

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 da 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>**

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:

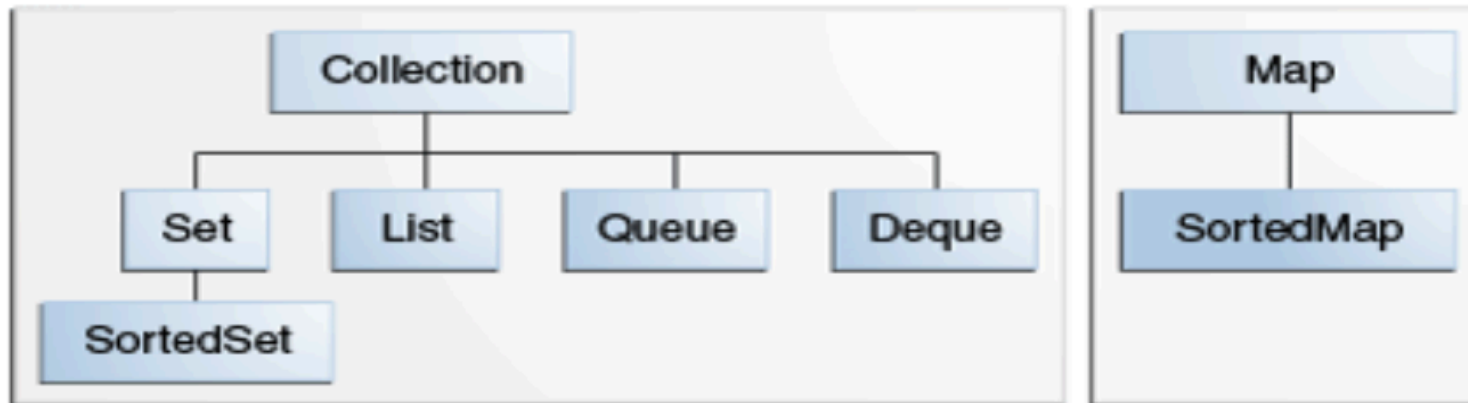
“Many methods in Collections Framework interfaces are defined in terms of the equals method. For example, the specification for the contains(Object o) method says: "returns true if and only if this collection contains at least one element e such that (o==null ? e==null : o.equals(e)).”"

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

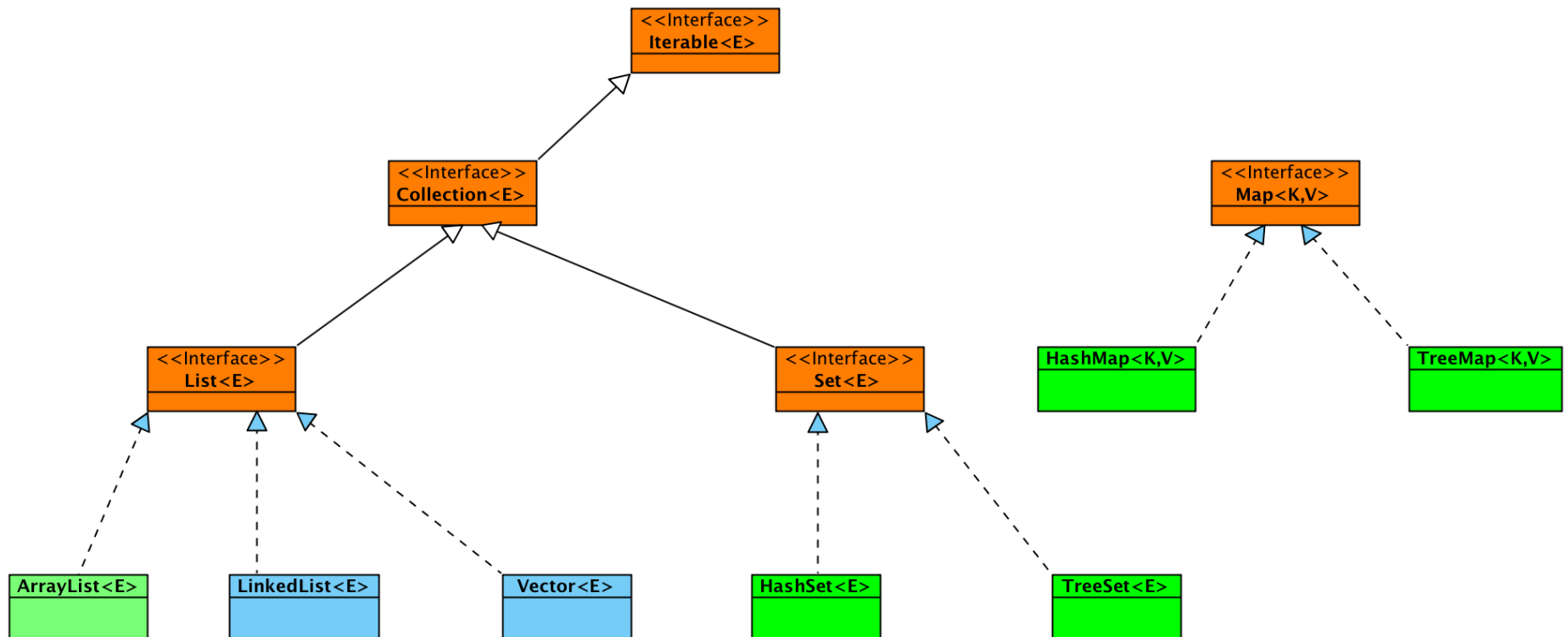
Existe uma arrumação por API (interfaces)



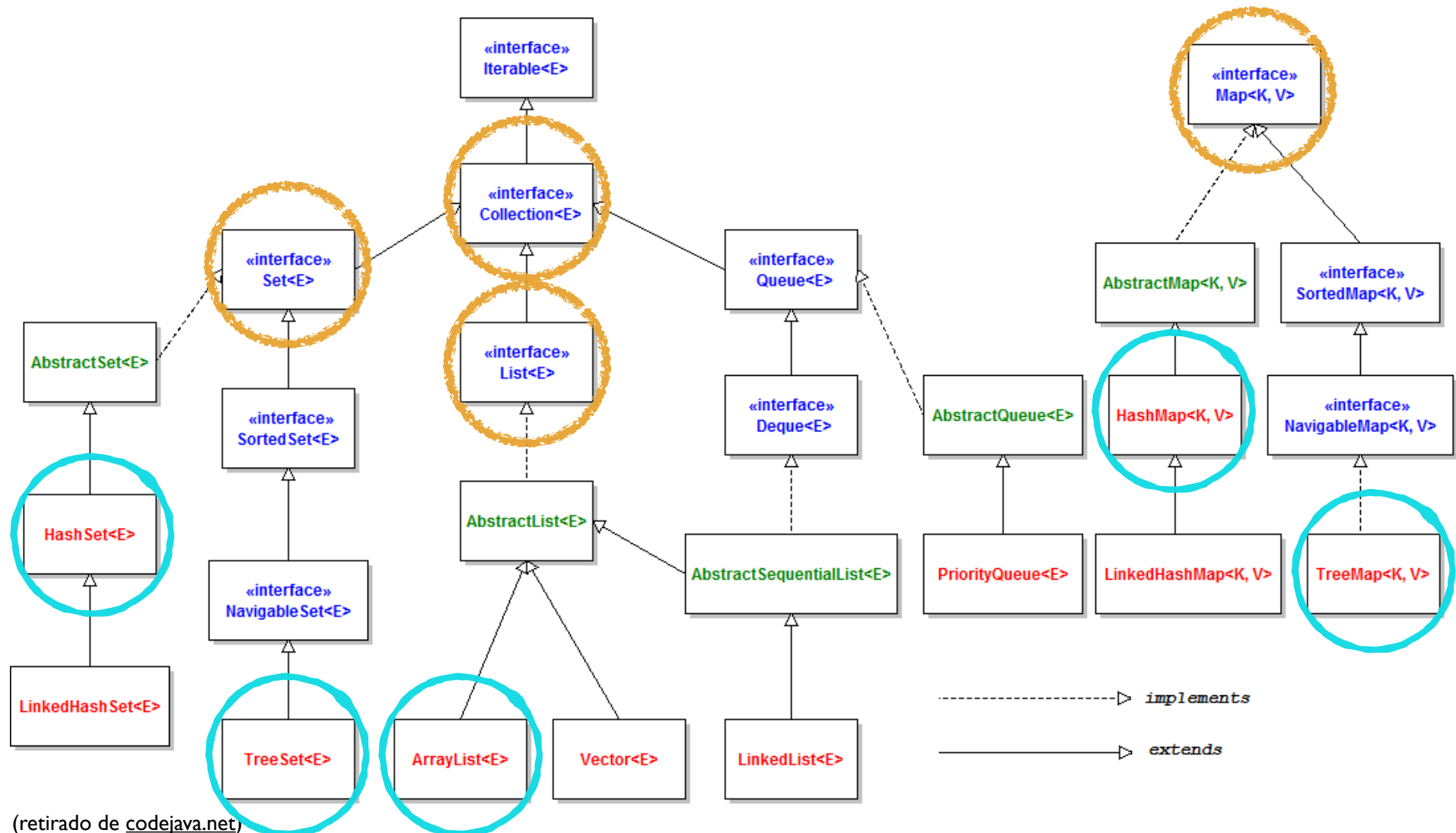
Todas as colecções, `Collection<E>`, são iteráveis externamente através de `Iterable<E>`

Para cada API (interface) existem diversas implementações (a escolher consoante critérios do programador)

Vamos estudar as que estão a verde



Interfaces e Implementações do JFC



(retirado de codejava.net)

ArrayList<E>

As classes da Java Collections Framework são exemplos muito interessantes de codificação

Como o código destas classes está escrito em Java é possível ao programador observar como é que foram implementadas

ArrayList<E>: v.i. e construtores

```
public class ArrayList<E> extends AbstractList<E>
    implements List<E>, RandomAccess, Cloneable, java.io.Serializable
{
    private static final long serialVersionUID = 8683452581122892189L;

    /**
     * The array buffer into which the elements of the ArrayList are stored.
     * The capacity of the ArrayList is the length of this array buffer.
     */
    private transient Object[] elementData;

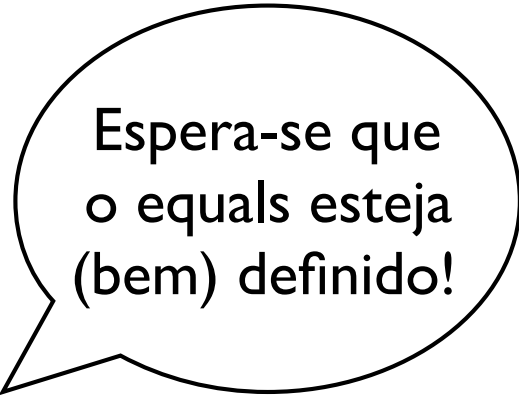
    /**
     * The size of the ArrayList (the number of elements it contains).
     *
     * @serial
     */
    private int size;

    /**
     * Constructs an empty list with the specified initial capacity.
     *
     * @param  initialCapacity  the initial capacity of the list
     * @throws IllegalArgumentException if the specified initial capacity
     *         is negative
     */
    public ArrayList(int initialCapacity) {
        |...
        this.elementData = new Object[initialCapacity];
    }

    /**
     * Constructs an empty list with an initial capacity of ten.
     */
    public ArrayList() {
        this(10);
    }
}
```

ArrayList<E>: existe?

```
public boolean contains(Object o) {  
    return indexOf(o) >= 0;  
}  
  
public int indexOf(Object o) {  
    if (o == null) {  
        for (int i = 0; i < size; i++)  
            if (elementData[i]==null)  
                return i;  
    } else {  
        for (int i = 0; i < size; i++)  
            if (o.equals(elementData[i]))  
                return i;  
    }  
    return -1;  
}
```



Espera-se que
o equals esteja
(bem) definido!

ArrayList<E>: inserir

```
public boolean add(E e) {
    ensureCapacityInternal(size + 1); // Increments modCount!!
    elementData[size++] = e;
    return true;
}

public void add(int index, E element) {
    rangeCheckForAdd(index);

    ensureCapacityInternal(size + 1); // Increments modCount!!
    System.arraycopy(elementData, index, elementData, index + 1,
                     size - index);
    elementData[index] = element;
    size++;
}
```


ArrayList<E>: get e set

```
public E get(int index) {  
    rangeCheck(index);  
  
    return elementData(index);  
}  
  
public E set(int index, E element) {  
    rangeCheck(index);  
  
    E oldValue = elementData(index);  
    elementData[index] = element;  
    return oldValue;  
}
```

Colecções Java

Tipos de colecções disponíveis:

listas (definição em `List<E>`)

conjuntos (definição em `Set<E>`)

queues (definição em `Queue<E>`)

noção de família (muito evidente) nas APIs de cada um destes tipos de colecções.

List<E>

Utilizar sempre que precise de manter ordem

O método add não testa se o objecto existe na colecção (admite repetições)

O método contains verifica sempre o resultado de equals

Implementação utilizada: **ArrayList<E>**

ArrayList<E>

Construtores	ArrayList<E>(); ArrayList<E>(int initialCapacity)
Adicionar elementos	boolean add(E e); void add(int index, E element); boolean addAll(Collection c); boolean addAll(int index, Collection c)
Remover elementos	boolean remove(Object o); E remove(int index); boolean removeAll(Collection c) boolean retainAll(Collection c) boolean removeIf(Predicate p)
Consultar	E get(int index); int indexOf(Object o); int lastIndexOf(Object o); boolean contains(Object o) boolean containsAll(Collection c) boolean isEmpty(); int size()
Alterar elementos	E set(int index, E element); void clear();
Iteradores externos	Iterator<E> iterator()
Iteradores internos	Stream<E> stream(); void forEach(Consumer c)
Outros	boolean equals(Object o); T[] toArray(T[] a)

```

import java.util.ArrayList;
public class TesteArrayList {
    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);

        ArrayList<Circulo> circs = new ArrayList<Circulo>();
        circs.add(c1.clone());
        circs.add(c2.clone());
        circs.add(c3.clone());

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

        for(Circulo c: circs)
            System.out.println(c.toString());
    }
}

```

Percorrer uma coleção

Podemos utilizar o ciclo for(each) para percorrer uma coleção:

```
/**
 * Média da turma
 *
 * @return um double com a média da turma
 */
public double media() {
    double tot = 0.0;

    for(Aluno a: lstAlunos)
        tot += a.getNota();

    return tot/lstAlunos.size();
}
```

```
/**
 * Quantos alunos passam?
 *
 * @return um int com nº alunos que passa
 */
public int quantosPassam() {
    int qt = 0;

    for(Aluno a: lstAlunos)
        if (a.passa()) qt++;

    return qt;
}
```

```
public boolean passa() {
    return this.nota >= Aluno.NOTA_PARA_PASSAR;
}
```

Na classe **Aluno**

... mas...

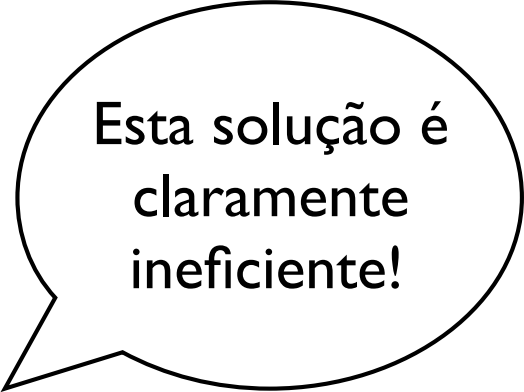
podemos querer parar antes do fim

podemos não ter acesso à posição do elemento na colecção (no caso dos conjuntos)

estamos sempre a repetir o código do ciclo

```
/**
 * Algum aluno passa?
 *
 * @return true se algum aluno passa
 */
public boolean alguemPassa() {
    boolean alguem = false;

    for(Aluno a: lstAlunos)
        if (a.passa())
            alguem = true;
    return alguem;
}
```



Esta solução é
claramente
ineficiente!

logo, é necessário um mecanismo mais flexível para percorrer colecções

Iteradores externos

O **Iterator** é um padrão de concepção identificado e que permite providenciar uma forma de aceder aos elementos de uma colecção de objectos, sem que seja necessário saber qual a sua representação interna

basta para tal, que todas as colecções saibam criar um iterator

Um iterador de uma lista poderia ser:



o iterador precisa de ter mecanismos para:

aceder ao objecto apontado

avançar

determinar se chegou ao fim

Iterator API

Method Summary

Methods

Modifier and Type	Method and Description
boolean	<code>hasNext()</code> Returns <code>true</code> if the iteration has more elements.
E	<code>next()</code> Returns the next element in the iteration.
void	<code>remove()</code> Removes from the underlying collection the last element returned by this iterator (optional operation).

Utilizando Iterators...

```
/**
 * Algum aluno passa?
 *
 * @return true se algum aluno passa
 */
public boolean alguemPassa() {
    boolean alguem = false;
    Iterator<Aluno> it = lstAlunos.iterator();
    Aluno a;

    while(it.hasNext() && !alguem) {
        a = it.next();
        alguem = a.passa();
    }
    return alguem;
}
```

remover alunos...

```
/**
 * Remover notas mais baixas
 *
 * @param nota a nota limite
 */
public void removerPorNota(int nota) {
    Iterator<Aluno> it = lstAlunos.iterator();
    Aluno a;

    while(it.hasNext()) {
        a = it.next();
        if (a.getNota() < nota)
            it.remove();
    }
}
```

Iterator<E>

Em resumo...

Todas as colecções implementam o método: **Iterator<E> iterator()** que cria um iterador activo sobre a colecção

Padrão de utilização:

```
Iterator<E> it = colecção.iterator();  
E elem;  
  
while(it.hasNext()) {  
    elem = it.next();  
    // fazer algo com elem  
}
```

Procurar:

```
boolean encontrado = false;
Iterator<E> it = coleção.iterator();
E elem;

while(it.hasNext() && !encontrado) {
    elem = it.next();
    if (criterio de procura sobre elem)
        encontrado = true;
}
// fazer alguma coisa com elem ou com encontrado
```

Remove:

```
Iterator<E> it = coleção.iterator();
E elem;

while(it.hasNext()) {
    elem = it.next();
    if (criterio sobre elem)
        it.remove();
}
```

Iteradores internos (a partir de Java 8)

Todas as colecções implementam o método: **forEach()**

Aceita uma função para *trabalhar* em todos os elementos da coleção

É implementado com um foreach...

```
default void forEach(Consumer<? super T> action) {  
    Objects.requireNonNull(action);  
    for (T t : this) {  
        action.accept(t);  
    }  
}
```

Iterador externo

```
/**
 * Subir a nota a todos os alunos
 *
 * @param bonus int valor a subir.
 */
public void aguaBenta(int bonus) {
    for(Aluno a: lstAlunos)
        a.sobeNota(bonus);
}
```

Iterador interno - forEach()

```
/**
 * Subir a nota a todos os alunos
 *
 * @param bonus int valor a subir.
 */
public void aguaBenta(int bonus) {
    lstAlunos.forEach((Aluno a) -> {a.sobeNota(bonus);});
}
```

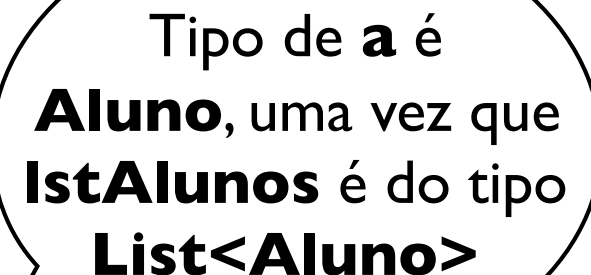

Expressões Lambda

(Tipo p, ...) -> {corpo do método}

Um método *anônimo*, que pode ser passado como parâmetro

Expressão pode ser simplificada:

```
/**  
 * Subir a nota a todos os alunos  
 *  
 * @param bonus int valor a subir.  
 */  
public void aguaBenta(int bonus) {  
    lstAlunos.forEach(a -> a.sobeNota(bonus));  
}
```



Tipo de **a** é **Aluno**, uma vez que **lstAlunos** é do tipo **List<Aluno>**

Streams

Todas as coleções implementam o método **stream()**

Streams: sequências de valores que podem ser passados numa *pipeline* de operações.

As operações alteram os valores (produzindo novas Streams ou *reduzindo* o valor a um só)

```
public int quantosPassam() {  
    int qt = 0;  
  
    for(Aluno a: lstAlunos)  
        if (a.passa()) qt++;  
  
    return qt;  
}
```

```
public long quantosPassam() {  
    return lstAlunos.stream().filter(a -> a.passa()).count();  
}
```

Colecções implementam método **stream()**

Produz uma Stream

Alguns dos principais métodos da API de **Stream**

`allMatch()` - determina se todos os elementos fazem match com o predicado fornecido

`anyMatch()` - determina se algum elemento faz match

`noneMatch()` - determina se nenhum elemento faz match

`count()` - conta os elementos da Stream

`filter()` - filtra os elementos da Stream usando um predicado

`map()` - transforma os elementos da Stream usando uma função

`collect()` - junta os elementos da Stream numa lista ou String

`reduce()` - realiza uma redução (fold)

`sorted()` - ordena os elementos da Stream

`toArray()` - retorna um array com os elementos da Stream

alguemPassa() - utilizando Streams...

```
/**
 * Alguns alunos passa?
 *
 * @return true se algum aluno passa
 */
public boolean alguemPassa() {
    return lstAlunos.stream().anyMatch(a -> a.passa());
}
```

```
/**
 * Alguns alunos passa?
 *
 * @return true se algum aluno passa
 */
public boolean alguemPassa() {
    boolean alguem = false;
    Iterator<Aluno> it = lstAlunos.iterator();
    Aluno a;

    while(it.hasNext() && !alguem) {
        a = it.next();
        if (a.passa())
            alguem = true;
    }
    return alguem;
}
```

Referências a métodos

Classe::método

Permitem referir um método pelo seu nome

Úteis nas expressões lambda

Objecto que recebe a mensagem está implícito no contexto

```
public boolean alguemPassa() {  
    return lstAlunos.stream().anyMatch(Aluno::passa);  
}
```

getLstAlunos()

```
public List<Aluno> getLstAlunos() {  
    return lstAlunos.stream().map(Aluno::clone).collect(Collectors.toList());  
}
```

```
public List<Aluno> getLstAlunos() {  
    List<Aluno> res = new ArrayList<>();  
  
    for(Aluno a: lstAlunos)  
        res.add(a.clone());  
    return res;  
}
```

remover alunos utilizando Streams

```
/**
 * Remover notas mais baixas
 *
 * @param nota a nota limite
 */
public void removerPorNota(int nota) {
    lstAlunos = lstAlunos.stream()
        .filter(a -> a.getNota() >= nota)
        .collect(Collectors.toList());
}
```

mas...

```
public void removerPorNota(int nota) {
    lstAlunos.removeIf(a -> a.getNota() < nota);
}
```

```
/**
 * Remover notas mais baixas
 *
 * @param nota a nota limite
 */
public void removerPorNota(int nota) {
    Iterator<Aluno> it = lstAlunos.iterator();
    Aluno a;

    while(it.hasNext()) {
        a = it.next();
        if (a.getNota() < nota)
            it.remove();
    }
}
```

Existem Steams Especificas para os tipos primitivos

IntStream - **mapToInt(...)**

DoubleStream - **mapToDouble(...)**

...

Alguns dos principais métodos específicos

average() - determina a média

max() - determina o máximo

min() - determina o mínimo

sum() - determina a soma

media() - utilizando Streams...

```
/**
 * Média da turma
 *
 * @return um double com a média da turma
 */
public double media() {
    double tot = lstAlunos.stream()
                           .mapToDouble(Aluno::getNota)
                           .sum();
    return tot/lstAlunos.size();
}
```

```
public double media() {
    double tot = 0.0;

    for(Aluno a: lstAlunos)
        tot += a.getNota();

    return tot/lstAlunos.size();
}
```