Ainda sobre classes

- *"The concepts of a class and an object are tightly interwoven, for we cannot talk about an object without regard for its class. However, there are important differences between these two terms. Whereas an object is a concrete entity that exists in time and space, a class represents only an abstraction, the "essence" of an object, as it were.*
  - a definição de classe que temos vindo a utilizar está incompleta
    - quer as instâncias, quer as classes são **objectos**

Variáveis e métodos de classe

- as classes não deixam de ser objectos
  - objectos que guardam o que é comum a todas as instâncias
  - **apenas um** objecto-classe por classe
- se objectos possuem estado e comportamento, então podemos extrapolar e dizer que a classe também tem:
  - variáveis e métodos de classe

- os métodos de classe são activados a partir de mensagens que são enviadas para a classe
  - exemplo: Ponto.metodoClasse()
- se uma classe possui variáveis de classe o acesso a essas variáveis deverá ser feito através dos métodos de classe
  - métodos de instância => var. instância
  - métodos de classe => var. classe

- o que é que se pode guardar como variável de classe?
  - valores que sejam comuns a todas os objectos instância
  - não faz sentido colocar estes valores em todos os objectos (repetição)

- Imagine-se que numa classe Factura se pretende:

  a) saber quantas facturas (quantas instâncias) foram criadas (é possível saber quantas existem?)

  b) definir uma taxa de imposto (ex: IVA) comum a todas as facturas

- como é que poderemos satisfazer os requisitos expressos em a) e b)?

- uma variável que guarde o número de facturas criadas não é certamente uma variável de instância
  - actualização do contador em todas as instâncias?
  - redundância?
- teriam de se ter implementados mecanismos (complexos) de comunicação entre todas as instâncias!!

- as variáveis de classe servem para guardar *informação global* a todas as instâncias
- podem também ser utilizadas para guardar constantes que são utilizadas pelos diversos objectos instância
  - como já vimos, por em exemplo com Math.PI (e outros)

- os métodos de classe fazem o acesso às variáveis de classe
- aos métodos de classe aplicam-se as mesmas regras de visibilidade que se aplicam aos métodos de instância
- os métodos de classe são sempre acessíveis às instâncias, mas métodos de classe **não** tem acesso aos métodos de instância

- como se declaram métodos e variáveis de classe?
  - utilizando o prefixo **static**
- a definição de classe passa a ter:
  - declaração de variáveis de classe
  - declaração de métodos de classe
  - declaração de variáveis de instância
  - declaração de métodos de instância

Estrutura de uma classe

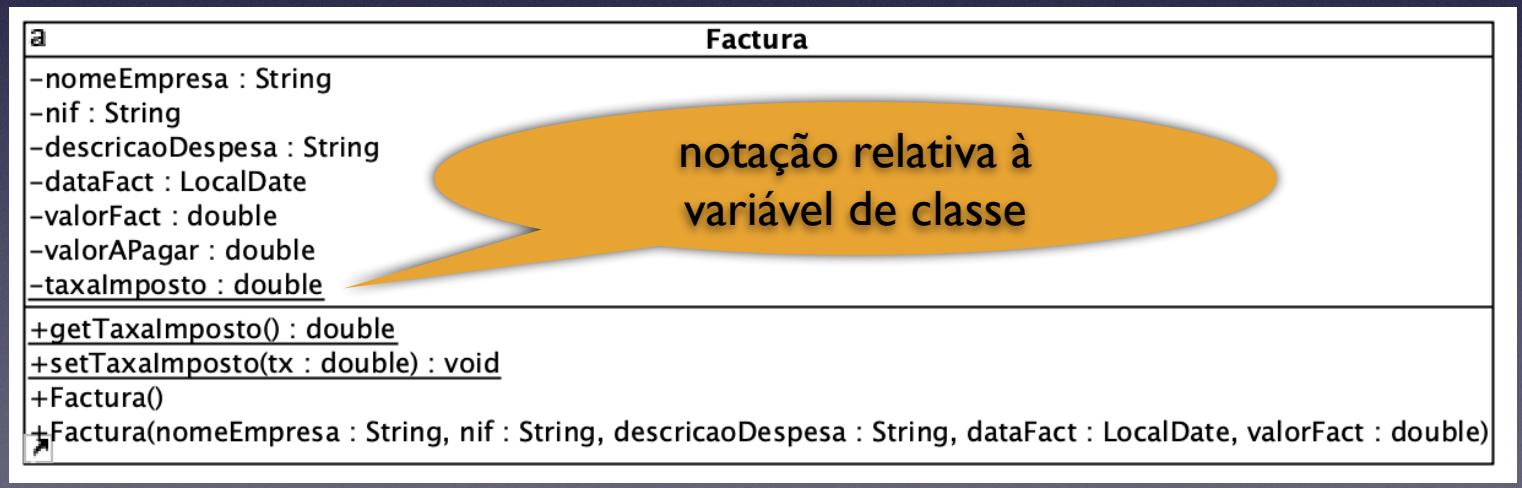
- estrutura tipo de uma classe
  - para que possa ser utilizada pelos potenciais clientes
  - esta definição irá ser refinada ao longo do semestre

Classe Factura (exemplo)

- seja uma classe Factura, que modela de forma muito simples uma factura
  - queremos representar a informação que permitirá ao criar uma factura ajustar o valor ao imposto que na altura está em vigor.
  - terá de ser uma definição global a todas as instâncias

Classe Factura

- Representação em Diagrama de Classe



- uma variável de classe e respectivos métodos

```
public class Factura {
  //variáveis de instância
  private String nomeEmpresa;
  private String nif;
  private String descricaoDespesa;
  private LocalDate dataFact;
  private double valorFact;
  private double valorAPagar; //pelo cliente, depois de aplicado o imposto

  //a taxa de imposto é definida globalmente para todas
  //as facturas e na altura da emissão deve utilizar-se
  //a taxa de imposto actual.
  private static double taxaImposto;

  public static double getTaxaImposto() {
    return taxaImposto;
  }

  public static void setTaxaImposto(double tx) {
    taxaImposto = tx;
  }
```

- o valor a pagar é calculado aquando da invocação do construtor

```
public Factura(String nomeEmpresa, String nif, String descricaoDespesa,
               LocalDate dataFact, double valorFact) {
  this.nomeEmpresa = nomeEmpresa;
  this.nif = nif;
  this.descricaoDespesa = descricaoDespesa;
  this.dataFact = dataFact;
  this.valorFact = valorFact;
  this.valorAPagar = this.valorFact * (1 + getTaxaImposto());
}
```

- o método de classe utilizado no construtor poderia ter sido invocado,
  - enviando o método ao objecto onde está definido, a classe Factura
  - na forma:

```
this.valorAPagar = this.valorFact * (1 + Factura.getTaxaImposto());
```

- Nota: ajuda seguir a convenção que diz que as classes começam por letra maiúscula

Estruturas de Dados

- Como já vimos atrás, podemos criar conceitos mais complexos através do mecanismo de composição/agregação de objectos de classes mais simples:
  - a Turma a partir de Aluno
  - o Stand a partir de Veículo
  - etc.
- Mas para isso precisamos de ter colecções de objectos...

- Até ao momento apenas temos disponível a utilização de arrays

```
Aluno[] alunos = new Aluno[30];
Veiculo[] carros = new Veiculo[10];

for (int i=0; i<alunos.length && !encontrado; i++)
  if (alunos[i].getNota() == 20)
    encontrado = true;


for(Veiculo v: carros)
  System.out.println(v.toString());
```

- Esta é uma solução simples e testada, com a inconveniente de o tamanho da estrutura de dados ser estaticamente definido.
- Será que conseguimos ter uma estrutura de dados, baseada em arrays, que pudesse crescer de forma transparente para o utilizador?
  - (primeira solução) Sim, bastando para tal criarmos uma classe com esse comportamento

- Seja essa classe chamada de GrowingArray e, por comodidade, vamos utilizar instâncias de Circulo

- Que operações necessitamos:

  - adicionar um círculo (no fim e numa posição)
  - remover um círculo
  - ver se um círculo existe
  - dar a posição de um círculo na estrutura
  - dar número de elementos existentes

- Documentação com os métodos necessários:

Constructor Summary

Constructors

Constructor and Description
`GrowingArray()`
`GrowingArray(int capacidade)`

Method Summary

All Methods | **Instance Methods** | **Concrete Methods**

Modifier and Type	Method and Description
`void`	`add(MyDynamicArray.Circulo c)` Adiciona o elemento passado como parâmetro ao fim do array
`void`	`add(int indice, MyDynamicArray.Circulo c)` Método que adiciona um elemento numa determinada posição, forçando a que os elementos à direita no array façam shift.
`boolean`	`contains(MyDynamicArray.Circulo c)` Método que determina se um elemento está no array.
`MyDynamicArray.Circulo`	`get(int indice)` Devolve o elemento que está na posição indicada.
`int`	`indexOf(MyDynamicArray.Circulo c)` Método que determina o índice do array onde está localizada a primeira ocorrência de um objecto.
`boolean`	`isEmpty()` Método que determina se o array contém elementos, ou se está vazio.
`boolean`	`remove(MyDynamicArray.Circulo c)`

Composição ou agregação?

- Ao criar esta estrutura temos de tomar a decisão se a colecção de elementos assenta em composição ou agregação.
  - Quais são as implicações?
- Se for composição os métodos de inserção e get terão de prever a utilização de clone
  - é a solução adequada para todas as situações?

Composição ou agregação?

- Se a estratégia de construção for do tipo Composição, esta colecção terá sempre este comportamento.
  - não poderá ser utilizada em estratégias de agregação.
  - os métodos de get e set, adição e recuperação (e os construtores) farão sempre clone e gerarão novas referências.

- Declarações iniciais:

```
public class GrowingArray {

  private Circulo[] elementos;
  private int size;

  /**
   * variável que determina o tamanho inicial do array,
   * se for utilizado o construtor vazio.
   */
  private static final int capacidade_inicial = 20;

  public GrowingArray(int capacidade) {
    this.elementos = new Circulo[capacidade];
    this.size = 0;
  }

  public GrowingArray() {
    this(capacidade_inicial);
  }
```

invocação do construtor anterior

- get de um elemento da estrutura de dados

```
/**
 * Devolve o elemento que está na posição indicada.
 *
 * @param  indice posição do elemento a devolver
 * @return o objecto que está na posição indicada no parâmetro
 * (deveremos ter atenção às situações em que a posição não existe)
 */

public Circulo get(int indice) {
   if (indice <= this.size)
       return this.elementos[indice];
   else
      return null; // ATENÇÃO!

}
```

- set de uma posição da estrutura

```
/**
 * Método que actualiza o valor de uma determinada posição do array.
 *
 * @param indice a posição que se pretende actualizar
 * @param c o circulo que se pretende colocar na estrutura de dados
 *
 */
public void set(int indice, Circulo c) {
  if (indice <= this.size) //não se permitem "espaços vazios"
    this.elementos[indice] = c;
}
```

- se a estratégia de utilização for de composição, quem chama este método deve previamente fazer clone.

- adicionar um elemento à estrutura de dados

```
/**
 * Adiciona o elemento passado como parâmetro ao fim do array
 *
 * @param c circulo que é adicionado ao array
 *
 */

public void add(Circulo c) {
   aumentaCapacidade(this.size + 1);
   this.elementos[this.size++] = c;
}
```

- método auxiliar que aumenta espaço

```
/**
 * Método auxiliar que verifica se o array alocado tem capacidade
 * para guardar mais elementos.
 * Por cada nova inserção, verifica se estamos a mais de metade
 * do espaço
 * alocado e,caso se verifique, aloca mais 1.5 de capacidade.
 *
 */

private void aumentaCapacidade(int capacidade) {
   if (capacidade > 0.5 * this.elementos.length) {
      int nova_capacidade = (int)(this.elementos.length * 1.5);
      this.elementos = Arrays.copyOf(this.elementos,nova_capacidade);
   }
}
```

```java
/**
 * Método que adiciona um elemento numa determinada posição,
 * forçando a
 * que os elementos à direita no array façam shift.
 * Tal como no método de set não são permitidos espaços.
 *
 * @param indice indice onde se insere o elemento
 * @param c circulo que será inserido no array
 *
 */

public void add(int indice, Circulo c) {
  if (indice <= this.size) {
    aumentaCapacidade(this.size+1);
    System.arraycopy(this.elementos, indice, this.elementos,
                     indice + 1, this.size - indice);
    this.elementos[indice] = c;
    this.size++;
  }
}
```

```java
/**
 * Remove do array o elemento que está na posição indicada no parâmetro.
 * Todos os elementos à direita do índice sofrem um deslocamento
 * para a esquerda.
 * @param indice índice do elemento a ser removido
 * @return o elemento que é removido do array. No caso do índice não
 * existir devolver-se-á null.
 */
public Circulo remove(int indice) {
    if (indice <= this.size) {
      Circulo c = this.elementos[indice];

      int deslocamento = this.size - indice - 1;
      if (deslocamento > 0)
        System.arraycopy(this.elementos, indice+1, this.elementos,
                         indice, deslocamento);
      this.elementos[--this.size] = null;
      return c;
    }
    else
      return null;
}
```

```java
 * Remove a primeira ocorrência do elemento que é passado como parâmetro.
 * Devolve true caso o array contenha o elemento, falso caso contrário.
 *
 * @param c círculo a ser removido do array (caso exista)
 * @return true, caso o círculo exista no array
*/
public boolean remove(Circulo c) {
  if (c != null) {
    boolean encontrado = false;
    for (int indice = 0; indice < this.size && !encontrado; indice++)
        if (c.equals(this.elementos[indice])) {
            encontrado = true;
            int deslocamento = this.size - indice - 1;
            if (deslocamento > 0)
              System.arraycopy(this.elementos, indice+1,
                  this.elementos, indice, deslocamento);
            this.elementos[--this.size] = null;
        }
    return encontrado;
  }
  else
    return false;
}
```

faz shift left

```java
/**
 * Método que determina o índice do array onde está localizada a
 * primeira ocorrência de um objecto.
 *
 * @param c círculo de que se pretende determinar a posição
 * @return a posição onde o círculo se encontra. -1 caso não esteja no
 * array ou o círculo passado como parâmetro seja null.
 */

public int indexOf(Circulo c) {
    int posicao = -1;
    if (c != null) {
        boolean encontrado = false;
        for (int i = 0; i < this.size && !encontrado; i++)
            if (c.equals(this.elementos[i])) {
                encontrado = true;
                posicao = i;
            }
    }
    return posicao;
}
```

invocação do método equals de Circulo

```java
/**
 * Método que determina se um elemento está no array.
 *
 * @param c círculo a determinar se está no array
 * @return true se o objecto estiver inserido na estrutura de dados,
 * false caso contrário.
 */
public boolean contains(Circulo c) {
  return indexOf(c) >= 0;
}

/**
 * Método que determina se o array contém elementos, ou se está vazio.
 *
 * @return true se o array estiver vazio, false caso contrário.
 */

public boolean isEmpty() {
  return this.size == 0;
}
```

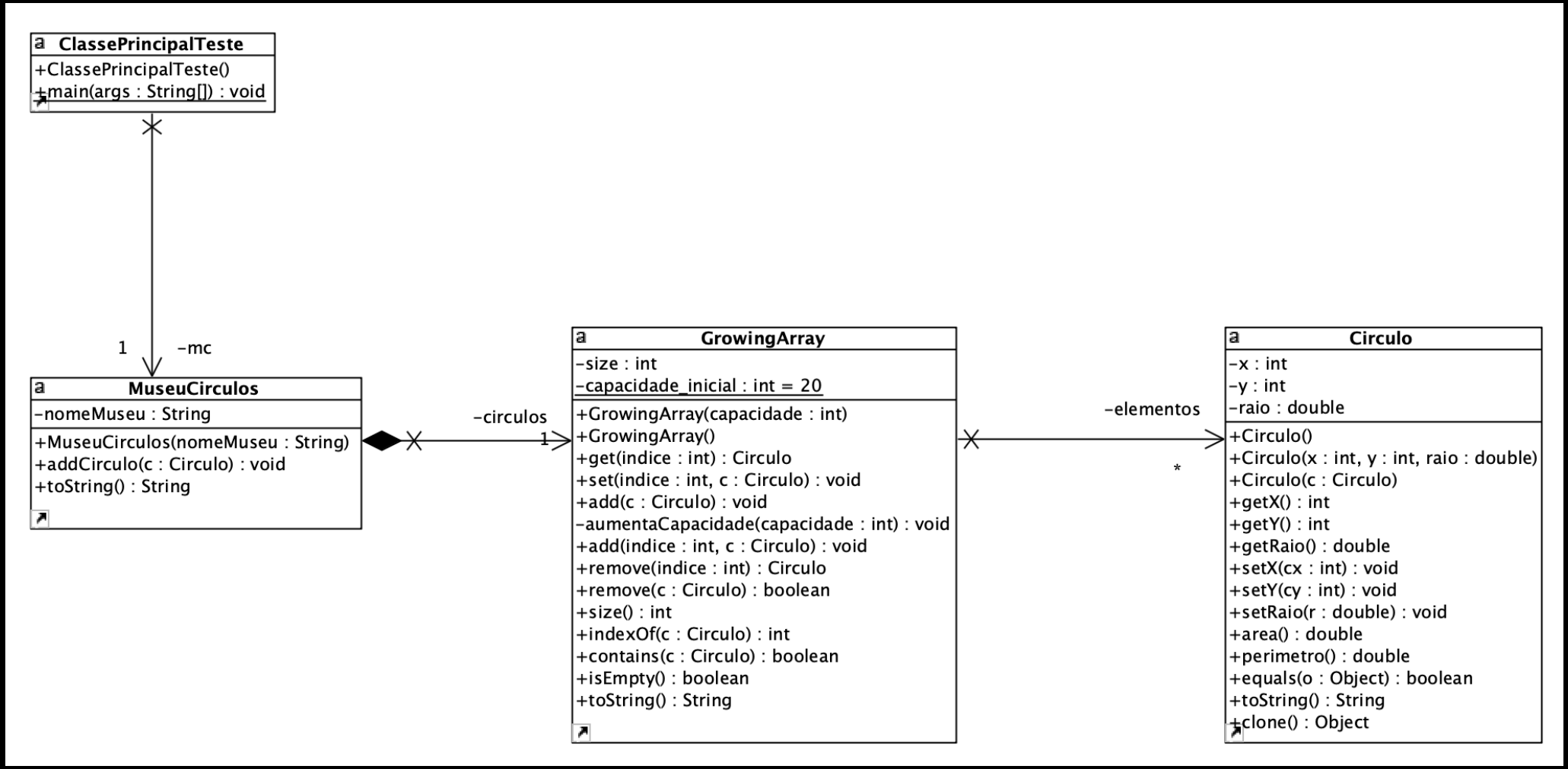
```
public class TesteGA {
  public static void main(String[] args) {

    Circulo c1 = new Circulo(2,4,4.5);
    Circulo c2 = new Circulo(1,4,1.5);
    Circulo c3 = new Circulo(2,7,2.0);
    Circulo c4 = new Circulo(3,3,2.0);
    Circulo c5 = new Circulo(2,6,7.5);

    GrowingArray ga = new GrowingArray(10);
    ga.add(c1.clone());
    ga.add(c2.clone());
    ga.add(c3.clone());

    System.out.println("Num elementos = " + ga.size());
    System.out.println("Posição do c2 = " + ga.indexOf(c2));

  }
}
```

estratégia de composição

A utilização de GrowingArray

- Imagine-se que queremos criar uma aplicação em que temos uma objecto que tem uma coleção de círculos:
  - A classe GrowingArray é a estrutura de dados
  - Temos de ter uma classe que implemente a lógica de negócio e essa classe é que tem a v.i. do tipo GrowingArray
  - Precisamos de ter uma classe de teste com o método main

Diagrama de classe



```java
public class MuseuCirculos {
  private String nomeMuseu;
  private GrowingArray circulos;

  public MuseuCirculos(String nomeMuseu) {
    this.nomeMuseu = nomeMuseu;
    this.circulos = new GrowingArray();
  }

  public void addCirculo(Circulo c) {
    this.circulos.add(c.clone());
  }

  public String toString() {
    StringBuilder sb = new StringBuilder();
    sb.append("Museu de Circulos --> ");
    sb.append("Nome : ");
    sb.append(this.nomeMuseu + "\n");
    sb.append(this.circulos.toString());

    return sb.toString();
  }
```

```java
public class ClassePrincipalTeste {

  public static void main(String[] args) {
    MuseuCirculos mc = new MuseuCirculos("Circulos de POO");

    Circulo c1 = new Circulo(2,4,4.5);
    Circulo c2 = new Circulo(1,4,1.5);
    Circulo c3 = new Circulo(2,7,2.0);
    Circulo c4 = new Circulo(3,3,2.0);
    Circulo c5 = new Circulo(2,6,7.5);

    mc.addCirculo(c1);  // internamente mc vai fazer cópia
    mc.addCirculo(c2);
    mc.addCirculo(c3);
    mc.addCirculo(c4);
    mc.addCirculo(c5);

    System.out.println("== toString do museu ==");
    System.out.println(mc.toString());

  }
}
```

Colecções Java

- O Java oferece um conjunto de classes que implementam as estruturas de dados mais utilizadas
  - oferecem uma API consistente entre si
  - permitem que sejam utilizadas com qualquer tipo de objecto - são parametrizadas por tipo

- Poderemos representar:
  - ArrayList<Aluno> alunos
  - HashSet<Aluno> alunos;
  - HashMap<String, Aluno> turmaAlunos;
  - TreeMap<String, Docente> docentes;
  - Stack<Pedido> pedidosTransferência;
  - ...

- Ao fazer-se ArrayList<Aluno> passa a ser o compilador a testar, e validar, que só são utilizados objectos do tipo Aluno no ArrayList.
  - isto dá uma segurança adicional aos programas, pois em tempo de execução não teremos erros de compatibilidade de tipos
  - os tipos de dados são verificados em tempo de compilação

- As colecções em Java beneficiam de:
  - auto-boxing e auto-unboxing, ie, a capacidade de converter automaticamente tipos primitivos para instâncias de classes wrapper.
    - int para Integer, double para Double, etc.
    - o programador não tem de codificar a transformação

- tipos genéricos
  - as colecções passam a ser definidas em função de um tipo de dados que é associado aquando da criação
  - a partir daí o compilador passa a garantir que os conteúdos da colecção são do tipo esperado

Collections Framework

- O Java Collections Framework agrupa as várias classes genéricas que correspondem às implementações de referência de:
  - Listas: API de **List<E>**
  - Conjuntos: API de **Set<E>**
  - Correspondências unívocas: API de **Map<K,V>**