Programação Orientada por Objetos

Herança de Classes

Polimorfismo

Classes Abstratas

(Livro *Big Java, Late Objects* – Capítulo 9)

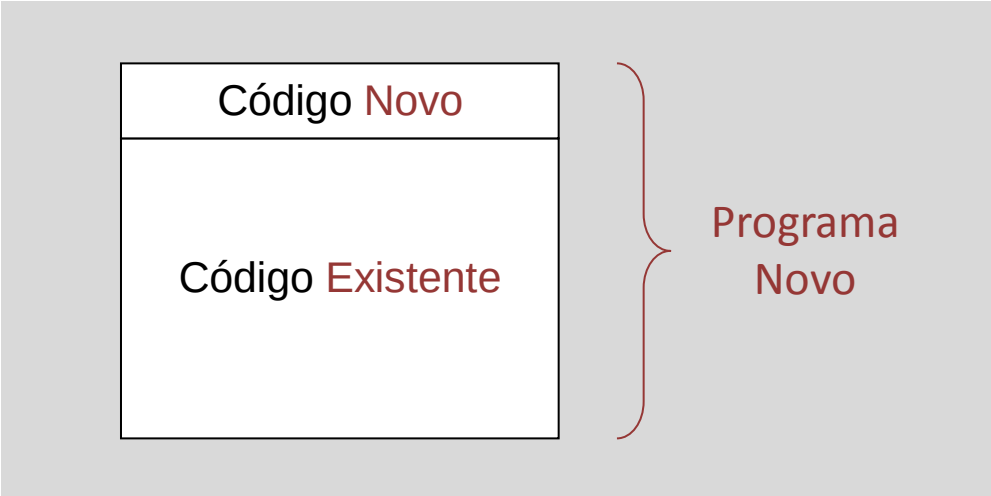
Sumário Geral

Sumário Geral

Sumário

Interesse dos Mecanismos de Reutilização de Código

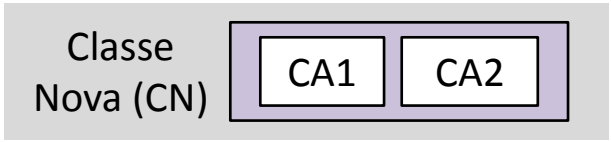
- Redução do esforço de programação $\Rightarrow$ redução dos custos de produção de software
  - Uma das vantagens da POO
  - Como?
    - Programa novo obtido programando
      - Não todo o programa
      - Apenas uma pequena parte nova sobre código existente (reutilização)



    - Concretamente
      - Baseada na construção de classes novas a partir de classes existentes

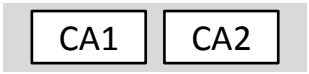
Tipos de Mecanismos de Reutilização de Código

- **Composição**
  - Permite criar uma classe composta por outras classes (CA)

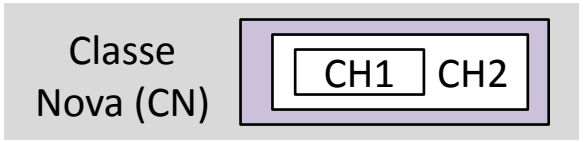


CN contém CA1 e CA2

  - Classes agregadas (CA) estão ao mesmo nível

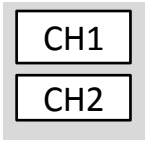


- **Herança**
  - Permite criar uma classe que herda (acrescenta) outras classes



CN contém CH2 contém CH1

  - Classes herdadas (CH) estão em níveis diferentes

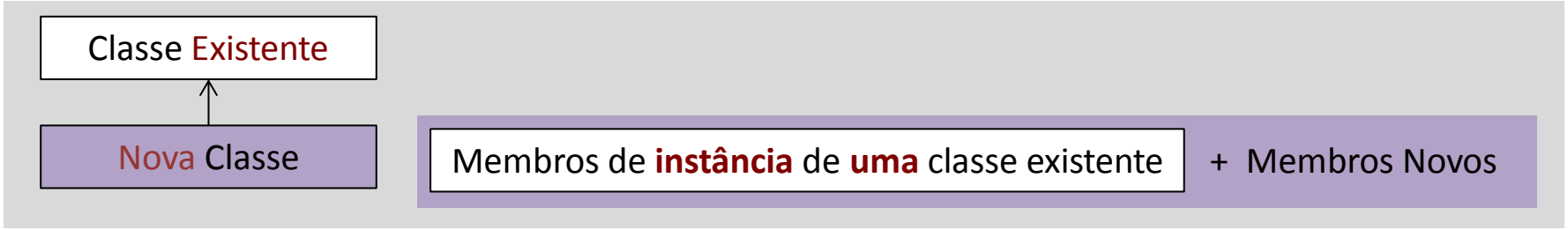


Sumário Geral

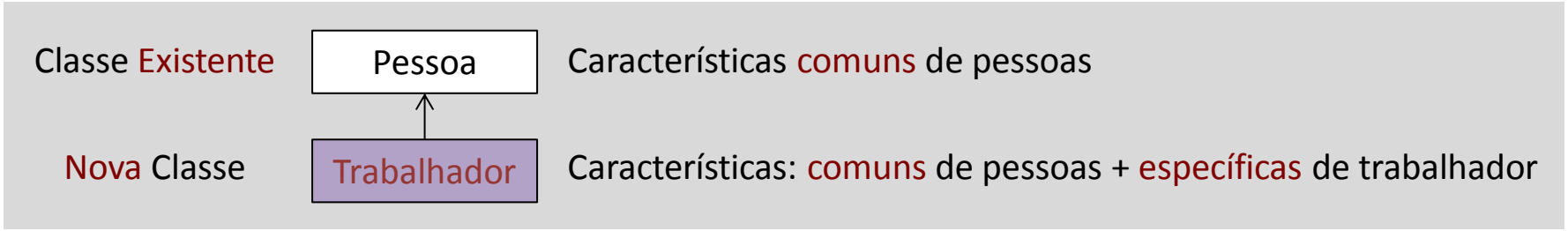
Sumário

Noção de Herança

- **Mecanismo**
  - Permite criar uma nova classe por herança (ou extensão) de uma classe existente // 1 em **Java**
    - Nova classe
      - Herda membros de instância de uma classe existente
        - Variáveis de Instância
        - Métodos de Instância
      - Acrescenta novos membros particulares



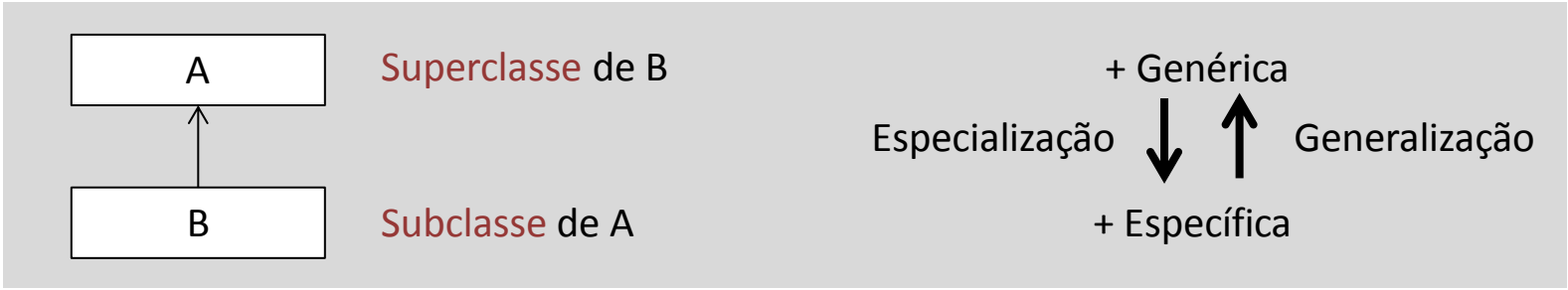
- **Exemplo**



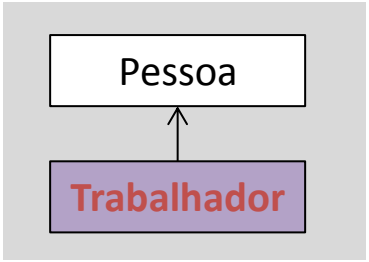
  - Exemplos de características
    - Comuns de pessoas: nome e data de nascimento
    - Específicas de trabalhador: salário e empresa

Superclasse e Subclasse de uma Classe

- **Exemplo**



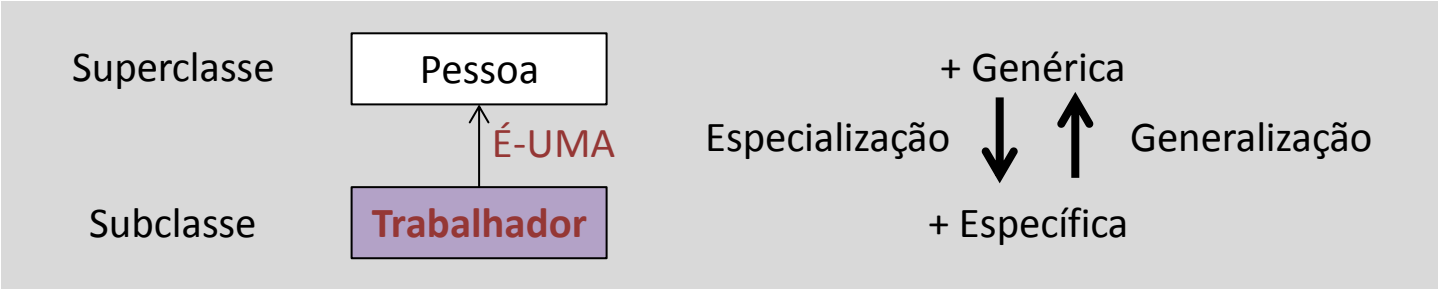
- **Subclasse da classe A**
  - Classe que herda a classe A // classe derivada de A
  - Mais específica do que A
    - i.e., é uma especialização de A // contém mais membros: métodos e/variáveis
  - Exemplo
    - Classe Trabalhador herda classe Pessoa



- **Superclasse da classe B**
  - Classe herdada pela classe B
  - Mais genérica do que B // contém menos membros: métodos e/ou variáveis
  - Exemplo
    - Classe Pessoa é herdada pela classe Trabalhador

Relacionamento É-UM(A) (IS-A)

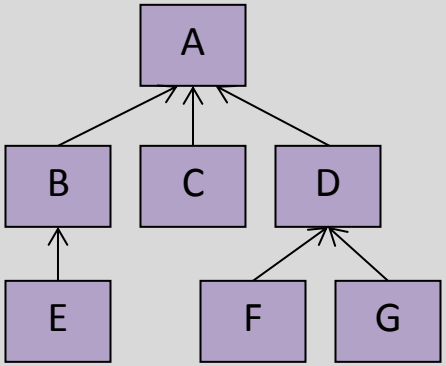
- **Tipo de Relacionamento entre**
  - Superclasse
  - Suas subclasses
- **Exemplo**
  - Trabalhador é uma Pessoa



- **Interesse**
  - Determinar o uso do mecanismo de herança

Hierarquia de Classes

- **Noção**
  - Estrutura de classes organizadas em diferentes níveis
  - Construção permitida pelo mecanismo da herança
- **Classes**
  - Níveis inferiores: subclasses
  - Níveis superiores: superclasses
- **Superclasses e Subclasses podem ser**
  - Diretas // nível imediato
  - Indiretas



Hierarquia de Classes (Simples)

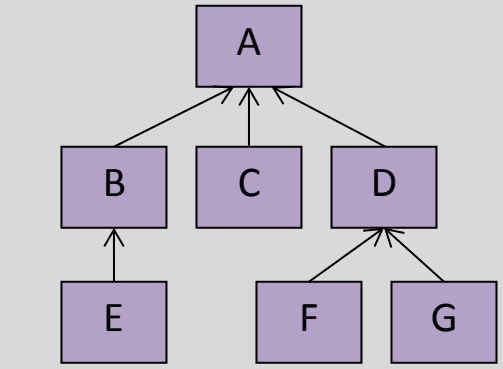
Superclasse de todas as subclasses
Superclasse directa de B, C e D

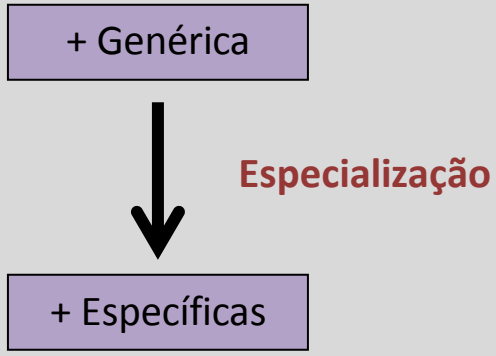
D é superclasse directa de F e G
Subclasse directa de A

F/G: subclasses directas de D e indirectas de A

Hierarquia de Classes

- **Hierarquia de Especialização de Classes**
  - Qualquer subclasse é uma especialização das suas superclasses
    - Topo da hierarquia: classe mais genérica // membros comuns a todas as subclasses
    - Base da hierarquia: classes mais específicas // membros particulares
  - Sentido Topo → Base
    - Há especialização de classes

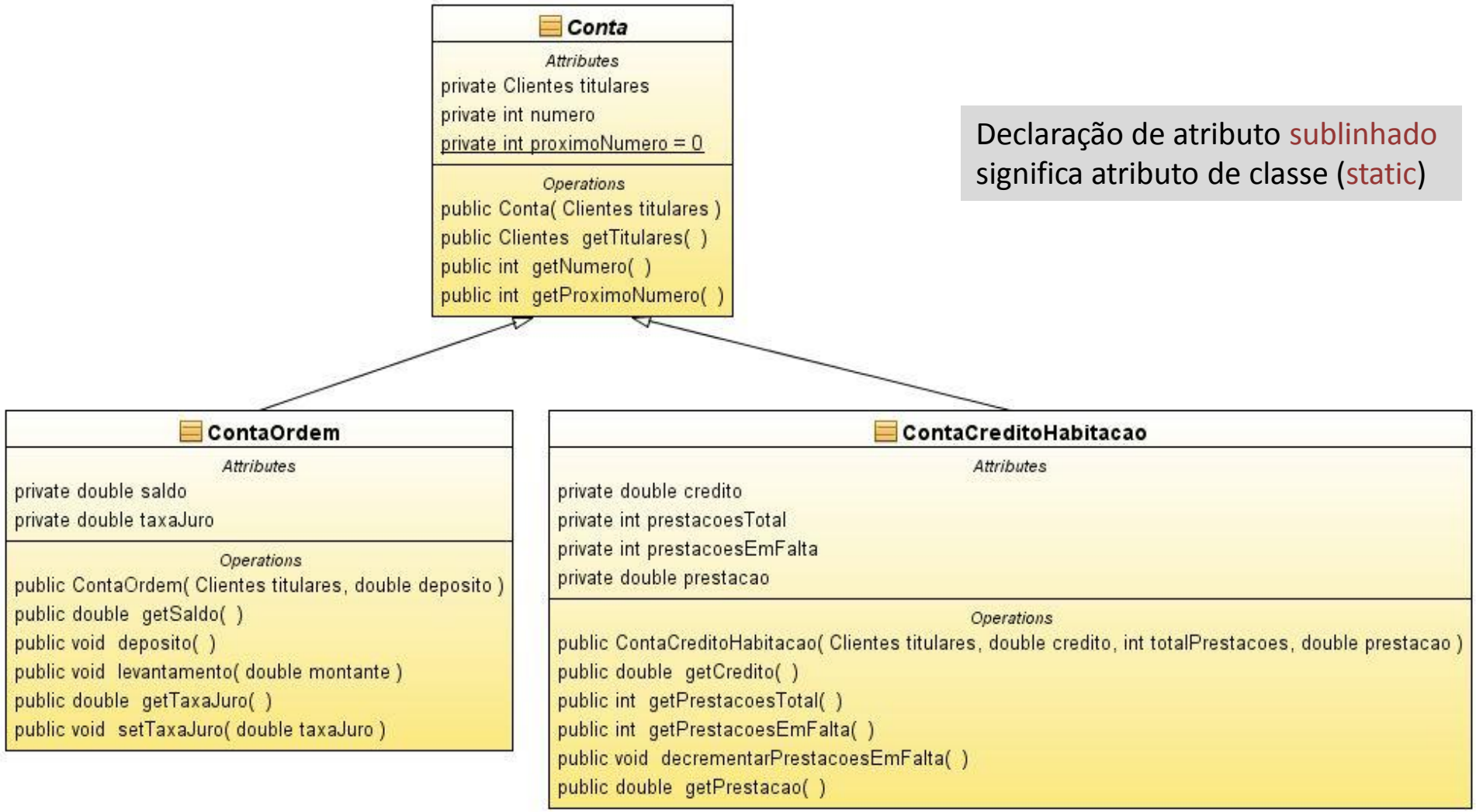




Hierarquia de Classes (Simples)

Hierarquia de Classes

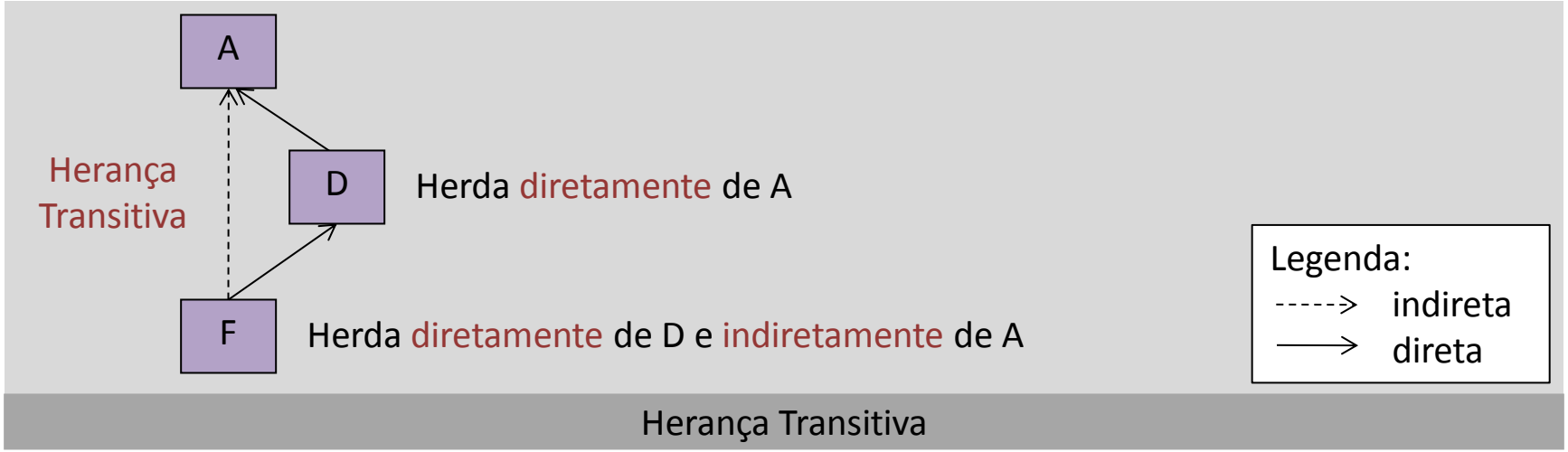
- **Exemplo** de uma **hierarquia de classes** de uma aplicação sobre **contas bancárias**
  - As subclasses são especializações da superclasse Conta (classe genérica)
    - Superclasse Conta: possui variáveis e métodos comuns a todos os tipos de contas
    - Subclasses: acrescentam variáveis e métodos específicos



Declaração de atributo sublinhado significa atributo de classe (static)

Herança Transitiva

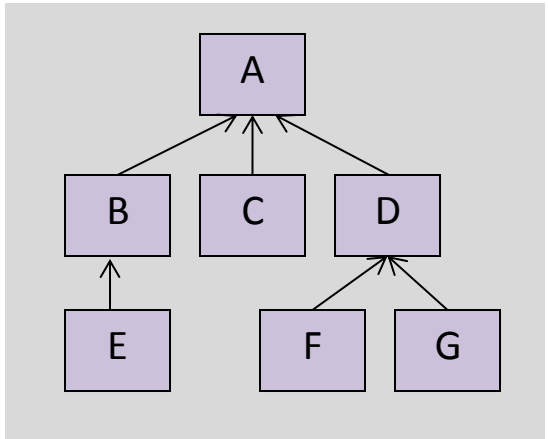
- **Noção**
  - Herança acima da superclasse direta
- **Uma classe herda membros de instância**
  - Da sua superclasse
    - Esta, por sua vez, herda da sua superclasse
      - E, assim sucessivamente, até ao topo da hierarquia
- **Exemplo**
  - F herda de A, porque herda de D e esta, por sua vez, herda de A



Tipos de Herança em POO

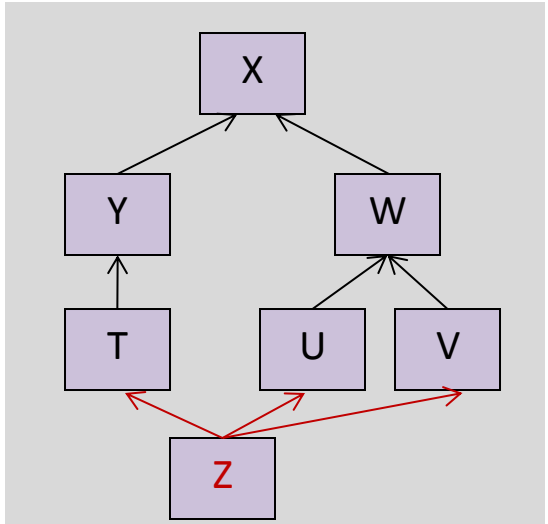
- **Tipos de Herança em POO** (Programação Orientada por Objetos)
  - Simples
  - Múltipla

- **Herança Simples**
  - Uma classe apenas pode herdar diretamente de outra classe
  - Java
    - Única permitida em hierarquias de classes



Herança Simples

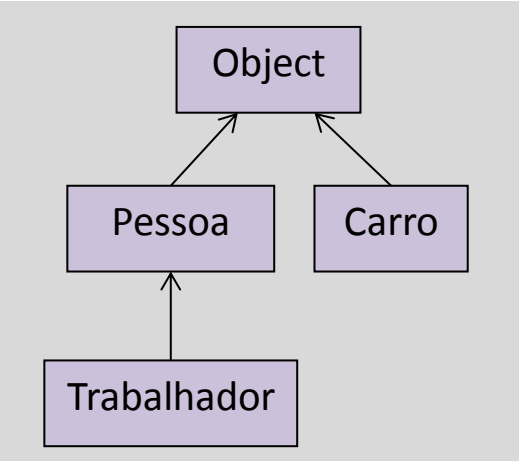
- **Herança Múltipla**
  - Uma classe pode herdar diretamente de múltiplas classes
  - Exemplo
    - Classe Z
  - Permitida pelo C++
  - Java
    - Não permite em hierarquias de classes
    - Permite em hierarquias de interfaces



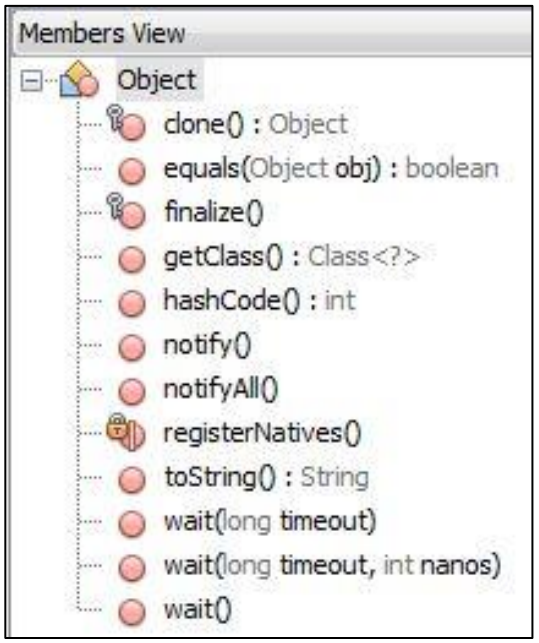
Herança Múltipla

Classe Object

- **Classe Java mais Genérica**
  - Está **n**o topo de todas as hierarquias de classes **Java**
  - Superclasse de todas as classes
    - Qualquer classe em Java é subclasse, pelo menos, de Object
- **Membros**
  - Comuns a todas as classes Java
    - Interessam a todas as classes
  - Exemplos de Métodos
    - toString
    - equals
- **Nome Object**
  - Objeto ... é característica comum a todas as classes



Hierarquia de Classes Java

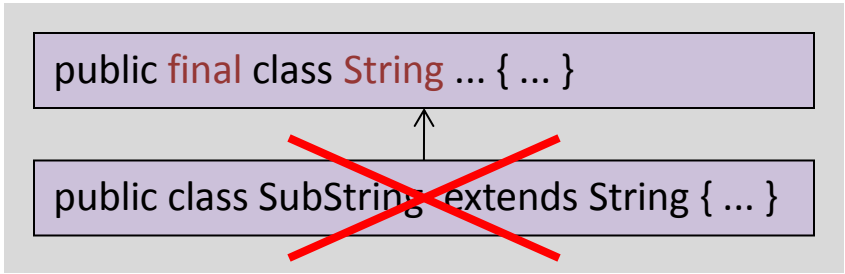


Declaração de uma Subclasse

- **Sintaxe**

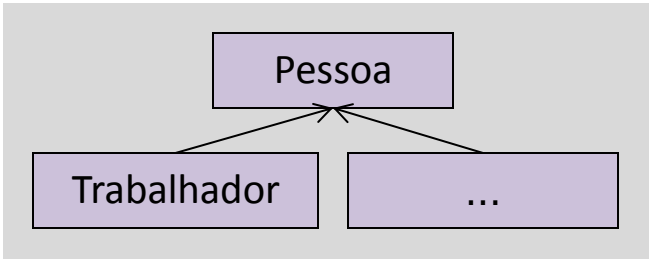
```
[modificador de acesso]  [final]  class  subclasse  extends  superclasse  { ... }
```

  - **[...]** = opcional
  - modificador de acesso
    - public
    - private
    - protected
    - sem modificador = package
  - final
    - Classe não pode ser herdada
    - É considerada classe completa
      - Não há especializações
    - Exemplo
      - Classe String



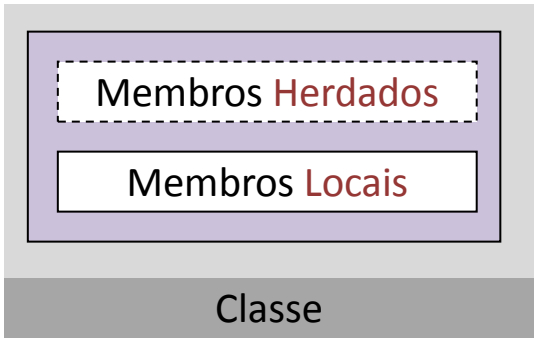
- **Exemplo**

```
public  class Trabalhador extends  Pessoa { ... }
```



Tipos de Membros de Classes

- **Em Java**
  - Qualquer classe herda código
    - Pelo menos da classe Object
  - Então, relativamente à Herança, qualquer classe tem dois tipos de membros
    - Herdados
    - Locais



- **Membros Herdados**
  - Definidos nas suas superclasses
- **Membros Locais**
  - Definidos na própria classe

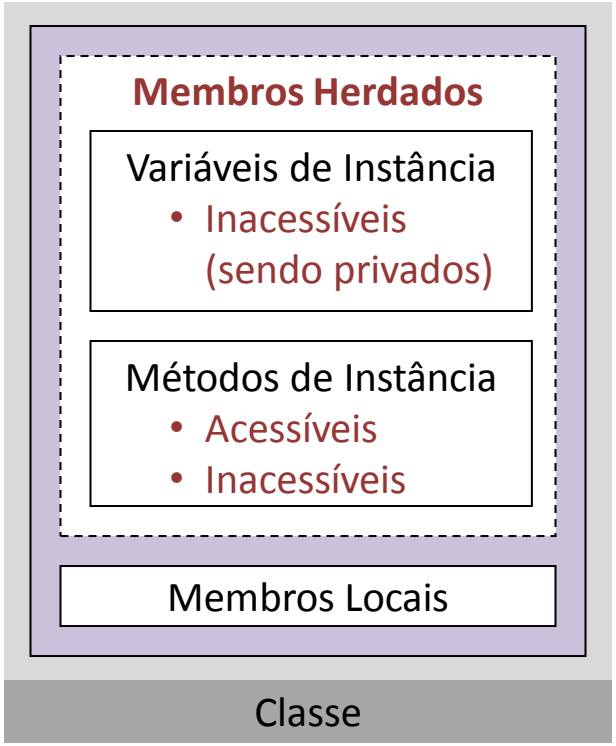
Membros Herdados

- **Definição**
  - Membros de instância definidos nas superclasses de uma classe (até à classe Object)
    - Apenas, variáveis e métodos de instância

- **Membros não Herdados**
  - Membros de classe // variáveis e métodos de classe
    - Mas podem estar acessíveis // p. ex., os métodos de classe públicos
  - Construtores
    - Porque não são membros de uma classe
    - Mas podem estar acessíveis
      - Através da chamada super() // abordada mais adiante

Membros Herdados

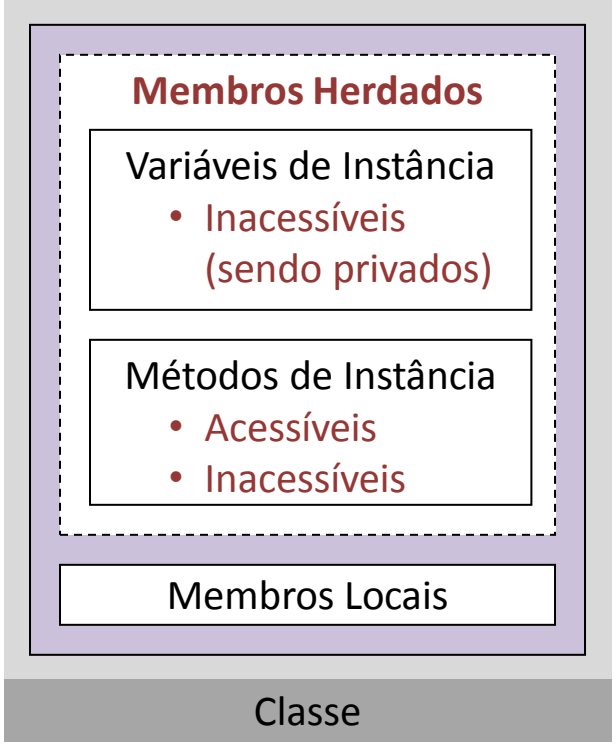
- **Relativamente ao acesso, podem ser**
  - Acessíveis
  - Inacessíveis
- **Acesso depende (em Java)**
  - Package da sua classe
  - Nível de acesso (visibilidade)
    - public // acessível
    - protected // acessível
    - package (sem modificador) // acessível se classe pertencer à package da superclasse (direta)
    - private // inacessível



Membros Herdados

- **Conceitos diferentes: herdar e aceder**
  - Um membro pode ser herdado ..... mas pode não estar acessível à subclasse
    - Exemplo: método de instância privado
  - Um membro pode estar acessível ... e não ser herdado
    - Exemplo: membros de classe públicos

- **Para simplificar a programação**
  - Podemos considerar herdado o que está acessível



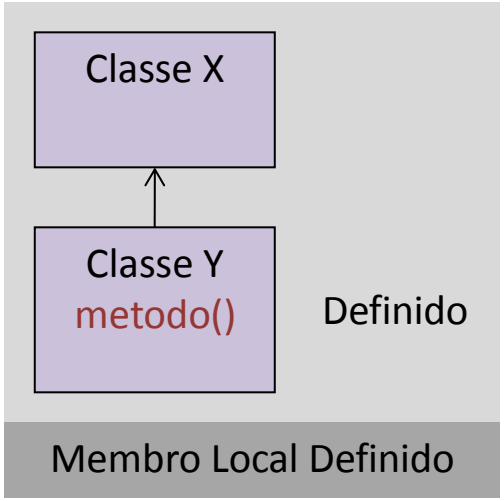
Membros Locais

- **Definição**
  - Membros especificados na própria classe
    - Variáveis e métodos
      - Instância
      - Classe

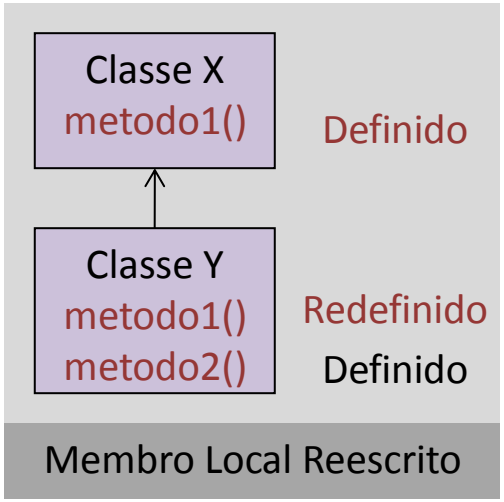
- **Relativamente à definição, podem ser**
  - Definidos
  - Redefinidos (*Override* ou Reescritos)

Membros Locais

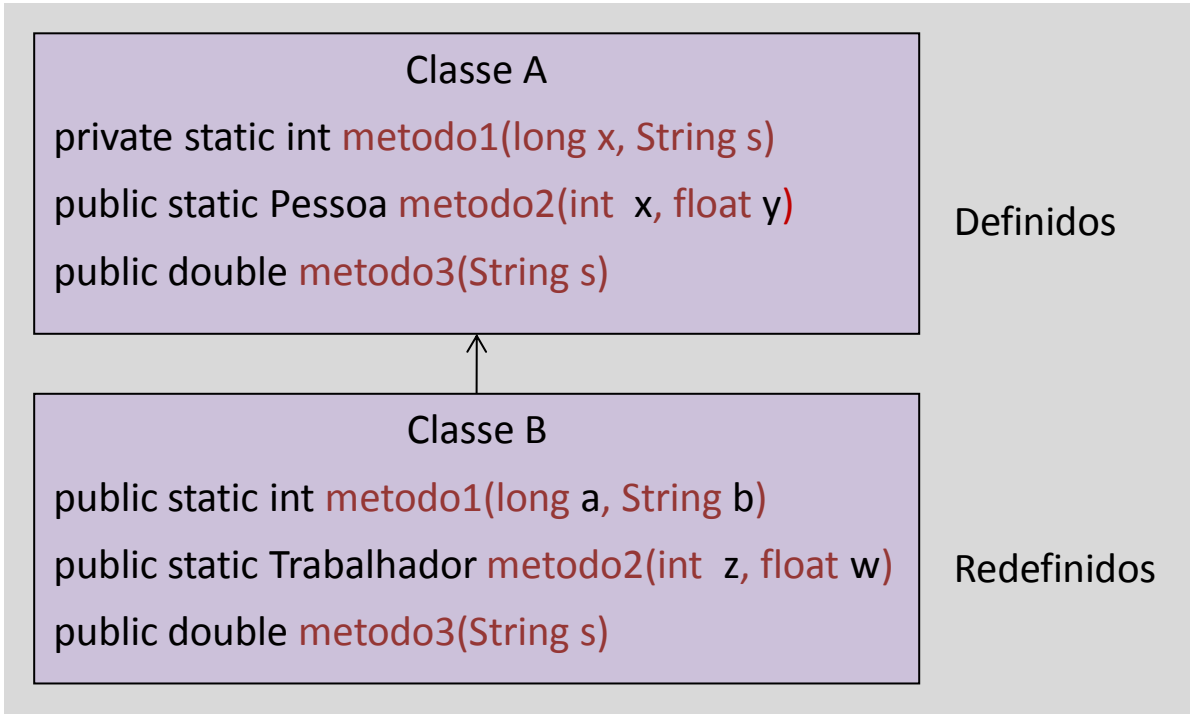
- **Membros Locais Definidos**
  - Cujas definições residem apenas na própria classe
    - Definições inexistentes nas suas superclasses

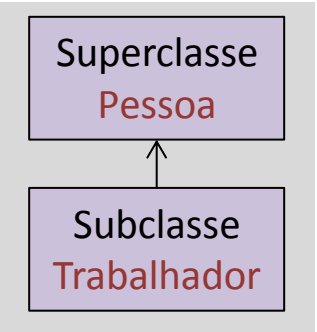


- **Membros Locais Redefinidos**
  - São redefinições de membros das superclasses
  - Interesse
    - Quando os membros de superclasses não são apropriados para uma subclasse
    - Exemplo
      - Método toString() herdado, pelo menos, da classe Object
  - Suportado pelo Mecanismo da Sobreposição (*Overriding*)
  - Mais pormenores nos próximos slides

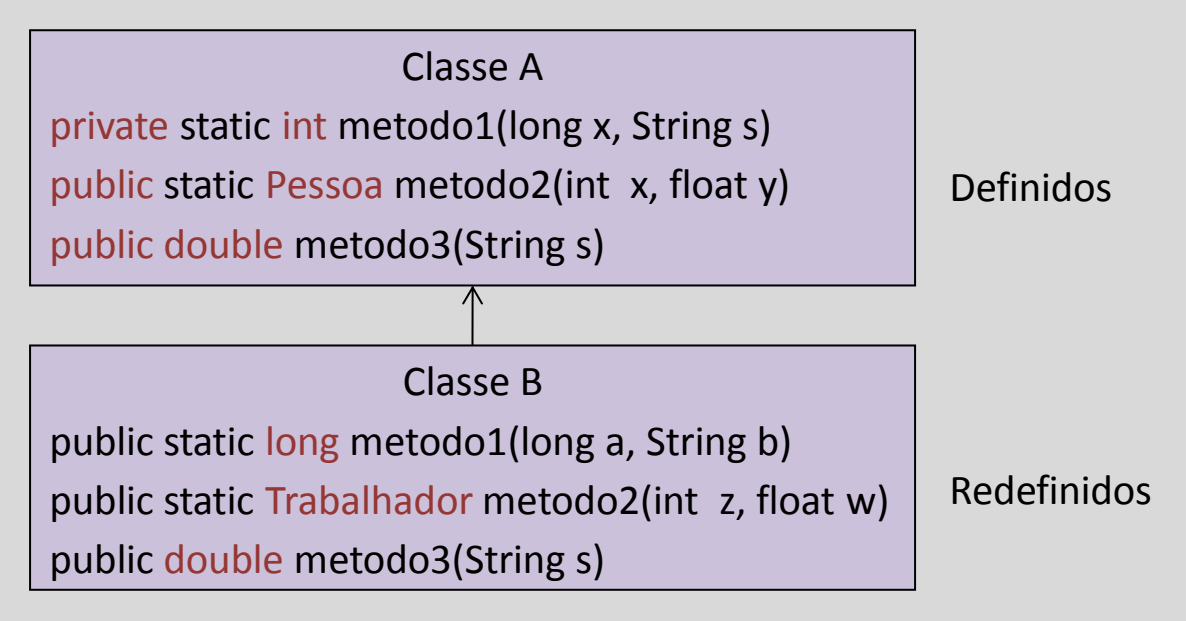


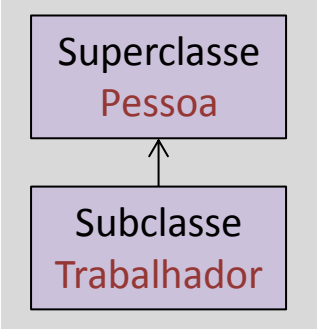
- **Requisitos de Método Redefinido (1/5)**
  - Assinatura
    - Igual ao do método definido
      - i.e, mesmo nome e mesma lista de tipos de parâmetros
    - Exemplo





- **Requisitos de Método Redefinido (2/5)**
  - Tipo de retorno
    - Depende da visibilidade (nível de acesso) do método definido
      - Inacessível
        - Pode ser qualquer tipo
      - Acessível
        - Desde Java 5, também pode ser qualquer subtipo (subclasse) do tipo de retorno da definição do método
        - Tipos de retorno primitivos, definido e redefinido, têm de ser iguais
    - Exemplos



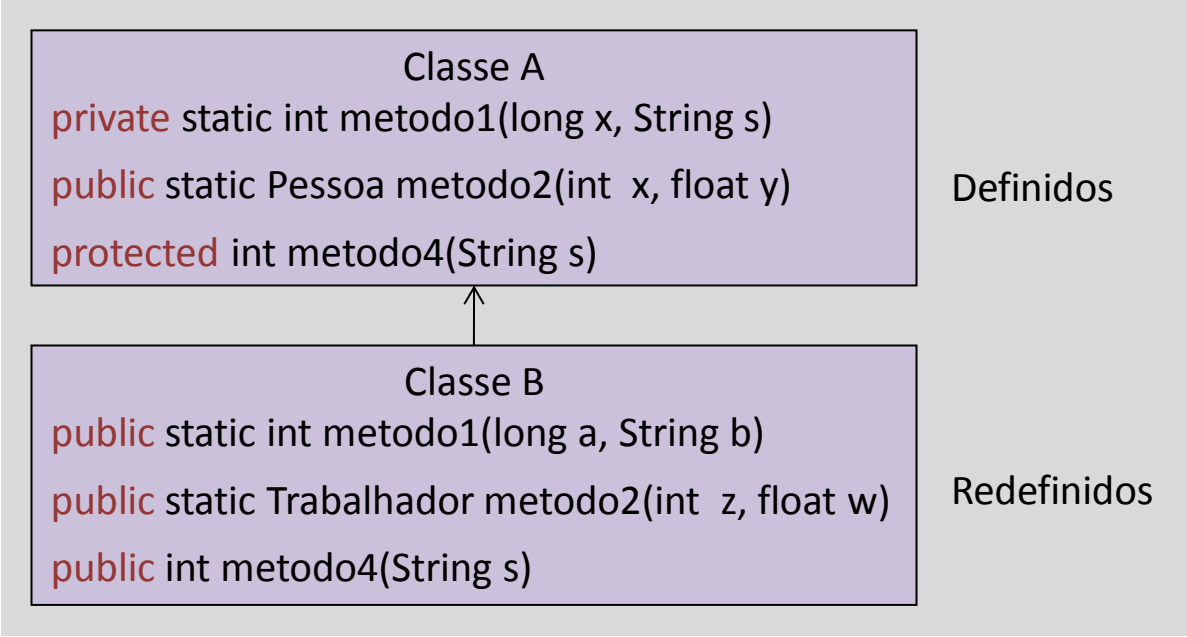


- **Requisitos de Método Redefinido (3/5)**
  - Nível de acesso (visibilidade)
    - Depende da visibilidade do método definido
      - Inacessível
        - Método redefinido pode especificar qualquer nível de acesso
      - Acessível
        - Regra geral
          - Método redefinido não pode diminuir o nível de acesso do método definido

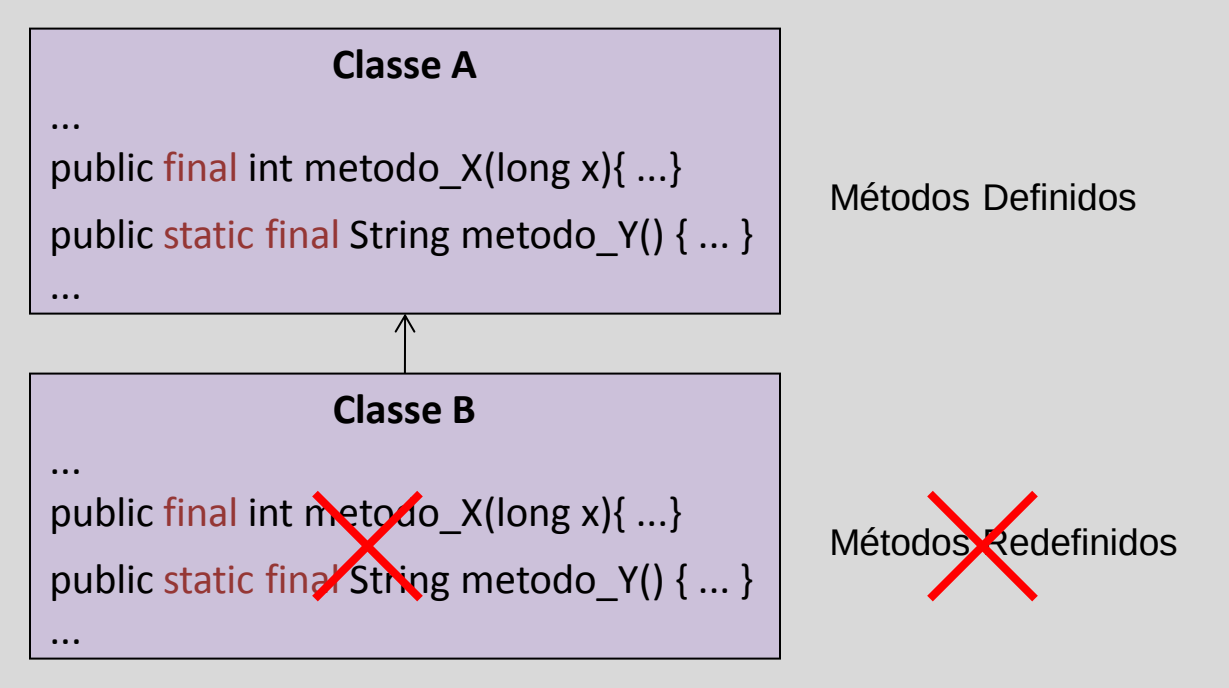
Método Definido	Método Redefinido
public	public
protected	protected ou public
package	qualquer, excepto private

    - Exemplo
      - Slide seguinte

- **Requisitos de Método Redefinido (4/5)**
  - Nível de acesso (visibilidade)
    - Exemplo



- **Requisitos de Método Redefinido (5/5)**
  - Métodos declarados final
    - Não podem ser redefinidos
    - Exemplo



Membros Locais

- **Variável Redefinida (classe/instância)**
  - Definição
    - Variável com o mesmo nome de variável definida nas suas superclasses
  - Definição local
    - Esconde (*hidden*) a definição da variável acessível
  - Irrelevante para variáveis privadas

Referência super

- **Definição**
  - Referência da superclasse (direta) da classe da instância-recetora de uma mensagem
- **Interesse**
  - Invocar um membro de instância herdado e acessível da superclasse direta
    - Particularmente útil para acesso a métodos que foram sobrepostos

super não se deve aplicar a variáveis e métodos de classe

- **Exemplo**
  - super.toString() // invoca método toString() da superclasse

```
public class Trabalhador extends Pessoa {
    private double salario;
    private String empresa;
    ...
    public String toString () {      // baseado no toString() da superclasse
        return String.format("%s Salário:%s, Empresa:%s", super.toString(), salario, empresa);
    }
    ...
}
```

Referência super

- **Não pode ser usada de forma encadeada**
  - Exemplo
    - super.super.metodo(); // expressão inválida
- **Outro interesse de super**
  - Distinguir dois tipos de métodos de instância
    - Herdados da superclasse direta // com prefixo super
    - Locais da classe // sem prefixo super

Invocação super()

- **Sintaxe**
  - super(lista_parâmetros); // lista pode ser vazia
- **Interesse**
  - Acesso aos construtores da superclasse (direta) para inicialização das suas variáveis de instância
- **Uso**
  - Só em construtores
  - Obrigatoriamente a 1ª instrução do construtor
- **Exemplo**

```
public class Trabalhador extends Pessoa {

    // variável de instância local (própria)
    private  double  salario;

    // construtor
    public  Trabalhador( String nome, double salario) {
        super( nome );                  // garante inicialização das variáveis de instância da superclasse
        this.salario = salario;
    }
}
```

Invocação super()

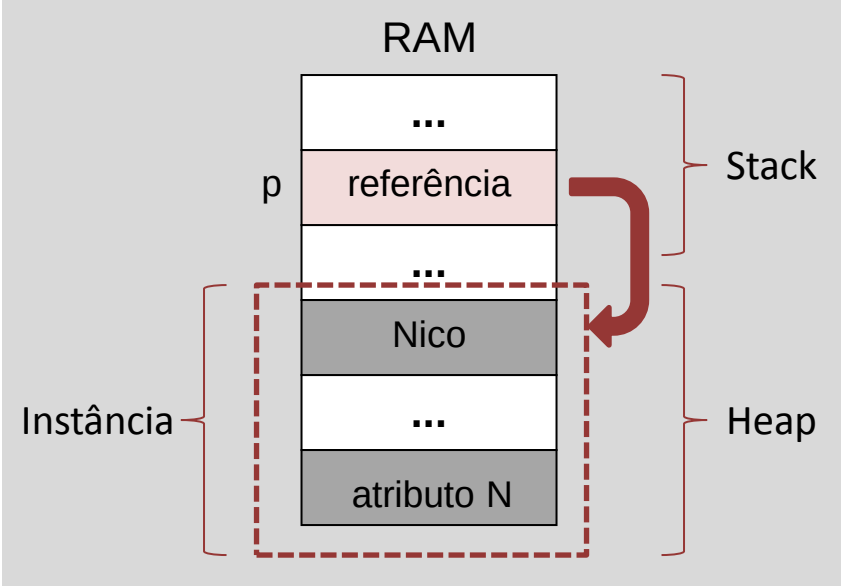
- **Quando não é declarado**
  - Compilador adiciona automaticamente super() aos construtores // super sem parâmetros
- **Criação de instância de subclasse**
  - Obriga chamada em cadeia dos construtores de todas as suas superclasses

Sumário Geral

Sumário

Classe é Tipo de Dados

- **Classe é também Tipo de Dados**
  - Tipo referência
    - Variável deste tipo guarda referência de instância // referência = endereço de memória
  - Exemplo
    - Pessoa p = new Pessoa("Nico");
      - Classe Pessoa especifica tipo da variável p
      - Variável p guarda referência de instância Pessoa

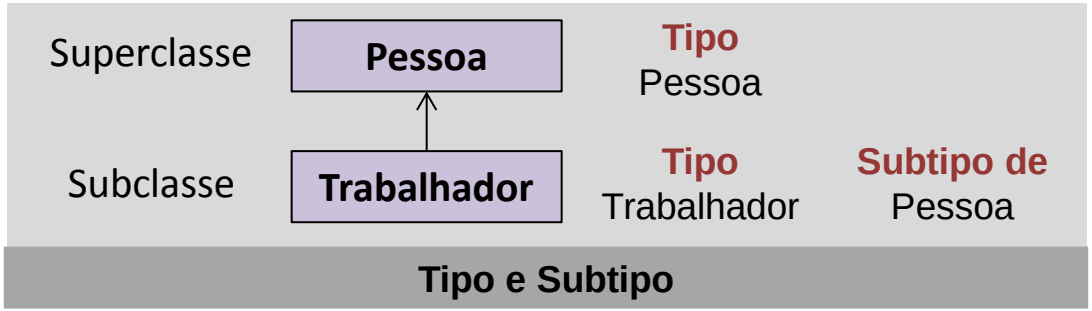


  - Porque define
    - Conjunto de instâncias que podem ser atribuídas a variável // instâncias: dados de programa
    - Conjunto de operações sobre essas instâncias // operações: métodos instância

Tipo e Subtipo Referência

- **Tipo Referência**
  - Especificado por
    - Classe
    - Interface // próxima aula

- **Subtipo de Tipo Referência**
  - Tipo especificado por classe
    - Tipo de uma subclasse
    - Exemplo
      - Trabalhador é subtipo de Pessoa



Tipo Estático e Tipo Dinâmico

- **Tipo Referência**
  - Estático
  - Dinâmico

- **Tipo Estático**
  - Considerado pelo compilador
    - Tempo de compilação (*compile-time*) // tradução do código fonte para código executável
    - Tempo de programação no Netbeans // verificação sintática do programa fonte
  - Tipo declarado
  - Exemplo

```
Pessoa p;     // tipo estático da variável p = Pessoa        // tipo declarado
```

- **Tipo Dinâmico**
  - Considerado em tempo de execução (*run-time*)
  - Exemplo

```
p = new Pessoa();          // tipo dinâmico da variável p = Pessoa
p = new Trabalhador();     // tipo dinâmico da variável p = Trabalhador
```

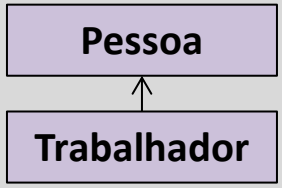
Conversão de Tipos Referência

- **Requisito**
  - Tipos compatíveis

```
// (tipo_2) tipo _1 ⇒ tipo_1 e tipo_2 compatíveis
```

- **Tipos Referência Compatíveis**
  - Tipos
  - Respetivos Subtipos

```
// Ex: tipo Pessoa
// Ex: subtipo Trabalhador
```



- **Variável**
  - Tipo
    - Pode guardar objetos de subtipos
  - Subtipo
    - Pode guardar objetos do tipo

```
// Pessoa p1, p2 = new Pessoa(), p3 = new Pessoa();
// p1 = new Trabalhador();
// Trabalhador t;
// t = (Trabalhador) p2;
```

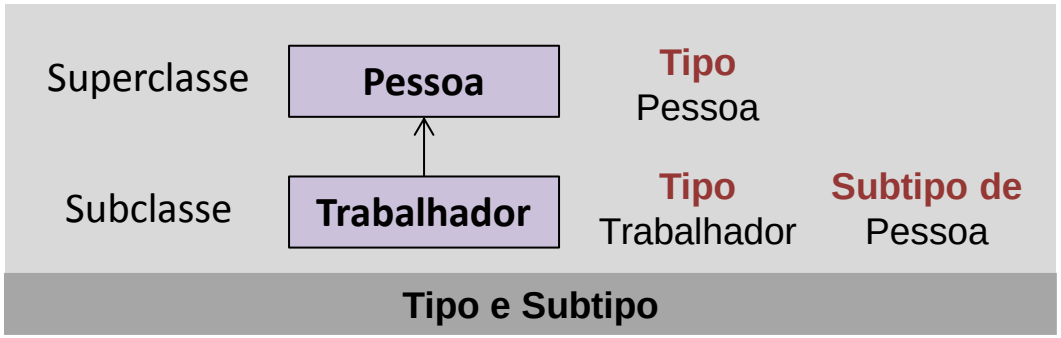
- **Justificação**
  - Possuem métodos semelhantes
    - Aplicam-se
      - Objetos do Tipo
      - Objetos do Subtipo

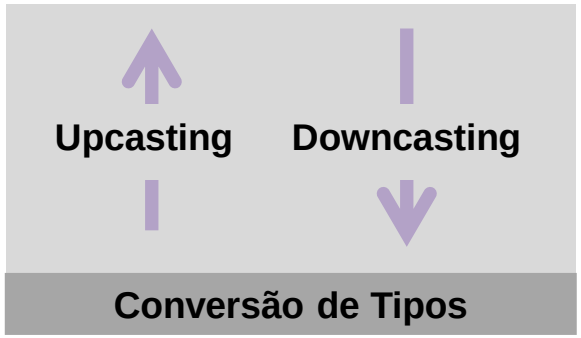
```
// Ex: Pessoa e Trabalhador possuem ambos getNome()

// ... p2.getNome()          // invoca getNome() de Pessoa
// p2 = (Pessoa) t;          // conversão
// ... p2.getNome()          // invoca getNome() de Trabalhador

// t = new Trabalhador();
// ... t.getNome()           // invoca getNome() de Trabalhador
// t = (Trabalhador) p3;     // conversão
// ... t.getNome();          // invoca getNome() de Pessoa
```

- **Conversão *Upcasting***
  - Subtipo → Tipo



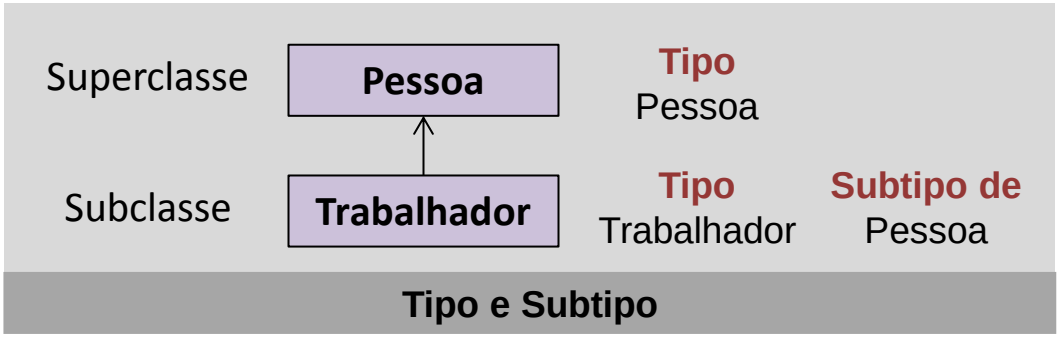


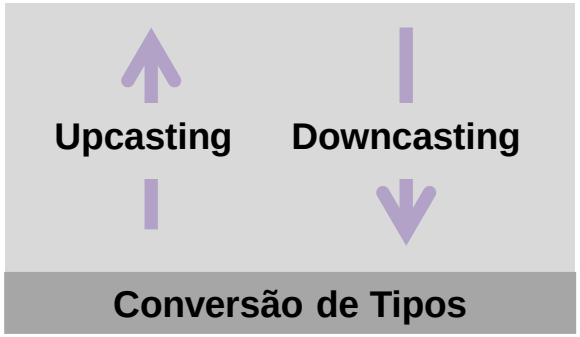
  - Exemplo

```
Pessoa p = new Pessoa();                // p guarda referência de objeto do mesmo tipo
Trabalhador t = new Trabalhador();
p = t;                                  // p guarda referência de objeto de um subtipo
String nome = p.getNome();              // executado getNome() de Trabalhador
```

  - Conversão Implícita
    - Não precisa de ser declarada // Ex: p = t em vez de p = (Pessoa) t
  - Conversão de tipos segura
    - Não provoca erros de execução
    - Porque todos os métodos do tipo são possuídos pelo subtipo // Ex: Trabalhador e Pessoa

- **Conversão *Downcasting***
  - Tipo → Subtipo





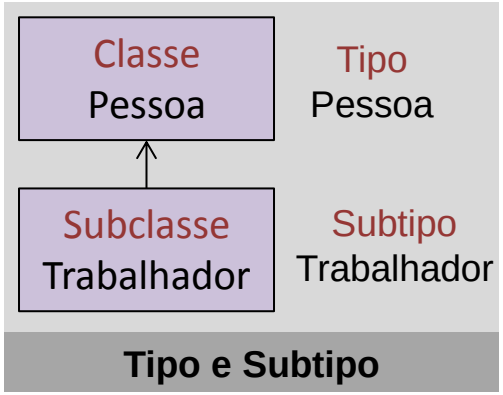
  - Exemplo

```
Pessoa p = new Pessoa();                // p guarda referência de objeto do mesmo tipo
Trabalhador t = new Trabalhador();
t = (Trabalhador) p;                    // t guarda referência de objeto de um tipo
String nome = t.getNome();              // executado getNome() de Pessoa
String empresa = t.getEmpresa();        // gera erro de execução ; p não possui getEmpresa()
```

  - Conversão explícita (declarada)
    - Compilador passa responsabilidade para programador
  - Conversão de tipos insegura
    - Pode provocar erros de execução
    - Porque tipo, geralmente, não possui todos métodos do subtipo // Ex: Pessoa e Trabalhador

Tipos Referência da mesma Variável

- **Variável Tipo Referência**
  - Tem um tipo estático
  - Pode ter múltiplos tipos dinâmicos



- **Tipo Estático**
  - Tipo declarado
    - Único tipo considerado pelo compilador // não se altera
  - Exemplo

```
Pessoa p;                // tipo estático de p = Pessoa
p = new Trabalhador();   // tipo estático de p = Pessoa
```

- **Tipos Dinâmicos**
  - Considerados em tempo de execução
  - Exemplo

```
p = new Trabalhador();   //  tipo p: estático = Pessoa e dinâmico = Trabalhador
```

  - Exemplo de variável com diferentes tipos dinâmicos

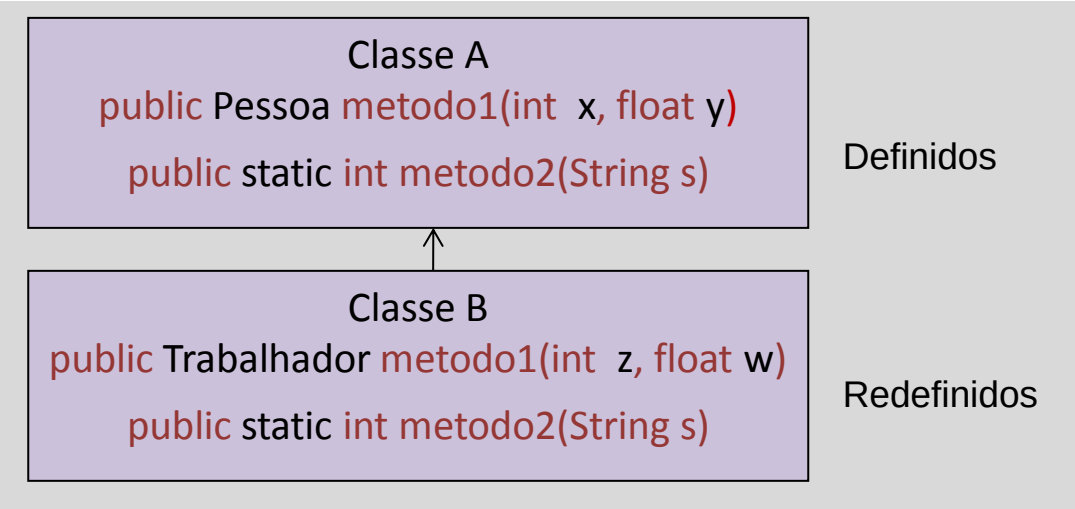
```
Pessoa p;                //  p é do tipo dinâmico Pessoa
p = new Pessoa();        //  p mantêm-se do tipo dinâmico Pessoa
p = new Trabalhador();   //  p passa a ser do tipo dinâmico Trabalhador
```

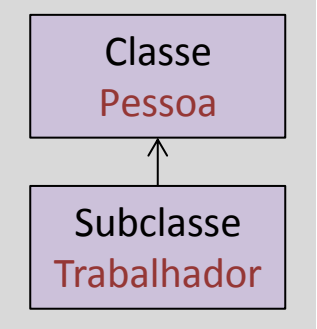
Procura de Métodos

- **Redefinição de métodos permite a uma classe**
  - Possuir múltiplos métodos de instância com a mesma assinatura
    - Um redefinido + outros herdados
    - Ou apenas herdados
  - Aceder a múltiplos métodos de classe com a mesma assinatura, das suas superclasses

- **Questão**
  - Como é procurado o método a executar entre vários alternativos ?
  - Exemplo

```
instânciaB.metodo1(12, 23.4f)     // método1 da classe B ou de A?
B.metodo2("Mensagem")             // método2 da classe B ou de A?
```



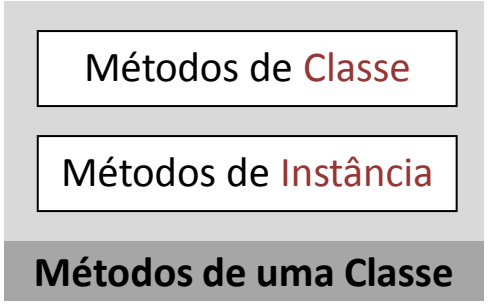


Procura de Métodos

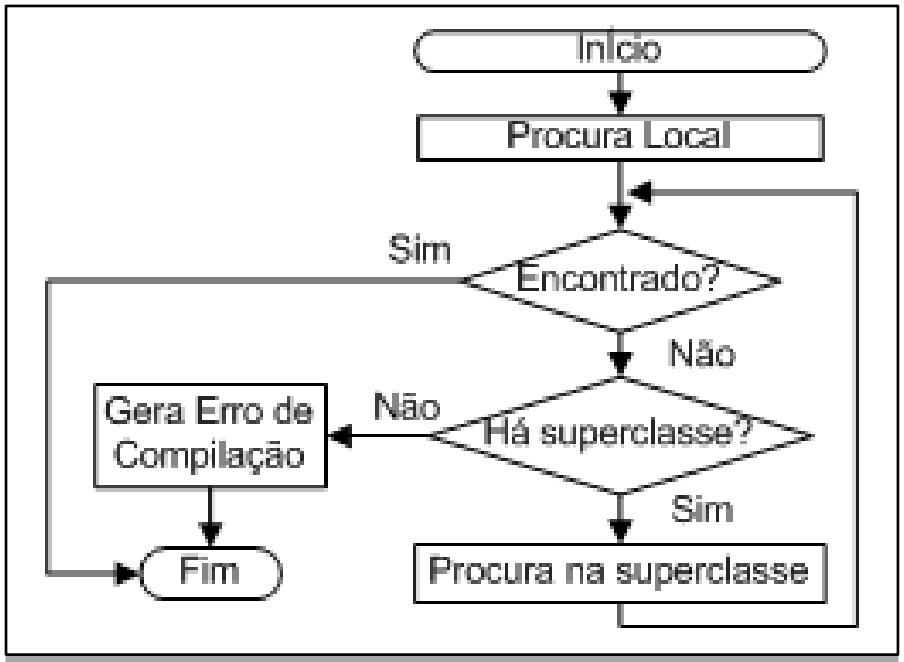
- **Tipos de Procura**
  - Estática // em tempo de compilação (*compile-time*) pelo compilador
    // em tempo de programação no Netbeans pelo compilador
  - Dinâmica // em tempo de execução (*run-time*)

- **Procura Estática**
  - Métodos de Classe
  - Métodos de Instância

- **Procura Dinâmica**
  - Métodos de Instância



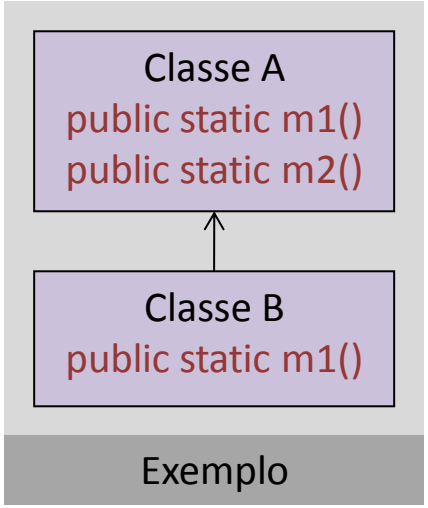
- **Algoritmo de Procura Estática de Métodos**
  - Procura do método solicitado começa sempre na classe do objeto-recetor de mensagem
    - Chamada procura local
  - Se o método pretendido não for encontrado nessa classe, a procura continua nas suas superclasses, segundo a ordem hierárquica e até à classe Object
  - Se a procura chegar à classe Object e o método pretendido não for encontrado, é gerado um erro de compilação



Algoritmo de Procura Estática de Métodos

- **Métodos de Classe**
  - Procurados apenas em tempo de compilação
  - Exemplos de Métodos Acessíveis
    - Aplicados a Classes

```
A.m1();      // tipo estático de A é A ⇒ determinado m1 de A
B.m1();      // tipo estático de B é B ⇒ determinado m1 de B
B.m2();      // encontrado m2 de A
```



Exemplo

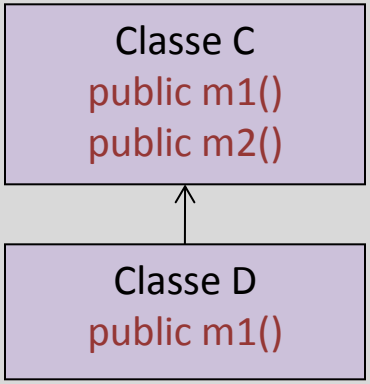
    - Aplicados a Instâncias

```
B b1 = new B();
b1.m1();          // tipo estático de b1 é B ⇒ determinado m1 de B
A a1 = b1;
a1.m1();          // tipo estático de a1 é A ⇒ determinado m1 de A
```

Procura Estática de Métodos

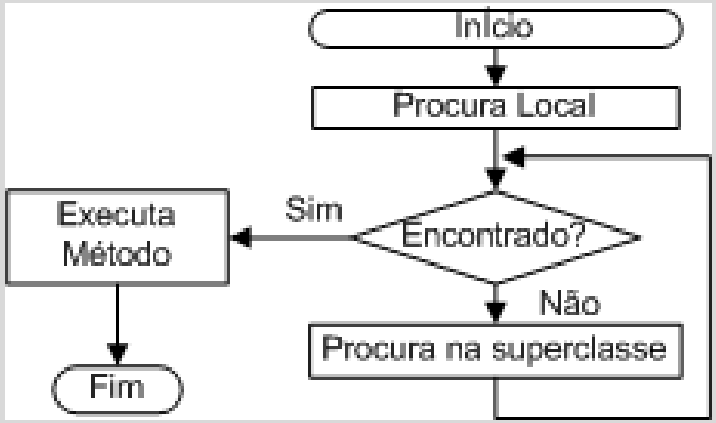
- **Métodos de Instância**
  - Acessíveis só podem ser aplicados a instâncias
  - Exemplo

```
D d1 = new D();
C c1 = new C();
c1.m1();          // tipo estático de c1 é C ⇒ determinado m1 de C
c1 = d1;
c1.m1();          // tipo estático de c1 é C ⇒ determinado m1 de C
d1.m2();          // tipo estático de d1 é D ⇒ determinado m2 de C
```



Exemplo

- **Algoritmo de Procura Dinâmica**
  - Permite à instância-recetora de uma mensagem
    - Determinar o método apropriado para responder, entre múltiplos métodos sobrepostos
      - Métodos com a mesma assinatura
  - Método será sempre encontrado
    - Código garantido pelo compilador
      - Tudo exceto *downcastings*
        - Responsabilidade do programador



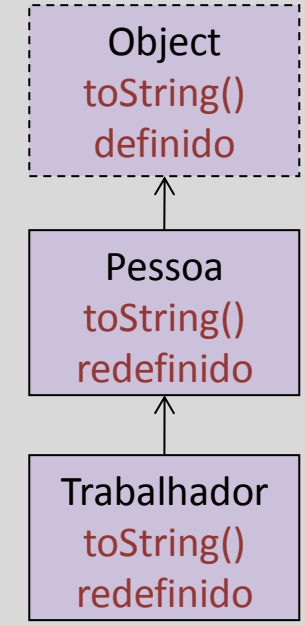
Algoritmo de Procura Dinâmica de Métodos em Código Garantido pelo Compilador (tudo exceto *downcastings*)

Procura Dinâmica de Métodos de Instância

- **Métodos de Instância**
  - Métodos acessíveis só podem ser aplicados a instâncias
  - Exemplo

```
Pessoa p;                              // p é do tipo Pessoa
p = new Pessoa();                      // p mantêm-se do tipo Pessoa
System.out.println( p.toString() );    // executado toString() da classe Pessoa
p = new Trabalhador();                 // p passa a ser do tipo Trabalhador
System.out.println( p.toString() );    // executado toString() de Trabalhador
```

- **Observações**
  - Mesma variável p
    - Com diferentes tipos dinâmicos
  - Mesma expressão sintática p.toString()
    - Com diferentes semânticas



Determinação do Tipo Dinâmico de uma Variável

- **Operador instanceof**
  - Sintaxe: nomeInstância **instanceof** nomeClasse
  - Retorna: true ou false
    - true se Instância for da Classe ou de qualquer uma das suas subclasses
      - Instância de subclasse é considerada instância de qualquer superclasse sua
        - Porque responde às mesmas mensagens das suas instâncias
- **Exemplo**

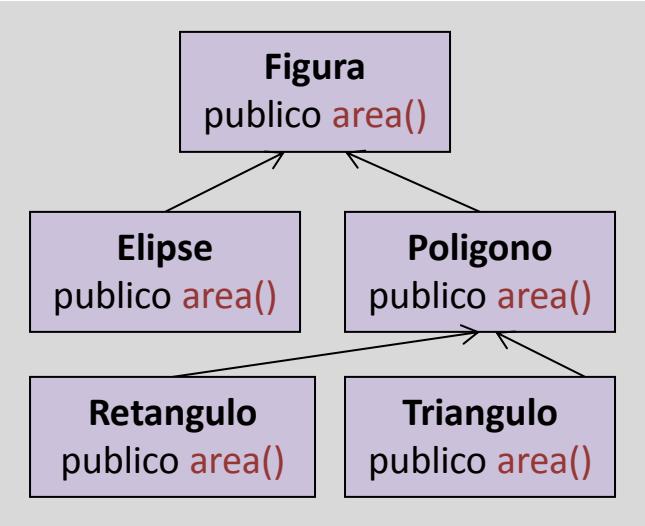
```
// Declaração de contentor de instâncias de diferentes tipos Pessoa
Pessoa[] pessoas =  new Pessoa[100];

// Preenchimento do contentor
pessoas[0] = new Trabalhador() ;
pessoas[1] = new Pessoa() ;
...
// Mostrar nomes de todas as pessoas do contentor
for (int i=0; i<pessoas.length; i++)
    System.out.println(" Nome: " +  pessoas[i].getNome() );          // instâncias Pessoa, Trabalhador e Estudante
// Mostrar as empresas dos trabalhadores
for (int i=0; i<pessoas.length; i++)
    if (pessoas[i] instanceof Trabalhador)
        System.out.println( "Empresa: "+  ( (Trabalhador) pessoas[i] ).getEmpresa() );   // conversão tipo estático
```

Polimorfismo

- **Noção**
  - **Mecanismo** da POO que permite a variável de um tipo estático assumir múltiplos tipos dinâmicos
    - i.e., permite a uma variável assumir múltiplas formas (polimorfismo ... das variáveis)

- **Interesse**
  - Permitir uma Programação Genérica para criar programas
    - Mais simples
    - Mais facilmente estendíveis a novas classes
      - Programação Incremental



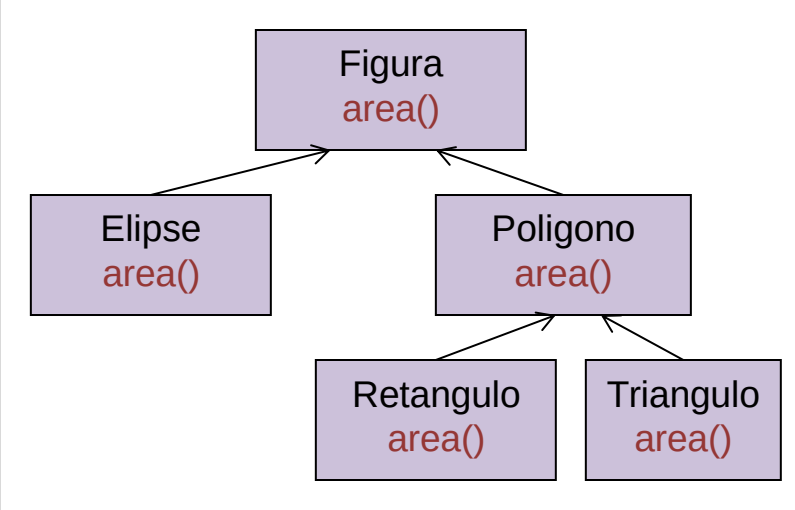
- **Programação Genérica**
  - Princípios
    - Todas as classes da hierarquia devem possuir a mesma API:
      - Mesmos métodos públicos para responderem às mesmas mensagens
    - Programação deve ser feita para o tipo mais genérico da hierarquia (topo)
      - Programador não tem de se preocupar com subtipos (existentes e futuros)
  - É particularmente simples
    - Usando contentores de instâncias

- **Exemplo**: programa para mostrar áreas de diferente figuras geométricas
  - Todas as classes da hierarquia têm a mesma API (método area())
    - Definido na classe mais genérica (topo da hierarquia)
    - Redefinido nas subclasses
  - Programação mais simples feita para o tipo mais genérico (Figura) requer um contentor desse tipo
    - Tipo genérico é o tipo compatível com todos os subtipos da hierarquia

```
// Estrutura de Dados para guardar todas as instâncias da hierarquia de classes: contentor
Figura[] figuras = new Figura[100];

// Preenchimento do contentor
figuras[0] = new Elipse();
figuras[1] = new Retangulo();
figuras[2] = new Triangulo();

// Algoritmo para calcular e mostrar áreas
for( int i=0; i<figuras.length; i++)
    System.out.println( figuras[i].area() );
```

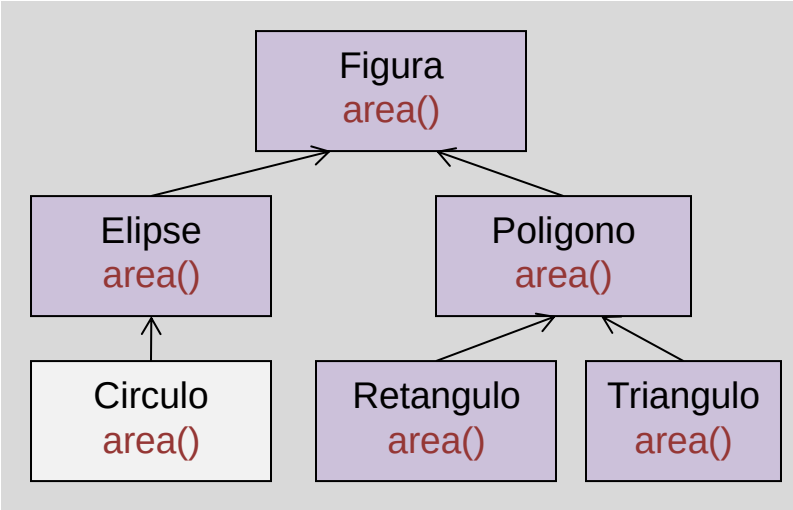


Programação Genérica : Vantagens

- Permite a criação de **programas**
  - Mais Simples
  - Mais Compactos
  - Mais fáceis de escrever, ler, perceber e manter
- **Facilita a extensão dos programas** a novos subtipos da hierarquia
  - Porque o código genérico também funciona para novos subtipos da hierarquia
  - Minimiza as alterações necessárias
    - Apenas ao nível do preenchimento de Estruturas de Dados
    - Algoritmo mantêm-se intacto
  - Exemplo
    - Extensão do programa anterior para suportar um novo subtipo Circulo
    - Basta acrescentar apenas uma linha de código

      figuras[3] = new Circulo();
  - Propriedade dos programas muito importante
    - Garante a continuidade do código
- Exige um **menor esforço de programação**

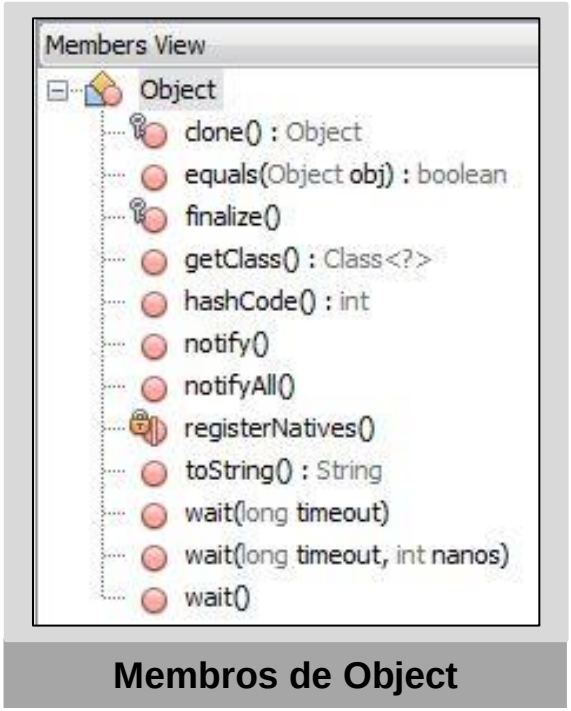
  ⇒ Menores custos de produção de software



Classe Object

- **Tipo Object**
  - Compatível com todos os tipos referência
  - Variável deste tipo
    - Pode representar, dinamicamente
      - Instâncias de qualquer classe
    - Exemplo

```
Object obj = new Pessoa();
obj = new Trabalhador();
```



Membros de Object

- **API (Métodos Públicos)**
  - Muito limitada
    - Poucas mensagens para enviar a instâncias Object
    - Ex: obj.toString() // mensagem toString() enviada a obj

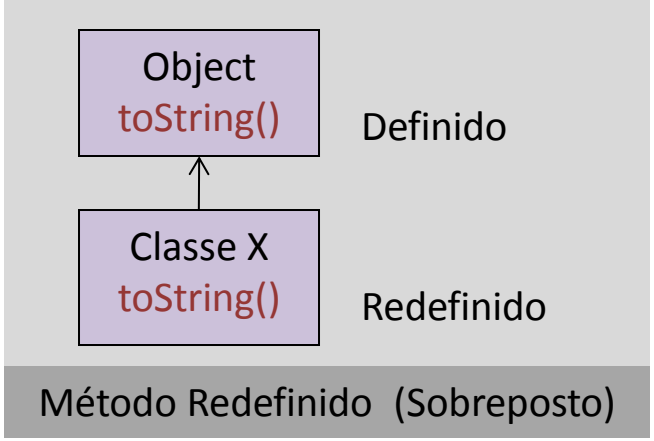
- **Programação para tipo Object**
  - Aumento de mensagens para enviar a instâncias Object
    - Requer *downcastings* para subtipos de Object
    - Exemplo

```
(Trabalhador) pessoas[i] ).getEmpresa()    // mensagem getEmpresa() enviada a pessoas[i]
```

  - Há preocupações com os tipos das instâncias

Mecanismo de Sobreposição (*Overriding*)

- **Suporta**
  - Redefinição de métodos acessíveis (classe/instância)
- **Sobreposição**
  - Porque a redefinição local de método acessível sobrepõe-se à sua definição
    - Método redefinido (sobreposto), segundo o algoritmo de procura de métodos
      - Primeiro a ser encontrado
      - Tem maior prioridade
      - Objeto-recetor de mensagem executa sempre o método sobreposto



- **Não confundir com *Overloading***
  - Mecanismo de sobrecarga de métodos/construtores numa classe
  - Permite a definição de múltiplos métodos/construtores com o mesmo nome
  - Exemplo
    - Múltiplos construtores na mesma classe

Sumário Geral

Sumário

Noção de Classe Abstrata

- **Classe Abstrata**
  - Pode definir métodos abstratos
    - Métodos de instância
    - Não privados
    - Declarados apenas sintaticamente // só cabeçalho; corpo vazio; não implementados
  - Classe não instanciável
    - Sem capacidade para criar instâncias
    - Caso contrário, instâncias não seriam capazes de responder a mensagens correspondentes a métodos abstratos $\Rightarrow$ erros de execução
  - Classe com definição incompleta
    - Se possuir métodos abstratos // métodos não implementados
- **Exemplo**

```
public abstract class Exemplo {          // modificador abstract declara classe abstrata
   ...
   public abstract double m1();          // método abstrato (declarado abstract)
   public abstract int m2( String s );
   public int m3( int x ) { return x*20; }   // método não abstrato (implementado)
}
```

Noção de Classe Concreta

- **Classe Concreta**
  - Classe não abstrata
  - Tem definição completa // todos os métodos não-abstratos
  - Pode ser instanciável

- **Exemplo**

```
public  class  Exemplo2  {                    // sem modificador abstract

    ...

    // métodos de instância

    public  double  m1() {
        return Math.random() * 100;           // implementado
    }

    public  String  m2( String s ) {
        return String.format("%-7s",s);       // implementado
    }

    public  double  m3( int x ) {

        return Math.random() * x;             // implementado

    }
}
```

Declaração de Classe Abstrata

- **Sintaxe**

```
[modificador de acesso] abstract class NomeClasse [extends SuperClasse] [implements Interfaces] {
        //membros da classe
}
```

  - **[...]** opcional
  - **modificador de acesso** public ou sem modificador = package
  - **NomeClasse** letra inicial maiúscula
  - **extends** aplica-se a classe que estende outra classe (herança)
  - **implements** aplica-se a classe que implementa um ou mais interfaces

- **Exemplo**

```
public abstract class Exemplo {          // Nome da classe iniciado com letra maiúscula
        ...
}
```

Declaração de Classe Abstrata

- **Organização dos Membros da Classe**

```
[modificador de acesso] abstract class NomeClasse [extends SuperClasse] [implements Interfaces] {
    // variáveis de instância
    // constantes de classe
    // variáveis de classe

    // membros públicos
        // construtores
        // métodos de instância
            // métodos de consulta (gets)
            // métodos de modificação (sets)
            // métodos complementares e auxiliares        // podem ser abstratos
        // métodos de classe
            // organização

    // outros membros privados
        // métodos de instância
            // organização
        // métodos de classe
            // organização
}
```

Declaração de Classe Abstrata

- **Método Abstrato**
  - Sintaxe

```
[modificador de acesso] abstract tipo_retorno nome_método( lista_parâmetros );
```

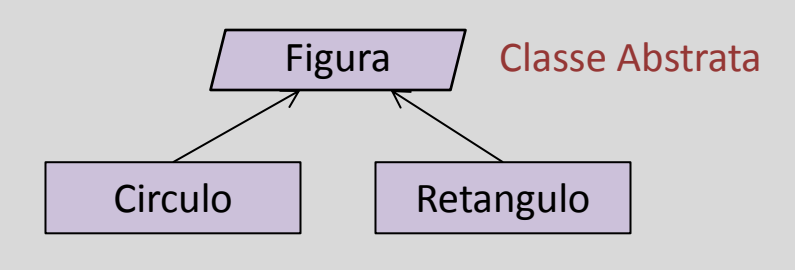
    - **[...]** opcional
    - **modificador de acesso** public, protected ou sem modificador = package
    - **nome_método** letra inicial minúscula
    - **lista_parâmetros** tipo1 nome1, tipo2 nome2, ... ; pode ser lista vazia

  - Exemplo

```
public abstract class Exemplo2 {
    ...
    public abstract double m1();
    protected abstract String m2( int x );
    abstract void m3( Pessoa p, int n );
    ...
}
```

Herança de Classes Abstratas

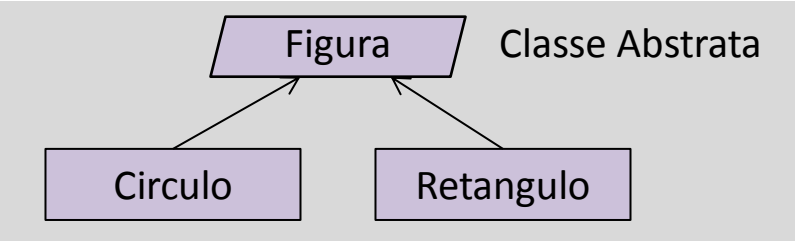
- **Classe Abstrata**
  - Pode ser Herdada
    - Exemplo



- **Subclasse de Classe Abstrata**
  - Herda métodos abstratos
    - Se implementar
      - Todos ⇒ Classe Concreta
      - Alguns ⇒ Classe Abstrata

Interesse de Classes Abstratas

- **Garantir uma Programação Genérica** (i.e., programação simples)
  - Quando é difícil criar uma hierarquia de classes todas concretas, devido à impossibilidade de implementação de todos os métodos em classes genéricas
    - Exemplo
      - Classes para representação e manipulação de figuras geométricas
      - Como implementar os métodos comuns, área() e perímetro(), na classe genérica Figura?



  - Uma classe abstrata colocada no topo de uma hierarquia de classes pode garantir que todas as classes concretas (instanciáveis) da hierarquia implementem a mesma API
    - Tenham implementações dos mesmos métodos de instância públicos
    - Sejam classes cujas instâncias respondam às mesmas mensagens

Construtores de Classes Abstratas

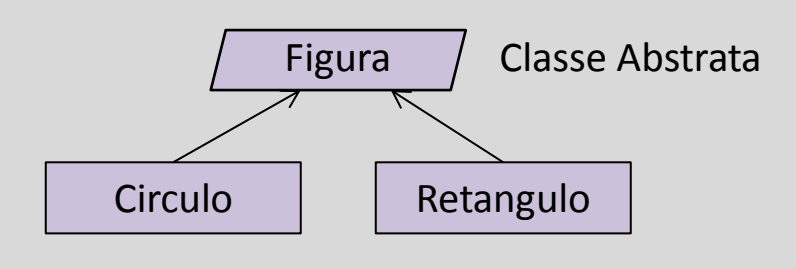
- **Classe Abstrata**
  - Pode declarar construtores
- **Interesse**
  - Para subclasses
    - Inicializarem variáveis de instância herdadas
  - Não servem para criar instâncias // classe abstrata não é instanciável
- **Exemplo**

```
public abstract class Exemplo3 {
    ...
    private int x;
    public Exemplo3( int x ) { this.x = x; };
    ...
}
```

```
public class Exemplo4 extends Exemplo3 {
    ...
    public Exemplo4( int x ) { super(x); };
    ...
}
```

Tipo Referência de Classe Abstrata

- **Classe Abstrata define**
  - Tipo referência // como qualquer classe concreta
    - Exemplo
      - Tipo Figura
        - Definido por classe abstrata Figura



        - Usado na declaração de variável

```
Figura f;
```

    - Tipo compatível com seus subtipos
      - Exemplo
        - Figura compatível com subtipos Circulo e Retangulo
        - f pode representar instâncias Circulo e Retangulo

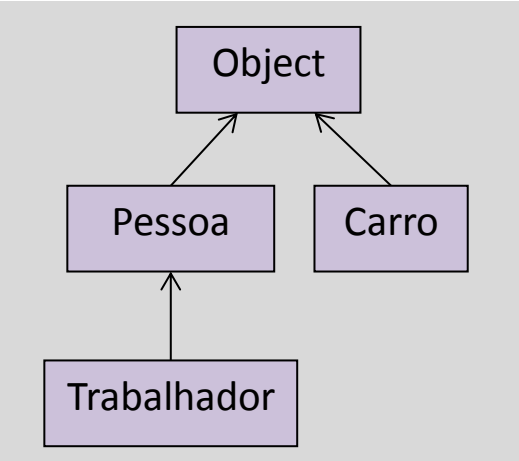
```
Figura f = new Circulo();
f = new Retangulo();
```

Sumário Geral

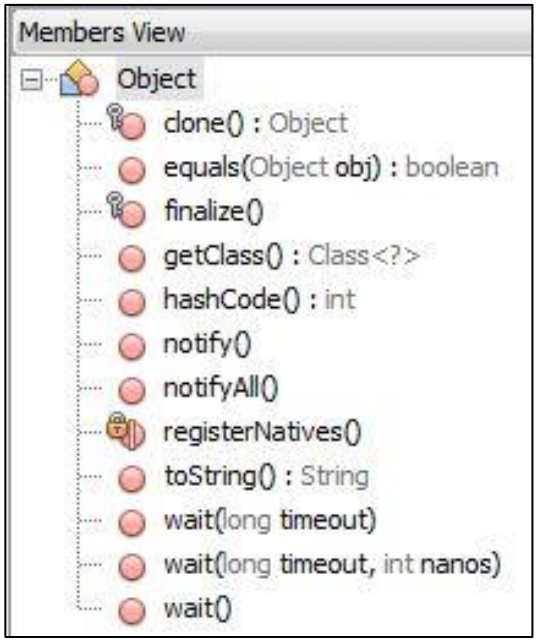
- Mecanismos de Reutilização de Código
- Herança de Classes
- Polimorfismo
- Classes Abstratas
- Classe Object

Classe Object

- **Classe Java mais Genérica**
  - Está **n**o topo de todas as hierarquias de classes **Java**
  - Superclasse de todas as classes
    - Qualquer classe em Java é subclasse, pelo menos, de Object
- **Membros**
  - Comuns a todas as classes Java
    - Interessam a todas as classes
  - Exemplos de Métodos
    - toString
    - equals
- **Nome Object**
  - Objeto ... é característica comum a todas as classes



Hierarquia de Classes Java



Classe Object

- Métodos (instância) que classes instanciáveis devem reescrever (1/3)
  - public String toString() { ... }
    - Deve retornar representação textual legível do objeto
    - Em Object
      - Retorna nome da classe e identificador interno hexadecimal
  - protected Object clone() { ... }
    - Não é recomendável
      - Java não garante implementação adequada
    - Alternativa
      - Construtor de cópia (ou clone)

```
public class Pessoa {

    private String nome;
    private int idade;
    ...
    public Pessoa(Pessoa p){                    // construtor de cópia
        this.nome = p.nome;
        this.idade = p.idade;
    }
    ...
}
```

Classe Object

- Métodos (instância) que classes instanciáveis devem reescrever (2/3)
  - public boolean equals(Object obj) { ... }
    - Deve testar a igualdade de características de 2 objetos // equivalência
      - Mesma classe
      - Estados iguais
    - Em Object
      - Testa apenas igualdade de endereços // Object não tem estado
        - obj == this (objeto recetor da mensagem)
    - Exemplo de método reescrito ...

```
public class Pessoa {

    private String nome;
    private int idade;

    ...

    public boolean equals(Object obj){
        if(this==obj) return true;
        if(obj==null || this.getClass()!=obj.getClass()) return false;
        Pessoa p = (Pessoa) obj;
        return nome.equals(p.getNome()) && idade==p.getIdade();
    }
}
```

Método getClass()
- Retorna objeto da classe *Class* que representa classe do objeto recetor.

Classe Object

- Métodos (instância) que classes instanciáveis devem reescrever (3/3)
  - public boolean equals(Object obj) { ... }
    - Exemplo de método reescrito ... numa hierarquia de classes

```
public class Pessoa {      // superclasse

        private String nome;
        private int idade;
        ...
        public boolean equals(Object obj){
                if(this==obj) return true;
                if(obj==null || this.getClass()!=obj.getClass()) return false;
                Pessoa p = (Pessoa) obj;
                return nome.equals( p.getNome() ) && idade==p.getIdade();
        }
}

public class Trabalhador extends Pessoa {       // subclasse

        private String empresa;
        ...
        public boolean equals(Object obj){
                if( !super.equals(obj) ) return false;
                Trabalhador t = (Trabalhador) obj;
                return empresa.equals( t.getEmpresa() );
        }
}
```

Método getClass()

- Retorna objeto da classe *Class* que representa classe do objeto recetor.