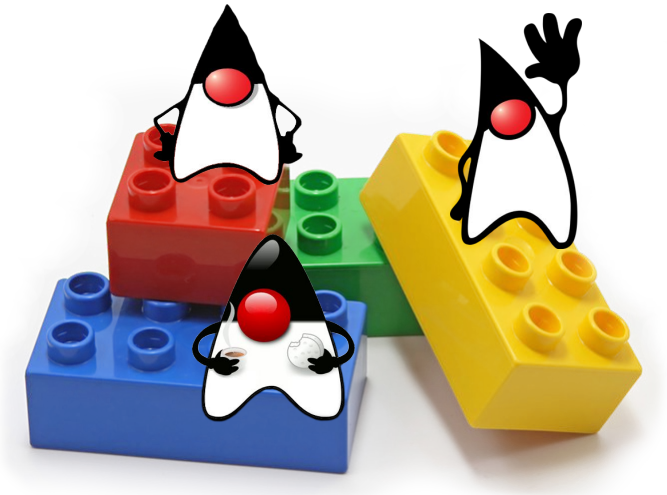
Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação
Projeto de Programas
Técnicas Avançadas de Programação



Orientação a Objetos em Java

Horácio Fernandes
horacio@icomp.ufam.edu.br

ColabWeb: bit.ly/pp-colabweb

Classe × Objetos

Classe
(Abstração)

Objetos (Instâncias)
da Classe Carro

Onde Encontrar Objetos?

- O sistema de software é baseado na **interpretação do mundo**
  - Os objetos que compõem o software devem ser a representação dos objetos relevantes que constituem o mundo exterior
  - Devem mapear os objetos reais em objetos computacionais e escrever programas que dão vida a estes objetos em um sistema computacional

- Resumindo:
  - “os objetos estão por aí; é só pegá-los.”

Como Descrever Objetos?

- Objetos são descritos a partir de **classes**

- Uma classe contém a definição das **características** que os objetos daquela classe terão:
  - Definição dos atributos
  - Definição dos métodos

Classe

- Classes definem um **novo tipo de dado** e **como ele é implementado**
- Definem as características que os objetos daquela classe terão
- Definições:

Atributos

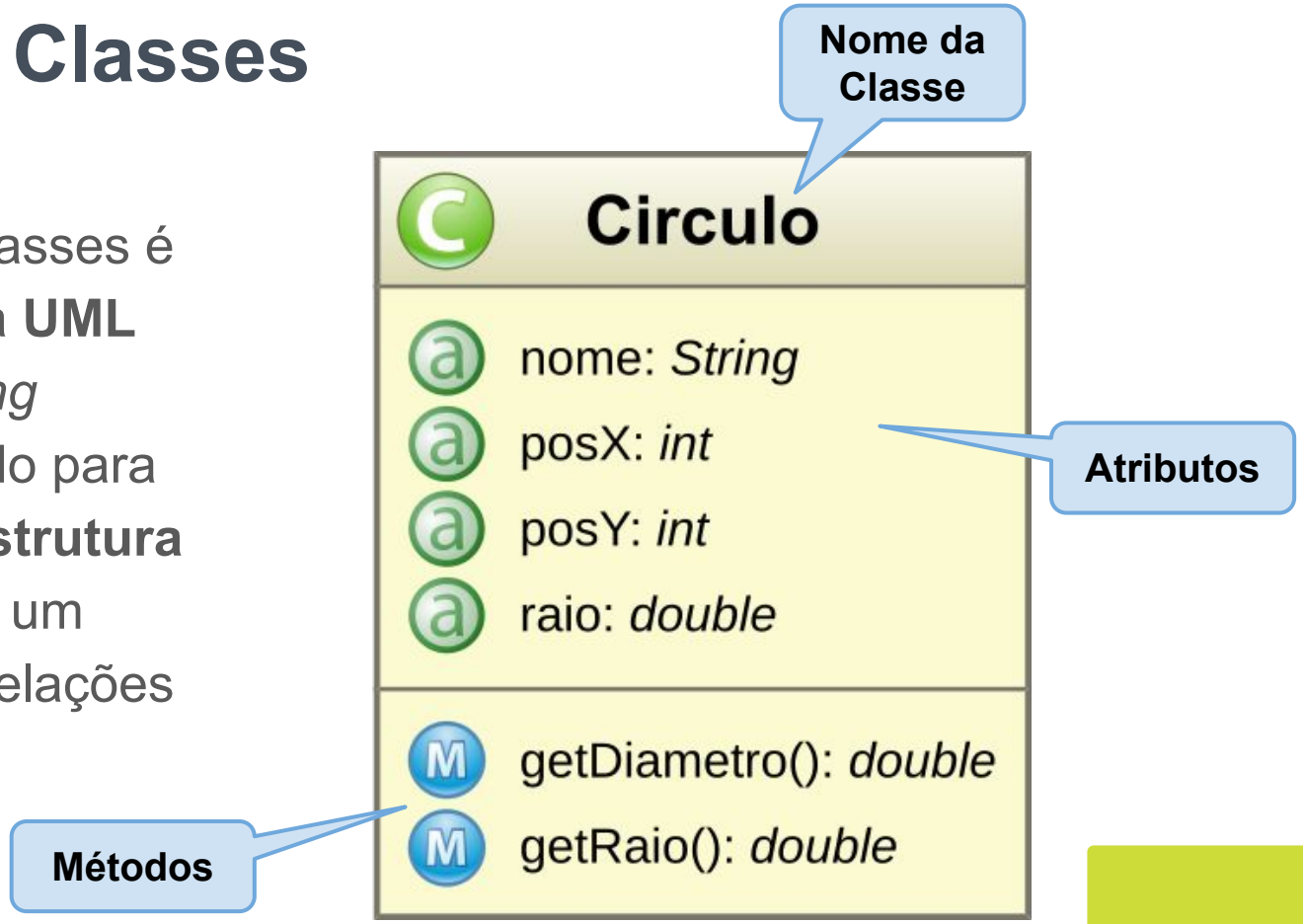
- *São os dados, as variáveis relacionadas àquela classe*

Métodos

- *são as funções, operações que os objetos daquela classe poderão executar*

Diagrama de Classes

- Diagrama de Classes é um diagrama da **UML** (*Unified Modeling Language*) usado para representar a **estrutura das classes** de um aplicativo e as relações entre elas



Coesão e Acoplamento

- **Uma Classe** descreve as características e o comportamento dos seus objetos. **É uma pequena parte do sistema**, um módulo
- Como todo módulo, uma característica importante de uma classe é que ela tenha uma única responsabilidade
  - Esta característica é conhecida como **coesão**
  - Classes coesas não assumem responsabilidades que não são suas. Ou seja, não possuem métodos ou atributos não relacionadas diretamente ao seu objetivo
- Além disso, uma classe deve, na medida do possível, depender o mínimo de outras classes
  - Esta característica é conhecida como **acoplamento**
  - Classes fortemente acopladas dificultam o reuso e a manutenção, pois mudanças em uma delas afetarão as outras

Classes em Java

- Sintaxe para descrever uma classe em Java

```
class NomeDaClasse {

  // Atributos

  // Métodos

}
```

Nomes de classes começam com letra maiúscula e seguem este padrão, conhecido como CamelCase

Classes em Java

- Sintaxe para descrever uma classe em Java

```
class Circulo {
  String nome;
  int posX, posY;
  double raio;

  double getDiametro() {
    return 2 * raio;
  }

  double getArea() {
    return 3.14159 * raio * raio;
  }
}
```

Classe `Circulo`

Atributos

Método `getDiametro()`

Método `getArea()`

Objetos

- Objetos são as **instâncias de uma classe**
- São criados em **tempo de execução**
  - Eles **ocupam** espaço na **memória**
  - Esses espaços são alocados quando um novo objeto de uma classe é criado
  - São **alocados dinamicamente**, assim como a função *malloc* do C
  - São **desalocados automaticamente** quando o objeto não está mais em uso
- Um objeto é criado (e alocado) apenas através do operador `new`

Objetos

- Instanciando a Classe `Circulo` (i.e., criando um objeto)

```
class Principal {

  public static void main(String args[]) {
    Circulo circ = new Circulo();
    circ.nome = "FN-2187";
    circ.posX = 7;
    circ.posY = 3;
    circ.raio = 2.5;

    System.out.println("O circulo circ está em ("
                       + circ.posX + ", " + circ.posY
                       + "). Possui raio " + circ.raio
                       + " e area " + circ.getArea());
  }
}
```

Instanciando a classe `Circulo` e criando o objeto `circ`

Modificando atributos do objeto `circ`

Acessando o atributo `posY`

Executando o método `getArea()`

Objetos

- A seguinte linha realiza **quatro operações**:

```
Circulo circ = new Circulo();
```

  - Declaração
    - *`circ` será um objeto da classe Circulo*
    - *Declarações não criam objetos, apenas declaram*
  - Instanciação
    - *`new` é um operador que cria dinamicamente um novo objeto na memória*
  - Inicialização
    - *Chamada ao construtor da classe `Circulo` (veremos mais adiante)*
  - Atribuição
    - *A referência do objeto retornada pelo operador `new` é atribuída à variável `circ`*

Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação
Projeto de Programas
Técnicas Avançadas de Programação

Atributos

ColabWeb: bit.ly/pp-colabweb

Horácio Fernandes
horacio@icomp.ufam.edu.br

Atributos

- Atributos são os **dados** relacionados à classe
  - São variáveis dentro do **escopo de uma classe**
  - Servem para armazenar informações relacionadas

- Cada atributo possui um **tipo**, um **nome** e, opcionalmente, **modificadores** de acesso (este último será visto em outras aulas)

- Exemplos:

```
int anoPublicacao;
double raio;
float notaFinal = 9.8f;
String nomeMestre = "Yoda";
```

Atributos

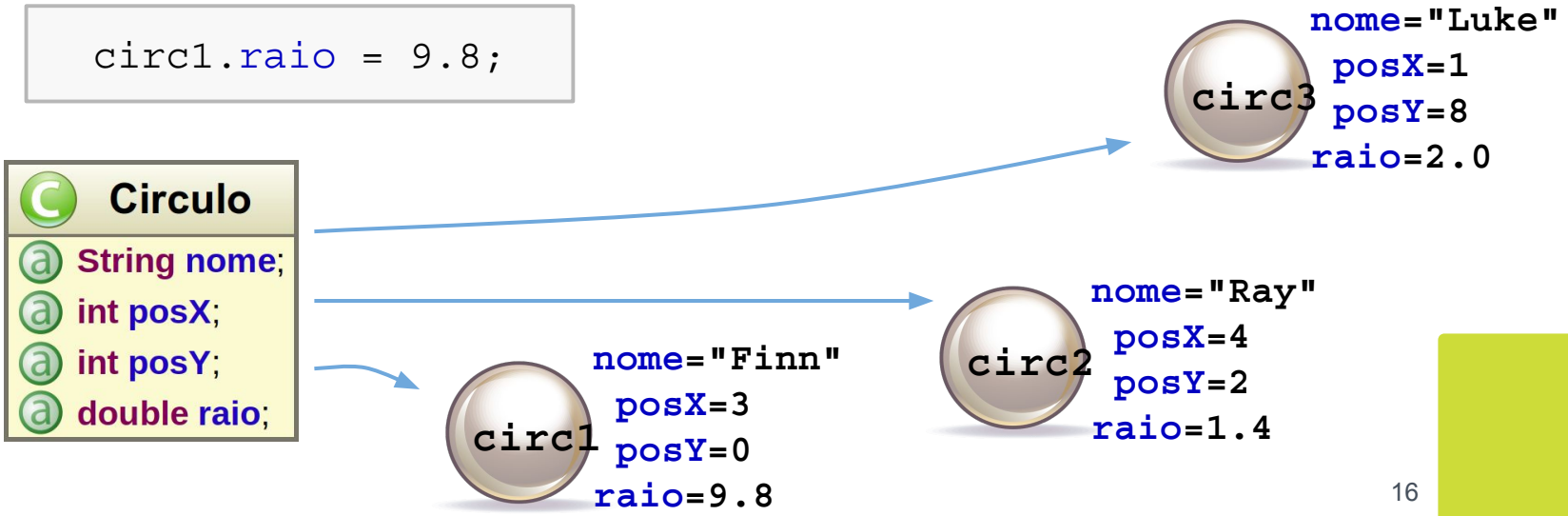
- Padrão usado nos **nomes dos atributos**
  - Na especificação do Java (*Cap. 6, Names*) há algumas **convenções** de nomes
  - Usar **nomes completos** ou mesmo **frases**
  - Separar palavras compostas usando **camelCase**
    - *A primeira palavra começa com letra minúscula*
    - *As outras palavras começam com letra maiúscula*

- Atributos podem ser
  - Atributos de **Instância** (padrão, próximo slide)
  - Atributos **Estáticos** (ou Atributos de Classe, vistos mais adiante)

Atributos de Instância

- O atributo pertence ao **objeto** (**instância** da classe)
  - **Cada objeto** instanciado terá **uma região na memória** para o atributo
  - Cada objeto poderá ter um valor diferente (próprio) para o atributo
  - São acessados usando o nome do objeto

```
circ1.raio = 9.8;
```



Atributos Estáticos

- O atributo pertence à **classe** (atributo de classe)
  - Tem apenas **uma posição na memória**
  - **Todos** os objetos da classe **enxergam** e acessam **o mesmo valor**
  - Se um objeto muda o valor do atributo, ele muda em todos os objetos da classe
  - São declarados usando o modificador **`static`**

```
static int numCirculos;
```

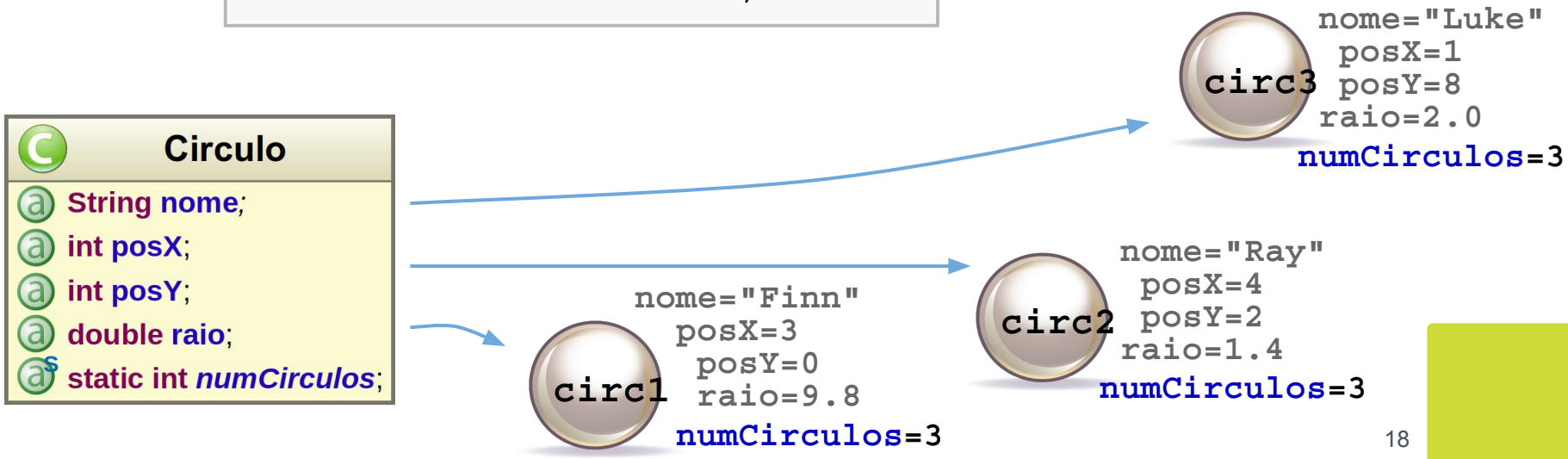
  - São acessados usando o nome da classe

```
Circulo.numCirculos = 3;
```

Atributos Estáticos

- Exemplo
  - Ao atribuir o valor `3` para o atributo estático `numCirculos`, todos os objetos dessa mesma classe enxergam esse mesmo valor

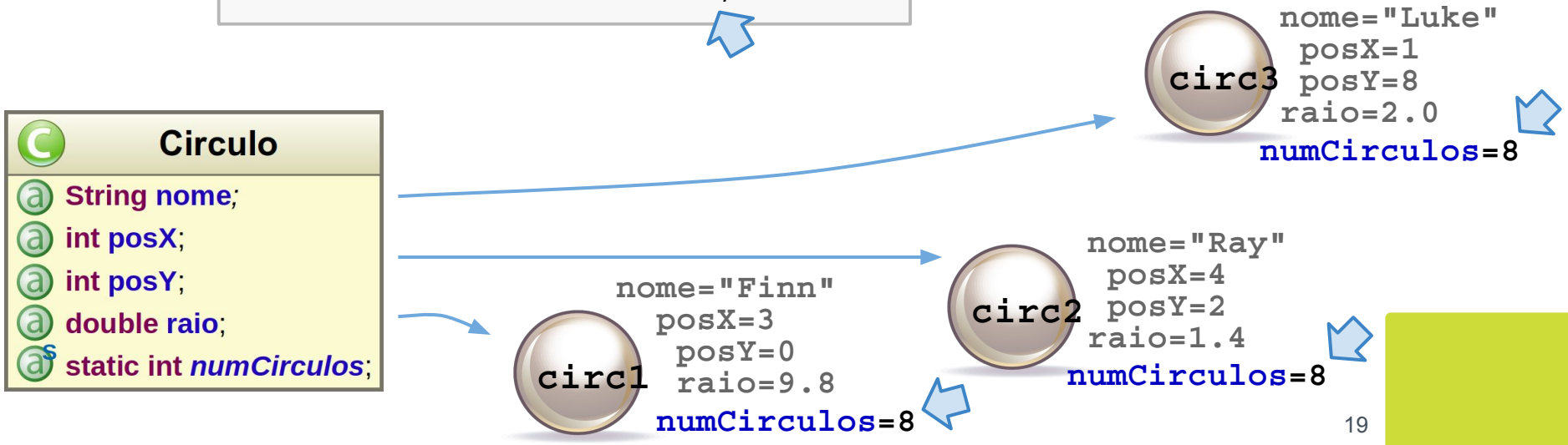
```
Circulo.numCirculos = 3;
```



Atributos Estáticos

- Exemplo
  - Ao mudar o valor do atributo estático `numCirculos`, para `8`, o valor desse atributo muda em todos os objetos, pois todos enxergam o mesmo, único, valor na memória

```
Circulo.numCirculos = 8;
```



Atributos Constantes

- Uma constante é um atributo cujo **valor não muda**, após ser atribuído
  - São declarados usando o modificador de acesso `final`
  - Não precisam, necessariamente, serem inicializados durante a declaração
  - Mas uma vez inicializados, seu valor não muda
- Em geral, constantes são também atributos estáticos (de classe) e públicos (veremos futuramente). Isso facilita o acesso à constante.
- São normalmente utilizados para armazenar **valores utilitários**
- Convenção dos nomes:
  - Nomes de constantes são escritos todos em **letras maiúsculas**
  - E usando underscores (_) para separar palavras compostas

Atributos Constantes

- Exemplos:
  - Algumas constantes do código-fonte da classe `Math`

```
public static final double E = 2.718281828459045235 4;
public static final double PI = 3.14159265358979323846;
```

  - Algumas constantes do código-fonte da classe `Integer`

```
public static final int MIN_VALUE = 0x80000000;
public static final int MAX_VALUE = 0x7fffffff;
public static final int SIZE = 32;
public static final int BYTES = SIZE / Byte.SIZE;
```

Acessando o atributo constante `SIZE` da classe `Byte`

Atributos e o Estado de um Objeto

- O **estado de um objeto** são os **valores atuais de seus atributos**

- Por exemplo:
  - Um objeto da classe `Circulo` possui possui `raio = 8`.
  - O valor do atributo `raio` (`8`), em conjunto com os valores dos outros atributos do círculo, indicam o **estado atual do objeto**
  - Se mudarmos o raio deste objeto para `42`, **mudamos o estado do objeto** que passa a ser este valor (`42`) em conjunto com o valor dos outros atributos.

- O estado de um objeto pode mudar quando
  - Alteramos o valor de um atributo diretamente; ou quando
  - Executamos um método do objeto (que altera o valor de algum atributo)

Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação
Projeto de Programas
Técnicas Avançadas de Programação

Métodos

Horácio Fernandes
horacio@icomp.ufam.edu.br

ColabWeb: bit.ly/pp-colabweb

Métodos

- Métodos são as operações que os objetos da classe podem executar
  - São funções ou procedimentos
  - Executam um algoritmo
  - Acessam e modificam atributos
  - Retornam um valor ou `void`
  - Podem possuir variáveis locais
    - *Os nomes das variáveis locais seguem as mesmas regras dos nomes dos atributos, mas em geral são menores (acrônimos, abreviações, etc)*
- Convenções de nomes
  - Os nomes dos métodos possuem as mesmas convenções de nomes dos atributos
  - Entretanto, em geral, são verbos

Métodos

- Cada método possui: **modificadores de acesso** (opcional), um **retorno**, um **nome**, **parâmetros** e uma **implementação**
  - Exemplo da classe `Circulo`

```
double getArea() {
  return 3.14159 * raio * raio;
}
```

  - Exemplo da classe `String` (código-fonte do Java)

```
public char charAt(int index) {
  if ( (index < 0) || (index >= value.length) ) {
    throw new StringIndexOutOfBoundsException(index);
  }
  return value[index];
}
```

Métodos Estáticos (de Classe)

- Assim como os atributos, também existem **Métodos de Instância** (usados até o momento) e os **Métodos Estáticos** (de Classe)

- Métodos Estáticos
  - São declarados utilizando o modificador de acesso `static`
  - Não precisam de uma instância (objeto) para serem executados
    - *Podem ser executados diretamente usando o nome da classe*
  - Não podem acessar atributos de instância
    - *Só podem acessar atributos estáticos*
    - *Porque? Imagine que não exista nenhuma instância daquela classe na memória, como o atributo será acessado? E se tiver várias instâncias? Qual seria usada?*

Métodos Estáticos (de Classe)

- Exemplos de Métodos Estáticos
  - Chamando o método estático `sqrt` da classe `Math`:

```
// O ponto (a,b) pertence ao círculo?
boolean pertence(double a, double b) {
  double dx = a - posX;
  double dy = b - posY;
  double dist = Math.sqrt(dx*dx - dy*dy);
  return (dist <= raio);
}
```

Métodos Estáticos (de Classe)

- Exemplos de Métodos Estáticos
  - Declaração do método `sqrt` (raiz quadrada) da classe `Math` (código-fonte do Java)

```
public static double sqrt(double a) {
    return StrictMath.sqrt(a); // delegates to StrictMath
}
```

  - Declaração do método `sqrt` da classe `StrictMath`

```
public static native double sqrt(double a);
```

    - *O modificador `native` indica que o método é implementado em C/C++*
    - *No código do OpenJDK, é possível encontrar a chamada à função `sqrt` do C*
    - *No C, sqrt é implementado usando uma instrução do processador*

Sobrecarga de Métodos

- Em Java, dois ou mais métodos podem ter o mesmo nome!
  - Entretanto, precisam ter parâmetros de tipos/quantidades diferentes
  - Isso é conhecido como **sobrecarga de métodos**
    - *Em inglês, method overloading*
  - O Java diferencia um método do outro observando os **parâmetros**
  - Exemplo:
    - *O método `println` que você tem usado para imprimir texto, classe `PrintStream`*

```
public void println()           { /* ... */ }
public void println(boolean x)  { /* ... */ }
public void println(char x)     { /* ... */ }
public void println(float x)    { /* ... */ }
public void println(int x)      { /* ... */ }
public void println(long x)     { /* ... */ }
public void println(Object x)   { /* ... */ }
public void println(String x)   { /* ... */ }
```

Este método é o que você está usando, provavelmente

Métodos Especiais

- Em Java, temos dois métodos especiais
  - Método Construtor
    - *Executado quando um novo objeto daquela classe é criado. Método que atribui valores padrões para os atributos de um objeto (dentre outras coisas)*
  - Método Destrutor
    - *Executado quando o coletor de lixo vai remover o objeto da memória. Pouco usado, uma vez que não há garantias de quando/se ele será executado*

Métodos Construtores

- Executado quando um novo objeto daquela classe é criado
  - Utilizado para inicializar os atributos do novo objeto, dentre outras coisas
- Possui o mesmo nome da classe
  - Como nomes de classes começam com letra maiúscula, este método também começará com letra maiúscula
- Permite sobrecarga
  - Podemos ter diversos construtores (com o mesmo nome da classe), desde que estes possuam parâmetros diferentes
- Não retornam valor
  - Estes são os únicos métodos que não retornam valor (nem mesmo `void`)

Métodos Construtores

- Criando construtores para a classe `Circulo`

```
class Circulo {
  int posX, posY;
  double raio;

  Circulo() {
     posX = 0;
     posY = 0;
     raio = 0.0;
  }

  Circulo(double raio) {
     posX = 0;
     posY = 0;
     this.raio = raio;
  }

  Circulo(int posX, int posY, double raio) {
     this.posX = posX;
     this.posY = posY;
     this.raio = raio;
  }
  // Métodos getDiametro, getArea ...
}
```

Este construtor não possui parâmetros. Para criar um objeto usando este construtor:

`Circulo circ = new Circulo();`

Este construtor possui um parâmetro do tipo `double`. Para criar um objeto:

`Circulo circ = new Circulo(1.2);`

Este `this` serve para diferenciar o atributo `raio` do parâmetro (variável local) `raio`.

Este construtor possui três parâmetros do tipo `double`. Para criar um objeto:

```
Circulo circ =
new Circulo(1, 3, 9.8);
```

Encadeamento de Construtores

- Para simplificar e reutilizar código, um construtor pode chamar outro
  - Isso é conhecido como **Encadeamento de Construtores**
  - É a forma **recomendada** de se criar construtores

```
class Circulo {
  int posX, posY;
  double raio;

  Circulo() {
    this(0, 0, 0.0);
  }

  Circulo(double raio) {
    this(0, 0, raio);
  }

  Circulo(int posX, int posY, double raio) {
    this.posX = posX;
    this.posY = posY;
    this.raio = raio;
  }
  // Métodos getDiametro, getArea ...
}
```

Este construtor usa a palavra reservada `this` para chamar o construtor que possui três parâmetros do tipo `double` (último)

Mesma coisa, mas passando o `raio`

Este construtor é o principal. Inicializa todos os atributos e será usado pelos outros construtores

Método Destrutor

- Método Destrutor
  - Executado quando o objeto é removido da memória
    - *Chamado pelo coletor de lixo (próximo slide)*
- É implementado através do método `finalize`

```
protected void finalize() { /*...*/ }
```

- Na pática, é muito raramente utilizado e deve ser evitado
  - Motivo: java não garante se ou quando o método será chamado
  - Se você deixar para fechar um arquivo nele, por exemplo, o arquivo pode não ser devidamente fechado

Coletor de Lixo

- O Coletor de Lixo é uma das **tecnologias chave** do Java
  - Em Java, não podemos liberar memória
  - Tudo é feito automaticamente pelo Coletor de Lixo

- Como o Coletor de Lixo **sabe o que pode** ou não ser **liberado**?
  - Por uma regra bem simples: se um objeto não possui mais referências para ele, então ele pode ser liberado
  - Isso funciona porque Java não permite acesso direto à memória
  - Se um objeto perdeu todas as referências a ele, é impossível acessá-lo e, portanto, sabe-se que ele nunca mais será necessário

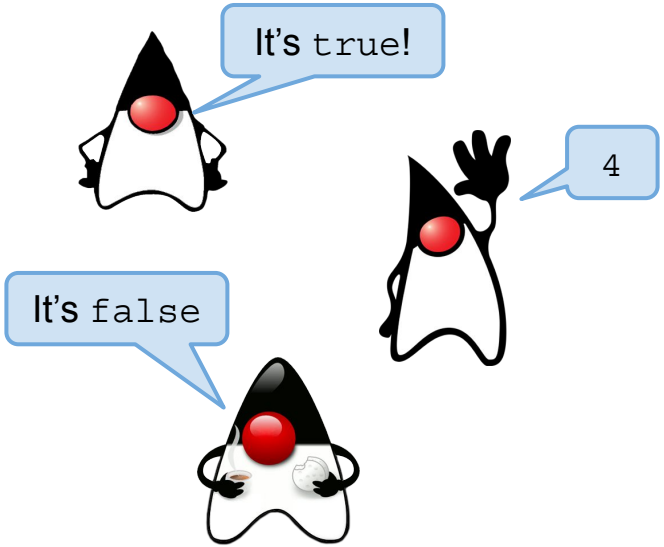
Coletor de Lixo

- Entretanto, se uma **referência é mantida** para um objeto que não é mais necessário, **ele continuará ocupando memória**
  - Para evitar isso, basta atribuir `null` às variáveis que apontam para o objeto
  - No exemplo abaixo, **removemos a referência** que `circ` tinha para o objeto e, na próxima coleta de lixo, ele será liberado

```
circ = null;
```

  - Note que, na maioria dos casos, isso não é necessário, pois grande parte dos objetos são alocados dentro de métodos (escopo local) e suas referências são perdidas após o término do método
    - *No caso de atributos de um objeto (que são também objetos), estes serão automaticamente desalocados quando o objeto for desalocado*

Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação
Projeto de Programas
Técnicas Avançadas de Programação



Tipos de Dados em Java

Horácio Fernandes
horacio@icomp.ufam.edu.br

ColabWeb: bit.ly/pp-colabweb

Tipos de Dados em Java

- Java é uma linguagem com **tipagem estática**
  - Toda variável e toda expressão possui um **tipo** que é **conhecido em tempo de compilação**

- Java é uma linguagem com **tipagem forte**. Tipos:
  - **Limitam os valores** que uma variável pode armazenar
  - Limitam os valores que uma expressão pode produzir
  - **Limitam as operações** suportadas pelos valores
  - Determinam o **significado das operações**

Tipos de Dados em Java

- Tipos em Java são divididos em **duas categorias**:
  - Tipos **Primitivos** e Tipos **Referência**
- Tipos Primitivos:
  - Tipos numéricos inteiros
    - *byte, short, int, long e char*
  - Tipos numéricos de ponto flutuante
    - *float e double*
  - Tipo booleano
    - *boolean*
- Tipos Referência (ou simplesmente “Objetos”)
  - Classes
  - Interfaces
  - Vetores

Tipos Primitivos

- São os tipos “**nativos**” do hardware

`byte`	Inteiro, 8 bits
`short`	Inteiro, 16 bits
`int`	Inteiro, 32 bits
`long`	Inteiro, 64 bits
`float`	Ponto flutuante, 32 bits
`double`	Ponto flutuante, 64 bits
`boolean`	`true` ou `false`
`char`	Caractere Unicode, 16 bits, sem sinal

- Com exceção do `char` e do `boolean`, todos os tipos primitivos **possuem sinal**
  - Não é possível criar números “unsigned” em Java

Tipos Primitivos: Operadores

- Em Java, podemos usar operadores nas variáveis

Multiplicativos	`*  /  %`
Aditivos	`+  -`
Relacionais	`>  <  >=  <=`
Igualdade/Diferença	`==  !=`
E Lógico	`&&`
OU Lógico	`||`
Seleção	`e ? e : e`
Atribuição	`=`
Atribuição+Operação	`+=  -=  *=  /=`
Incremento/Decremento	`++  –`
Operadores de Bits	`>>  <<  &  |  ^  ~`

Tipos Primitivos: Inicialização

- **Atributos** de tipos primitivos são automaticamente **inicializados para zero**
  - O que acontece no código abaixo?

```
class Pessoa {
  int     anoNascimento;
  boolean solteiro;

  public static void main(String args[]) {
    Pessoa fulano = new Pessoa();
    System.out.println("AnoNasc = " + fulano.anoNascimento
                    + ", Solteiro? " + fulano.solteiro);
  }
}
```

```
$ javac Pessoa.java
$ java Pessoa
AnoNasc = 0, Solteiro? false
```

Tipos Primitivos: Inicialização

- Entretanto, variáveis locais de tipos primitivos **não são inicializados**
  - O que acontece no código abaixo?

```
class Pessoa {

  public static void main(String args[]) {
    int anoNasc;
    System.out.println("AnoNasc = " + anoNasc);
  }

}
```

```
$ javac Pessoa.java
Pessoa.java:5: variable anoNasc might not have been initialized
    System.out.println("AnoNasc = " + anoNasc);
                                      ^
1 error
```

Tipos Referência

- Também chamados de:
  - referências, tipos não-primitivos, ou simplesmente “objetos”

- Armazenam uma referência para um objeto
  - Uma referência é um endereço de memória onde o objeto está armazenado
  - Por usar uma máquina virtual, o endereço armazenado em uma referência não corresponde ao endereço na memória física do computador

Tipos Referência

- Uma referência a um objeto pode ser do tipo
  - Classe
    - *Classes já existentes no Java*
    - *Classes criadas pelo usuário*
  - Interface (veremos futuramente)
  - Vetor
    - *Em java, um vetor é um objeto*

Tipos de Referências x Tipos Primitivos

- Variáveis de Tipos Primitivos
  - São sempre utilizadas “**por valor**”
  - Quando usadas como parâmetros de métodos ou em atribuições, elas sempre serão uma **cópia** da variável original
  - Não é possível criar uma referência (ponteiro) para uma variável primitiva
  - Por isso não existem os operadores `&` ou `*` como na linguagem C/C++

Tipos de Referências x Tipos Primitivos

- Variáveis de Tipos Referência (objetos de classes)
  - São sempre utilizadas “**por referência**”
  - Quando usadas como parâmetros de métodos ou em atribuições, apenas a referência é passada. Portanto, **mudando-se seus atributos dentro do método, mudará os atributos do objeto “original”**
  - Para se “duplicar” um objeto, deve-se usar o método `clone`

Tipos de Referências x Tipos Primitivos

- Exemplo

```
int a = 3;
char b = 't';
Circulo c = new Circulo();
```

Var.	Endereço	Conteúdo
a	*0200*	3
b	*0300*	't'
c	*0400*	*0900*
	...	...
	0900	posX = 2, posY = 5, raio = 6.0

Tipos de Referências x Tipos Primitivos

- Qual a saída do código?

```
class A {
  int i = 1;

  public static void main(String[] args) {
    A a1 = new A();
    A a2 = new A();
    System.out.println("a1.i = " + a1.i);
    System.out.println("a2.i = " + a2.i);
    System.out.println("a1 == a2 ? " + (a1 == a2) );
    System.out.println("a1.i == a2.i ? " + (a1.i == a2.i));
  }
}
```

```
$ javac A.java
$ java A
a1.i = 1
a2.i = 1
a1 == a2 ? false
a1.i == a2.i ? true
```

Tipos de Referências x Tipos Primitivos

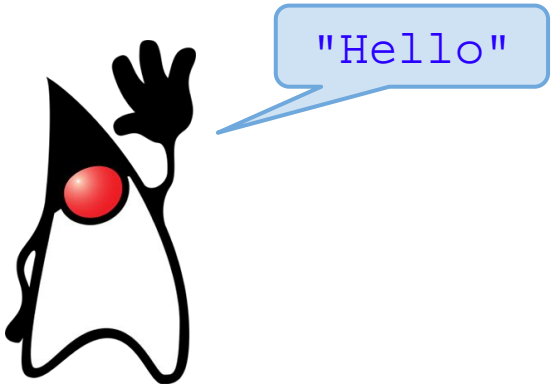
- Qual a saída do código?

```
class A {
  int i = 1;

  public static void main(String[] args) {
    A a1 = new A();
    A a2 = a1;
    System.out.println("a1.i = " + a1.i);
    System.out.println("a2.i = " + a2.i);
    System.out.println("a1 == a2 ? " + (a1 == a2) );
    System.out.println("a1.i == a2.i ? " + (a1.i == a2.i));
  }
}
```

```
$ javac A.java
$ java A
a1.i = 1
a2.i = 1
a1 == a2 ? true
a1.i == a2.i ? true
```

Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação
Projeto de Programas
Técnicas Avançadas de Programação



Classe String, um Tipo Especial

Horácio Fernandes
horacio@icomp.ufam.edu.br

ColabWeb: bit.ly/pp-colabweb

String, um Tipo Especial

- Os objetos da classe `String` são especiais e são **tratados de forma diferente**
  - Motivo: performance e facilidade (são frequentemente utilizadas)

- Strings podem ser inicializadas de **duas** formas:
  - Explicitamente através do operador **`new`** (como qualquer outro objeto):

```
String c = new String("Something, something dark side");
```

  - Implicitamente através de uma ”**string literal**” (mais comum, o recomendado):

```
String c = "Something, something dark side";
```

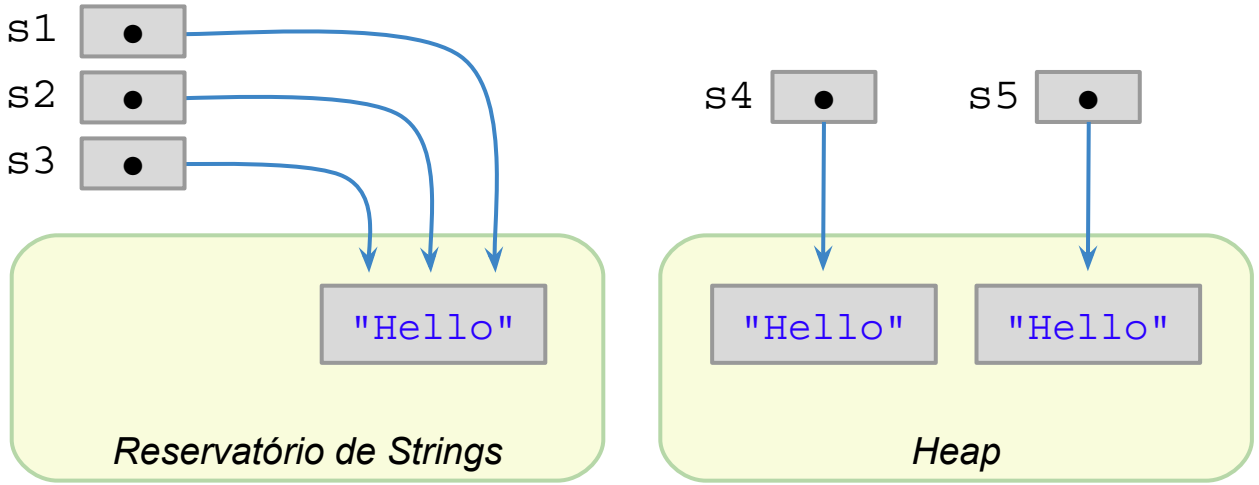
Reservatório de Strings

- **Strings** criadas com o operador **`new`** são armazenadas junto com os outros objetos no ***heap*** e se comportam como qualquer outro objeto
- **Strings literais** são armazenadas em um **reservatório de strings**:
  - Diferença: **Strings literais com o mesmo conteúdo, compartilham o mesmo endereço de memória**
- Em ambos os casos:
  - O operador ”+” é usado para concatenar strings
  - As **strings são imutáveis**, ou seja, não tem como alterar seu conteúdo
    - *Para “mudar” uma string, deve-se atribuí-la a uma nova string contendo o novo valor. A string antiga, se não estiver mais em uso, será liberada pelo coletor de lixo.*

Reservatório de Strings

- Exemplo:

```
String s1 = "Hello";                // String literal
String s2 = "Hello";                // String literal
String s3 = s1;                     // Mesma Ref.
String s4 = new String("Hello");    // Objeto da classe String
String s5 = new String("Hello");    // Objeto da classe String
```



Fonte: https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/java/J3d_String.html

Reservatório de Strings

- Exemplo:

```
String s1 = "Hello";                // String literal
String s2 = "Hello";                // String literal
String s3 = s1;                     // Mesma Ref.
String s4 = new String("Hello");    // Objeto da classe String
String s5 = new String("Hello");    // Objeto da classe String
```

```
s1 == s1;        // true, mesma referência
s1 == s2;        // true, mesma referência
s1 == s3;        // true, mesma referência
s1.equals(s3);   // true, mesmo conteúdo
s1 == s4;        // false, referências diferentes
s1.equals(s4);   // true, mesmo conteúdo
s4 == s5;        // false, referências diferentes
s4.equals(s5);   // true, mesmo conteúdo
s1 == "Hello";   // true, mesma referência
s4 == "Hello";   // false, referências diferentes
```

Concatenação de Strings

- Strings podem ser **concatenadas** usando o operador +

```
String p1 = "Omicron";
String p2 = "Persei";
String w = p1 + " " + p2;    // Omicron Persei
int num = 8;
String w = w + " " + num;    // Omicron Persei 8
```

  - O operador + gera uma **nova string** na memória e retorna a referência para ela
  - Sempre que o Java encontra o operador + e um dos parâmetros é uma `String`, ele faz a concatenação
  - Note que, na última linha, a `String` antiga apontada por `w` não foi "modificada"
    - *O que acontece é que, agora, `w` apontará para a nova `String` criada pelo operador +.*

Métodos da Classe String

- A classe String possui vários métodos úteis. Por exemplo:

```
boolean equals(Object anObject)
boolean equalsIgnoreCase(String anotherString)
int length()
int indexOf(int ch)
char charAt(int index)
boolean contains(CharSequence s)
boolean startsWith(String suffix)
boolean endsWith(String suffix)
String replace(CharSequence target, CharSequence replacement)
public String[] split(String regex, int limit)
String toLowerCase()
String toUpperCase()
```

Laboratório

- Disponível no ColabWeb
  - bit.ly/pp-colabweb