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 o 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;
}
```

```
 * 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;
}
```

invocação do método equals de Circulo

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;
}
```

```java
/**
 * 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;
}
```

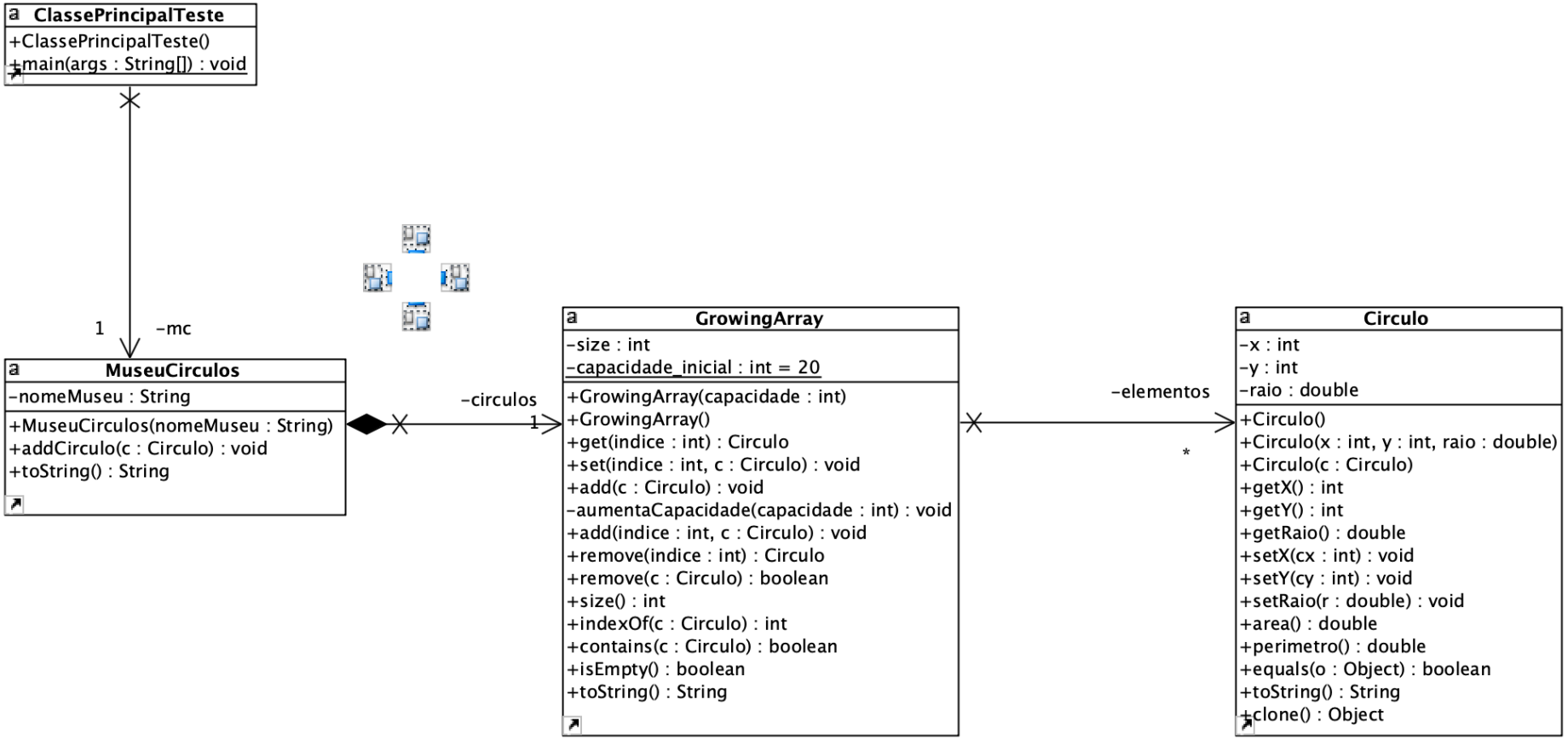
```
public class TesteGA {
  public static void main(String[] args) {

    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>**

Abstração de implementação!

A definição Collection

- Da documentação: *"The root interface in the collection hierarchy. A collection represents a group of objects, known as its elements. Some collections allow duplicate elements and others do not. Some are ordered and others unordered."*
- *"All general-purpose Collection implementation classes (…) should provide two "standard" constructors: a void (no arguments) constructor, which creates an empty collection, and a constructor with a single argument of type Collection, which creates a new collection with the same elements as its argument."*

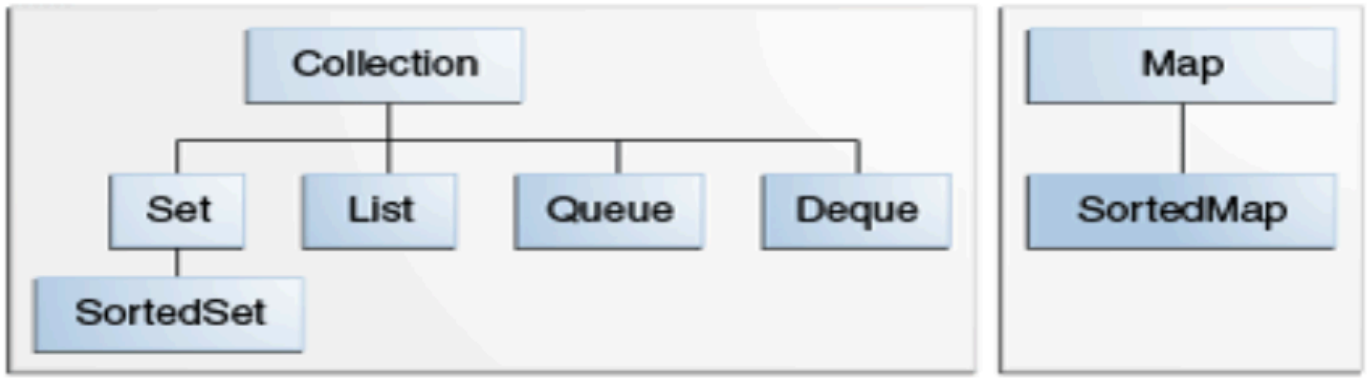
- E ainda:
  - *“Many methods in Collections Framework interfaces are defined in terms of the equals method. For example, the specification for the contains(Object o) method says: "returns true if and only if this collection contains at least one element e such that (o==null ? e==null : o.equals(e)).”"*

A API de Collection

boolean	**add**(E e)	Ensures that this collection contains the specified element (optional operation).
boolean	**addAll**(Collection<? extends E> c)	Adds all of the elements in the specified collection to this collection (optional operation).
void	**clear**()	Removes all of the elements from this collection (optional operation).
boolean	**contains**(Object o)	Returns `true` if this collection contains the specified element.
boolean	**containsAll**(Collection<?> c)	Returns `true` if this collection contains all of the elements in the specified collection.
boolean	**equals**(Object o)	Compares the specified object with this collection for equality.
int	**hashCode**()	Returns the hash code value for this collection.
boolean	**isEmpty**()	Returns `true` if this collection contains no elements.
Iterator<E>	**iterator**()	Returns an iterator over the elements in this collection.
default Stream<E>	**parallelStream**()	Returns a possibly parallel `Stream` with this collection as its source.
boolean	**remove**(Object o)	Removes a single instance of the specified element from this collection, if it is present (optional operation).
boolean	**removeAll**(Collection<?> c)	Removes all of this collection's elements that are also contained in the specified collection (optional operation).
default boolean	**removeIf**(Predicate<? super E> filter)	Removes all of the elements of this collection that satisfy the given predicate.
boolean	**retainAll**(Collection<?> c)	Retains only the elements in this collection that are contained in the specified collection (optional operation).
int	**size**()	Returns the number of elements in this collection.
default Spliterator<E>	**spliterator**()	Creates a **Spliterator** over the elements in this collection.
default Stream<E>	**stream**()	Returns a sequential `Stream` with this collection as its source.
Object[]	**toArray**()	Returns an array containing all of the elements in this collection.

Estrutura da JCF

- Existe uma arrumação por API (interfaces)



- Todas as colecções, Collection<E>, são iteráveis externamente através de Iterable<E>