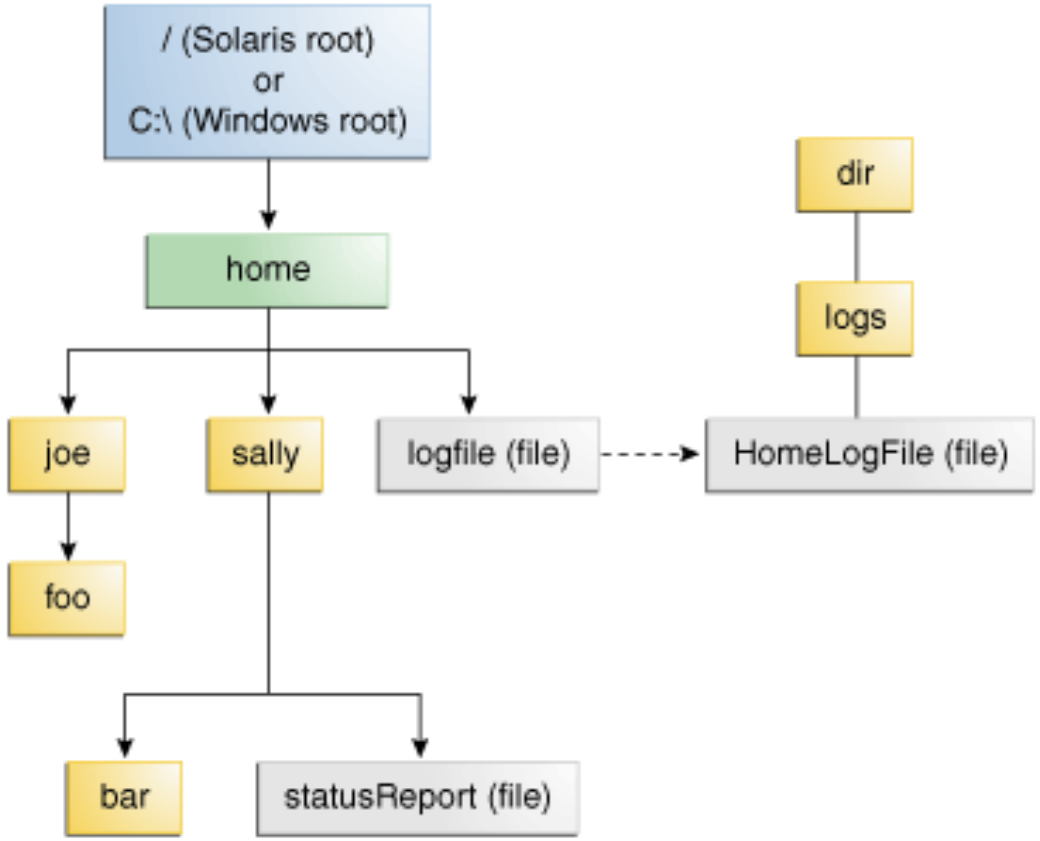
Java NIO (Java 7+)

- Mudanças significativas nas classes principais
- Classe **java.nio.file.Files**
  - Só métodos estáticos para manipular ficheiros, directórios,..
- 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, tipicamente system dependent.
- Utilização comum:
  - Usar Paths para obter um Path.
  - Usar Files para realizar operações.



java.nio.file.Path

- Notation dependent on the OS
  - /home/sally/statusReport
  - C:\home\sally\statusReport
- Relative or absolute
- Symbolic links
- java.nio.file.Path
  - Interface
  - Path might not exist



http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/io/pathOps.html

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:

```
// Microsoft Windows syntax
Path path = Paths.get("C:\\home\\joe\\foo");
// Linux syntax
Path path = Paths.get("/home/joe/foo");

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());
```

java.nio.file.Files

- Só métodos estáticos
  - copy, create, delete, ..
  - isDirectory, isReadable, isWritable, ..
- Exemplo de 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)
  - Sem exceções

java.nio.file.Files

- Verificar se dois Paths indicam o mesmo ficheiro
  - Num sistema de ficheiros com links simbólicos podemos ter dois caminhos distintos a representar o mesmo ficheiro
  - Usar isSameFile(Path, Path) para fazer a comparação

```
Path p1 = ...;
Path p2 = ...;

if (Files.isSameFile(p1, p2)) {
    // Logic when the paths locate the same file
}
```

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/