Coleções

JAVA Collections FrameWork (JCF)

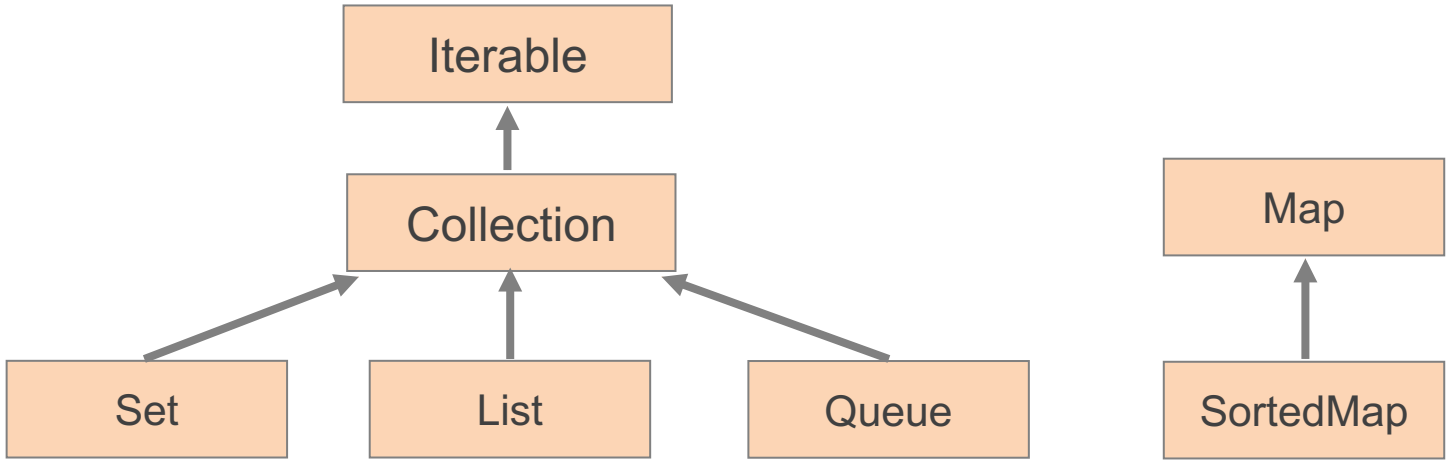
- Conjunto de classes, interfaces e algoritmos que representam vários tipos de estruturas de armazenamento de dados
  - Listas, Vectores, Pilhas, Árvores, Mapas,...
  - Permitem agregar objetos de determinado tipo paramétrico
  - Exemplo:

```
ArrayList<String> cidades = new ArrayList<>();
cidades.add("Aveiro");
cidades.add("Paris");
```

  - Não suportam tipos primitivos (*int, float, double*,..). Neste caso, precisamos de usar classes adaptadoras (*Integer, Float, Double, …*)

Principais Interfaces

- Conjunto de 4 Interfaces Principais:
  - Conjuntos (Set): sem noção de posição (sem ordem), sem repetição
  - Listas (List): sequências com noção de ordem, com repetição
  - Filas (Queue): são as filas do tipo *First in First Out*
  - Mapas (Map): estruturas associativas onde os objectos são representados por um par chave-valor.



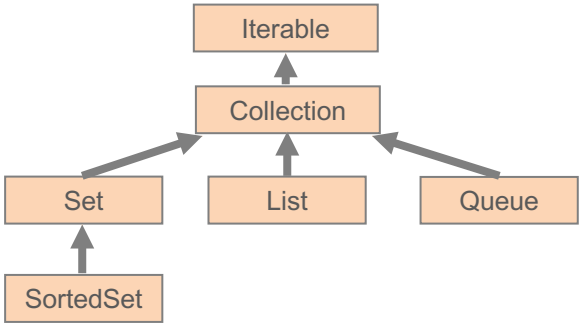
Vantagens das Collections

- Vantagem de criar interfaces:
  - Separa-se a especificação da implementação
  - Pode-se substituir uma implementação por outra mais eficiente sem grandes impactos na estrutura existente.

- Exemplo:

```
Collection<String> c = new LinkedList<>();
c.add("Aveiro");
c.add("Paris");
Iterator<String> i = c.iterator();
while (i.hasNext()) {
    System.out.println(i.next());
}
```

Expansão de contratos



<<interface>>
List<E>

+**add**(E):boolean
+**remove**(Object):boolean
+get(int):E
+indexOf(Object):int
+**contains**(Object):boolean
+**size**():int
+**iterator**():Iterator<E>
etc…

<<interface>>
Collection<E>

+**add**(E):boolean
+**remove**(Object):boolean
+**contains**(Object):boolean
+**size**():int
+**iterator**():Iterator<E> etc…

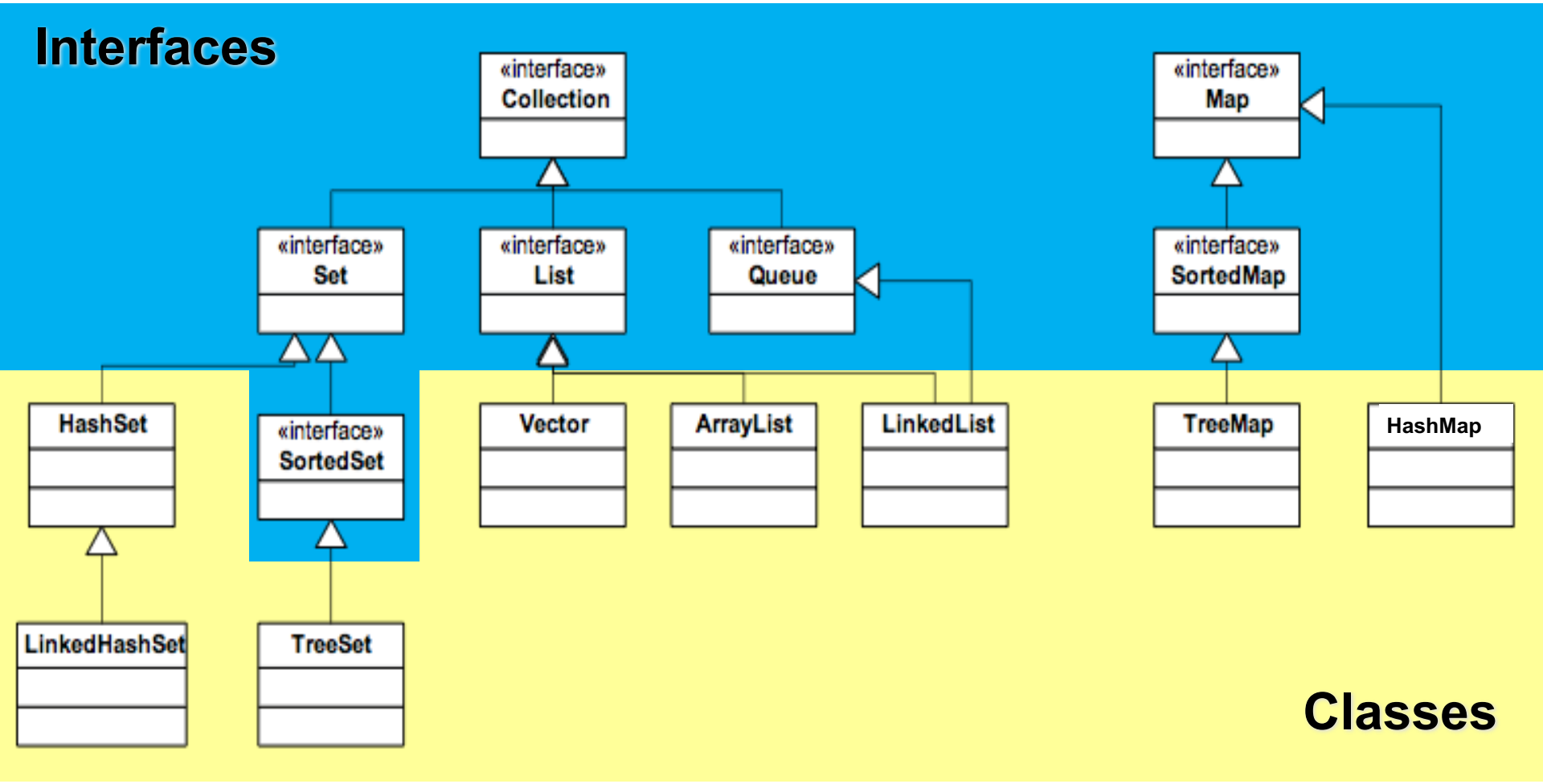
<<interface>>
Set<E>

+**add**(E):boolean
+**remove**(Object):boolean
+**contains**(Object):boolean
+**size**():int
+**iterator**():Iterator<E> etc…

<<interface>>
SortedSet<E>

+**add**(E):boolean
+**remove**(Object):boolean
+**contains**(Object):boolean
+**size**():int
+**iterator**():Iterator<E>
+first():E
+last():E
etc…

Hierarquia de Classes



Interfaces e Implementações

Collections					
	Implementações				
Interfaces	**Hash table**	**Resizable array**	**Balanced Tree (sorted)**	**Linked list**	**Hash table + Linked list**
Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
List		ArrayList		LinkedList	
Queue		ArrayDeque		LinkedList	
Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

Genéricos em Collections

Desde o JAVA 5 que as Collections são parametrizáveis

Antes..

```
LinkedList lista =
            new LinkedList();

lista.add(new Data(..));
lista.add(new Pessoa(..));

Iterator i = lista.iterator();

Data d = (Data)i.next();
Pessoa p = (Pessoa)i.next();
```

Agora..

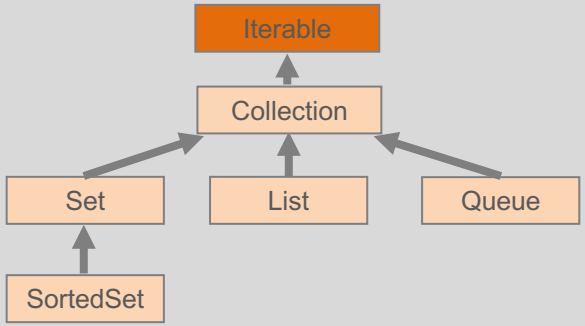
```
LinkedList<Data> lista =
     new LinkedList<Data>();

lista.add(new Data(..));
lista.add(new Pessoa(..));
```

Compile-Time Error

```
Iterator<Data> i =
        lista.iterator();

Data d = i.next();
Pessoa p = (Pessoa)i.next();
```

Compile-Time Error

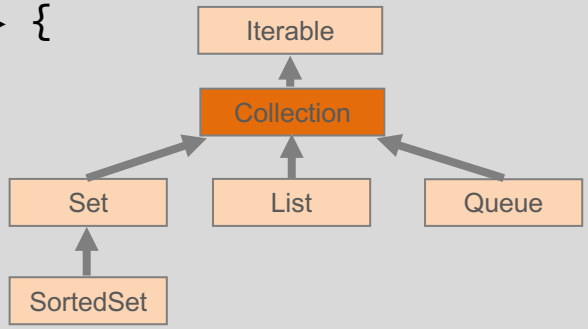
Interface Iterable




```
public interface Iterable<T> {

    default void forEach(Consumer<? super T> action)
    // Performs the given action for each element of the Iterable
    // until all elements have been processed or the action
    // throws an exception.

    Iterator<T>  iterator()
    // Returns an iterator over elements of type T.

    default Spliterator<T> spliterator()
    // Creates a Spliterator over the elements described by this Iterable.
}
```

Interface Collection

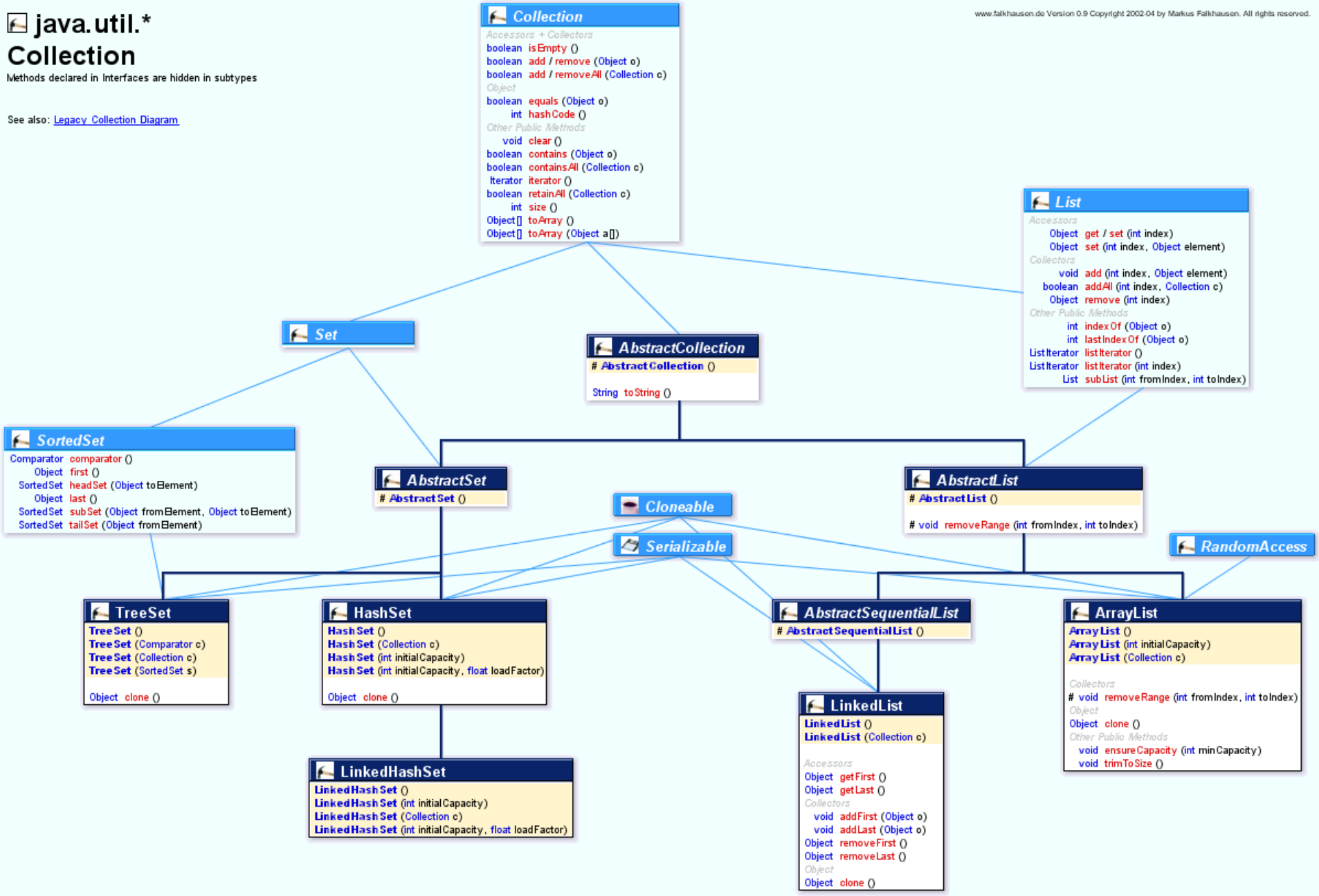
```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {
      // Basic operations
    int size();
    boolean isEmpty();
    boolean contains(Object element);
    boolean add(E element);          //optional
    boolean remove(Object element); //optional
    Iterator<E> iterator();
      // Bulk operations
    boolean containsAll(Collection<?> c);
    boolean addAll(Collection<? extends E> c); //optional
    boolean removeAll(Collection<?> c);        //optional
    boolean retainAll(Collection<?> c);        //optional
    void clear();                              //optional
      // Array operations
    Object[] toArray();
    <T> T[] toArray(T[] a);
}
```



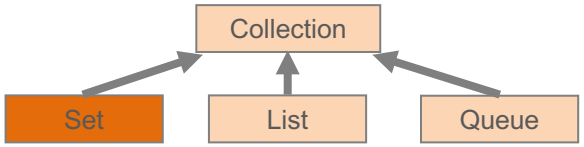
java.util.*
Collection

Methods declared in Interfaces are hidden in subtypes

See also: Legacy Collection Diagram



Set - Conjuntos



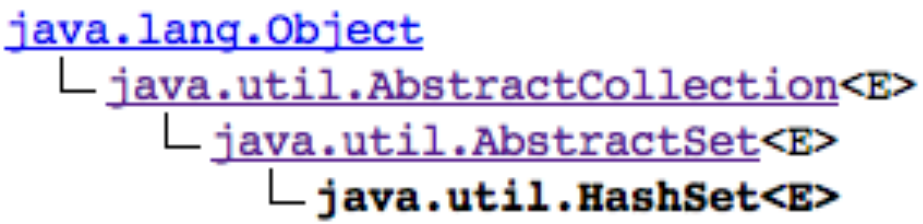
- Uma coleção que não pode conter elementos duplicados.
- Contém apenas os métodos definidos na interface *Collection*
  - Novos contratos nos métodos *add*, *equals* e *hashCode*
- Implementações:
  - HashSet
  - TreeSet
  - ..

AbstractSet

```
public abstract class AbstractSet<E> extends AbstractCollection<E>
                                     implements Set<E>  {

   protected AbstractSet();

   public boolean equals(Object o) {
      if (!(o instanceof Set)) return false;
         return ((Set)o).size()==size() && containsAll((Set)o);
   }

   public int hashCode() {
      int h = 0;
      for( E el : this )
         if ( el != null ) h += el.hashCode();
      return h;
   }
}
```

HashSet

- Usa uma tabela de dispersão (Hash Map) para armazenar os elementos.
- A inserção de um novo elemento não será efectuada se a função *equals* do elemento a ser inserido com algum elemento do Set retornar true.
  - É fundamental implementar a função equals em todos as classes que possam ser usadas como elementos de tabelas de dispersão (HashSet, HashMap,...)
- Desempenho constante,
  - O(~1) para add, remove, contains e size



HashSet

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

  // vector para simular a entrada de dados no Set
  String[] str = {"Rui", "Manuel", "Rui", "Jose",
                  "Pires", "Eduardo", "Santos"};

  Set<String> group = new HashSet<>();
    for (String i: str ) {
      if (!group.add(i))
        System.out.println("Nome duplicado: " + i);
    }
    System.out.println(group.size() + " nomes distintos");

    for (String s: group)
       System.out.println( s );
}
```

Nome duplicado: Rui
6 nomes distintos

Manuel
Rui
Jose
Eduardo
Santos
Pires

Ordem!

Conclusão: sem noção de posição (sem ordem)

TreeSet

- A implementação baseada numa estrutura em árvore balanceada.
- Desempenho log(n), para add, remove e contains
- Permite a Ordenação dos Elementos pela sua "ordem natural".
  - Os objetos inseridos em TreeSet devem implementar a interface Comparable .
  - ou utilizando um objecto do tipo Comparator no construtor de TreeSet.

TreeSet

```
public class TestTreeSet {

    public static void main(String[] args) {
        Collection<Quadrado> c = new TreeSet<>();
        c.add(new Quadrado(3, 4, 5.6));
        c.add(new Quadrado(1, 5, 4));
        c.add(new Quadrado(0, 0, 6));
        c.add(new Quadrado(4, 6, 7.4));
        System.out.println(c);

        for (Quadrado q: c)
            System.out.println(q);
    }
}
```

```
[Quadrado de Centro (1.0,5.0) e de lado 4.0, Quadrado de Centro
(3.0,4.0) e de lado 5.6, Quadrado de Centro (0.0,0.0) e de lado 6.0,
Quadrado de Centro (4.0,6.0) e de lado 7.4]
Quadrado de Centro (1.0,5.0) e de lado 4.0
Quadrado de Centro (3.0,4.0) e de lado 5.6
Quadrado de Centro (0.0,0.0) e de lado 6.0
Quadrado de Centro (4.0,6.0) e de lado 7.4
```

Ordem

TreeSet – ordem (Solução 1)

```
class LengthComparator implements Comparator<String> {
   @Override public int compare(String a, String b) {
       return (a.length() > b.length() ? 1: -1);
  }
}

public class Testes {
  public static void main(String args[]) {
    TreeSet<String> ts = new TreeSet<>(new LengthComparator());
    ts.add("jgdshj");
    ts.add("hj");
    ts.add("khsdfk jjskfk");
    ts.add("f");
    ts.add("opeiwoj kn kndsjsa");
    ts.add("kndkd");
    for (String element : ts)
      System.out.println(element + " ");
  }
}
```

```
f
hj
kndkd
jgdshj
khsdfk jjskfk
opeiwoj kn kndsjsa
```

TreeSet – ordem (Solução 2)

```
public class Testes {
    public static void main(String args[]) {
        TreeSet<String> ts = new TreeSet<>(new Comparator<String>() {
            @Override public int compare(String a, String b) {
                return (a.length() > b.length() ? 1 : -1);
            }
        });

        ts.add("jgdshj");
        ts.add("hj");
        ts.add("khsdfk jjskfk");
        ts.add("f");
        ts.add("opeiwoj kn kndsjsa");
        ts.add("kndkd");

        for (String element : ts)
            System.out.println(element + " ");
    }
}
```

```
f
hj
kndkd
jgdshj
khsdfk jjskfk
opeiwoj kn kndsjsa
```

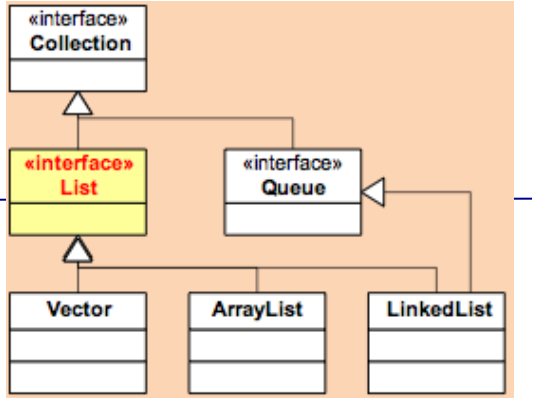
TreeSet – ordem (Solução 3 – Java 8)

```
public class Testes {
    public static void main(String args[]) {
        TreeSet<String> ts =
            new TreeSet<>(Comparator.comparing(String::length));

        ts.add("jgdshj");
        ts.add("hj");
        ts.add("khsdfk jjskfk");
        ts.add("f");
        ts.add("opeiwoj kn kndsjsa");
        ts.add("kndkd");

        for (String element : ts)
            System.out.println(element + " ");
    }
}
```

Método referência (Java 8)

```
f
hj
kndkd
jgdshj
khsdfk jjskfk
opeiwoj kn kndsjsa
```

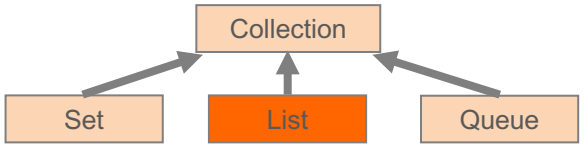
Listas



- Implementam *List*
- Podem conter duplicados.
- Para além das operações herdadas de *Collection*, a interface *List* inclui ainda:
  - Acesso Posicional — manipulação de elementos baseada na sua posição (índice) na lista
  - Pesquisa — de determinado elemento na lista. Retorna a sua posição.
  - ListIterator — estende a semântica do Iterator tirando partido da natureza sequencial da lista.
  - Range-View — execução de operações sobre uma gama de elementos da lista.

```
list.subList(fromIndex, toIndex).clear();
```

List




```
public interface List<E> extends Collection<E> {
   // Positional Access
   boolean add(E e)
   void add(int index, E element);             // Optional
   E get(int index);
   E set(int index, E element);                // Optional
   E remove(int index);                        // Optional
   boolean addAll(Collection<? extends E> c);  // Optional

   // Search
   int indexOf(Object o);
   int lastIndexOf(Object o);

   // Iteration
   ListIterator<E> listIterator();
   ListIterator<E> listIterator(int index);

   // Range-view
   List<E> subList(int from, int to);
}
```

```
public interface ListIterator<E>
        extends Iterator<E> {
     boolean hasNext();
     E next();
     boolean hasPrevious();
     E previous();
     int nextIndex();
     int previousIndex();
     void remove();  //optional
     void set(E e);  //optional
     void add(E e);  //optional
}
```

Listas – Classes

Mais comuns:

- ArrayList – Array dinâmico
- LinkedList – Lista ligadas

Outras:

- Vector – Array dinâmico
  - (!) *Vector is synchronized. If a thread-safe implementation is not needed, it is recommended to use ArrayList in place of Vector.*
- Stack
  - extends Vector

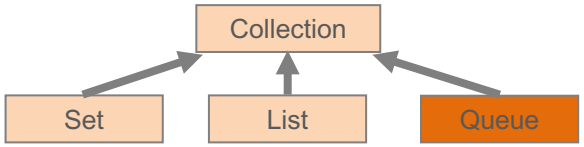
Diferenças?

Listas – Exemplo

```
public static void main(String args[]) {
    String[] str1 = {"Rui", "Manuel", "Jose", "Pires", "Eduardo", "Santos"};
    String[] str2 = {"Rosa", "Pereira", "Rui", "Vidal", "Hugo", "Maria"};
    List<String> larray = new ArrayList<>();
    List<String> llist = new LinkedList<>();

    for (String i: str1 ) larray.add(i);
    for (String i: str2 ) llist.add(i);

    llist.addAll(llist.size()/2, larray);
    for (String ele: llist)
        System.out.println( ele );

     System.out.println("Rui está na posição " +
       llist.indexOf("Rui") + " e " + llist.lastIndexOf(

    llist.set(llist.lastIndexOf("Rui"), "Rui2");
    System.out.println(llist.lastIndexOf("Rui"));
}
```

```
Rosa
Pereira
Rui
Rui
Manuel
Jose
Pires
Eduardo
Santos
Vidal
Hugo
Maria
Rui está na posição 2 e 3
2
```

Queue – Filas

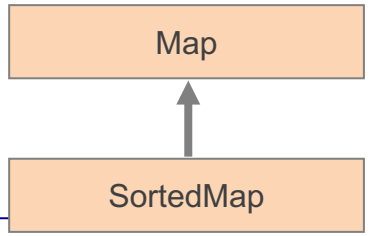



```
public interface Queue<E> extends Collection<E> {

    // Inserts the specified element in the queue
    // throws an exception if empty
    boolean add(E e);
    // Inserts the specified element in the queue
    boolean offer(E e);

    // Retrieves and removes the head of this queue
    // throws an exception if empty
    E remove();
     // Retrieves and removes the head of this queue
    E poll();
    // Retrieves, but does not remove, the head of this queue
    // throws an exception if empty
    E element();
    // Retrieves, but does not remove, the head of this queue
    E peek();
}
```

Filas - Implementações

- ArrayBlockingQueue
- ArrayDeque
- ConcurrentLinkedDeque
- ConcurrentLinkedQueue
- DelayQueue
- LinkedBlockingDeque
- LinkedBlockingQueue
- LinkedList
- LinkedTransferQueue
- PriorityBlockingQueue
- PriorityQueue
- SynchronousQueue

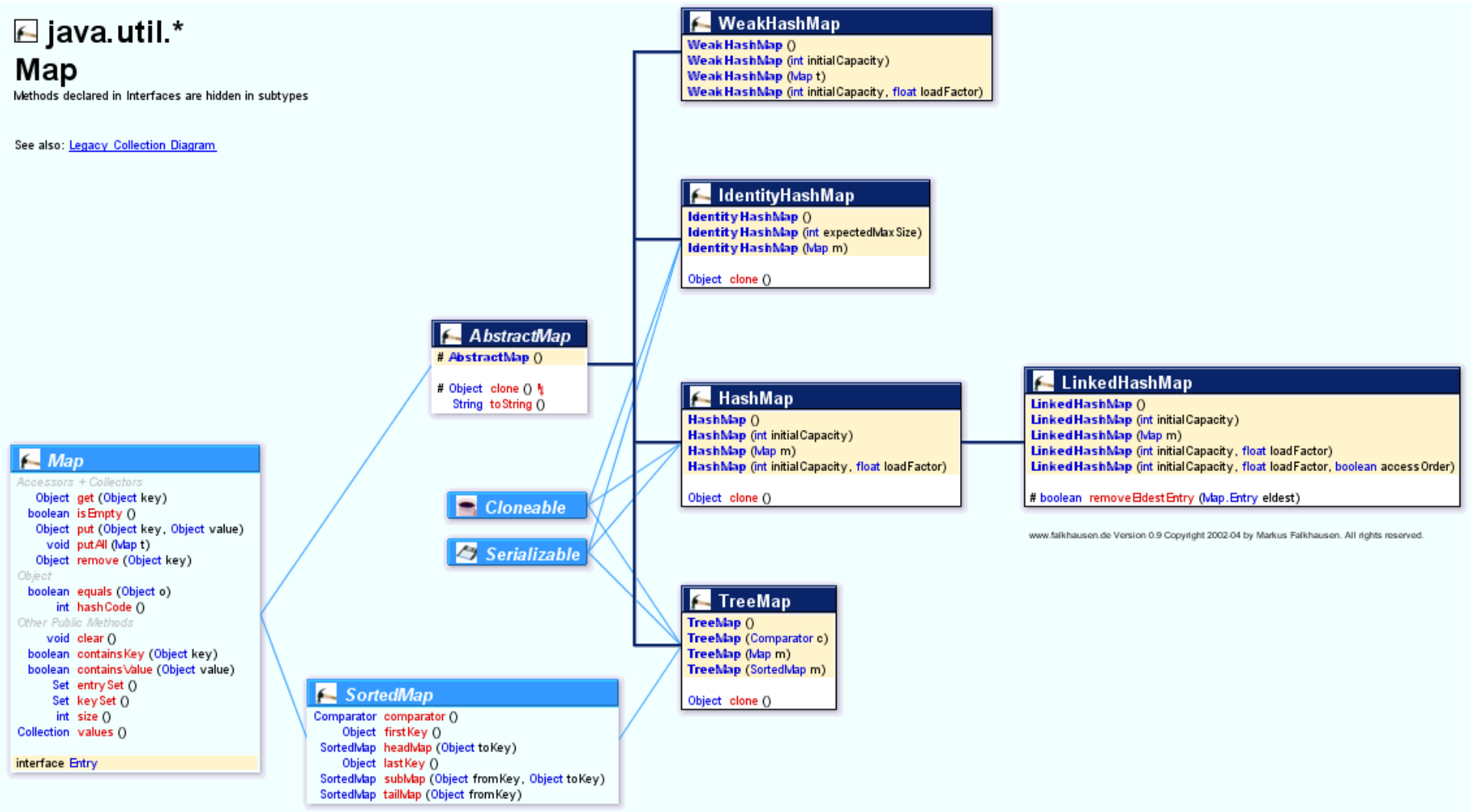
Mapas - Map



- A Interface *Map* não descende de *Collections*
  - Interface Map<K,V>

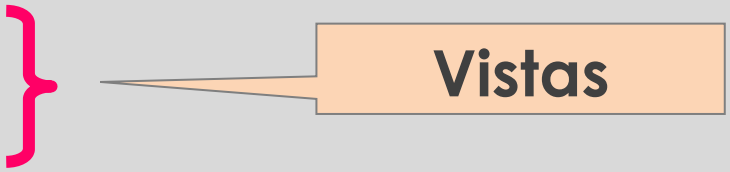
- Um mapa é um conjunto que associa uma chave (K) a um valor (V)
  - Não contém chaves duplicadas
- Também é denominado como dicionário ou memória associativa
- Métodos disponíveis:
  - adicionar: put(K key, V value)
  - remover : remove(Object key)
  - obter um objecto: get(Object key)

Classes


java.util.*
Map
Methods declared in Interfaces are hidden in subtypes
See also: Legacy Collection Diagram
Map
Accessors + Collectors
Object get (Object key)
boolean isEmpty ()
Object put (Object key, Object value)
void putAll (Map t)
Object remove (Object key)
Object
boolean equals (Object o)
int hashCode ()
Other Public Methods
void clear ()
boolean containsKey (Object key)
boolean containsValue (Object value)
Set entrySet ()
Set keySet ()
int size ()
Collection values ()
interface Entry
AbstractMap
AbstractMap ()
Object clone ()
String toString ()
Cloneable
Serializable
SortedMap
Comparator comparator ()
Object firstKey ()
SortedMap headMap (Object toKey)
Object lastKey ()
SortedMap subMap (Object fromKey, Object toKey)
SortedMap tailMap (Object fromKey)
WeakHashMap
WeakHashMap ()
WeakHashMap (int initialCapacity)
WeakHashMap (Map t)
WeakHashMap (int initialCapacity, float loadFactor)
IdentityHashMap
IdentityHashMap ()
IdentityHashMap (int expectedMaxSize)
IdentityHashMap (Map m)
Object clone ()
HashMap
HashMap ()
HashMap (int initialCapacity)
HashMap (Map m)
HashMap (int initialCapacity, float loadFactor)
Object clone ()
TreeMap
TreeMap ()
TreeMap (Comparator c)
TreeMap (Map m)
TreeMap (SortedMap m)
Object clone ()
LinkedHashMap
LinkedHashMap ()
LinkedHashMap (int initialCapacity)
LinkedHashMap (Map m)
LinkedHashMap (int initialCapacity, float loadFactor)
LinkedHashMap (int initialCapacity, float loadFactor, boolean accessOrder)
boolean removeEldestEntry (Map.Entry eldest)
www.falkhausen.de Version 0.9 Copyright 2002-04 by Markus Falkhausen. All rights reserved.

Interface Map<K,V>

```
public interface Map<K,V> {
        // Basic operations
    V put(K key, V value);
    V get(Object key);
    V remove(Object key);
    boolean containsKey(Object key);
    boolean containsValue(Object value);
    int size();
    boolean isEmpty();
        // Bulk operations
    void putAll(Map<? extends K, ? extends V> m);
    void clear();
        // Collection Views
    public Set<K> keySet();
    public Collection<V> values();
    public Set<Map.Entry<K,V>> entrySet();
        // Interface for entrySet elements
    public interface Entry {
    K getKey();
    V getValue();
    V setValue(V value);
}   }
```



Vistas

- Mapas não são Collections.
- No entanto, podemos obter vistas dos mapas.
- As vistas são do tipo Collections
- Há três vistas disponíveis:
  - conjunto (set) de chaves
  - colecção de valores
  - conjunto (set) de entradas do tipo par chave/valor

Map – Implementações

- HashMap
  - Utiliza uma tabela de dispersão (Hash Table)
  - Não existe ordenação nos pares
- LinkedHashMap
  - Semelhante ao HashMap, mas preserva a ordem de inserção
- TreeMap
  - Baseado numa árvore balanceada
  - Os pares são ordenados com base na chave
  - O desempenho para inserção e remoção é O(log N)

HashMap – exemplo

```
public static void main(String[] args) {
    Map<String, Double> mapa = new HashMap<>();
    mapa.put("Rui", 32.4);
    mapa.put("Manuel", 3.2);
    mapa.put("Rita", 5.6);

    System.out.println("O Mapa contém " + mapa.size() + " elementos");
    System.out.println("O Rui está no Mapa? " + mapa.containsKey("Rui"));

    System.out.println("A Rita tem " +  mapa.get("Rita") + "€");
    mapa.put("Rita", mapa.get("Rita") + 3.6);
    System.out.println("A Rita tem " +  mapa.get("Rita") + "€");

    Set<Entry<String, Double>> set = mapa.entrySet();
    for (Entry<String, Double> ele: set)
        System.out.println("O " + ele.getKey() + " ganha "
                                + ele.getValue() + "€");
}
```

```
O Mapa contém 3 elementos
O Rui está no Mapa? true
A Rita tem 5.6€
A Rita tem 9.2€
O Manuel ganha 3.2€
O Rui ganha 32.4€
O Rita ganha 9.2€
```

Vista

TreeMap

- Mesmas características das descritas para a TreeSet mas adaptadas a pares key/value.

- TreeMap oferece a possibilidade de ordenar objetos
  - utilizando a "Ordem Natural" (compareTo) ou um objeto do tipo Comparator

  - utilização semelhante aos exemplos de HashSet

Iterar sobre coleções

- Iterator

```
public interface Iterator<E> {
    boolean hasNext();
    E next();
    void remove();   //optional
}
```

- ciclo "for each"

```
List<String> names = new LinkedList<>();
       // ... add some names to the collection

for (String name : names)
    System.out.println(name);
```

Iterar sobre coleções (java 8)

- método forEach

```
List<String> names = new LinkedList<>();
        // ... add some names to the collection

names.forEach(name -> System.out.println(name));
```

- streams

```
List<String> names = new LinkedList<>();
        // ... count some names in the collection

long count = names.stream()
                  .filter(name -> name.startsWith("A"))
                  .count();
```

Exemplos

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

     // vector para simular a entrada de dados
     String[] acessorios = {"Chinelos", "Toalha", "Protetor", "Prancha"};

     List<String> saco = new ArrayList<>();
       for (String obj: acessorios )
          saco.add(obj);

       // Iterador
       Iterator<String> itr = saco.iterator();
       while ( itr.hasNext() )
          System.out.println( itr.next() );
       // for
       for (String s: saco)
          System.out.println("\t"+s );
   }
}
```

```
Chinelos
Toalha
Protetor
Prancha
        Chinelos
        Toalha
        Protetor
        Prancha
```

Exemplos (java 8)

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

     // vector para simular a entrada de dados
     String[] acessorios = {"Chinelos", "Toalha", "Protetor", "Prancha"};

     List<String> saco = new ArrayList<>();
       for (String obj: acessorios )
          saco.add(obj);

       // forEach
       saco.forEach(name -> System.out.println(name));
       // stream
       long count = saco.stream()
             .filter(name -> name.startsWith("P"))
                .count();
       System.out.println( count );
   }
}
```

```
Chinelos
Toalha
Protetor
Prancha
2
```

Algoritmos

- A JCF fornece ainda um conjunto de algoritmos que podem ser usados em coleções
- Métodos estáticos de utilização global
  - java.util.Collections
  - java.util.Arrays

- Exemplos:
  - sort, binarySearch, copy, shuffle, reverse, max, min, etc.

java.util.Collections

- Note a diferença!!

- Classe
  - **java.util.Collections**

- Interface
  - java.util.Collection

static <T> boolean	**addAll**(**Collection**<? super T> c, T... elements) Adds all of the specified elements to the specified collection.
static <T> int	**binarySearch**(**List**<? extends **Comparable**<? super T>> list, T key) Searches the specified list for the specified object using the binary search algorithm.
static <E> **Collection**<E>	**checkedCollection**(**Collection**<E> c, **Class**<E> type) Returns a dynamically typesafe view of the specified collection.
static <T> void	**copy**(**List**<? super T> dest, **List**<? extends T> src) Copies all of the elements from one list into another.
static boolean	**disjoint**(**Collection**<?> c1, **Collection**<?> c2) Returns `true` if the two specified collections have no elements in common.
static <T> **List**<T>	**emptyList**() Returns the empty list (immutable).
static <T> void	**fill**(**List**<? super T> list, T obj) Replaces all of the elements of the specified list with the specified element.
static int	**frequency**(**Collection**<?> c, **Object** o) Returns the number of elements in the specified collection equal to the specified object.
static int	**indexOfSubList**(**List**<?> source, **List**<?> target) Returns the starting position of the first occurrence of the specified target list within the specified source list, or -1 if there is no such occurrence.
static int	**lastIndexOfSubList**(**List**<?> source, **List**<?> target) Returns the starting position of the last occurrence of the specified target list within the specified source list, or -1 if there is no such occurrence.
static <T> T	**max**(**Collection**<? extends T> coll, **Comparator**<? super T> comp) Returns the maximum element of the given collection, according to the order induced by the specified comparator.
static <T> T	**min**(**Collection**<? extends T> coll, **Comparator**<? super T> comp) Returns the minimum element of the given collection, according to the order induced by the specified comparator.
static <T> boolean	**replaceAll**(**List**<T> list, T oldVal, T newVal) Replaces all occurrences of one specified value in a list with another.
static void	**reverse**(**List**<?> list) Reverses the order of the elements in the specified list.
static void	**rotate**(**List**<?> list, int distance) Rotates the elements in the specified list by the specified distance.
static void	**shuffle**(**List**<?> list) Randomly permutes the specified list using a default source of randomness.
static <T> void	**sort**(**List**<T> list, **Comparator**<? super T> c) Sorts the specified list according to the order induced by the specified comparator.
static <T> **Collection**<T>	**unmodifiableCollection**(**Collection**<? extends T> c) Returns an unmodifiable view of the specified collection.

Ordenação – exemplo (ordem natural)

```
public static void main(String[] args) {
    List<Integer> list = new ArrayList<>();

    for (int i=0;i<10;i++) {
        list.add((int) (Math.random() * 100));
    }

    System.out.println("Initial List: "+list);
    Collections.sort(list);
    System.out.println("Sorted List:  "+list);
}
```

```
Initial List: [57, 27, 83, 4, 73, 34, 74, 74, 0, 46]
Sorted List:  [0, 4, 27, 34, 46, 57, 73, 74, 74, 83]
```

Ordenação – exemplo (comparator)

```
public static void main(String[] args) {
    ArrayList<Integer> randInts = new ArrayList<>();
        // generate 5 random ints for randInts
    Random rnd = new Random();
    for (int i=0;i<5;i++)
        randInts.add(rnd.nextInt());

    System.out.println(randInts);

        // sort the randInts ArrayList
    Collections.sort(randInts, new Comparator<Integer>() {
    @Override public int compare(Integer o1, Integer o2) {
            return (o2.intValue() > o1.intValue()) ? 1 : -1;
        }
    });
    System.out.println(randInts);
}
```

```
[ 173157445 -158699807 -883988021 -1720841220 285295582 ]
[ 285295582 173157445 -158699807 -883988021 -1720841220 ]
```

Ordenação - exemplo (java 8)

```java
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("--Sorting with natural order");
    List<String> l1 = createList();
    l1.sort(null);
    l1.forEach(System.out::println);
    System.out.println("--Sorting with a lamba expression");
    List<String> l2 = createList();
    l2.sort((s1, s2) -> s1.compareToIgnoreCase(s2)); // sort ignoring case
    l2.forEach(System.out::println);
    System.out.println("--Sorting with a method reference");
    List<String> l3 = createList();
    l3.sort(String::compareToIgnoreCase);
    l3.forEach(System.out::println);
}

private static List<String> createList() {
    List<String> list = new ArrayList<>();
    list.add("Ubuntu");
    list.add("Android");
    list.add("Mac OS X");
    return list;
}
```

```
--Sorting with natural order
Android
Mac OS X
Ubuntu
--Sorting with a lamba expression
Android
Mac OS X
Ubuntu
--Sorting with a method reference
Android
Mac OS X
Ubuntu
```

java.util.Arrays

Arrays
+asList(a: Object[]) : List +binarySearch(a: byte[],key: byte) : int +binarySearch(a: char[], key: char) : int +binarySearch(a: double[], key: double) : int +binarySearch(a,: float[] key: float) : int +binarySearch(a: int[], key: int) : int +binarySearch(a: long[], key: long) : int +binarySearch(a: Object[], key: Object) : int +binarySearch(a: Object[], key: Object, c: Comparator) : int +binarySearch(a: short[], key: short) : int +equals(a: boolean[], a2: boolean[]) : boolean +equals(a: byte[], a2: byte[]) : boolean +equals(a: char[], a2: char[]) : boolean +equals(a: double[], a2: double[]) : boolean +equals(a: float[], a2: float[]) : boolean +equals(a: int[], a2: int[]) : boolean +equals(a: long[], a2: long[]) : boolean +equals(a: Object[], a2: Object[]) : boolean +equals(a: short[], a2: short[]) : boolean +fill(a: boolean[], val: boolean) : void +fill(a: boolean[], fromIndex: int, toIndex: int, val: boolean) : void Overloaded fill method for char, byte, short, int, long, float, double, and Object. +sort(a: byte[]) : void +sort(a: byte[], fromIndex: int, toIndex: int) : void Overloaded sort method for char, short, int, long, float, double, and Object.

Exercícios

- Crie estruturas de dados adequadas para conter informação sobre:
  - medidas de temperatura
  - livros (nome e autor)
  - músicas (nome, autor, formato (MP3, WMA, WAV))
  - grupos de 2 elementos numa disciplina
  - agenda de contactos (nome, endereço, cpostal, telefone)
  - ementas (nome, preço) dos restaurantes de Aveiro

JAVA Collections FrameWork – sumário

- Organização e Principais Interfaces
- Conjuntos (HashSet e TreeSet)
- Listas (ArrayList e LinkedList)
- Mapas (HashMap e TreeMap)
- Operações sobre Coleções

- Java 8 introduzir muitas alterações !!