Coleções em Java

Prof. Hugo de Paula

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Departamento de Ciência da Computação

Sumário

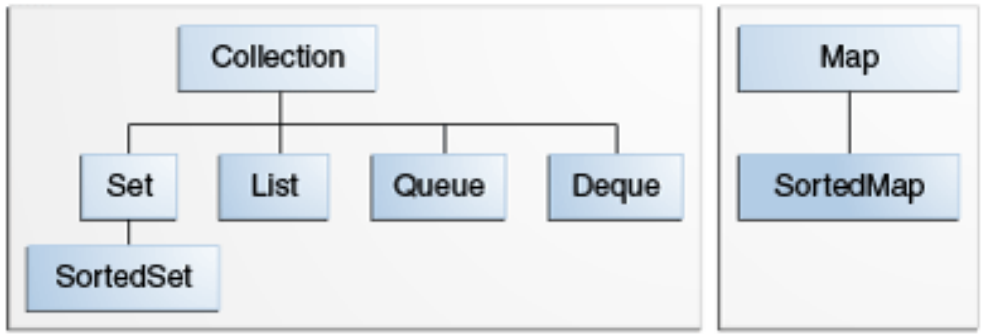
Collections

Collections

Uma coleção é um objeto que agrupo múltiplos objetos, como um *container*.

Java Collections Framework

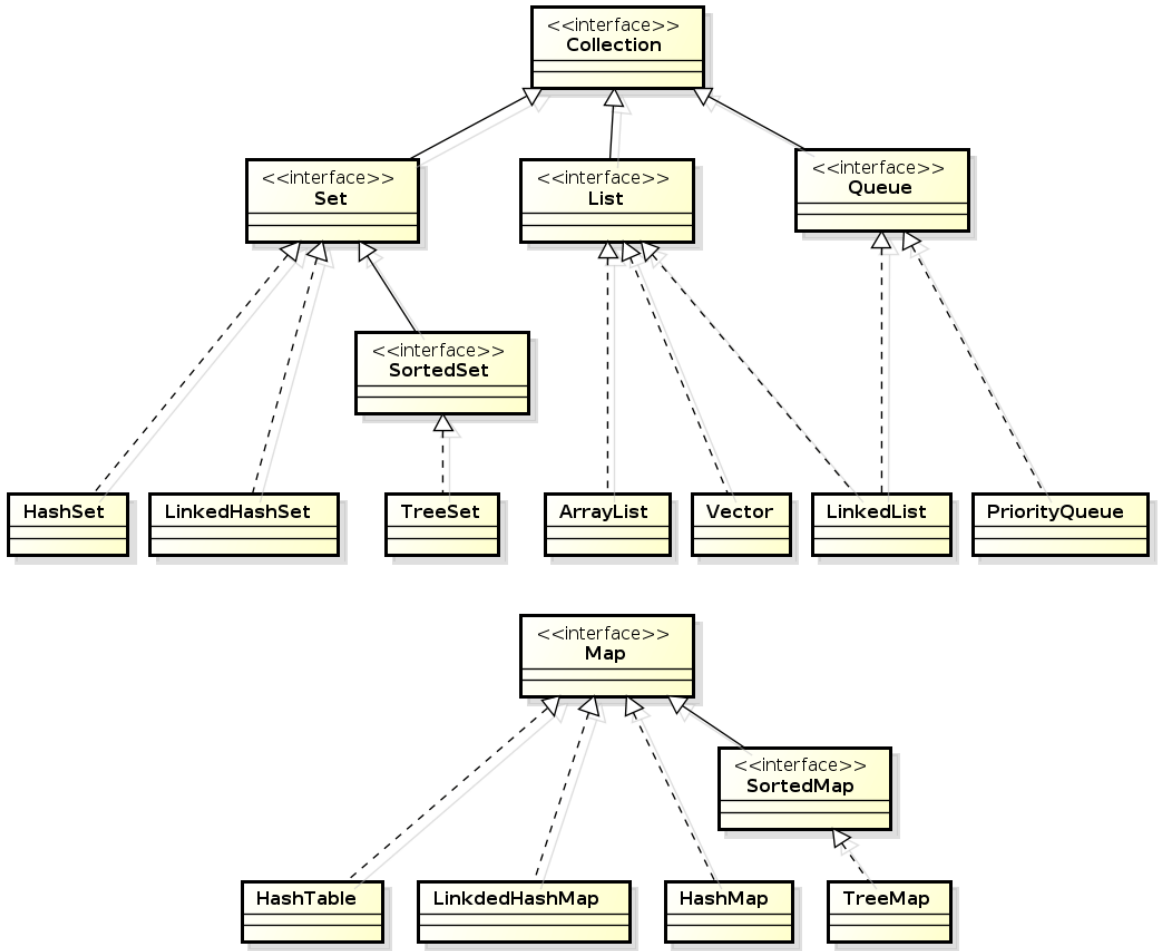
É uma arquitetura unificada para representação e manipulação de coleções, independentes de implementação.



[1]

[1] Oracle. *Collections: The Java Tutorial*. 2016.

Java Collections Framework



Sintaxe

- Exemplo de criação de coleção:

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
```

- Processamento:
  - for-each

```
for (Object o: list ) System.out.println(o);
```

  - Iterador

```
Iterator<?> it = list.iterator();
while(it.hasNext())
    if (!cond(it.next()))
        it.remove();
```

Interface Collection<E>

- Inclusão / remoção:

```
boolean add(E elemento)
boolean remove(E elemento)
```

- Consultas:

```
int size()
boolean isEmpty()
boolean contains(Object elemento)
Iterator<E> iterator()
Object[] toArray()
```

- Operações com grupos:

```
boolean containsAll(Collection<?> coleção)
boolean addAll(Collection<? extends E> coleção)
void clear()
void removeAll(Collection<?> coleção)
void retainAll(Collection<?> coleção)
```

Interface Set<E> – conjuntos de elementos

- Conjuntos: não aceitam elementos duplicados.
- Principais métodos:
  - Herdados da interface Collection.
- Implementações:
  - Classe HashSet – acesso mais rápido.
  - Classe TreeSet – acesso ordenado.
  - Classe LinkedHashSet – mais versátil.
- Considerações:
  - Dois conjuntos são iguais se contiverem os mesmos elementos (determinado através dos métodos equals() e hashCode()).

Interface SortedSet<E> – conjunto ordenado

- Principais métodos:

```
E first()
E last()

SortedSet<E> headSet(E aoElemento)
SortedSet<E> subSet(E doElemento, E aoElemento)
SortedSet<E> tailSet(E doElemento)

Comparator<? super E> comparator()
```

Exemplo de conjuntos

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

        Set<String> conjunto = new HashSet<String>();

        conjunto.add( "Bernardo" );
        conjunto.add( "Carolina" );
        conjunto.add( "Felipe" );
        conjunto.add( "Carolina" );
        conjunto.add( "Ana" );

        System.out.println( conjunto );

        Set<String> conjuntoOrdenado =
                              new TreeSet<String>( conjunto );

        System.out.println( conjuntoOrdenado );
    }
}
```

Exemplo de Problema: Bacteria

- Cientistas criaram uma bactéria que come lixo. Ela pesa 10g e consome metade do seu peso a cada dia. O peso não se altera, ou seja, o lixo é todo metabolizado.
- A cada dia, todas as bactérias existentes são clonadas. Cada nova bactéria dura apenas 5 dias e depois morre.
- Modele a classe `Bacteria`. Deve haver métodos para:
  - Retornar quanto lixo ela come (que é um valor fixo);
  - Criar uma nova bactéria (clonando a atual);
  - Simular a passagem de um dia.
- A seguir, implemente uma simulação: crie uma bactéria e simule a passagem de 10 dias, exibindo a quantidade de bactérias existentes e o total de lixo consumido. Utilize os métodos da classe `Bacteria`.

Solução parcial: Bacteria

```
public class Bacteria implements Cloneable {
    private double peso;
    private int diasRestantes;

    public Bacteria() {
        diasRestantes = 5;
        peso = 10;
    }
    public void passaDia() {
        diasRestantes--;
    }
    public boolean morreu() {
        return (diasRestantes <= 0);
    }
    @Override
    public Bacteria clone() throws CloneNotSupportedException {
        return new Bacteria();
    }
}
```

Solução parcial: Bacteria

```
public static void main(String[] args) {
    Collection<Bacteria> colonia = new HashSet<Bacteria>();
    Collection<Bacteria> novas = new HashSet<Bacteria>();
    colonia.add(new Bacteria());
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        for (Bacteria o : colonia) {
            o.passaDia();
            try {
                novas.add((Bacteria) o.clone());
            } catch (Exception e) {
                System.out.println("Bactéria não clonável");
            }
        }
        colonia.addAll(novas);
        novas.clear();
    }
    System.out.println(colonia.size());
}
```

Interface List<E> – listas

- Coleção indexada com possibilidade de chaves duplicadas
- Principais métodos:

```
void add( int índice, E elemento )
boolean add( E elemento )
boolean addAll( int índice, Collection<? extends E> coleção )

E get( int índice )
E set( int índice, E element )
int indexOf( Object elemento )
int lastIndexOf( Object elemento )

E remove( int índice )
List<E> subList( int índiceInicial, int índiceFinal )
```

Interface ListIterator<E> – iterador de listas

ListIterator <E> listIterator ()

ListIterator <E> listIterator (**int** índiceInicial)

- Principais métodos:

```
void add( E elemento )
void set( E elemento )
void remove()

boolean hasPrevious()
boolean hasNext()
E previous()
E next()

int nextIndex()
int previousIndex()
```

Implementações de listas

- Classe ArrayList<E> – semelhante a vetores dinâmicos.
  - Implementa os métodos da interface.
- Classe LinkedList<E> – manipulação sequencial de elementos (filas, pilhas, deques, etc.).
  - Implementa métodos adicionais, além dos da interface:

```
void addFirst( E elemento )
void addLast( E elemento )
E getFirst()
E getLast()
Object removeFirst()
Object removeLast()
```

Exemplo de listas

```
public class ExemploDeListas {
    public static void main(String[] args) {
        List<String> lista = new ArrayList<String>();
        lista.add("Bernardo");      lista.add("Carolina");
        lista.add("Felipe");        lista.add("Carolina");
        lista.add("Clara");
        System.out.println(lista);
        System.out.println("2: " + lista.get(2));
        LinkedList<String> fila = new LinkedList<String>();
        fila.addFirst("Bernardo");  fila.addFirst("Carolina");
        fila.addFirst("Felipe");    fila.addFirst("Elizabeth");
        fila.addFirst("Clara");
        System.out.println(fila);
        fila.removeLast();
        fila.removeLast();
        System.out.println(fila);
    }
}
```

Interface Queue<E> – filas

- Coleção baseada em filas, com possibilidade de prioridades e bloqueios
- Principais métodos:

```
E element() // retorna 1o elem. da fila, sem removê-lo.
boolean offer(E elemento) // insere se possível.
boolean add(E elemento) // insere ou lança exceção.
E peek() // recupera elem., mas não remove ou retorna null.
E poll() // recupera e remove ou retorna null.
E remove() // recupera e remove ou lança exceção.
```

- Implementações de filas:
  - Classe PriorityQueue<E> – semelhante às listas, só que implementadas em Heap.
    - Elem. ordenados por ordenação natural ou por Comparator .
    - Objetos devem ser comparáveis (**interface** Comparable<E>):
      public int compareTo(E e) **throws** ClassCastException

Interface Map<K,V> – mapeamentos

- Associações de chaves (*K – Keys*) e valores (*V – Values*).
- Principais métodos para alteração:

```
V put( K chave, V valor )
V remove( K chave )
void putAll( Map<? extends K, ? extends V> mapeamento )
void clear()
```

- Principais métodos para consulta:

```
V get( K chave )
boolean containsKey( Object chave )
boolean containsValue( Object valor )
int size()
boolean isEmpty()
```

- Principais métodos para grupos:

```
Set<K> keySet()
Collection<V> values()
Set<Map.Entry<K,V>> entrySet()
```

Map.Entry<K,V> – elementos de mapeamentos

- Representa um par chave-valor.
- Principais métodos:

```
boolean equals( Object objeto )
K getKey();
V getValue();
V setValue( V valor );
```

- Implementações de mapeamentos:
  - **class** HashMap<K,V> – agilidade, permite `nulls`.
  - **class** TreeMap<K,V> – ordenação (árvore balanceada).
  - **class** LinkedHashMap<K,V> – ordem de iteração previsível.

SortedMap<K,V> – mapeamentos ordenados

- Implementado pelo TreeMap<K, V>.
- Principais métodos:

```
Comparator<? super K> comparator();
SortedMap<K,V> headMap( K ateChave );
SortedMap<K,V> subMap( K daChave, K ateChave );
SortedMap<K,V> tailMap( K daChave );
K firstKey();
K lastKey();
```

Exemplo de mapeamentos

```
public class ExemploMap {
  public static void main(String[] args) {
    Map<String, Integer> mapH = new HashMap<String, Integer>();
    Integer UM = new Integer(1);
    for (int i = 0, n = args.length; i < n; i++) {
      String chave = args[i];
      Integer frequencia = mapH.get(chave);
      if (frequencia == null) {
        frequencia = UM;
      } else {
        int valor = frequencia.intValue();
        frequencia = new Integer(valor + 1);
      }
      mapH.put(chave, frequencia);
    }
    System.out.println(mapH);
    Map<String, Integer> mapOrd = new TreeMap<String, Integer>(mapH);
    System.out.println(mapOrd);
  }
}
```

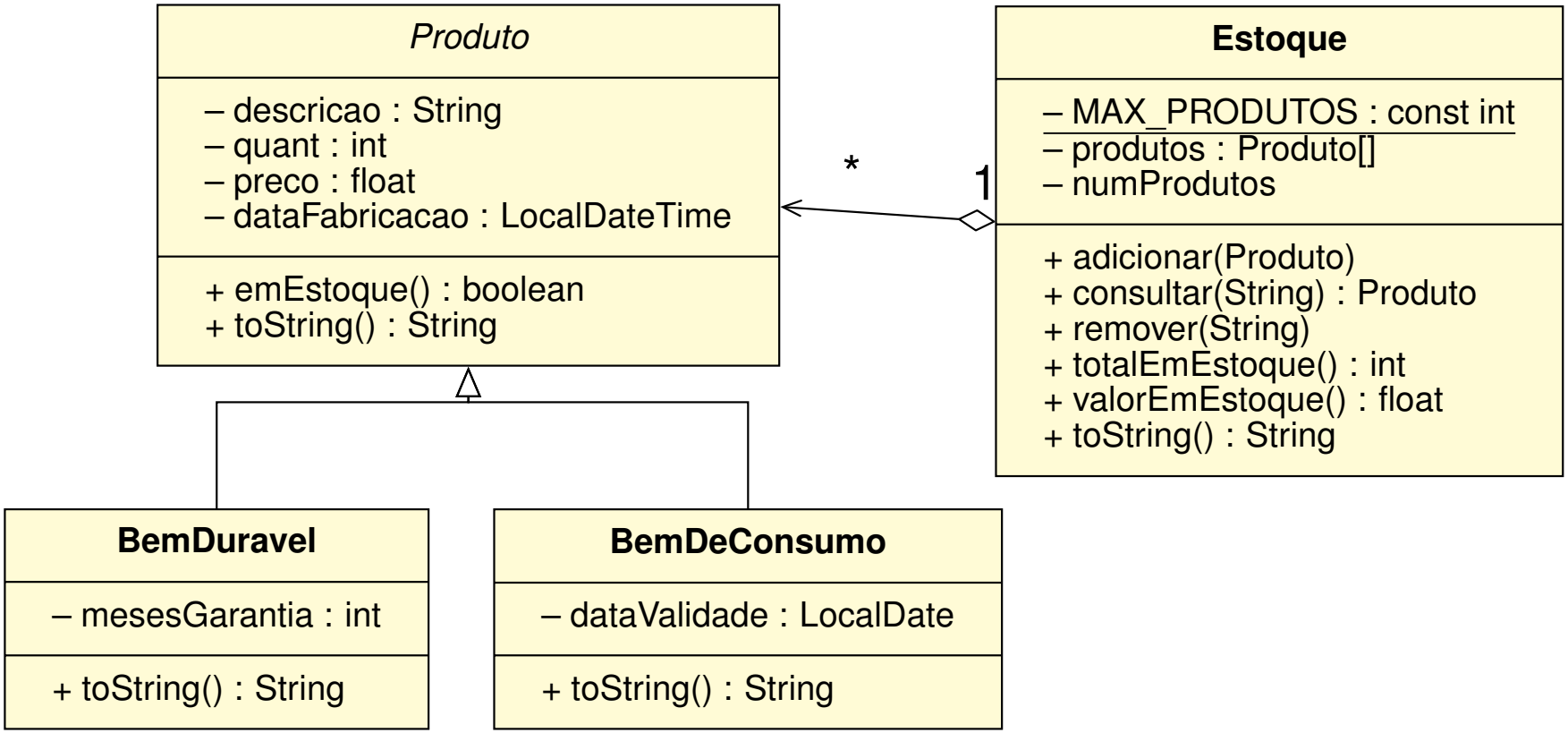
Algoritmos de Coleções

- Principais algoritmos aplicados a coleções (classe Collections):

```
sort() // ordena uma lista
shuffle() // embaralha uma lista
reverse() // inverte a ordem dos elementos em uma lista
fill() // preenche uma coleção com determinado elemento
copy() // copia os elementos de uma coleção para outra
swap() // inverte dois elementos em uma lista
binarySearch() // busca binária em uma lista ordenada
frequency() // calcula o nº de vezes que elem. aparece numa coleção
disjoint() // verifica se duas listas não têm elementos em comum
min() // acha o menor valor em uma coleção
max() // acha o maior valor em uma coleção
```

Java *pipelines* e *streams*

- Para aprendermos *streams*, precisamos relembrar a hierarquia de produtos.



Java *pipelines* e *streams*

- ***Stream*** é uma sequência de elementos. Ao contrário da *Collection*, não é uma estrutura de dados que armazena elementos, mas transporta valores através de um *pipeline*, como um fluxo de dados.
- ***Pipeline*** é uma sequência de operações sobre *streams*.
- O exemplo imprime os produtos com *preco* $>$ 100.0.

```
List<Produto> produtos = new ArrayList<Produto>();

produtos.stream()
        .filter(prod -> prod.getPreco() > 100)
        .forEach(prod -> System.out.println(prod));
```

Java *pipelines* e *streams*

- Compare o exemplo anterior com:

```
for (Produto prod: produtos) {
    if (prod.getPreco() > 100) {
        System.out.println(prod);
    }
}
```

- Perceba que o processamento em *pipeline* executou operações em sequência sobre um fluxo de dados:
  1. Filtrou a lista mantendo apenas os produtos com preço maior que 100.0.
  2. Imprimiu cada produto restante após a filtragem.

Java *pipelines* e *streams*

- O exemplo a seguir calcula a quantidade média por `BemDeConsumo` no estoque, pelo *pipeline*:
  1. converte lista de produtos em um *stream*.
  2. filtra o *stream* mantendo os produtos do tipo `BemDeConsumo`.
  3. mapeia o resultado para `int`, baseado no atributo `quant` (retorna `IntStream`).
  4. calcula a média da lista de inteiros (retorna `OptionalDouble`).
  5. retorna a média como `double`.

```
double media = produtos
      .stream()
      .filter(p -> p instanceof BemDeConsumo)
      .mapToInt(Produto::getQuant)
      .average()
      .getAsDouble();
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public class Estoque {
    private static final int MAX_PRODUTOS = 100;
    private Produto[] listaDeProdutos;
    private int numProdutos;
```

Collections e Streams

```
public class Estoque {
    List<Produto> listaDeProdutos;

    public List<Produto> getListaDeProdutos() {
        return listaDeProdutos;
    }
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public void adicionar(Produto p) {
  if (numProdutos < MAX_PRODUTOS) {
    listaDeProdutos[numProdutos++] = p;
  }
}
```

Collections e Streams

```
public void adicionar(Produto p) {
  listaDeProdutos.add(p);
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public void remover(String descricao) {
    for (int pos = 0; pos < numProdutos; pos++) {
        if (descricao.equals(listaDeProdutos[pos].getDescricao())) {
            for (int i = pos + 1; i < numProdutos; i++)
                listaDeProdutos[i - 1] = listaDeProdutos[i];
            listaDeProdutos[numProdutos - 1] = null;
            numProdutos--;
        }
    }
}
```

Collections e Streams

```
public void remover(String descricao) {
    listaDeProdutos.removeIf((prod) -> descricao.equals(prod.getDescricao()));
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public Produto consultar(String descricao) {
  for (int pos = 0; pos < numProdutos; pos++) {
     if (descricao.equalsIgnoreCase(listaDeProdutos[pos].getDescricao())) {
        return listaDeProdutos[pos];
     }
  }
  return null;
}
```

Collections e Streams

```
public Produto consultar(String descricao) {
  for (Produto p : listaDeProdutos) {
     if (descricao.equalsIgnoreCase(p.getDescricao()))
        return p;
  }
  return null;
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public int totalEmEstoque() {
  int total = 0;
  for (int i = 0; i < numProdutos; i++)
    total += listaDeProdutos[i].getQuant();
  return total;
}
```

Collections e Streams

```
public int totalEmEstoque() {
  return listaDeProdutos.stream()
                .mapToInt(Produto::getQuant)
                .reduce(0, (x, y) -> x + y);
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public float valorEmEstoque() {
  float valor = 0;
  for (int i = 0; i < numProdutos; i++)
    valor += listaDeProdutos[i].getQuant() *
             listaDeProdutos[i].getPreco();
  return valor;
}
```

Collections e Streams

```
public float valorEmEstoque() {
  return listaDeProdutos.stream()
          .map((pd) -> pd.getQuant() * pd.getPreco())
          .reduce(0.0F, (x, y) -> x + y);
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

Polimorfismo de inclusão

```
public String toString() {
    StringBuilder valor = new StringBuilder();
    for (int i = 0; i < numProdutos; i++) {
        valor.append(listaDeProdutos[i] + "\n");
    }
    return valor.toString();
}
```

Collections e Streams

```
public String toString() {
    return listaDeProdutos.stream()
            .map((prod) -> prod.toString() + "\n")
            .reduce("", (x, y) -> x + y);
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

- O método a seguir ordena o estoque em ordem alfabética de descrição.
- Ele não utiliza *streams*.
- Ele implementa a interface `Comparator` em uma classe anônima passada diretamente como parâmetro.

```
public void ordenar() {
  listaDeProdutos.sort(new Comparator<Produto>() {
    @Override
    public int compare(Produto o1, Produto o2) {
      return (o1.getDescricao().compareTo(o2.getDescricao()));
    }
  });
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

- O método método ordenar poderia ser implementado na forma de *streams*.

```
public void ordenar() {
 listaDeProdutos =
   listaDeProdutos.stream()
     .sorted(
         (x, y) -> x.getDescricao().compareTo(y.getDescricao()))
     .collect(toList());
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

- É possível se criar um método parametrizável.
- Esse método recebe dois parâmetros: uma condição (`Predicate`) e um método de comparação (`Comparator`).
- Retorna a lista de produtos filtrada pela condi;áo e ordenada pelo critério definido.

```
public List<Produto> ordenarStream(Predicate<Produto> p,
                                   Comparator<Produto> c) {
  return listaDeProdutos.stream()
              .filter(p)
              .sorted(c)
              .collect(toList());
}
```

Exemplo: Estoque com *collections* e *streams*

- Para usar os novos métodos criados na classe Estoque.

```
public static void main(String args[]) {
    ...
    estoque.ordenar();

    List<Produto> filtrado = estoque.ordenarStream(
                ((pf) -> pf.getQuant() > 100),
                ((p1, p2)  -> Float.compare(p1.getPreco(), p2.getPreco())));

    filtrado.forEach(prod -> System.out.println(prod));

    double media = estoque.getListaDeProdutos()
        .stream()
        .filter(p -> p instanceof BemDeConsumo)
        .mapToInt(Produto::getQuant)
        .average()
        .getAsDouble();

    System.out.println("Quantidade média por produto: " + media);
    System.out.println("Total em estoque: " + estoque.totalEmEstoque());
    System.out.println("Valor em estoque: " + estoque.valorEmEstoque());
}
```