

# Introdução à Linguagem Java

Pedro Ribeiro

DCC/FCUP

2018/2019



*(baseado e/ou inspirado parcialmente nos slides de Luís Lopes e de Fernando Silva)*

# Um pouco de História sobre a Linguagem Java

- desenvolvida pela Sun Microsystems
- início em 1991 (com o nome de Oak)
- disponibilizada em 1995 com o nome Java
- fundamental no desenvolvimento da Web
- passou para a Oracle em 2010
- orientada a objectos (Object Oriented/OO)



(James Gosling, autor original do Java - imagem da Wikipedia)

# Versões

- JDK 1.0 (January, 1996)[41]
- JDK 1.1 (February, 1997)
- J2SE 1.2 (December, 1998)
- J2SE 1.3 (May, 2000)
- J2SE 1.4 (February, 2002)
- J2SE 5.0 (September, 2004)
- Java SE 6 (December, 2006)
- Java SE 7 (July, 2011)
- **Java SE 8 LTS (March, 2014)** (*usada nas aulas*)
- Java SE 9 (September 2017)
- Java SE 10 (March, 2018)
- Java SE 11 LTS (September, 2018)
- Java SE 12 (March, 2019)

# Popularidade

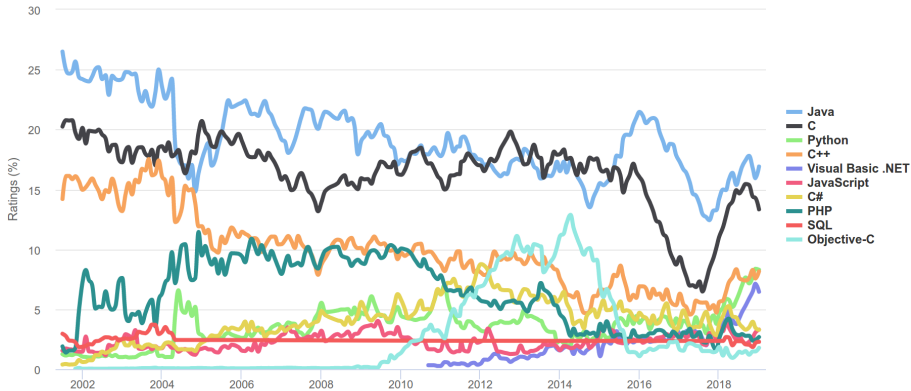
TIOBE Index: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

Jan 2019	Jan 2018	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	16.904%	+2.69%
2	2		C	13.337%	+2.30%
3	4	▲	Python	8.294%	+3.62%
4	3	▼	C++	8.158%	+2.55%
5	7	▲	Visual Basic .NET	6.459%	+3.20%
6	6		JavaScript	3.302%	-0.16%
7	5	▼	C#	3.284%	-0.47%
8	9	▲	PHP	2.680%	+0.15%
9	-	▲▲	SQL	2.277%	+2.28%
10	16	▲▲	Objective-C	1.781%	-0.08%
11	18	▲▲	MATLAB	1.502%	-0.15%
12	8	▼▼	R	1.331%	-1.22%
13	10	▼	Perl	1.225%	-1.19%
14	15	▲	Assembly language	1.196%	-0.86%

(Fevereiro de 2018)

# Popularidade

TIOBE Index: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>



# Vantagens

## ● Portabilidade

- ▶ compilada para bytecode
- ▶ executado por uma máquina virtual (**JVM**)
- ▶ basta ter a JVM instalada para executar qualquer programa Java

## ● Segurança e Robustez

- ▶ verificação de tipos estática
- ▶ gestão de memória automática
- ▶ exceções para tratar erros de execução

## ● Ferramentas de Desenvolvimento (JDK)

- ▶ compilador: `javac`
- ▶ interpretador de bytecode: `java`
- ▶ ferramentas (`jar`, `javadoc`, ...)
- ▶ Application Programming Interfaces (APIs)

# Modelo de Programação

- programa é composto por um conjunto de classes (mais sobre classes durante as próximas aulas)
- cada classe x deve estar num ficheiro x.java
- (apenas) uma das classes deve ter o método `main()`

```
public class HelloWorld {  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println("Hello World!");  
    }  
}
```

- para compilar e executar este programa na linha de comando:

```
$ javac HelloWorld.java  
$ java HelloWorld
```

# Comentários

- Comentários de uma linha começam com `"/"`
- Comentários de múltiplas linhas iniciados com `"/**"` e terminados com `"*/"`

```
/**
 * Estruturas de Dados - CC1007
 * Pedro Ribeiro (DCC/FCUP)
 * -----
 * HelloWorld - um primeiro programa em Java
 */
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello World!"); // A minha primeira instrução
    }
}
```



# Tipos de Dados

- Tipos básicos (ou primitivos):  
manipulados directamente na máquina virtual
  - ▶ inteiros (byte, short, int, long)
  - ▶ vírgula-flutuante (float, double)
  - ▶ verdadeiro/falso (boolean)
  - ▶ caracteres (char)

```
int    i = 2;  
float  f = 3.192;  
boolean b = true;  
char   c = 'a';
```

# Tipos de dados básicos

- **Inteiros**

---

byte	8 bits	$[-2^7 : 2^7 - 1]$
short	16 bits	$[-2^{15} : 2^{15} - 1]$
int	32 bits	$[-2^{31} : 2^{31} - 1]$
long	64 bits	$[-2^{63} : 2^{63} - 1]$

---

- **Vírgula flutuante (IEEE 754)**

---

float	32 bits	$[-3.4029E + 38 : +3.4029E + 38]$
double	64 bits	$[-1.79769E + 308 : +1.79769E + 308]$

---

- **Outros**

---

boolean	depende JVM	valor booleano (true ou false)
char	16 bits	ISO Unicode char set

---

## Exemplo de atribuição de tipos

```
public class TestBasicTypes {
    public static void main(String[] args) {
        boolean flag = true;
        char      ch = 'A';
        byte      b = 12;
        short     s = 24;
        int       i = 257;
        long      l = 2147483648L; // sem a letra é interpretado como int
        float     f = 3.1415f;    // sem a letra é interpretado como double
        double    d = 2.1828;
        System.out.println("flag = " + flag);
        System.out.println("ch = "   + ch);
        System.out.println("b = "    + b);
        System.out.println("s = "    + s);
        System.out.println("i = "    + i);
        System.out.println("l = "    + l);
        System.out.println("f = "    + f);
        System.out.println("d = "    + d);
    }
}
```

## Conversão entre tipos

- É possível converter entre tipos "compatíveis"
  - ▶ De menor precisão para maior precisão é sempre possível
  - ▶ No sentido inverso é preciso fazer *casting* explícito

```
double d1 = 3.2;
double d2 = 3.9;

// Casting explícito
int i1 = (int)d1; // i1 fica com o valor de 3
int i2 = (int)d2; // i2 fica com o valor de 3
double d3 = (double)i2; // d3 fica com o valor de 3.0

// Casting implícito
int i3 = 42;
double d4 = i3; // d4 fica com o valor de 42.0
int i4 = d4; // erro: "possible loss of precision"

// Conversão entre char e int
char ch1 = 'A';
int i5 = ch1; // i5 fica com 65 (código ascii de 'A')
char ch2 = 66; // ch2 fica com 'B' (código ASCII 66)

// Exemplo de tipos incompatíveis: boolean e int
boolean b1 = i1; // erro: "incompatible types"
```

## Exemplo com limites de tipos numéricos

```
public class TestLimits {
    public static void main(String args[]) {
        // inteiros
        byte   largestByte = Byte.MAX_VALUE;
        short  largestShort = Short.MAX_VALUE;
        int    largestInteger = Integer.MAX_VALUE;
        long   largestLong = Long.MAX_VALUE;

        // virgula flutuante
        float  largestFloat = Float.MAX_VALUE;
        double largestDouble = Double.MAX_VALUE;

        // mostrar limites
        System.out.println("Largest byte value: " + largestByte);
        System.out.println("Largest short value: " + largestShort);
        System.out.println("Largest integer value: " + largestInteger);
        System.out.println("Largest long value: " + largestLong);

        System.out.println("Largest float value: " + largestFloat);
        System.out.println("Largest double value: " + largestDouble);
    }
}
```

# Âmbito das variáveis

- Variáveis podem ser declaradas em qualquer ponto do código (não necessariamente no início do procedimento/função)

```
class TestDeclare {  
    public static void main(String[] args) {  
        int num1 = 10;  
        System.out.println(num1);  
        int num2 = 20; // variável pode ser declarada em qualquer ponto  
        System.out.println(num2);  
    }  
}
```

- Variáveis só são válidas no bloco de código (entre chavetas) onde foram criadas

```
class TestScope {  
    public static void main(String[] args) {  
        for (int i=0; i<10; i++) {  
            System.out.println("Iteracao " + i);  
        }  
        System.out.println(i); // linha dá erro porque i já "não existe"  
    }  
}
```

# Operadores

## Aritméticos:

+	adição	-	subtração
*	multiplicação	/	divisão
%	módulo	++	incremento
--	decremento		

## Lógicos:

!	NOT lógico
&&	AND lógico
	OR lógico

## Bits:

~	NOT binário	&	AND binário
	OR binário	^	XOR binário
<<	shift binário esquerda	>>	shift binário direita

## Relacionais ou de comparação:

==	igualdade	!=	diferente
<	menor que	<=	menor ou igual que
>	maior que	>=	maior ou igual que

# Divisão inteira

- Quando dividimos por inteiros, o quociente é inteiro.

```
double d1 = 3/2;    // dá 1 e não 1.5 (int/int dá um int)
double d2 = 3.0/2; // dá 1.5 (double/int dá um double)
double d3 = 3/2.0; // dá 1.5 (int/double dá um double)

int    i1 = 3;
double d4 = i1/2;  // dá 1 e não 1.5 (int/int)

double d5 = 3;
int    i2 = d5/2; // resultado da divisão é 1.5 mas depois
                  // dá erro "possible loss of precision"
                  // (double/int = double)
```

- Divisão por zero dá um erro durante a execução

```
int i1 = 3/0; // Erro: "java.lang.ArithmeticException: / by zero"
```



# Resto da divisão inteira

- O operador % calcula o resto da divisão inteira.
  - ▶  $18 \% 4$  dá 2
  - ▶  $59 \% 5$  dá 4
- Exemplos de aplicações do operador %:
  - ▶ obter o último dígito de um número:  $12345 \% 10$  é 5
  - ▶ obter os últimos três dígitos:  $734528 \% 1000$  é 528
  - ▶ verificar se um número é par:  $9 \% 2$  é 1 e  $16 \% 2$  é 0

# Regras de precedência entre operadores

**Precedência:** ordem de avaliação dos operadores.

- a regra geral é avaliação da esquerda para a direita.
  - ▶  $5-2-7$  é igual a  $(5-2)-7$  que é  $-4$
- mas os operadores  $*$  /  $\%$  têm maior precedência que  $+$  -
  - ▶  $5+2*3$  é  $5+6$  que dá 11
  - ▶  $5+10/2*3$  é  $5+5*3$  que dá 20
- os parênteses forçam a ordem de avaliação
  - ▶  $(5+2)*3$  é  $7*3$  que dá 21

# Regras de precedência entre operadores

Tabela retirada do livro recomendado (*Data Structures and Algorithms in Java*):

Operator Precedence		
	Type	Symbols
1	array index method call dot operator	[ ] ( ) .
2	postfix ops prefix ops cast	<i>exp</i> ++ <i>exp</i> -- ++ <i>exp</i> -- <i>exp</i> + <i>exp</i> - <i>exp</i> ~ <i>exp</i> ! <i>exp</i> ( <i>type</i> ) <i>exp</i>
3	mult./div.	* / %
4	add./subt.	+ -
5	shift	<< >> >>>
6	comparison	< <= > >= instanceof
7	equality	== !=
8	bitwise-and	&
9	bitwise-xor	^
10	bitwise-or	
11	and	&&
12	or	
13	conditional	<i>booleanExpression</i> ? <i>valueIfTrue</i> : <i>valueIfFalse</i>
14	assignment	= += -= *= /= %= <<= >>= >>>= &= ^=  =

# Operadores de incremento/decremento

- operadores incremento (++) e decremento (--) têm significado diferente consoante posição em relação à variável
- Primeiro usar o valor da variável e só depois incrementar/decrementar:
  - ▶ `variavel++`;  $\iff$  `variavel = variavel + 1`;
  - ▶ `variavel--`;  $\iff$  `variavel = variavel - 1`;
- Primeiro incrementar/decrementar e só depois usar o valor da variável:
  - ▶ `++variavel`;  $\iff$  `variavel = variavel + 1`;
  - ▶ `--variavel`;  $\iff$  `variavel = variavel - 1`;
- Cuidado com o uso destes operadores sobre variáveis no meio de expressões. Consideremos o seguinte:

```
int x = 5, y = 3, z;  
x++; // incrementa x (i.e., x = x+1)  
--y; // decrementa y (i.e., y = y-1)  
  
z = x-- * ++y; // Com que valores ficam x, y, e z?
```

# Operadores de modificação-e-atribuição

- operadores modifica-e-atribui:

- ▶ `variavel += valor;`  $\iff$  `variavel = variavel + valor;`
- ▶ `variavel -= valor;`  $\iff$  `variavel = variavel - valor;`
- ▶ `variavel *= valor;`  $\iff$  `variavel = variavel * valor;`
- ▶ `variavel /= valor;`  $\iff$  `variavel = variavel / valor;`

- Exemplos:

- ▶ `x -= 1;`  $\iff$  `x--;`  $\iff$  `x= x-1;`
- ▶ `y /= 2;`  $\iff$  `y = y/2;`
- ▶ `x *= y+2;`  $\iff$  `x= x*(y+2);`

# Instrução condicional if-else

- Exemplo de uso:

```
class TestIfElse {
    public static void main(String[] args) {
        int testscore = 76;
        char grade;

        if (testscore >= 90) {
            grade = 'A';
        } else if (testscore >= 80) {
            grade = 'B';
        } else if (testscore >= 70) {
            grade = 'C';
        } else if (testscore >= 60) {
            grade = 'D';
        } else {
            grade = 'F';
        }

        System.out.println("Grade = " + grade);
    }
}
```

# Instrução condicional switch-case

- Exemplo de uso:

```
public class TestSwitch {
    public static void main(String[] args) {
        int month = 2;
        String monthString;
        switch (month) {
            case 1: monthString = "January";
                    break;
            case 2: monthString = "February";
                    break;
            case 3: monthString = "March";
                    break;
            ...
            case 12: monthString = "December";
                    break;
            default: monthString = "Invalid month";
                    break;
        }
        System.out.println(monthString);
    }
}
```

# Instrução de ciclo while

- Exemplo de uso:

```
class TestWhile {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println("isPrime(19) = " + isPrime(19));  
    }  
  
    public static boolean isPrime(int n) {  
        int divisor = 2;  
        while (divisor*divisor <= n) {  
            if ( (n % divisor) == 0 )  
                return false;  
            divisor++;  
        }  
        return true;  
    }  
}
```



# Instrução de ciclo for

- Exemplo de uso:

```
class TestFor {  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println("isPrime(19) = " + isPrime(19));  
    }  
  
    public static boolean isPrime(int n) {  
        for(int divisor = 2; divisor < n/2; divisor++)  
            if ( (n % divisor) == 0 )  
                return false;  
        return true;  
    }  
}
```

# Instrução de ciclo do-while

- Exemplo de uso:

```
class TestDoWhile {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("isPrime(19) = " + isPrime(19));
    }

    public static boolean isPrime(int n) {
        int divisor = 2;
        do {
            if ( (n % divisor) == 0 )
                return false;
            divisor++;
        } while (divisor*divisor <= n);
        return true;
    }
}
```

# Instrução controle de fluxo em ciclos

Válidos para for, while ou do-while.

- `break` sai do ciclo mais interno onde está.  
Resume execução na linha a seguir ao ciclo

```
class TestBreak {
    public static void main(String[] args) {
        for (int i=1; i<=2; i++) {
            for (int j=1; j<=10; j++) {
                if (j == 3) break;
                // Linha seguinte só será executada quando j < 3
                System.out.println("ciclo j = " + j + " | i = " + i);
            }
            System.out.println("ciclo i = " + i);
        }
    }
}
```

```
ciclo j = 1 | i = 1
ciclo j = 2 | i = 1
ciclo i = 1
ciclo j = 1 | i = 2
ciclo j = 2 | i = 2
ciclo i = 2
```

# Instrução controle de fluxo em ciclos

Válidos para for, while ou do-while.

- **continue** passa à próxima iteração do ciclo mais interno onde está  
Resume execução no topo do ciclo, ignorando as restantes linhas na iteração actual

```
class TestContinue {
    public static void main(String[] args) {
        for (int i=1; i<=4; i++) {
            System.out.println("[antes] i = " + i);
            if (i > 2) continue;
            // Linha seguinte só será executada quando i <= 2
            System.out.println("[depois] i = " + i);
        }
    }
}
```

```
[antes] i = 1
[depois] i = 1
[antes] i = 2
[depois] i = 2
[antes] i = 3
[antes] i = 4
```

# Classes

- Em Java um "tipo não básico" é uma **classe**
- Uma variável do tipo de uma classe é apenas uma **referência**, um endereço de memória a apontar para o conteúdo em si (como que o "equivalente" de um apontador em C)
- A uma instância de uma classe chamamos de **objecto**.
- Para criar um objecto de uma classe usamos o operador **new**
- Às variáveis de uma classe chamamos de **atributos**.
- Para aceder aos atributos de um objecto usamos o operador **ponto**

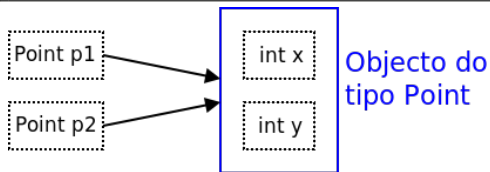
# Um primeiro exemplo de classe só com atributos

```
class Point {
    int x;
    int y;
}

class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {
        Point p1 = new Point(); // Criação de um objecto do tipo Point
        p1.x = 42;                // Atribui um valor ao atributo x
        System.out.println(p1.x); // Escreve 42

        Point p2 = p1;           // p2 é referência para o mesmo objecto de p1
        System.out.println(p2.x); // Escreve 42

        System.out.println(p1);  // Escreve referência (endereço de memória),
    }                             // e não o conteúdo de p1
}
```



# Classes - Métodos

- A um procedimento/função de uma classe chamamos de **método**

```
class Point {
    int x;
    int y;

    // Método para mostrar o conteúdo das variáveis x e y
    void show() {
        System.out.println("(" + x + "," + y + ")");
    }
}

class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {

        Point p = new Point();
        p.x = 42;
        p.y = 13;

        p.show(); // Escreve "(42,13)"
    }
}
```

# Classes - Métodos construtores

- Quando é criado um objecto é chamado o método **construtor**
  - ▶ Método com o nome da classe e sem nenhum tipo de retorno

```
class Point {
    int x;
    int y;

    // Construtor que recebe o conteúdo a colocar nos atributos
    Point(int xvalue, int yvalue) {
        x = xvalue;
        y = yvalue;
    }

    // Método para mostrar o conteúdo das variáveis x e y
    void show() {
        System.out.println("(" + x + "," + y + ")");
    }
}

class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {
        Point p = new Point(42, 13);
        p.show(); // Escreve "(42,13)"
    }
}
```



## Classes - Métodos construtores

- Se não for criado nenhum construtor apenas existe um construtor padrão sem argumentos (que não faz nada)
- Criado um construtor qualquer, deixa de existir o construtor padrão...

```
class Point {
    int x;
    int y;

    // Construtor que recebe o conteúdo a colocar nos atributos
    Point(int xvalue, int yvalue) {
        x = xvalue;
        y = yvalue;
    }
}

class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {
        Point p = new Point(); // Erro: não existe construtor sem argumentos
    }                          // Apenas existe um que recebe int, int
}
```

## Classes - Overload de Métodos

- Java permite **overload** de métodos (métodos com o mesmo nome mas lista de argumentos diferente)

```
class Point {
    int x;
    int y;

    Point() { // Construtor padrão (sem argumentos)
        x = 0;
        y = 0;
    }

    Point(int xvalue, int yvalue) { // Construtor para 2 ints
        x = xvalue;
        y = yvalue;
    }
}

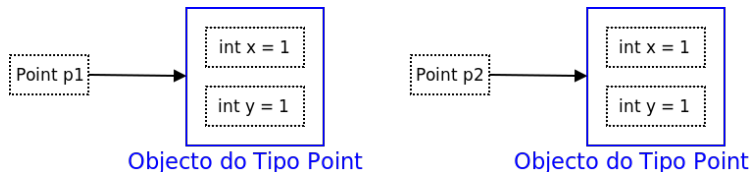
class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {
        Point p1 = new Point(); // p1 fica com (0,0)
        Point p2 = new Point(42,13); // p2 fica com (42,13)
    }
}
```

## Classes - Comparação de objectos

- Comparar directamente com `==` duas variáveis do tipo de uma classe, compara as referências e não o conteúdo!  
(normalmente as classes têm um método "equals" para comparar)

```
class Point {
    int x, y;
    Point(int xvalue, int yvalue) { x = xvalue; y = yvalue;}
}

class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {
        Point p1 = new Point(1,1); // p1 fica com (1,1)
        Point p2 = new Point(1,1); // p2 fica com (1,1)
        System.out.println(p1==p2); // escreve false, porque são referências
    } // para objectos diferentes, embora tenham
    } // o mesmo conteúdo
```



## Classes - Variáveis e métodos estáticos

- Se quisermos que uma variável (ou método) seja acessível para todos os objectos da mesma classe podemos declará-la como **static**

```
class Point {
    static int npoints = 0; // Variavel estática com nr pontos criados
    int x, y;

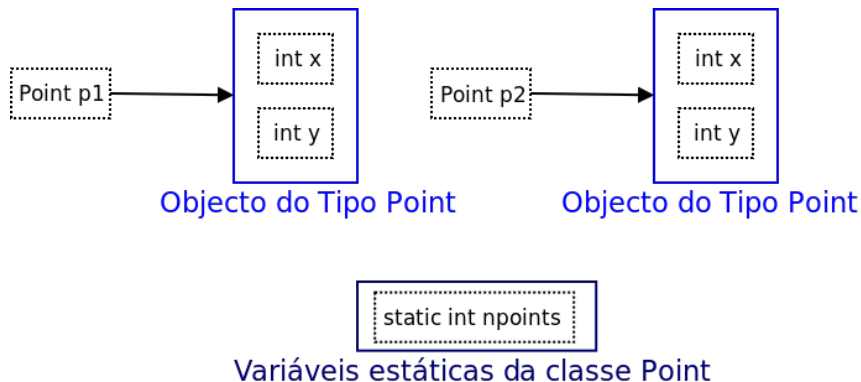
    Point() { npoints++; } // Construtor

    static void showNumPoints() { // mostra conteudo da variavel estatica
        System.out.println("npoints = " + npoints);
    }
}

class TestPoint {
    public static void main(String[] args) {
        // É possível chamar método estático mesmo sem objectos criados
        Point.showNumPoints(); // Escreve npoints = 0
        Point p1 = new Point();
        Point.showNumPoints(); // Escreve npoints = 1
        Point p2 = new Point();
        Point.showNumPoints(); // Escreve npoints = 2
    }
}
```

# Classes - Variáveis e métodos estáticos

- Um esquema de como fica em memória o programa anterior:



## Classes - Variáveis e métodos estáticos

- Um método estático só pode chamar variáveis estáticas (como saberia de qual objecto chamar a variável? Até pode ser chamado antes de ser criado qualquer objecto dessa classe...)

```
class Point {
    int x;
    int y;

    static void showX() {
        // Erro: non-static variable x cannot be referenced from a static context
        System.out.println(x);
    }
}
```

- Nota: `main` (procedimento usado para iniciar o programa) é estático, (O Java chama o método `NomeClasse.main` para iniciar o programa sem criar nenhum objecto do tipo `NomeClasse`)

# API do Java

- Java dispõe de muitas classes já implementadas prontas a usar.  
Exemplos:
  - ▶ String
  - ▶ Scanner
  - ▶ Arrays
  - ▶ ...
- Vamos ir aprendendo algumas aos poucos, mas a documentação de todas as classes está disponível online:  
Java API: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/>

# Strings

API: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/String.html>

- uma string é uma sequência de caracteres
- Em Java não são um tipo básico, mas sim instâncias da classe `String`
- não se comportam como arrays, pois são imutáveis  
(uma vez criadas não se podem modificar)
- criação/inicialização invocando métodos construtores:
  - ▶ `String c1 = new String("CC");`
- criação simplificada:
  - ▶ `String c2 = "1007";`
- operador de concatenação:
  - ▶ `String c3 = c1 + c2 + " rocks";`
- o valor que fica em `c3` é:
  - ▶ `"CC1007 rocks";`



# Strings

- ex: `String s = "algoritmos";`

índice	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
caracter	'a'	'l'	'g'	'o'	'r'	'i'	't'	'm'	'o'	's'

- podemos ler caracteres individuais mas não alterá-los

```
String s = "algoritmos";  
System.out.println(s.charAt(6)); // 't'
```

- tamanho obtido através do método `length()`

```
for(int i = 0; i < s.length(); i++)  
    System.out.print(s.charAt(i));
```

- quando se escreve, o comportamento por omissão é mostrar conteúdo e não apenas a referência

(tem implementado o método `toString()`)

```
String s = "algoritmos";  
System.out.print(s); // Escreve "algoritmos"
```

# Strings

- comparação de duas strings
  - ▶ usar o método `equals()` e não o habitual operador `"=="`.
- dadas duas strings `s1` e `s2`
  - ▶ `s1 == s2` apenas compara as referências dos dois objectos
  - ▶ `s1.equals(s2)` compara as strings, caracter a caracter

```
String s1= "Hello";
String s2= new String("Hello");
System.out.println(s1.equals(s2)); // true
System.out.println(s1 == s2);      // false

String s3= "Good-bye";
String s4= "HELLO";
System.out.println(s1.equals(s3)); // false
System.out.println(s1.equals(s4)); // false
System.out.println(s1.equalsIgnoreCase(s4)); // true (é um outro método)
```

# Strings

API: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/String.html>

A API contém muitos mais métodos que pode usar. Alguns exemplos:

- O método `s1.compareTo(s2)` compara as strings `s1` e `s2` por ordem lexicográfica
  - ▶ `< 0` se `s1` precede `s2`, `= 0` se forem iguais, `> 0` se `s1` vem a seguir a `s2`

```
String s1 = "algoritmos";  
String s2 = "estruturas";  
s1.compareTo(s2); // < 0
```

- `substring(a,b)` devolve substrings da posição `a` à `b - 1`

```
String s1 = "algoritmos";  
String s2 = s1.substring(2,5); // "gor"
```

- podemos converter strings em arrays de caracteres e vice-versa

```
String s1 = "algoritmos";  
char[] cs = s1.toCharArray();  
String s2 = new String(cs);
```

- mini-exercício: qual o método para verificar se um dado carácter ocorre numa String?

# Arrays

Os **arrays** são objectos que guardam, em posições contíguas de memória, um conjunto de valores de um mesmo tipo (primitivo ou não). Os valores são localizados por um índice inteiro  $\geq 0$ .

- criar variável para guardar a referência para um array de um dado tipo (não reserva espaço em memória!)
  - ▶ `int[] values;`
  - ▶ `Point[] coordinates;`
- o operador **new** cria o array com a capacidade indicada em memória
  - ▶ `int[] values = new int[20];`
  - ▶ `Point[] coordinates = new Point[1024];`
  - ▶ os elementos do array são acessíveis pelo nome da variável e um índice, e.g., `values[17]` ou `coordinates[221]`

# Arrays

- Ao trabalharmos com arrays (e outros objectos) é necessário ter atenção a possíveis excepções e erros que sejam gerados:
- tentar usar uma referência sem a ter inicializado

```
int [] v;  
v[0] = 2; // variable v might not have been initialized  
        // nalguns compiladores pode devolver um NullPointerException
```

- `ArrayIndexOutOfBoundsException` – aceder ao array fora dos limites

```
int [] v = new int [4];  
v[0] = 2;  
v[4] = 5; // ArrayIndexOutOfBoundsException
```

- quando declara um array deve sempre inicializá-lo de imediato
- de resto, este conselho é válido para todas as variáveis
- o atributo `length` de um array dá-nos o seu tamanho (o número de posições em memória que foram criadas, ou o máximo de elementos que pode conter)

# Packages

O java inclui uma série de classes "*built-in*" agrupadas em **packages**.  
Exemplos:

- `java.lang` - Classes fundamentais da classe (ex: `String`)  
<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/package-summary.html>
- `java.util` - Classes utilitárias (ex: `Arrays`, `Scanner`)  
<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/package-summary.html>

Para poder usar-se uma classe de um package que não seja do `java.lang`, deve usar-se a palavra-chave **import**. Exemplo:

- `import java.util.Scanner;` //importar a classe `Scanner`
- `import java.util.*;` //importar todas as classes do package `java.util`

# Package Arrays

- Como imprimimos os elementos de um array?  
(necessita no início de `import java.util.Arrays;`)

```
int [] primes = {2,3,5,7,11,13}; // Cria e inicializa array
System.out.println(primes);      // Apenas imprime a referência
System.out.println(Arrays.toString(primes)); // Converte para String
```

output:

```
[I@75b84c92
[2, 3, 5, 7, 11, 13]
```

- Como comparámos dois arrays?
  - ▶ usar um ciclo que compara os elementos, um a um
  - ▶ usar o método `Arrays.equals()`

```
int [] a = {1,2,3,4,5};
int [] b = {1,2,3,4,5};
if( Arrays.equals(a,b) )
    System.out.println("same contents");
```

A classe `Arrays` contém muitos mais métodos estáticos úteis:

API: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/Arrays.html>

# Arrays

- Um método pode ter parâmetros na chamada que são arrays e pode dar como resultado um array.
- Exemplo: um método que recebe 2 arrays (de inteiros) de igual tamanho e retorna um array com a soma dos dois

```
int[] addArrays (int[] u, int[] v) {  
    int[] res = new int[u.length];  
    for ( int i = 0 ; i < u.length ; i++ )  
        res[i] = u[i] + v[i];  
    return res;  
}
```



# Arrays Multidimensionais

- os arrays podem ser multi-dimensionais

```
int [][] v = new int [4][4]; // bi-dimensional 4x4
int [][][] u = new int [5][3][7]; // tri-dimensional 5x3x7
```

- Exemplo: multiplicação de uma matriz  $a[N][M]$  por um vector  $u[M]$  para dar  $v[N]$ :

i.e.

$$v_i = \sum_{j=0}^{M-1} a_{ij} \times u_j \quad (0 \leq i < N)$$

Exemplo:

1	2	3
4	5	6

 \* 

7	8	9
---	---	---

 = 

1*7+2*8+3*9	4*7+5*8+6*9
-------------	-------------

 = 

50	122
----	-----

# Multiplicação de matriz por array

```
import java.util.Arrays;

class TestMatrixVectorProduct {
    public static void main(String[] args) {
        int [][] a = {{1,2,3},{4,5,6}};
        int [] u = {7,8,9};
        int [] v = matrixVectorMult(a,u);

        System.out.println(Arrays.toString(v));
    }
    static int [] matrixVectorMult(int [][] a, int [] u) {
        int [] v = new int[a.length];
        for( int i = 0 ; i < v.length ; i++ ) {
            v[i] = 0;
            for( int j = 0 ; j < u.length ; j++ )
                v[i] += a[i][j] * u[j];
        }
        return v;
    }
}
```

# Input/Output

As classes mais importantes que lidam com I/O no Java estão definidas nas *packages* `java.io` e `java.lang`

- a leitura e escrita faz-se através de canais (*streams*) que podem representar um qualquer periférico físico.
- a classe **System**, definida em `java.lang`, inclui muitas definições de sistema, nomeadamente 3 canais: **in**, **out**, e **err**.
  - ▶ `InputStream System.in` – objecto que representa o standard input stream (por defeito o teclado);
  - ▶ `PrintStream System.out` – objecto que representa o standard output stream (por defeito a consola);
  - ▶ `PrintStream System.err` – objecto que representa o standard error stream (consola).

# A classe Scanner

- simplifica muito o processamento do input vindo de:
  - ▶ teclado (tipo `InputStream`)

```
Scanner stdIn= new Scanner(System.in);
```

- ▶ através de uma `String`

```
String line = new String("Hello World!");  
Scanner strIn= new Scanner(line);
```

- ▶ ou de um ficheiro

```
File file= new File(fileName);  
Scanner fileIn= new Scanner(file);
```

- divide input em strings separadas por *delimitadores*.
- `useDelimiter(expr)` permite especificar delimitadores; ex:  
`scanner.useDelimiter("\r\n")`

# A Classe Scanner

Para se poder usar a classe Scanner é necessário declarar no programa:

- **import** java.util.Scanner;

Alguns métodos relevantes desta classe:

hasNext()	<b>true</b> se e só se existir mais uma palavra no input
next()	retorna a próxima palavra (String) do input
hasNextLine()	<b>true</b> se e só se o input tiver mais uma linha de texto
nextLine()	retorna a próxima linha de texto do input
hasNextType()	<b>true</b> se e só se a próxima palavra for do tipo <code>Type</code> onde <code>Type</code> pode ser qualquer tipo básico: <b>int</b> , <b>float</b> , ...
nextType()	retorna a próxima palavra convertida para o tipo básico definido por <code>Type</code> .

# Scanner: leitura a partir de uma String

```
import java.util.Scanner;

public class TestScannerFromString {
    public static void main (String[] args) {
        Scanner strIn = new Scanner("1 - 2 - 3 - 4 - 5");
        strIn.useDelimiter(" - ");
        while ( strIn.hasNextInt() ) {
            int n = strIn.nextInt();
            System.out.println(n);
        }
    }
}
```

# Scanner: leitura a partir da entrada padrão

```
import java.util.Scanner;

class TestScannerFromStdIn {
    public static void main (String[] args) {
        Scanner stdIn = new Scanner(System.in);
        System.out.println("Number of persons: ");

        int n = stdIn.nextInt();
        String[] names = new String[n];
        int[] ages = new int[n];

        for( int i = 0; i < n ; i++ ) {
            System.out.println("input name[space]age: ");
            names[i] = stdIn.next();
            ages[i] = stdIn.nextInt();
        }

        for( int i = 0; i < n ; i++ )
            System.out.println("name:"+names[i]+" age: "+ages[i]);
    }
}
```

# Scanner: leitura a partir de um ficheiro

```
import java.io.File;
import java.io.IOException;
import java.util.Scanner;

class TestScannerFromFile {
    public static void main (String args[]) {
        try {
            File file = new File("./example.txt");
            Scanner fileIn = new Scanner(file);
            while( fileIn.hasNextLine() )
                System.out.println(fileIn.nextLine());
        }
        catch (IOException e) { // Mais sobre a instrução catch noutra aula
            System.out.println("Error Opening File");
        }
    }
}
```



# Output formatado

O Java permite output formatado ao estilo do `printf` do C.

- usar o método `printf()`

Exemplo: `System.out.printf("pi= %5.3f%n", pi);`

`System.out.printf ("string format", parameters)`

- Uma string de formato contém “encaixes” para inserir os valores dos parâmetros:
  - ▶ `%d` - inteiro base 10
  - ▶ `%x` - inteiro base hexadecimal
  - ▶ `%o` - inteiro base octal
  - ▶ `%f` - número em vírgula flutuante
  - ▶ `%s` - string
  - ▶ `%c` - caracter
- o `printf()` não faz a mudança de linha
- incluir o caracter `'%n'` (*newline*) na string de formato (é usada a maneira de mudar de linha do S.O. onde o Java está a ser executado)

# Formatos especiais (inteiros)

- `%Wd` - inteiro com `W` caracteres de largura, alinhado à direita.
- `%-Wd` - inteiro com `W` caracteres de largura, alinhado à esquerda.

```
long n = 461012;
System.out.printf("%d%n", n);           // --> "461012"
System.out.printf("%8d%n", n);         // --> "__461012"
System.out.printf("%-8d%n", n);        // --> "461012__"
System.out.printf("%08d%n", n);        // --> "00461012"
```

## Formatos especiais (floating point)

- `%.Df` -  $n^{\circ}$  real, arredondado para  $D$  casas decimais.
- `%W.Df` -  $n^{\circ}$  real, com  $W$  espaços no total para os dígitos, e  $D$  casas decimais
- `%-W.Df` - o mesmo que o anterior mas com os dígitos alinhados à esquerda
- exemplo:

```
double pi = Math.PI;

System.out.printf("%f%n", pi);           // --> "3.141593"
System.out.printf("%.3f%n", pi);        // --> "3.142"
System.out.printf("%10.3f%n", pi);      // --> "____3.142"
System.out.printf("%-10.3f%n", pi);     // --> "3.142____"
```

## Algumas regras de etiqueta

- nomes de classes são substantivos e começam com maiúscula (ex: `Point`)
- se o nome tiver várias palavras, todas começam com maiúscula (ex: `IntegerPoint`)
- nomes de atributos são substantivos e começam com minúscula (ex: `distance`)
- se o nome tiver várias palavras, apenas a primeira começa com minúscula (ex: `distanceOrigin`)
- nomes de métodos são verbos começam com minúscula (ex: `show`)
- se o nome tiver várias palavras, apenas a primeira começa com minúscula (ex: `computeMagnitude`)
- sempre que possível devem ser utilizados nomes por extenso, excepto em casos onde haja convenção (ex: `x`, `y`, `z` para as coordenadas, `i`, `j` para variáveis de iteração num ciclo)

# Algumas regras de etiqueta

- há exceções às regras de etiqueta, ex:
  - ▶ sqrt
  - ▶ minus
  - ▶ scalarProduct
  - ▶ modulus
- usar o bom senso
- o fundamental é que o nome/verbo transmita com clareza a semântica pretendida