Collections Framework

Programação Orientada a Objetos — QXD0007

Prof. Atílio Gomes Luiz
gomes.atilio@ufc.br

Universidade Federal do Ceará

1º semestre/2022

Leitura para esta aula

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- **Capítulo 16** (Coleções Genéricas) do livro Java Como Programar, Décima Edição.

Objetivos

- Interface List
- Interface Iterator
- Interface ListIterator
- Classe ArrayList
- Classe LinkedList
- Classe Collections e seus métodos
- Interface Set
- Classe HashSet
- Classe TreeSet

Introdução

Collections Framework

- O Java fornece interfaces e classes que poupam trabalho ao programador e que implementam algoritmos e estruturas de dados conhecidas.

- As estruturas de dados e seus algoritmos são chamadas **collections**.

Collections Framework

- O Java fornece interfaces e classes que poupam trabalho ao programador e que implementam algoritmos e estruturas de dados conhecidas.

- As estruturas de dados e seus algoritmos são chamadas **collections**.

- Algumas classes que implementam estruturas de dados podem ter funções semelhantes mas implementações internamente diferentes
(por exemplo: lista encadeada $\times$ vetor).

Collections Framework

- O Java fornece interfaces e classes que poupam trabalho ao programador e que implementam algoritmos e estruturas de dados conhecidas.

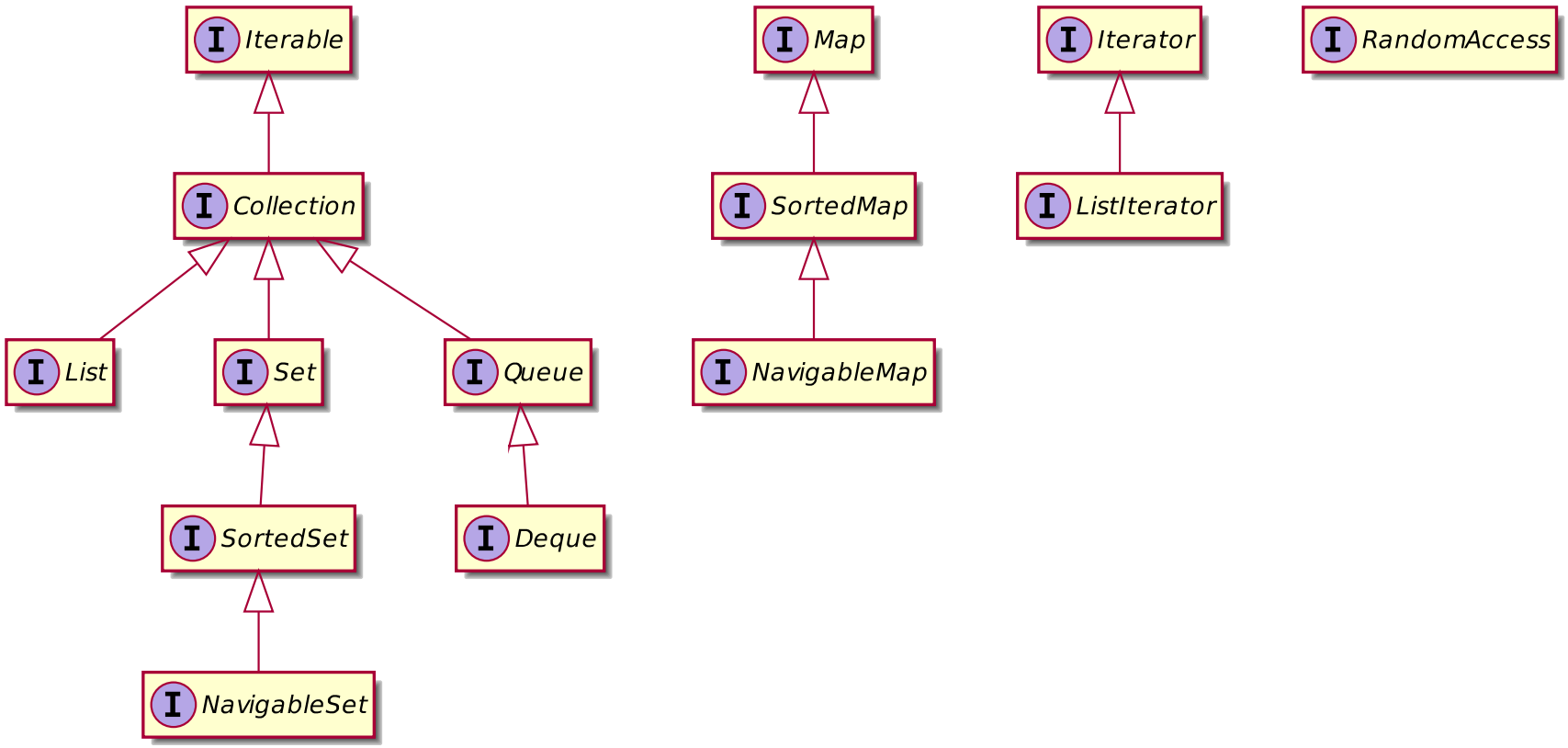
- As estruturas de dados e seus algoritmos são chamadas **collections**.

- Algumas classes que implementam estruturas de dados podem ter funções semelhantes mas implementações internamente diferentes (por exemplo: lista encadeada $\times$ vetor).

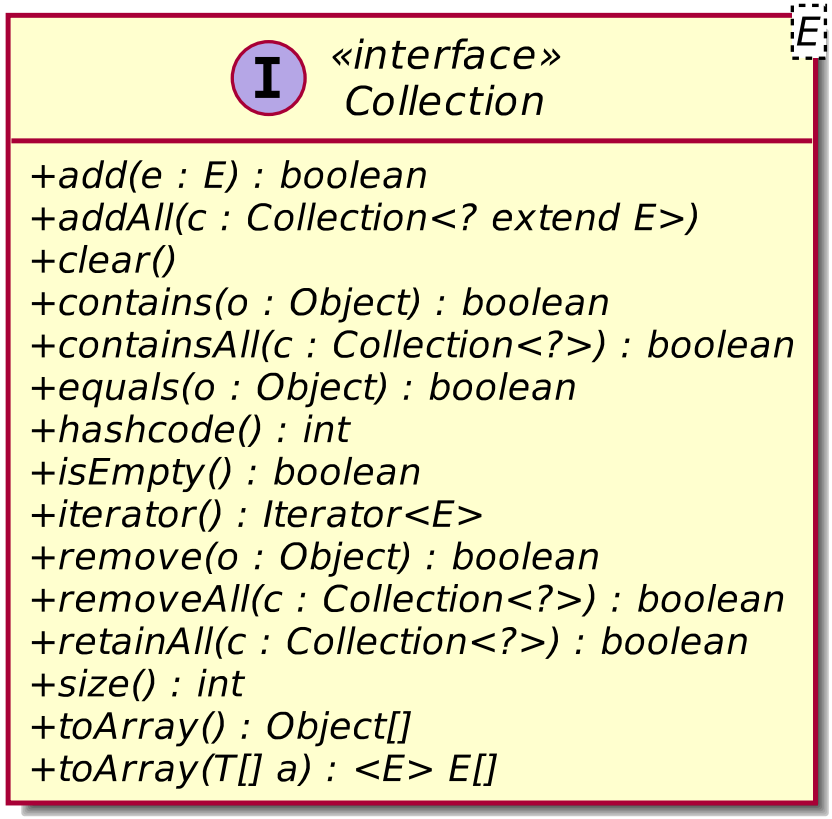
- Por esse motivo, Java separa a representação da coleção em **interfaces** e **implementações**. O programador pode, então, para uma dada estrutura de dado ou coleção, escolher a implementação mais adequada à sua necessidade.

Interfaces da *collections framework*

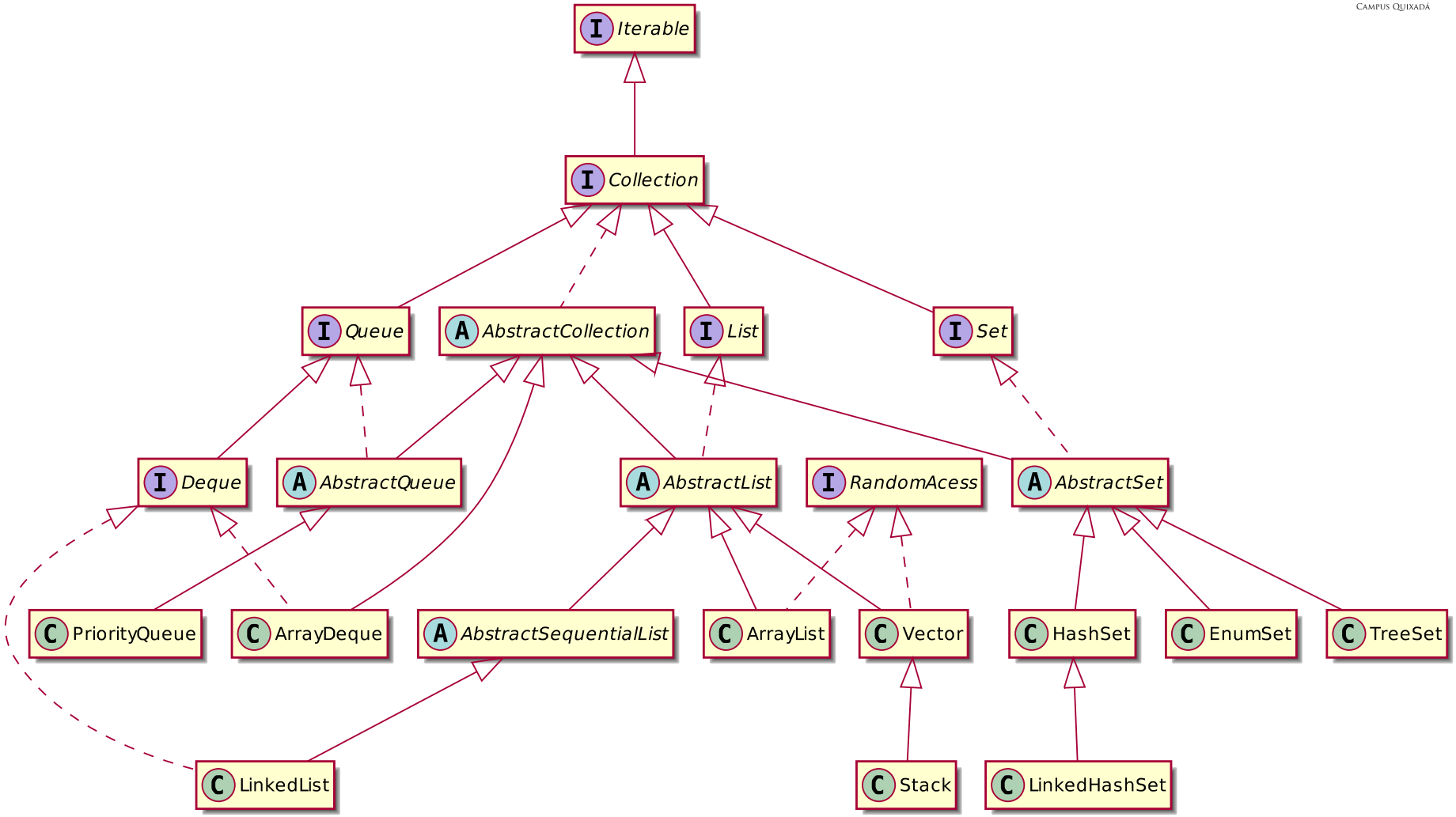
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ



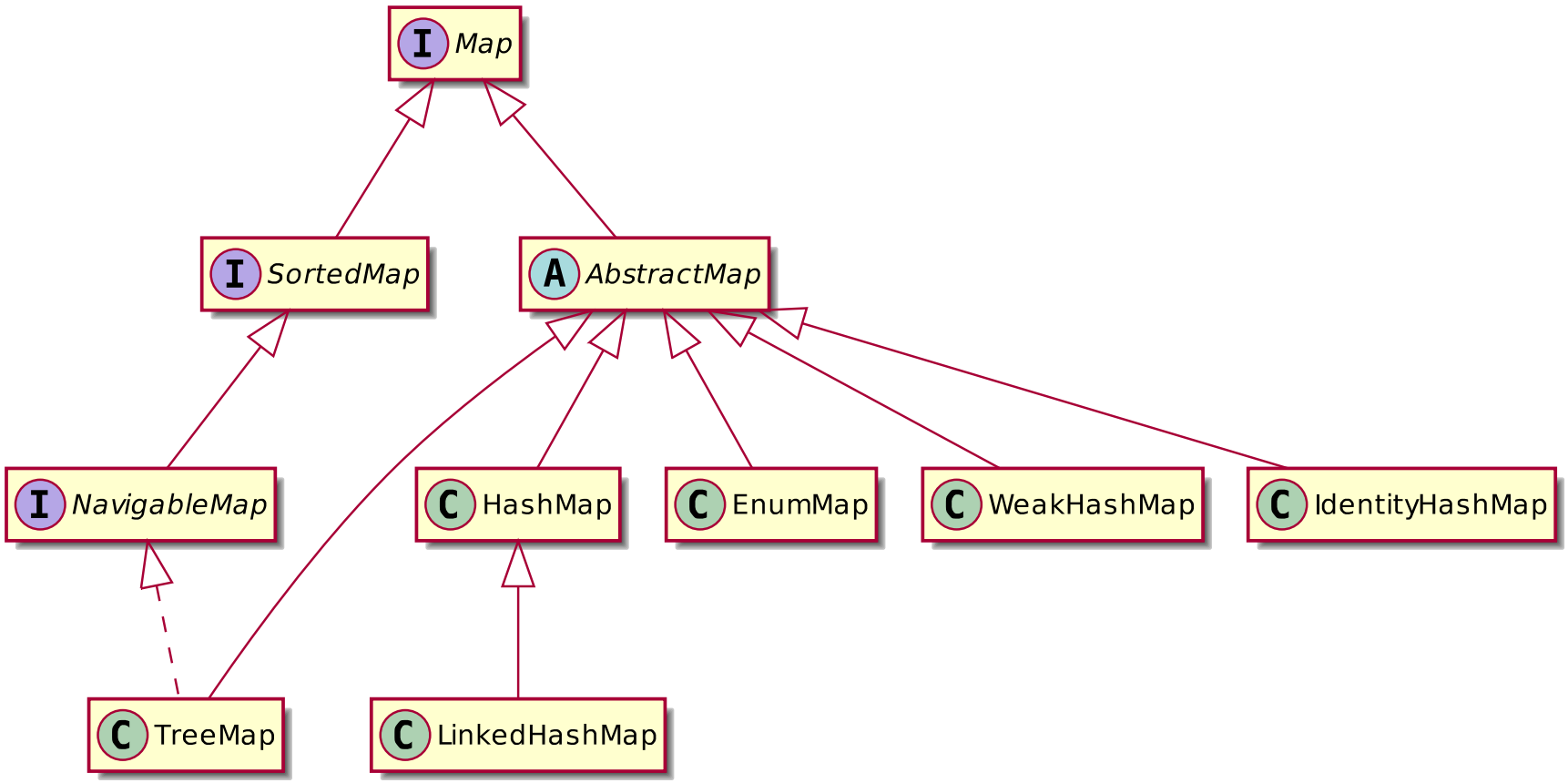
Interface Collection<E>



API Java: `https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/java.base/java/util/Collection.html`



Hierarquia de classes — List, Set e Queue

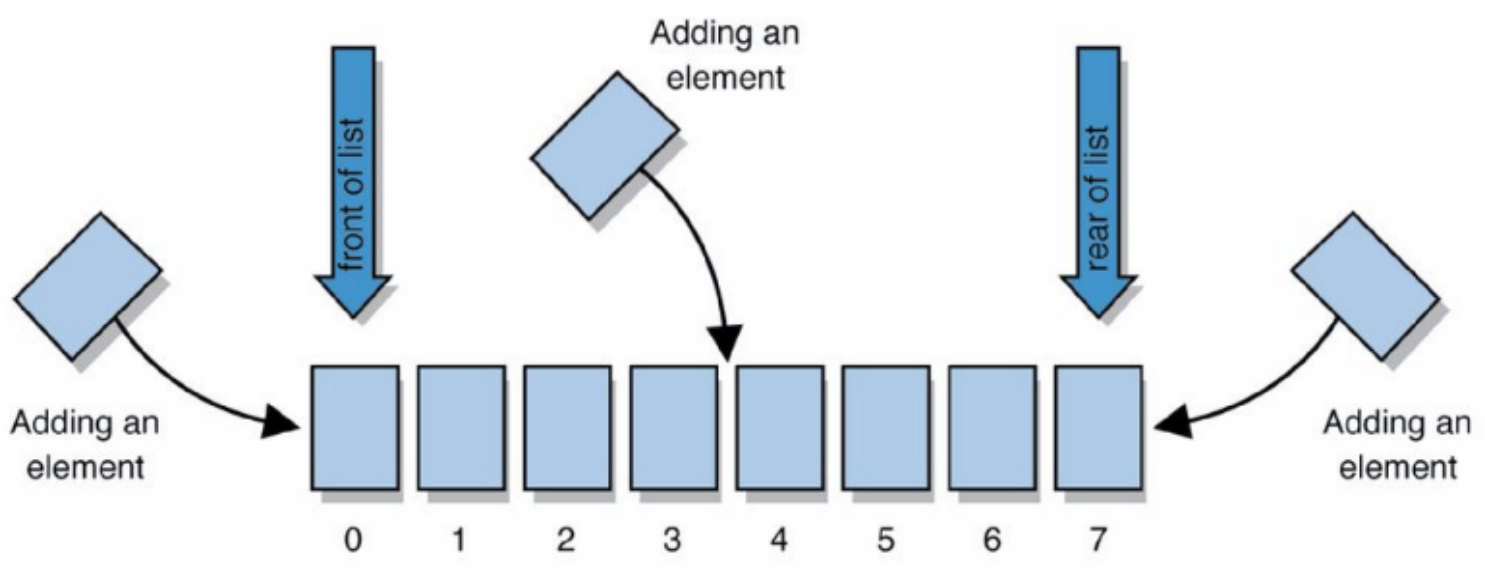


Hierarquia de classes — Map

Listas

Listas

- Uma **lista** é uma coleção de objetos que permite elementos duplicados e mantém uma ordenação específica entre os elementos.



Interface `List<E>`

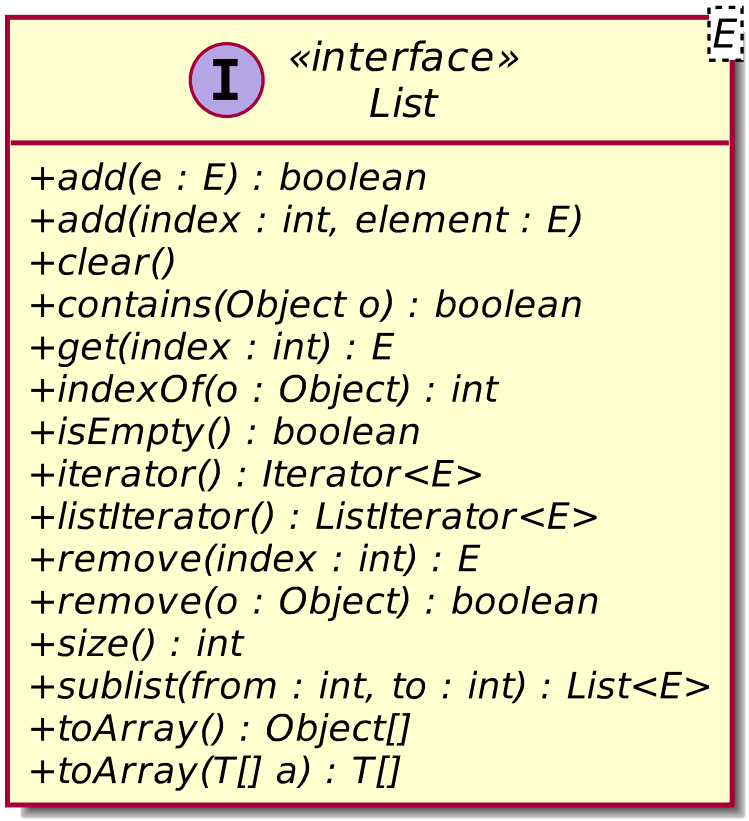
- `java.util.List`: interface que especifica os métodos que uma classe deve ter para ser uma lista.
  - Há diversas implementações disponíveis, cada uma com uma forma diferente de representar uma lista.

Interface `List<E>`

- `java.util.List`: interface que especifica os métodos que uma classe deve ter para ser uma lista.
  - Há diversas implementações disponíveis, cada uma com uma forma diferente de representar uma lista.

- `List` estende a interface `Collection` e declara o comportamento de uma coleção que armazena uma sequência de elementos.
  - Elementos podem ser inseridos ou acessados por sua posição na lista, usando um índice começando do zero.
  - Uma lista pode conter elementos duplicados.
  - Além dos métodos definidos por `Collection`, `List` define seus próprios métodos.

Interface List<E>



API Java: https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/java.base/java/util/List.html

`List<E>` — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista

`List<E>` — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada

`List<E>` — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada
- `int size()`: devolve o número de elementos na lista

`List<E>` — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada
- `int size()`: devolve o número de elementos na lista
- `void clear()`: remove todos os elementos da lista

List<E> — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada
- `int size()`: devolve o número de elementos na lista
- `void clear()`: remove todos os elementos da lista
- `E remove(int index)`: remove o elemento na posição especificada

`List<E>` — Alguns Métodos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada
- `int size()`: devolve o número de elementos na lista
- `void clear()`: remove todos os elementos da lista
- `E remove(int index)`: remove o elemento na posição especificada
- `boolean remove(Object o)`: remove a primeira ocorrência do elemento

List<E> — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada
- `int size()`: devolve o número de elementos na lista
- `void clear()`: remove todos os elementos da lista
- `E remove(int index)`: remove o elemento na posição especificada
- `boolean remove(Object o)`: remove a primeira ocorrência do elemento
- `E get(int index)`: retorna o elemento na posição especificada na lista. Lança `IndexOutOfBoundsException` se o índice estiver fora do intervalo.

List<E> — Alguns Métodos

- `void add(E e)` insere o elemento no final da lista
- `void add(int index, E e)` insere o elemento na posição especificada
- `int size()`: devolve o número de elementos na lista
- `void clear()`: remove todos os elementos da lista
- `E remove(int index)`: remove o elemento na posição especificada
- `boolean remove(Object o)`: remove a primeira ocorrência do elemento
- `E get(int index)`: retorna o elemento na posição especificada na lista. Lança `IndexOutOfBoundsException` se o índice estiver fora do intervalo.
- `boolean isEmpty()`: devolve `true` se lista vazia

`List<E>` — Alguns Métodos

- `boolean addAll(Collection<? extends E> c)` adiciona todos os elementos da coleção c

`List<E>` — Alguns Métodos

- `boolean addAll(Collection<? extends E> c)` adiciona todos os elementos da coleção c
- `boolean removeAll(Collection<?> c)` Remove desta lista todos os seus elementos que estão contidos na coleção c especificada.

`List<E>` — Alguns Métodos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- `boolean addAll(Collection<? extends E> c)` adiciona todos os elementos da coleção c
- `boolean removeAll(Collection<?> c)` Remove desta lista todos os seus elementos que estão contidos na coleção c especificada.
- `boolean retainAll(Collection<?> c)` Retém apenas os elementos nesta lista que estão contidos na coleção c especificada.

List<E> — Alguns Métodos

- `boolean addAll(Collection<? extends E> c)` adiciona todos os elementos da coleção c
- `boolean removeAll(Collection<?> c)` Remove desta lista todos os seus elementos que estão contidos na coleção c especificada.
- `boolean retainAll(Collection<?> c)` Retém apenas os elementos nesta lista que estão contidos na coleção c especificada.
- `default void sort(Comparator<? super E> c)` Ordena esta lista de acordo com a ordem induzida pelo Comparator c especificado.

`List<E>` — Alguns Métodos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- `boolean addAll(Collection<? extends E> c)` adiciona todos os elementos da coleção c
- `boolean removeAll(Collection<?> c)` Remove desta lista todos os seus elementos que estão contidos na coleção c especificada.
- `boolean retainAll(Collection<?> c)` Retém apenas os elementos nesta lista que estão contidos na coleção c especificada.
- `default void sort(Comparator<? super E> c)` Ordena esta lista de acordo com a ordem induzida pelo Comparator c especificado.
- `List<E> subList(int from, int to)` Retorna uma visão para a porção da lista entre o índice `from` e o índice `to-1`.

Classe `ArrayList<E>`

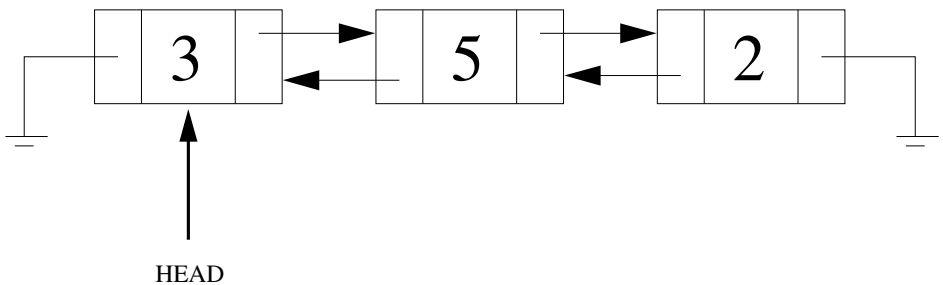
- `java.util.ArrayList:` classe que implementa a interface `List`.
  - Implementa `List` usando internamente um array redimensionável.
  - Quando precisa de mais espaço, um novo array de tamanho maior é alocado e o conteúdo do array antigo é copiado para o novo array. O array antigo é então liberado e o novo array toma o lugar do antigo.

Classe `ArrayList<E>`

- `java.util.ArrayList:` classe que implementa a interface `List`.
  - Implementa `List` usando internamente um array redimensionável.
  - Quando precisa de mais espaço, um novo array de tamanho maior é alocado e o conteúdo do array antigo é copiado para o novo array. O array antigo é então liberado e o novo array toma o lugar do antigo.
- Operações de acesso a um elemento pelo índice são rápidas.
- Inserção e remoção no final do ArrayList são operações rápidas.
- Operações de inserção e remoção em outras posições são, em geral, lentas.

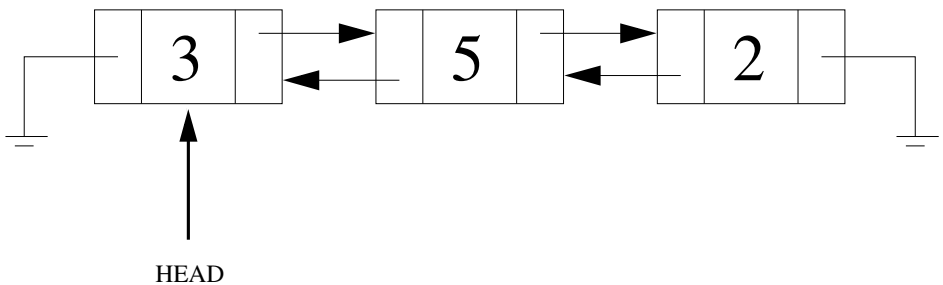
Classe `LinkedList<E>`

- `java.util.LinkedList:` classe que implementa a interface `List`.
  - Implementa `List` usando internamente uma lista duplamente encadeada.
  - Quando precisa de mais espaço, cria um novo nó e adiciona à lista.



Classe `LinkedList<E>`

- `java.util.LinkedList:` classe que implementa a interface `List`.
  - Implementa `List` usando internamente uma lista duplamente encadeada.
  - Quando precisa de mais espaço, cria um novo nó e adiciona à lista.



- Operações de acesso a um elemento pelo índice são lentas.
- Operações de inserção e remoção são rápidas.

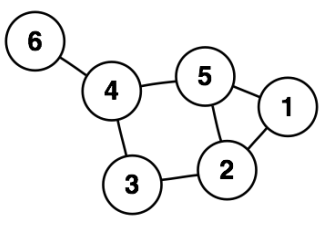
Exemplo

- Analisar o `Projeto1`

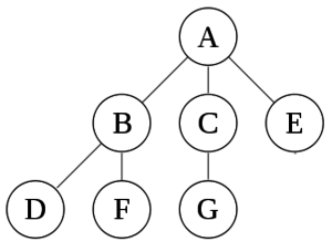
Interface Iterator

Um problema de Engenharia de Software

- Existem diversas estruturas de dados na computação, algumas são baseadas em listas lineares, mas outras podem ter como base uma árvore, um grafo, ou até mesmo uma tabela hash.



grafo



árvore

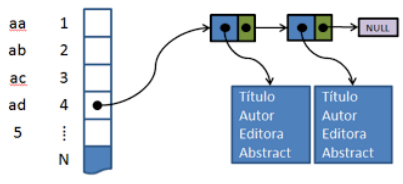
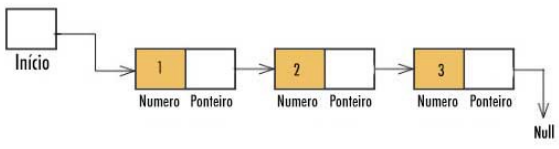


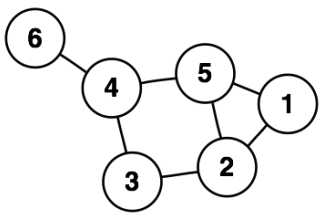
tabela hash



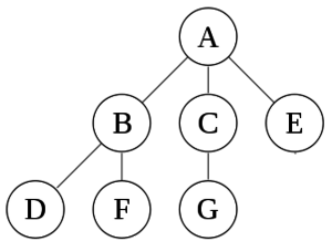
lista linear

Um problema de Engenharia de Software

- Existem diversas estruturas de dados na computação, algumas são baseadas em listas lineares, mas outras podem ter como base uma árvore, um grafo, ou até mesmo uma tabela hash.



grafo



árvore

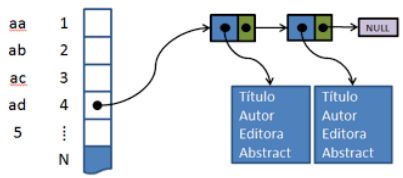
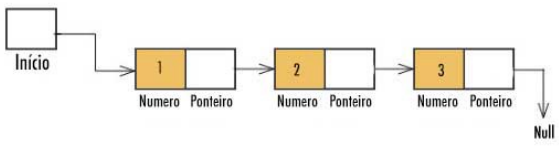


tabela hash



lista linear

Pergunta: é possível criar um mecanismo comum a todas essas estruturas que possibilite percorrer todos os seus elementos?

Padrão de Projeto `Iterator`

- O Iterator é um padrão de projeto comportamental que permite a passagem sequencial através de uma estrutura de dados complexa sem expor seus detalhes internos.

- Graças ao Iterator, os clientes podem examinar elementos de diferentes coleções de maneira semelhante usando uma única interface iterador.

List<E> — Mais Métodos

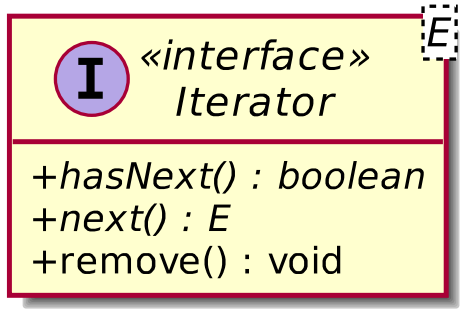
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

A interface `List` possui três métodos que retornam objetos que nos permitem percorrer todos os elementos armazenados na coleção de forma sistemática.

Um dos métodos retorna um objeto do tipo `Iterator` e dois outros retornam um objeto do tipo `ListIterator`.

- `Iterator<E> iterator()`: retorna um iterador do tipo `Iterator<E>`, para que possamos percorrer a lista sequencialmente.
- `ListIterator<E> listIterator()`: retorna um iterador do tipo `ListIterator<E>`, para que possamos percorrer a lista sequencialmente.
- `ListIterator<E> listIterator(int index)`: retorna um iterador do tipo `ListIterator<E>`, começando da posição especificada no parâmetro `index`.

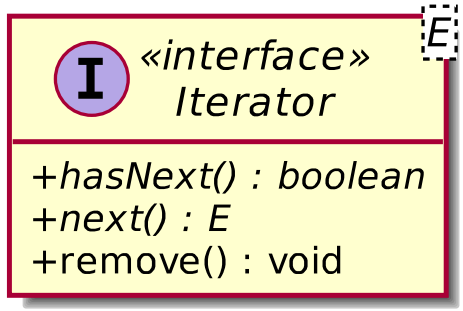
Interface `Iterator<E>`



Alguns Métodos:

- `boolean hasNext():` retorna `true`, se ainda houver elementos na coleção a serem processados.

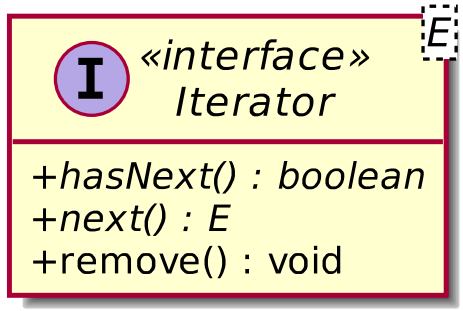
Interface `Iterator<E>`



Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: retorna `true`, se ainda houver elementos na coleção a serem processados.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção. Se não houver próximo elemento, lança uma `NoSuchElementException`.

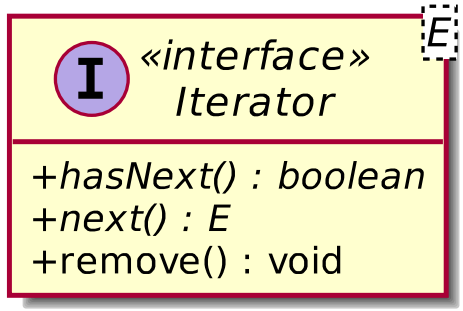
Interface `Iterator<E>`



Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: retorna `true`, se ainda houver elementos na coleção a serem processados.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção. Se não houver próximo elemento, lança uma `NoSuchElementException`.
- `remove()`: ao invocar este método, ele remove da lista original o último elemento retornado por `next()`.

Interface `Iterator<E>`



Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: retorna `true`, se ainda houver elementos na coleção a serem processados.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção. Se não houver próximo elemento, lança uma `NoSuchElementException`.
- `remove()`: ao invocar este método, ele remove da lista original o último elemento retornado por `next()`.
  - lança uma `IllegalStateException` se o método `next()` nunca tiver sido chamado ou se `remove()` tiver sido chamado mais de uma vez depois da última chamada a `next()`.

Interface `Iterator<E>`

Em geral, a fim de usar um iterador para percorrer o conteúdo de uma coleção, siga estas etapas:

- Obtemos um iterador para o início da coleção chamando o método `iterator()` da coleção.
- Criamos um loop que faz uma chamada para `hasNext()` e repete até que esse método retorne `true`.
- Dentro do loop, acessamos o elemento chamando `next()`.

Interface Iterator<E> – Exemplo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

```
1  public class Exemplo01 {
2      public static void main(String[] args) {
3          List<String> lista = new LinkedList<>();
4          lista.add("A");
5          lista.add("B");
6          lista.add("C");
7
8          // usa um iterador para mostrar o conteúdo do array
9          System.out.println("Array original: " + lista);
10
11         Iterator<String> it = lista.iterator();
12
13         while(it.hasNext()) {
14             if(it.next().equals("B"))
15                 it.remove();
16         }
17
18         System.out.println("Array modificado: " + lista);
19     }
20 }
```

Interface `Iterator<E>`

- Analisar arquivo `CollectionTest.java`

O loop `for each` ou `enhanced-for`

- O loop `for each` itera sobre qualquer objeto que implemente a interface `Iterable`, que é uma interface que possui um único método abstrato:

```
public interface Iterable<E>
{
   Iterator<E> iterator();
   . . .
}
```

O loop `for each` ou `enhanced-for`

- O loop `for each` itera sobre qualquer objeto que implemente a interface `Iterable`, que é uma interface que possui um único método abstrato:

```
public interface Iterable<E>
{
   Iterator<E> iterator();
   . . .
}
```

- A interface `Collection` estende a interface `Iterable`. Portanto, podemos usar essa outra versão do loop **for** com qualquer coleção da biblioteca padrão.

O loop `for each` ou `enhanced-for`

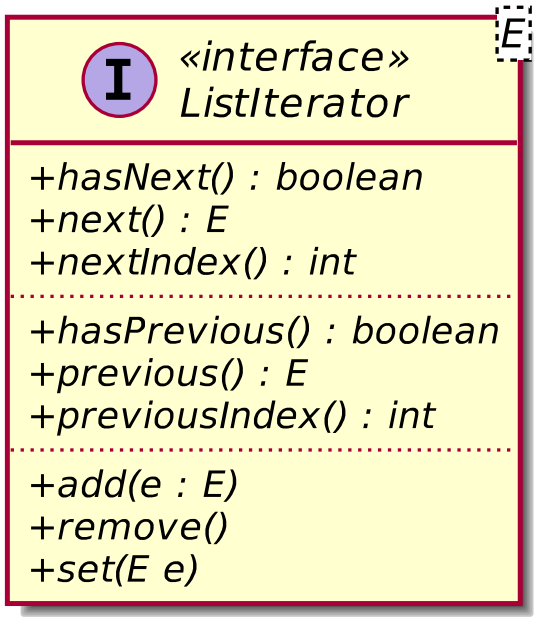
- O loop `for each` itera sobre qualquer objeto que implemente a interface `Iterable`, que é uma interface que possui um único método abstrato:

```
public interface Iterable<E>
{
   Iterator<E> iterator();
   . . .
}
```

- A interface `Collection` estende a interface `Iterable`. Portanto, podemos usar essa outra versão do loop **for** com qualquer coleção da biblioteca padrão.

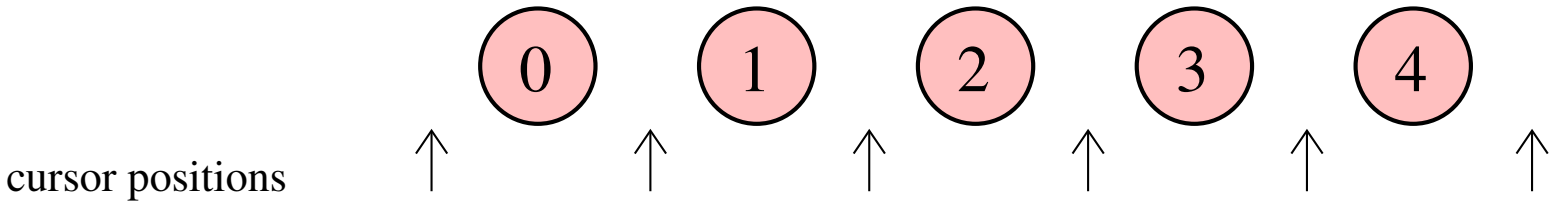
- Pela sua simplicidade, muitas vezes é preferível usar o **for each** a usar iteradores explicitamente. Por outro lado, se além de percorrer a coleção, queiramos remover elementos, podemos também o método remove() do iterador.

Interface `ListIterator<E>`



- Um iterador para listas que permite ao programador percorrer a lista em qualquer direção, modificar a lista durante a iteração e obter a posição atual do iterador na lista.

Interface `ListIterator<E>`



- Um `ListIterator` não aponta para um elemento.
- A posição do cursor sempre fica entre o elemento que seria retornado por uma chamada para `previous()` e o elemento que seria retornado por uma chamada para `next()`.
- Considerando que a lista tem n elementos, o ListIterator possui $n + 1$ posições de cursor possíveis, conforme ilustrado pelas $\uparrow$ na figura acima.

Interface `ListIterator<E>`

Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.

Interface `ListIterator<E>`

Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `boolean hasPrevious()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.

Interface `ListIterator<E>`

Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `boolean hasPrevious()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção e avança o cursor uma posição para frente.

Interface `ListIterator<E>`

Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `boolean hasPrevious()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção e avança o cursor uma posição para frente.
- `E previous()`: retorna o elemento anterior e move o cursor uma posição para trás.

Interface `ListIterator<E>`

Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `boolean hasPrevious()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção e avança o cursor uma posição para frente.
- `E previous()`: retorna o elemento anterior e move o cursor uma posição para trás.
- `void add(E e)`: insere o elemento na lista. O elemento é inserido antes do elemento que seria retornado por `next()`.

Interface `ListIterator<E>`

Alguns Métodos:

- `boolean hasNext()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `boolean hasPrevious()`: Retorna `true` se este ListIterator tiver mais elementos ao percorrer a lista na direção para frente.
- `E next()`: retorna o próximo elemento da coleção e avança o cursor uma posição para frente.
- `E previous()`: retorna o elemento anterior e move o cursor uma posição para trás.
- `void add(E e)`: insere o elemento na lista. O elemento é inserido antes do elemento que seria retornado por `next()`.
- `remove()`: remove da lista o último elemento que foi retornado por `next()` ou `previous()`.

Interface `ListIterator<E>`

- Analisar projeto `ListIteratorTest`

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

Classe Collections

Classe `java.util.Collections`

- A classe `Collections` é composta de **métodos estáticos** que, na sua maioria, implementam algoritmos clássicos de alta performance.

- Os métodos desta classe são polimórficos, ou seja, eles podem operar sobre objetos que implementam interfaces específicas, independentemente das implementações subjacentes.

Método `Collections.sort`

- `Collections` possui o método estático `sort`, que é usado para ordenar objetos que implementam a interface `List`.

Método `Collections.sort`

- `Collections` possui o método estático `sort`, que é usado para ordenar objetos que implementam a interface `List`.

- Há duas versões deste método:
  - `void sort(List<T> list)`
    recebe um List como argumento e o ordena por ordem crescente se os seus elementos pertencerem a uma classe que implemente a interface `Comparable<T>`.
  - `void sort(List<T> list, Comparator<T> c)`
    recebe um List como argumento e o ordena de acordo com a ordem especificada pelo objeto do tipo `Comparator<T>`.

Collections.sort — Exemplo 1


```java
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.Collections;

public class Sort1 {
    public static void main(String[] args) {
        String[] nomes = {"Célia", "Alberto", "Paula",
                          "Bruna", "Júlia", "Hugo"};

        List<String> lista =
            new ArrayList<>(Arrays.asList(nomes));

        System.out.println("Lista original: " + lista);

        Collections.sort(lista); // ordena a lista

        System.out.println("Lista ordenada: " + lista);
    }
}
```

- Como a classe `String` implementa a interface `Comparable`, então a lista será ordenada corretamente.

Collections.sort

- Problema: E se quiséssemos ordenar a lista de Strings do exemplo anterior não na sua ordem natural (ordem crescente), mas sim em ordem decrescente? Como fazer?

`Collections.sort`

- Problema: E se quiséssemos ordenar a lista de Strings do exemplo anterior não na sua ordem natural (ordem crescente), mas sim em ordem decrescente? Como fazer?
- Dificuldades: Não podemos mexer no código da classe String e mudar a implementação do método `compareTo`. Por consequência, não podemos usar o método sort que utilizamos no exemplo anterior.

`Collections.sort`

- Problema: E se quiséssemos ordenar a lista de Strings do exemplo anterior não na sua ordem natural (ordem crescente), mas sim em ordem decrescente? Como fazer?
- Dificuldades: Não podemos mexer no código da classe String e mudar a implementação do método `compareTo`. Por consequência, não podemos usar o método sort que utilizamos no exemplo anterior.
- Solução 1: Porém, a classe `Collections` possui uma versão sobrecarregada do método `sort` que recebe um `List` e um `Comparator`. Logo, basta escrever uma classe que implemente a interface Comparator e implemente a nova lógica de ordenação.

Collections.sort

- Problema: E se quiséssemos ordenar a lista de Strings do exemplo anterior não na sua ordem natural (ordem crescente), mas sim em ordem decrescente? Como fazer?
- Dificuldades: Não podemos mexer no código da classe String e mudar a implementação do método `compareTo`. Por consequência, não podemos usar o método sort que utilizamos no exemplo anterior.
- Solução 1: Porém, a classe `Collections` possui uma versão sobrecarregada do método `sort` que recebe um `List` e um `Comparator`. Logo, basta escrever uma classe que implemente a interface Comparator e implemente a nova lógica de ordenação.
- Solução 2: Para o caso específico de obter a ordem inversa da orden natural, a própria classe `Collections` já possui um método chamado `reverseOrder()` que retorna um objeto `Comparator` que força essa ordem reversa.

Collections.sort — Exemplo 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

```
1  import java.util.List;
2  import java.util.Arrays;
3  import java.util.Collections;
4
5  public class Sort2 {
6      public static void main(String[] args) {
7          String[] nomes = {"Célia", "Alberto", "Paula",
8                            "Bruna", "Júlia", "Hugo"};
9
10         // cria uma lista
11         List<String> lista = Arrays.asList(nomes);
12
13         System.out.println("Lista original: " + lista);
14
15         Collections.sort(lista, Collections.reverseOrder());
16
17         System.out.print("Lista em ordem decrescente: ");
18         System.out.println(lista);
19     }
20 }
```

Método Collections.reverse

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

```java
import java.util.List;
import java.util.Arrays;
import java.util.Collections;

public class Reverse {
    public static void main(String[] args) {
        String[] nomes = {"Célia", "Alberto", "Paula",
                          "Bruna", "Júlia", "Hugo"};

        // cria uma lista
        List<String> lista = Arrays.asList(nomes);

        System.out.println("Lista original: " + lista);

        Collections.reverse(lista); // inverte a lista

        System.out.println("Lista invertida: " + lista);
    }
}
```

Método `Collections.shuffle`

- A classe Collections também fornece o método `shuffle`, que embaralha uma lista.

- Essa funcionalidade pode ser útil para implementação de jogos, simulações e testes.

Método Collections.shuffle

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

```
1  import java.util.List;
2  import java.util.Arrays;
3  import java.util.Collections;
4
5  public class Shuffle {
6      public static void main(String[] args) {
7          Character[] letras = {'a','b','c','d','e','f','g',
8                                'h','i','j','k','l','m','n'};
9
10         // cria uma lista
11         List<Character> lista = Arrays.asList(letras);
12
13         System.out.println("Lista original: " + lista);
14
15         Collections.shuffle(lista); // embaralha
16
17         System.out.println("Lista embaralhada: " + lista);
18     }
19 }
```

Outros métodos que operam em Lists

- `void fill(List<T> list, T obj)`: Substitui todos os elementos da lista com o elemento especificado. Todos os elementos da lista passam a referenciar o mesmo objeto.

- `void copy(List<T> dest, List<T> source)`: Copia todos os elementos da lista `source` na lista `dest`. A lista de destino deve ser maior ou igual a lista de origem, caso contrário, será lançada uma `IndexOutOfBoundsException`.

- `int binarySearch(List<T> list, T key>)`: Este método busca um elemento específico na lista. Se o objeto for encontrado, o seu índice na lista é retornado; caso contrário, ele retorna um número negativo.
  - **Atenção:** Para que este algoritmo funcione corretamente, os elementos da lista devem estar ordenados por ordem crescente.

Exemplos

- Analisar o arquivo `Algorithms1.java`
- Analisar o arquivo `BinarySearchTest.java`

Conjuntos (`Sets`)

Estrutura de dados: Conjunto

- Conjuntos são coleções de objetos que não permitem objetos duplicados.
  Exemplos:

(a) alunos de uma turma
(b) números sorteados em uma loteria
(c) letras do alfabeto

Estrutura de dados: Conjunto

- Conjuntos são coleções de objetos que não permitem objetos duplicados.
  Exemplos:

(a) alunos de uma turma
(b) números sorteados em uma loteria
(c) letras do alfabeto

- Conjuntos podem ser vazios mas não podem ser infinitos pois sua representação seria impossível.
  - O tamanho dos conjuntos pode variar dinamicamente – não é necessário saber o tamanho do conjunto quando ele é criado.

Estrutura de dados: Conjunto

- Conjuntos são coleções de objetos que não permitem objetos duplicados.
  Exemplos:

(a) alunos de uma turma
(b) números sorteados em uma loteria
(c) letras do alfabeto

- Conjuntos podem ser vazios mas não podem ser infinitos pois sua representação seria impossível.
  - O tamanho dos conjuntos pode variar dinamicamente – não é necessário saber o tamanho do conjunto quando ele é criado.

- Outra caracterísitca fundamental dos conjuntos é que a ordem em que os objetos são armazenados no conjunto pode não ser a ordem na qual eles foram inseridos no conjunto.

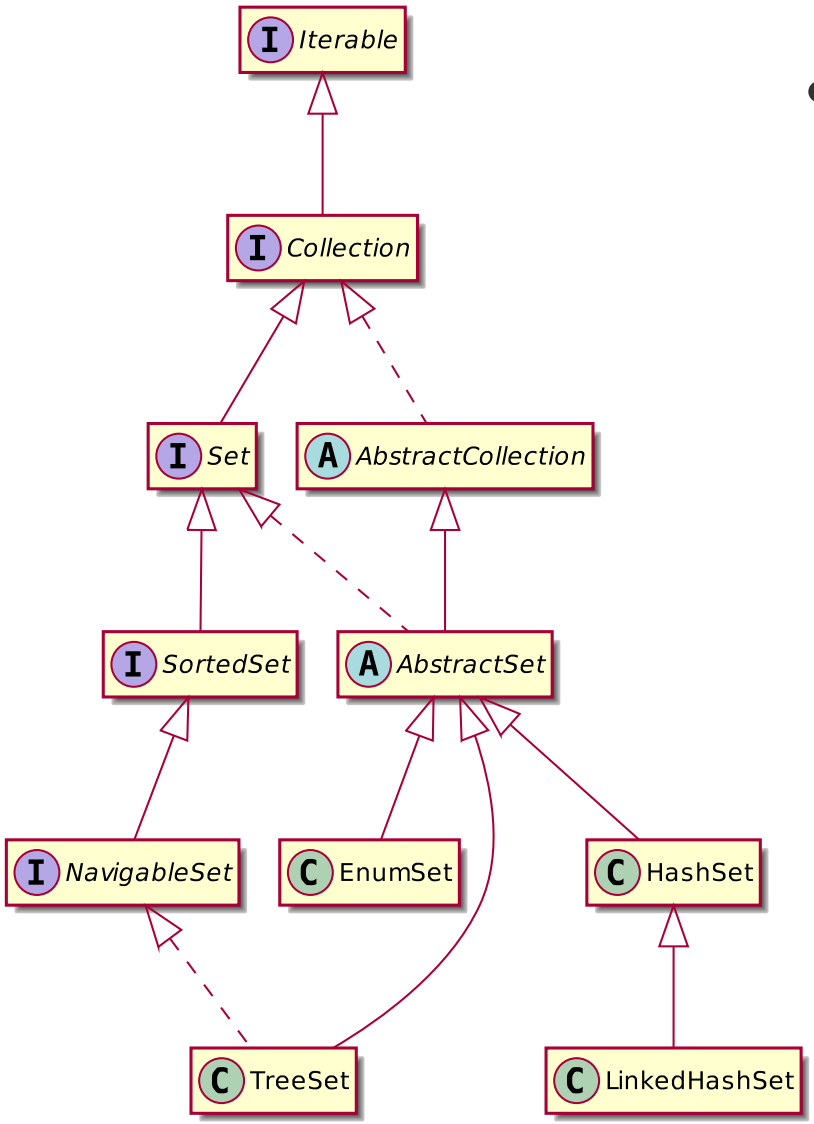
Estrutura de dados: Conjunto

- Uma outra diferença fundamental entre conjuntos e as outras estruturas de dados que vimos até agora é que não precisamos especificar índices para inserir um elemento em um conjunto.

- Em um conjunto, simplesmente inserimos um elemento sem explicitar posições.

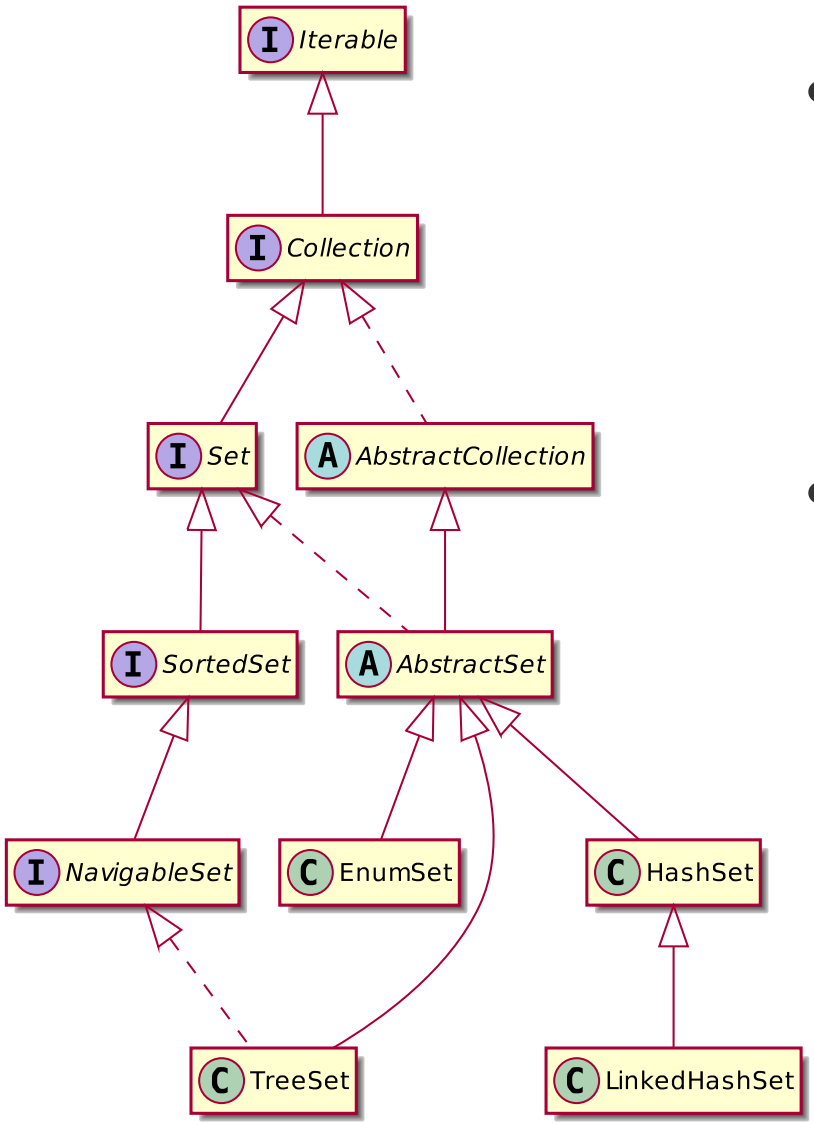
- Logo, também não é possível acessar elementos usando índices.

Interface `java.util.Set`



- Em Java, a estrutura de dados Conjunto é definida pela interface `Set` e tem como suas principais implementações as classes `HashSet` e `TreeSet`.

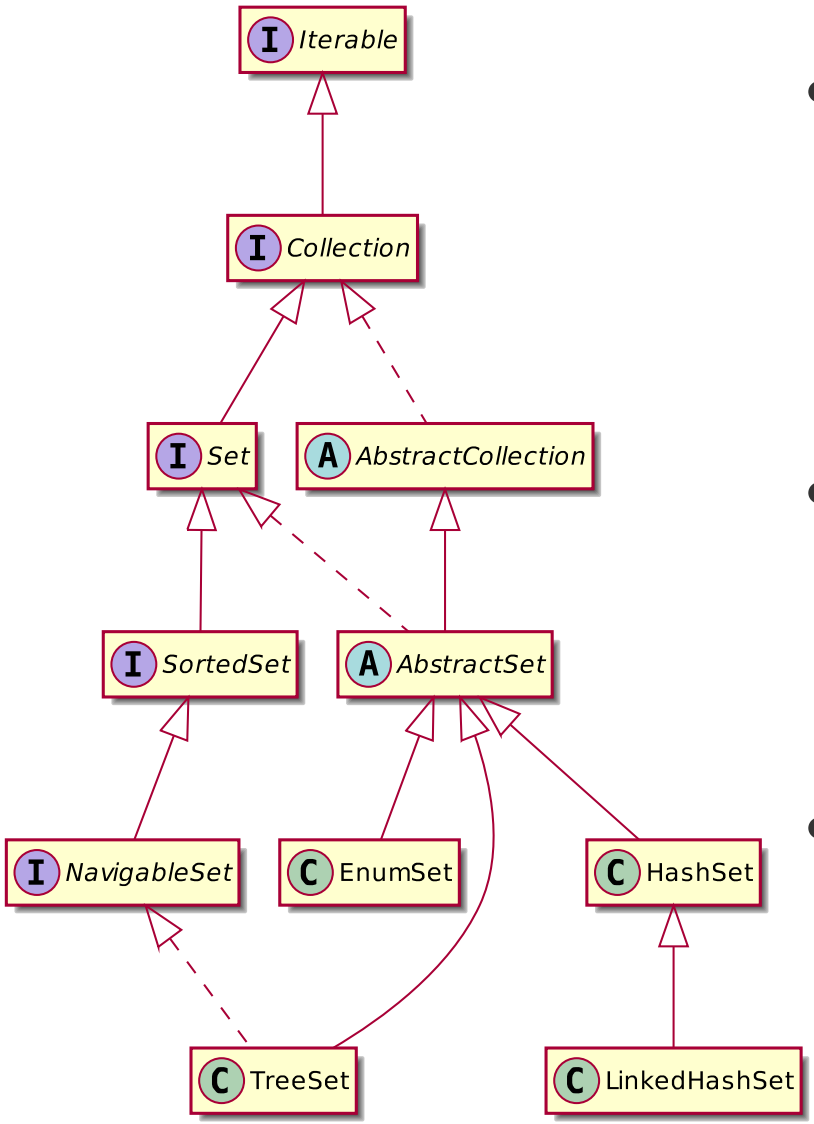
Interface `java.util.Set`



- Em Java, a estrutura de dados Conjunto é definida pela interface `Set` e tem como suas principais implementações as classes `HashSet` e `TreeSet`.

- `Hash Set`: operações de inserção e remoção são rápidas. Porém, não estabelece nenhuma ordem em particular entre os objetos.

Interface `java.util.Set`



- Em Java, a estrutura de dados Conjunto é definida pela interface `Set` e tem como suas principais implementações as classes `HashSet` e `TreeSet`.
- `Hash Set`: operações de inserção e remoção são rápidas. Porém, não estabelece nenhuma ordem em particular entre os objetos.
- `TreeSet`: preserva a ordem natural dos objetos, mas à custa de performance na inserção e remoção.

Interface Set<E> – Métodos

- `boolean add(E e)`: Adiciona o elemento no conjunto se ele ainda não estiver presente. Se o elemento já estiver no conjunto, o conjunto fica inalterado e é retornado `false`.

- `boolean addAll(Collection<E> c)`: adiciona todos os elementos da coleção a este conjunto se eles ainda não estiverem no conjunto. Retorna `true` se este conjunto for modificado pela chamada deste método.

- `void clear()`: remove todos os elementos do conjunto.

- `boolean contains(Object o)`: retorna `true` se este conjunto contém o elemento especificado.

- `boolean containsAll(Collection<E> coll)`: retorna `true` se este conjunto contém todos os elementos da coleção especificada.

Interface Set<E> – Métodos

- `boolean isEmpty()`: retorna `true` se o conjunto estiver vazio.
- `equals(Object o)`: Determina se este conjunto é igual ao objeto especificado.
- `Iterator<E> iterator()`: retorna um iterador para este conjunto.
- `boolean remove(Object o)`: remove do conjunto o elemento especificado se ele estiver presente.
- `boolean removeAll(Collection<E> c)`: remove deste conjunto todos os elementos que estão contidos na coleção especificada. Retorna `true` se este conjunto tiver sido modificado pela chamada deste método.

Interface Set<E> – Métodos

- `boolean retainAll(Collection<E> c)`: realiza a operação de interseção entre conjuntos. Ou seja, permanecerão neste conjunto apenas os elementos que estiverem também contidos no conjunto especificado.

- `int size()`: retorna o número de elementos neste conjunto.

- `Object[] toArray()`: retorna um array de Object contendo todos os elementos neste conjunto. Modificações feitas no array retornado não refletem na estrutura interna deste conjunto.

- `T[] toArray(T[] a)`: retorna um array contendo todos os elementos deste conjunto. O tipo `T` do array deve ser um supertipo de todos os elementos contidos neste conjunto, caso contrário, uma exceção será lançada.

Interface `Set<E>` – Método Estático

- `Set<E> copyOf(Collection<E> coll)`: retorna um conjunto não-modificável contendo os elementos da coleção especificada.
  - Elementos não podem ser adicionados ou modificados.
  - Tentar modificar o conjunto causará uma `UnsupportedOperationException`.

Classe HashSet

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca

boca

bolo

bela

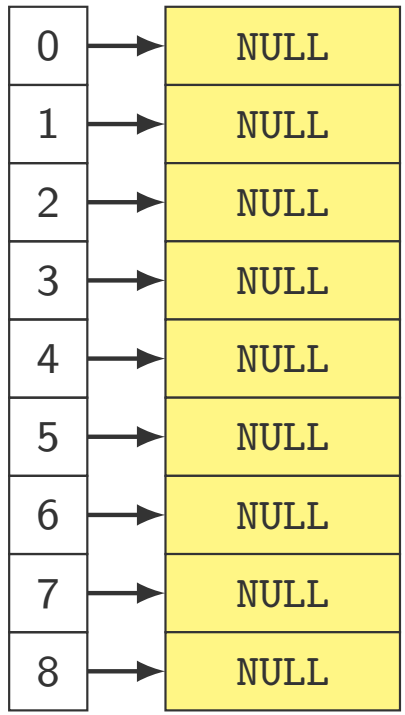
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca

boca

bolo

bela

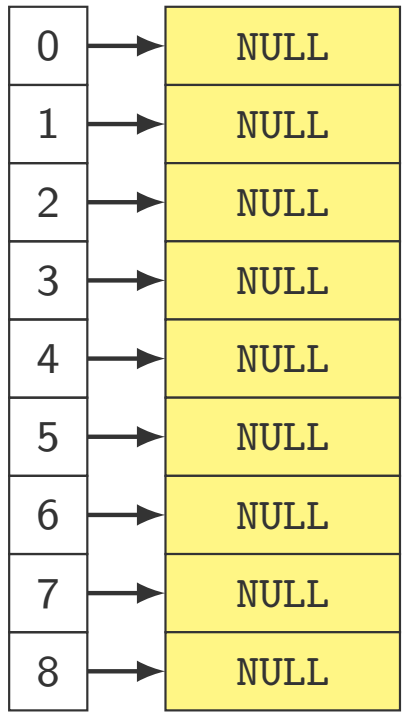
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca

boca

bolo

bela

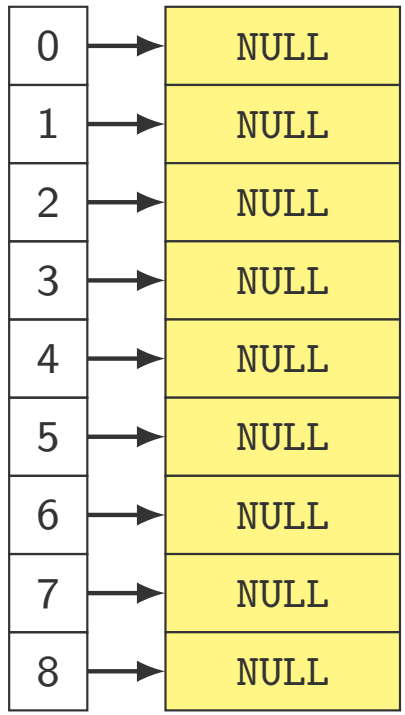
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca

bolo

bela

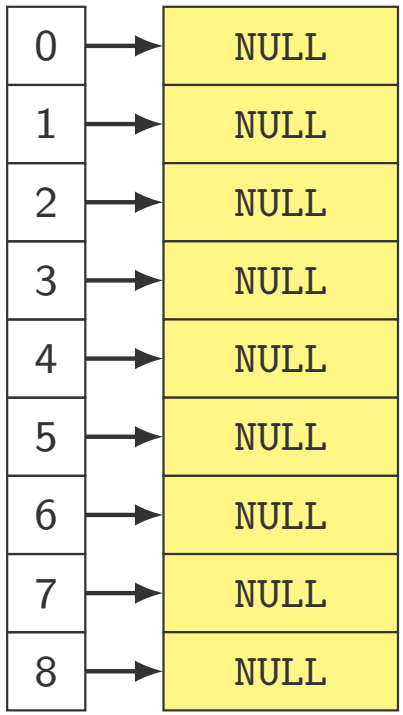
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca

bolo

bela

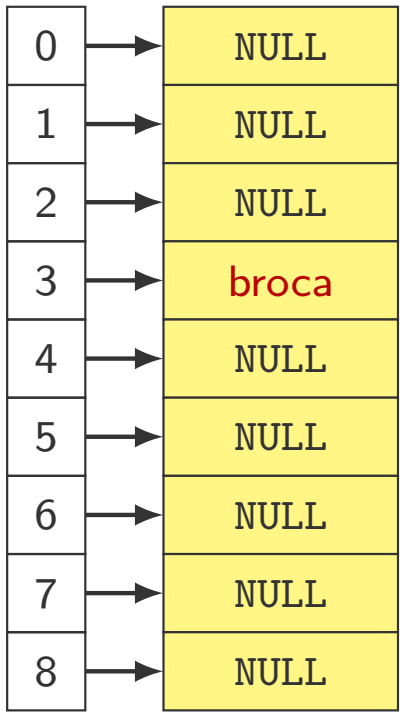
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo

bela

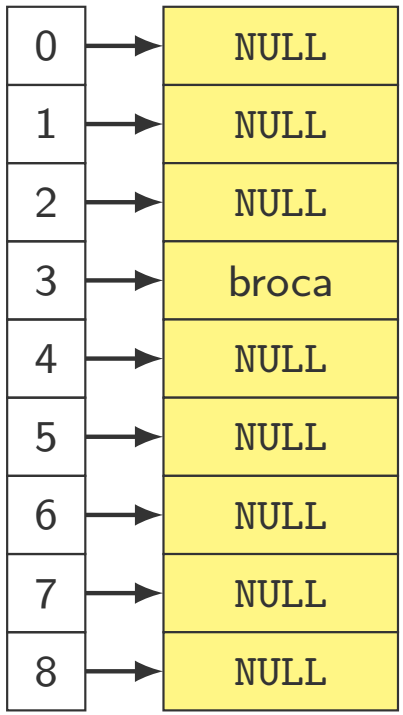
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo

bela

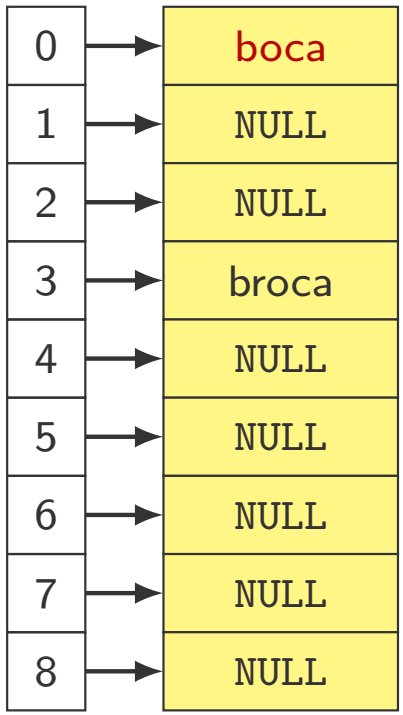
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela

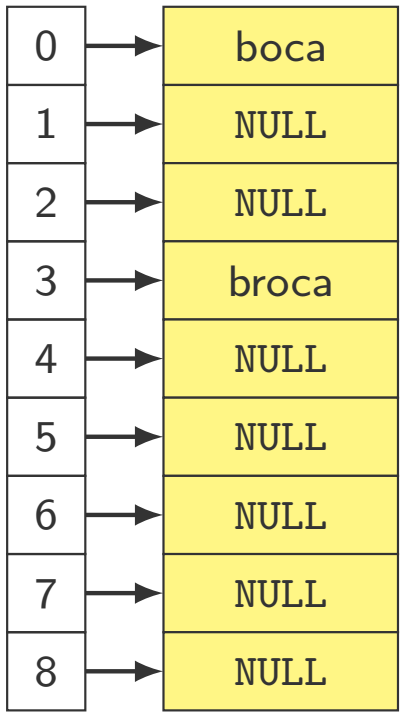
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela

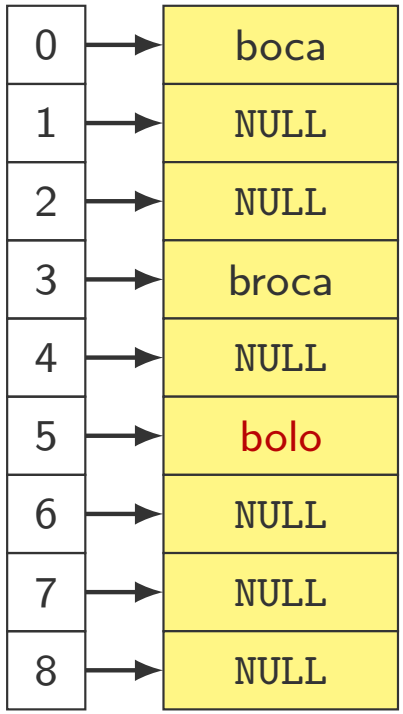
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

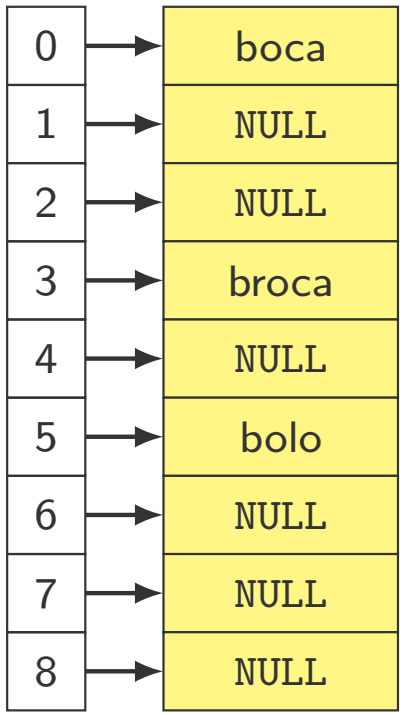
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

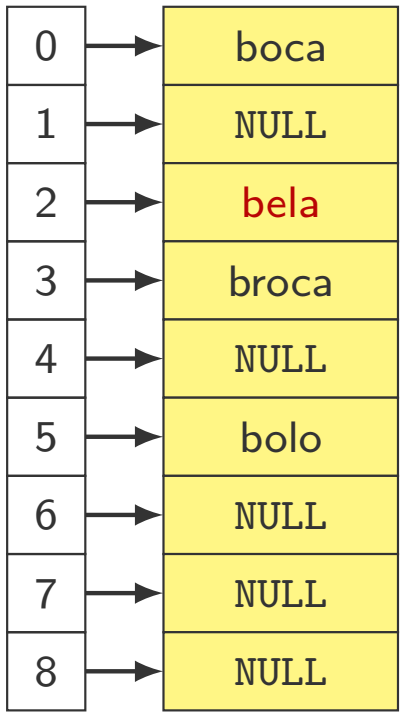
bala

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

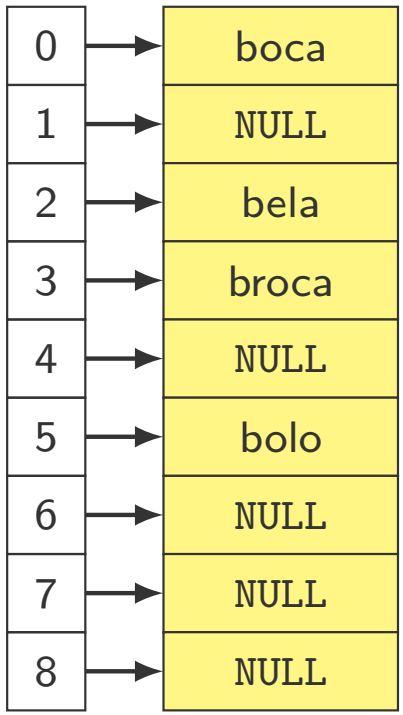
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

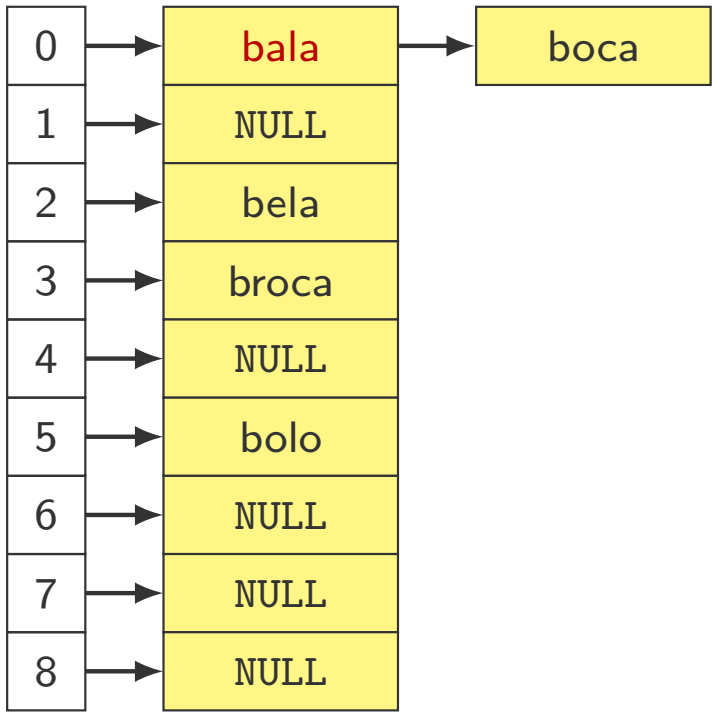
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

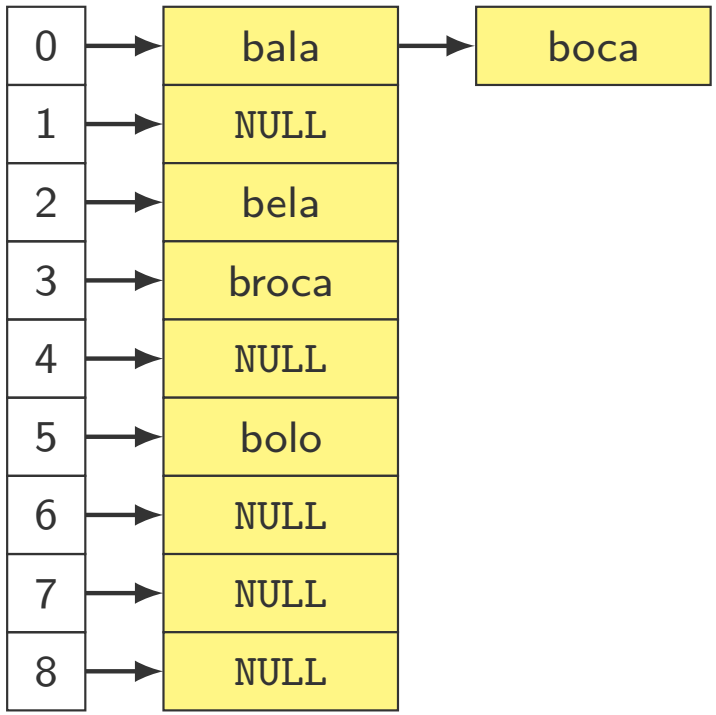
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

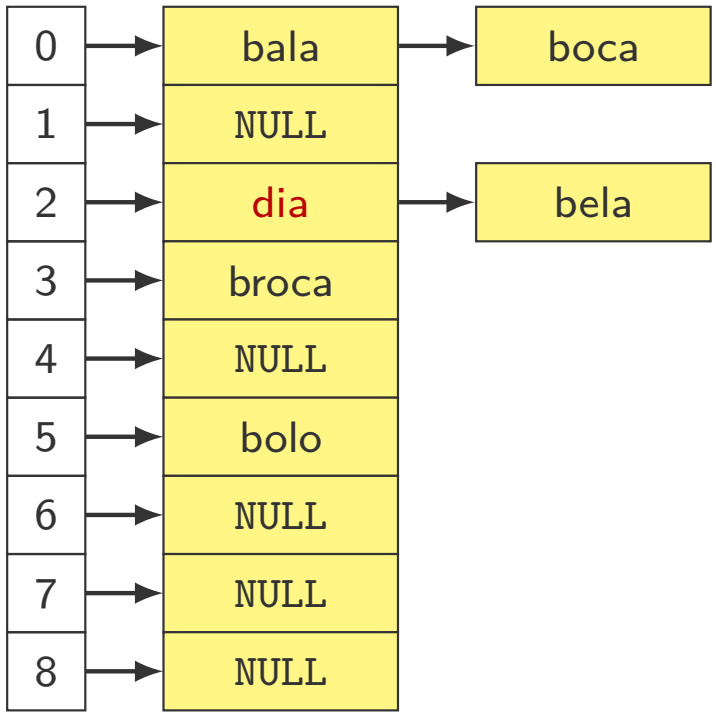
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

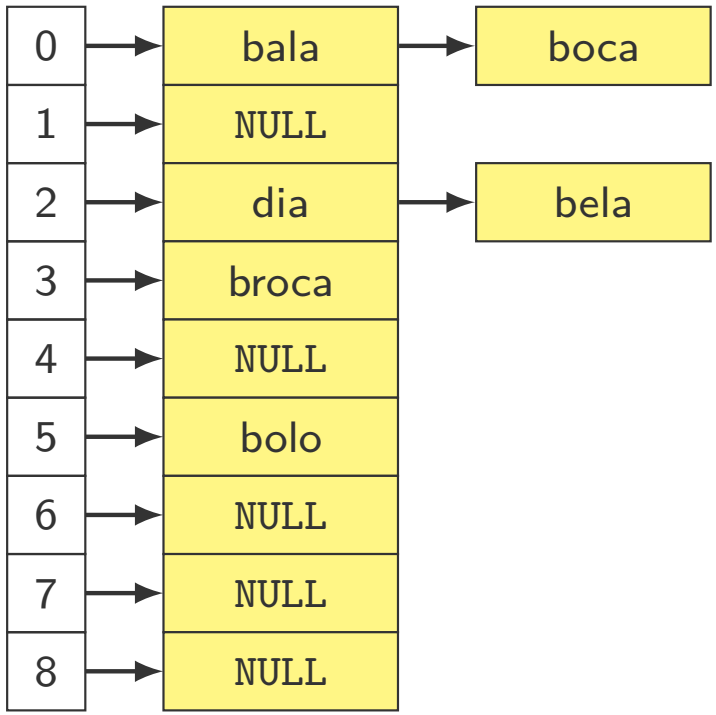
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola ⇝ `h("escola") = 7`

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

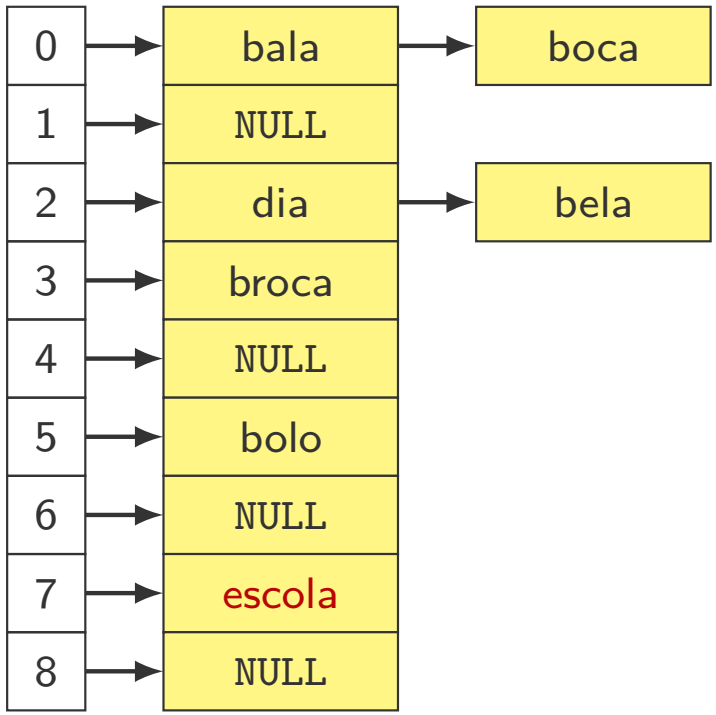
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola ⇝ `h("escola") = 7`

gratuito

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

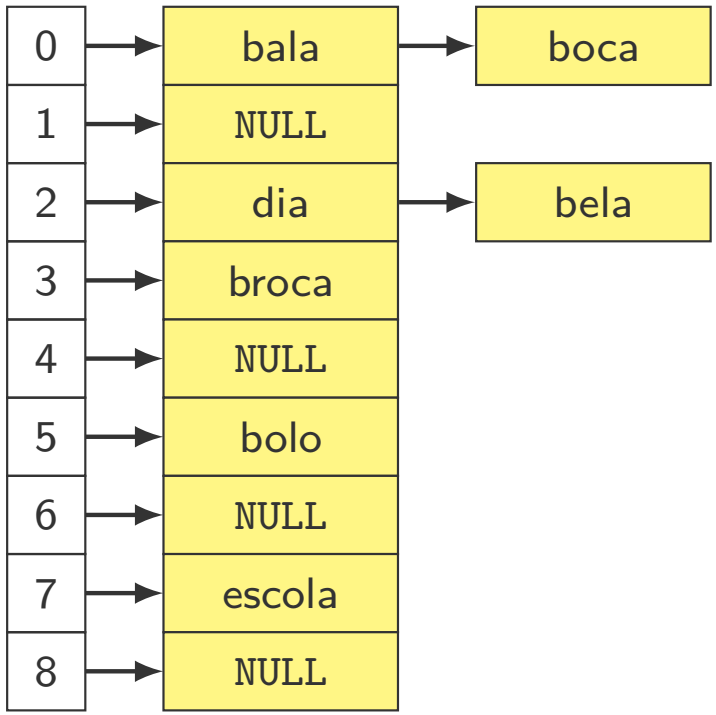
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola ⇝ `h("escola") = 7`

gratuito ⇝ `h("gratuito") = 0`

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

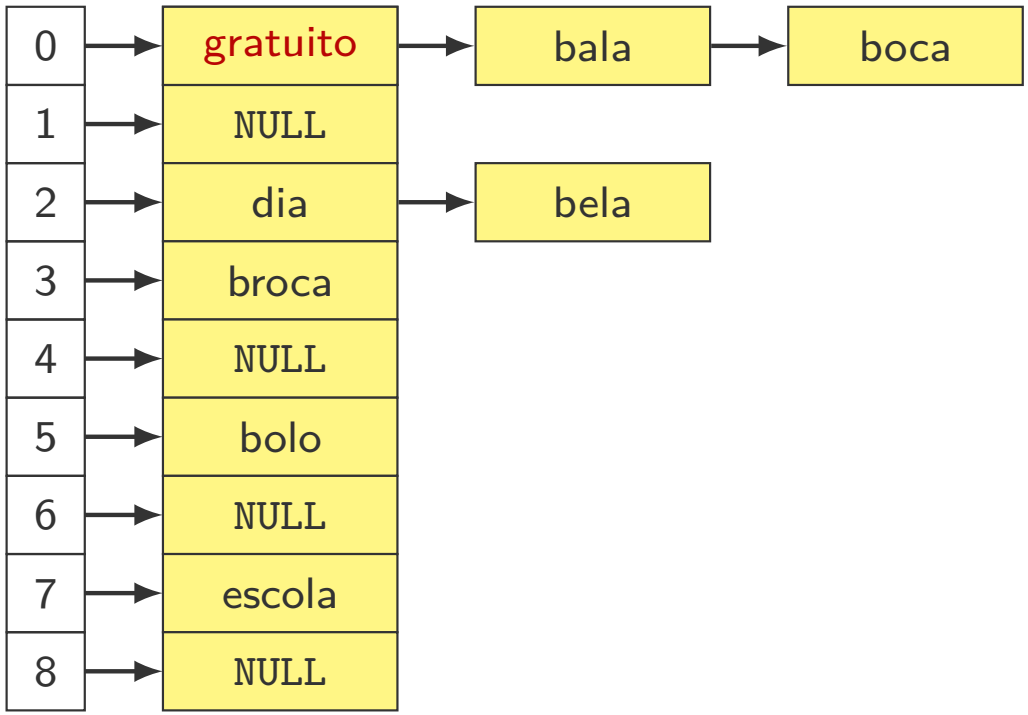
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola ⇝ `h("escola") = 7`

gratuito ⇝ `h("gratuito") = 0`

ilha



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

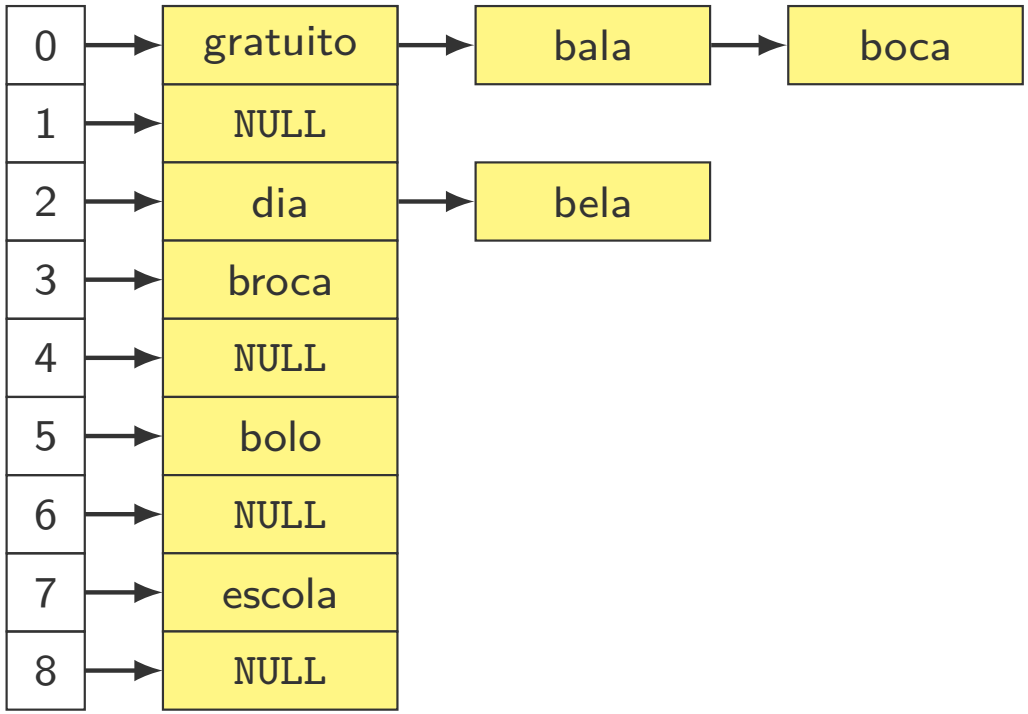
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola ⇝ `h("escola") = 7`

gratuito ⇝ `h("gratuito") = 0`

ilha ⇝ `h("ilha") = 6`



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

A classe `HashSet` é implementada usando uma tabela hash

broca ⇝ `h("broca") = 3`

boca ⇝ `h("boca") = 0`

bolo ⇝ `h("bolo") = 5`

bela ⇝ `h("bela") = 2`

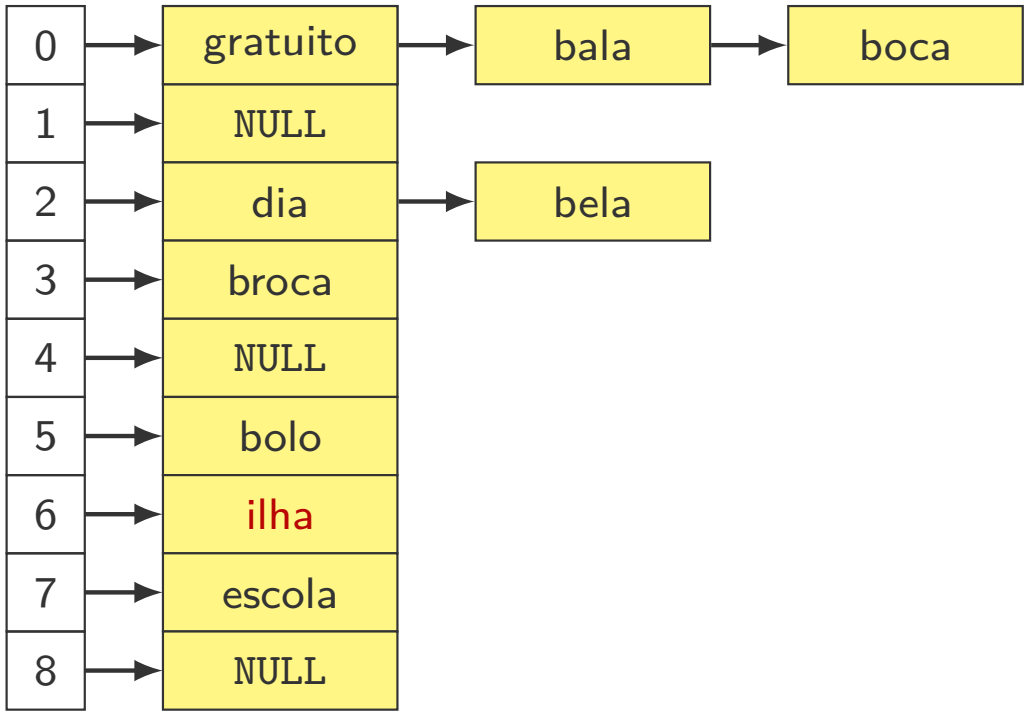
bala ⇝ `h("bala") = 0`

dia ⇝ `h("dia") = 2`

escola ⇝ `h("escola") = 7`

gratuito ⇝ `h("gratuito") = 0`

ilha ⇝ `h("ilha") = 6`



- Ideia: Dada uma tabela com $M = 9$ slots, usamos uma função hash para associar cada chave a um número inteiro (entre 0 e 8)

Tabela hash

- Cada slot do array é chamado de balde (*bucket*).
- O número de slots M é chamado capacidade (*capacity*).
- O fator de carga (*load factor*) de uma tabela hash é o valor $\alpha = n/M$, onde n é o número de chaves armazenadas e M é a capacidade.
  - Quando o fator de carga se aproxima do número 0.75, o Java cria uma tabela hash com uma capacidade maior e insere os elementos da tabela antiga na nova tabela. Essa operação é chamada rehashing.

Classe HashSet

- A classe `HashSet` possui todos os métodos definidos na superclasse Object e implementa todos os métodos declarados nas interfaces Collection, Iterable e Set.

- Essa classe possui 4 construtores:
  - `HashSet()`: constrói um conjunto vazio. A tabela hash interna possui capacidade inicial de 16 e fator de carga 0.75
  - `HashSet(int initialCapacity)`: constrói um novo conjunto vazio. A tabela hash interna possui a capacidade especificada e fator de carga 0.75
  - `HashSet(int initialCapacity, float loadFactor)`: constrói um novo conjunto vazio. A tabela hash interna possui a capacidade e o fator de carga especificados.
  - `HashSet(Collection<E> c)`: constrói um novo conjunto contendo os elementos da coleção especificada.

Exemplo

- O usuário vai digitar uma sequência de palavras e gostaríamos de imprimir todas as palavras que foram digitadas, excluindo as repetições.

Solução 1


```java
import java.util.Set;
import java.util.HashSet;
import java.util.Scanner;

public class HashSetTest {
    public static void main(String[] args) {
        Scanner sc = new Scanner(System.in);
        System.out.println("Digite as palavras: ");
        String line = sc.nextLine();

        // Construtor vazio (default)
        Set<String> set = new HashSet<String>();

        sc = new Scanner(line);
        while(sc.hasNext())
            set.add(sc.next());

        System.out.println("Palavras, sem duplicatas: ");
        System.out.println(set);

    }
}
```

Solução 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

```
1  import java.util.Set;
2  import java.util.Arrays;
3  import java.util.HashSet;
4  import java.util.Scanner;
5
6  public class HashSetTest2 {
7      public static void main(String[] args) {
8          Scanner sc = new Scanner(System.in);
9          System.out.println("Digite as palavras: ");
10         String line = sc.nextLine();
11
12         String[] a = line.split(" ");
13
14         // usando um dos construtores sobrecarregados
15         Set<String> set = new HashSet<>(Arrays.asList(a));
16
17         System.out.println("Palavras, sem duplicatas: ");
18         System.out.println(set);
19     }
20 }
```

Exemplo 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- Analisar o projeto SetOperations.

Classe `TreeSet`

Classe TreeSet

- A classe `TreeSet` é similar à classe HashSet, porém ela possui algumas diferenças.

- `TreeSet` implementa diretamente a interface `NavigableSet`. Logo, ela implementa indiretamente as interfaces `SortedSet` e `Set`.

Classe TreeSet

- A classe `TreeSet` é similar à classe HashSet, porém ela possui algumas diferenças.

- `TreeSet` implementa diretamente a interface `NavigableSet`. Logo, ela implementa indiretamente as interfaces `SortedSet` e `Set`.

- Por implementar `SortedSet`, seus elementos são ordenados independente da ordem que você inserir os elementos.
  - Isso significa que se você usar um iterador para navegar pelos elementos do conjunto, eles aparecerão em ordem.
  - Porém, isso tem um custo. As operações `add`, `remove` e `contains` são mais lentas aqui do que em um `HashSet`.

Classe TreeSet

- A classe `TreeSet` é similar à classe HashSet, porém ela possui algumas diferenças.

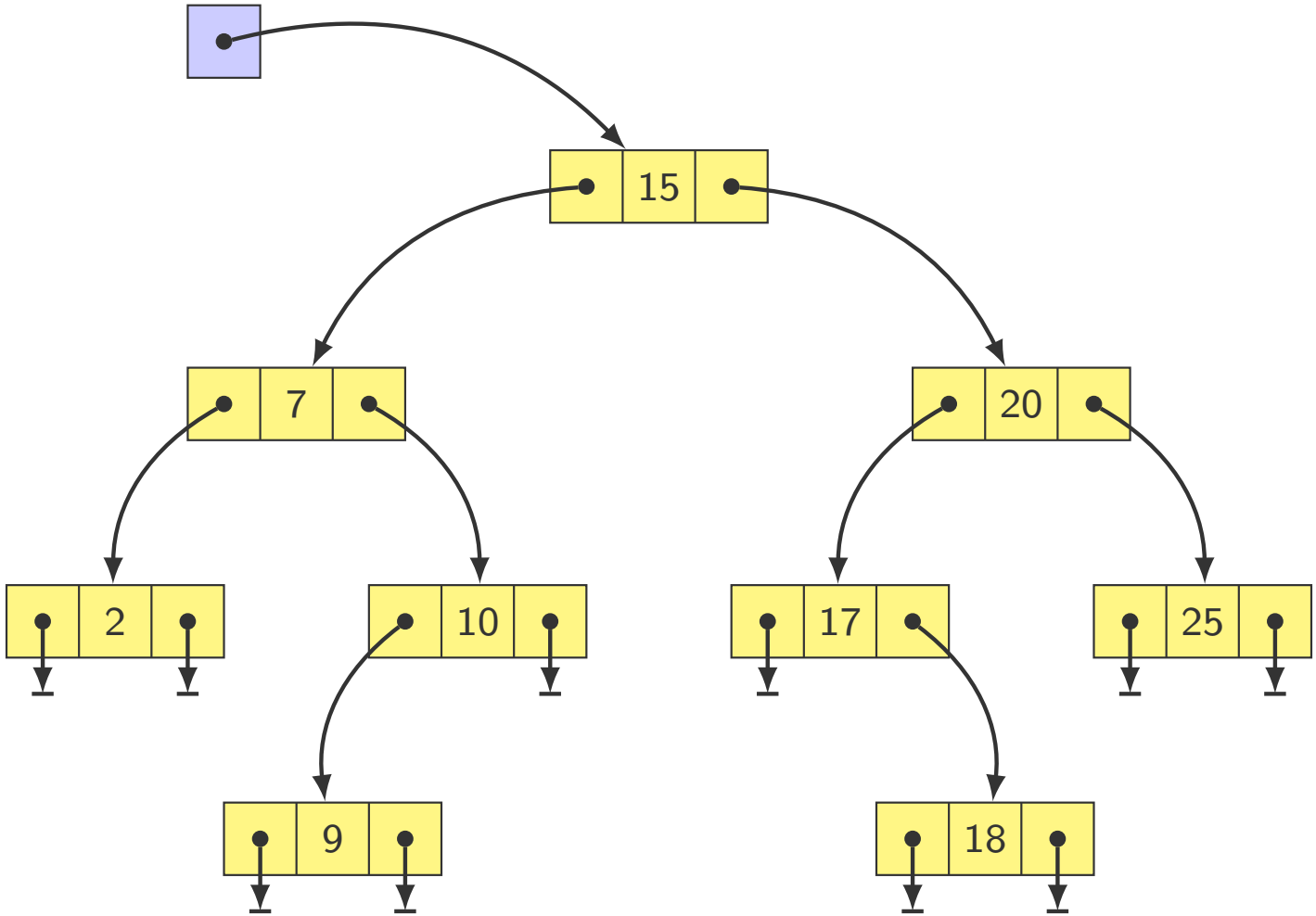
- `TreeSet` implementa diretamente a interface `NavigableSet`. Logo, ela implementa indiretamente as interfaces `SortedSet` e `Set`.

- Por implementar `SortedSet`, seus elementos são ordenados independente da ordem que você inserir os elementos.
  - Isso significa que se você usar um iterador para navegar pelos elementos do conjunto, eles aparecerão em ordem.
  - Porém, isso tem um custo. As operações `add`, `remove` e `contains` são mais lentas aqui do que em um `HashSet`.

- Além disso, ao invés de tabela hash, a classe TreeSet usa uma árvore binária de busca como estrutura de dado interna.

Ilustração de uma árvore binária de busca

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ



Classe `TreeSet<E>` — Métodos

`TreeSet<E>` implementa todos os métodos da interface `Set`. Além disso, `TreeSet<E>` contém métodos adicionais, não presentes em `HashSet`, que operam no conjunto considerando a ordem dos elementos contidos nele.

Classe `TreeSet<E>` — Métodos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

`TreeSet<E>` implementa todos os métodos da interface `Set`. Além disso, `TreeSet<E>` contém métodos adicionais, não presentes em `HashSet`, que operam no conjunto considerando a ordem dos elementos contidos nele.

- `E first()`: retorna o primeiro (menor) elemento contido no conjunto como uma instância do mesmo tipo dos elementos contidos na lista.

- `E last()`: retorna o último (maior) elemento contido no conjunto como uma instância do mesmo tipo dos elementos contidos na lista.

Classe `TreeSet<E>`

- `E ceiling(E e)`: retorna o menor elemento do conjunto que é maior que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.

Classe `TreeSet<E>`

- `E ceiling(E e)`: retorna o menor elemento do conjunto que é maior que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.

- `E floor(E e)`: retorna o maior elemento do conjunto que é menor que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.

Classe `TreeSet<E>`

- `E ceiling(E e)`: retorna o menor elemento do conjunto que é maior que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.
- `E floor(E e)`: retorna o maior elemento do conjunto que é menor que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.
- `E pollFirst()`: retorna e remove o menor elemento, ou retorna `null` se o conjunto estiver vazio.

Classe `TreeSet<E>`

- `E ceiling(E e)`: retorna o menor elemento do conjunto que é maior que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.
- `E floor(E e)`: retorna o maior elemento do conjunto que é menor que ou igual ao elemento dado, ou `null` caso não exista tal elemento.
- `E pollFirst()`: retorna e remove o menor elemento, ou retorna `null` se o conjunto estiver vazio.
- `E pollLast()`: retorna e remove o maior elemento, ou retorna `null` se o conjunto estiver vazio.

Classe `TreeSet<E>`

- `SortedSet<E> headSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente menores que `element`.

Classe `TreeSet<E>`

- `SortedSet<E> headSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente menores que `element`.

- `SortedSet<E> tailSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente maiores que ou iguais a `element`.

Classe TreeSet<E>

- `SortedSet<E> headSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente menores que `element`.
- `SortedSet<E> tailSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente maiores que ou iguais a `element`.
- `SortedSet<E> subSet(E fromElem, E toElem)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos vão de `fromElem`, inclusive, até `toElem`, exclusive.

Classe TreeSet<E>

- `SortedSet<E> headSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente menores que `element`.
- `SortedSet<E> tailSet(E element)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos são estritamente maiores que ou iguais a `element`.
- `SortedSet<E> subSet(E fromElem, E toElem)`: retorna uma visão da porção deste conjunto cujos elementos vão de `fromElem`, inclusive, até `toElem`, exclusive.

Para mais detalhes, consulte a API do Java: `https://docs.oracle.com/en/java/javase/16/docs/api/java.base/java/util/TreeSet.html`

Exemplos

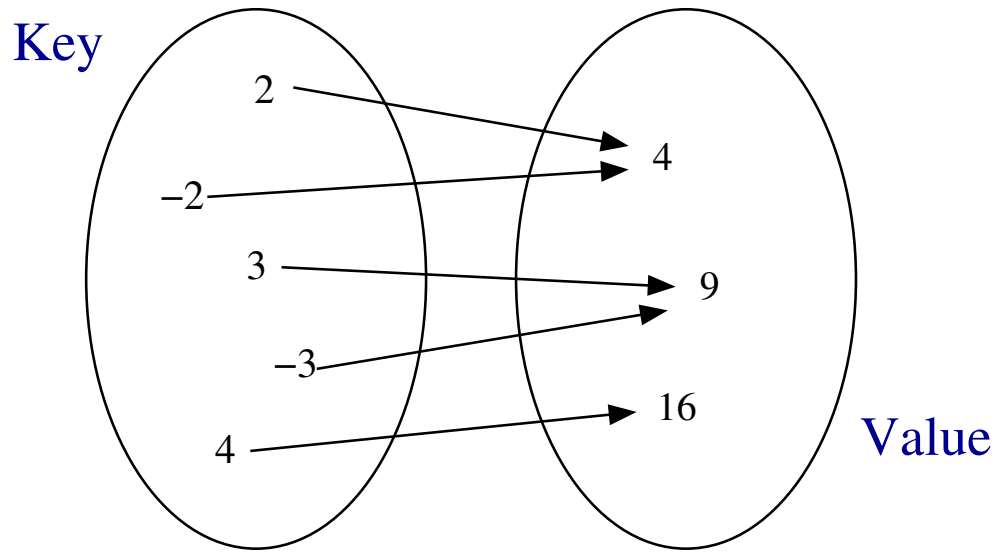
- Analisar o projeto NavigableSetTest.
- Analisar o projeto Loteria.

Interface Map<K,V>

Map

- Map é uma estrutura de dados que armazena pares `(chave, valor)`
  - `chave` e `valor` são objetos
  - Não permite chaves repetidas, mas admite valores repetidos
  - Os elementos são indexados pelo objeto chave (não possuem repetição)
  - Acesso, inserção e remoção de elementos são rápidos: O(1)

Pares:
$(2, 4)$
$(-2, 4)$
$(3, 9)$
$(-3, 9)$
$(4, 16)$



Interface `Map<K,V>`

- Em Java, os métodos que podem ser aplicados a um map são definidos na interface `Map<K,V>` do pacote `java.util`.

Interface `Map<K,V>`

- Em Java, os métodos que podem ser aplicados a um map são definidos na interface `Map<K,V>` do pacote `java.util`.

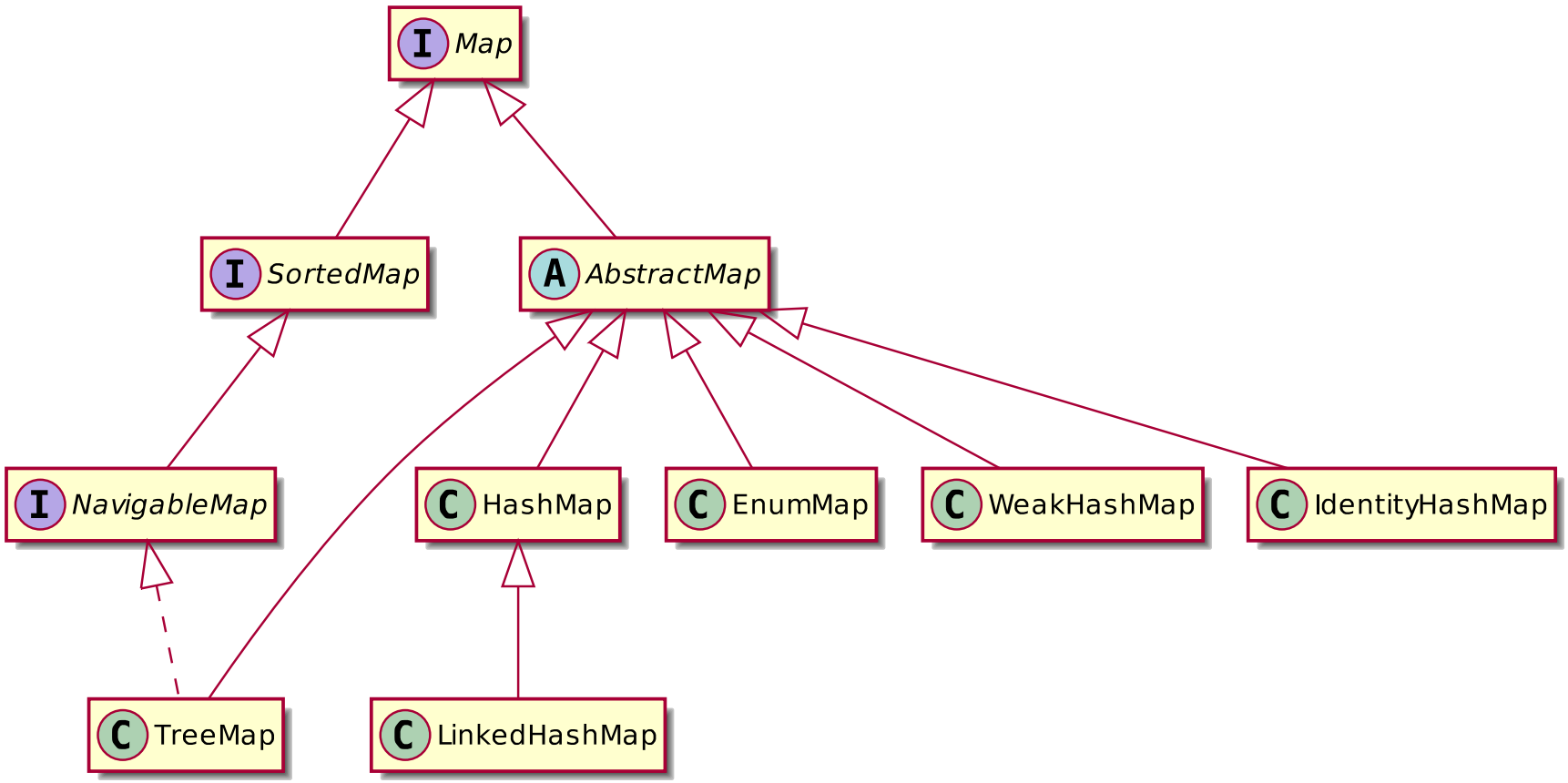
- `Map<K,V>` possui duas implementados principais: `HashMap` e `TreeMap`.
  - HashMap usa uma tabela hash como estrutura interna, que garante melhor performance para operações básicas (acesso, inserção e remoção).
  - TreeMap usa uma árvore binária de busca como estrutura interna, que garante que as chaves dos objetos estarão em sua ordem natural, à custa de alguma performance.

Interface Map<K,V>

- Em Java, os métodos que podem ser aplicados a um map são definidos na interface `Map<K,V>` do pacote `java.util`.

- `Map<K,V>` possui duas implementados principais: `HashMap` e `TreeMap`.
  - HashMap usa uma tabela hash como estrutura interna, que garante melhor performance para operações básicas (acesso, inserção e remoção).
  - TreeMap usa uma árvore binária de busca como estrutura interna, que garante que as chaves dos objetos estarão em sua ordem natural, à custa de alguma performance.

- Ambas as classes têm construtores vazios e construtores que recebem uma instância de qualquer classe que implemente a interface `Map`, usando os pares de chaves e valores nestes mapas passados como argumentos para inicializar as instâncias.



Hierarquia de classes — Map

Interface `Map<K,V>` — Métodos

- `V put(K key, V value)`: Associa o valor especificado com a chave especificada e salva no map. Se o map já possuia um valor associado a esta chave, o valor antigo é substituído pelo novo.

Interface `Map<K,V>` — Métodos

- `V put(K key, V value)`: Associa o valor especificado com a chave especificada e salva no map. Se o map já possuia um valor associado a esta chave, o valor antigo é substituído pelo novo.

- `void putAll(Map<K,V> m)`: copia todos os mapeamentos de `m` para este map.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V put(K key, V value)`: Associa o valor especificado com a chave especificada e salva no map. Se o map já possuia um valor associado a esta chave, o valor antigo é substituído pelo novo.

- `void putAll(Map<K,V> m)`: copia todos os mapeamentos de `m` para este map.

- `V get(Object key)`: retorna o valor para o qual a chave especificada foi mapeada, ou retorna `null` se este map não contém nenhum mapeamento para esta chave.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V put(K key, V value)`: Associa o valor especificado com a chave especificada e salva no map. Se o map já possuia um valor associado a esta chave, o valor antigo é substituído pelo novo.

- `void putAll(Map<K,V> m)`: copia todos os mapeamentos de `m` para este map.

- `V get(Object key)`: retorna o valor para o qual a chave especificada foi mapeada, ou retorna `null` se este map não contém nenhum mapeamento para esta chave.

- `boolean containsKey(Object key)`: retorna `true` se este map contém um mapeamento para a chave especificada.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V put(K key, V value)`: Associa o valor especificado com a chave especificada e salva no map. Se o map já possuia um valor associado a esta chave, o valor antigo é substituído pelo novo.

- `void putAll(Map<K,V> m)`: copia todos os mapeamentos de `m` para este map.

- `V get(Object key)`: retorna o valor para o qual a chave especificada foi mapeada, ou retorna `null` se este map não contém nenhum mapeamento para esta chave.

- `boolean containsKey(Object key)`: retorna `true` se este map contém um mapeamento para a chave especificada.

- `boolean containsValue(Object value)`: retorna `true` se este map mapeia uma ou mais chaves para o valor especificado.

Interface `Map<K,V>` — Métodos

- `V remove(Object key)`: remove o mapeamento para esta chave.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V remove(Object key)`: remove o mapeamento para esta chave.
- `V replace(K key, V value)`: substitui a entrada para a chave especificada somente se ela estiver atualmente mapeada para algum valor.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V remove(Object key)`: remove o mapeamento para esta chave.
- `V replace(K key, V value)`: substitui a entrada para a chave especificada somente se ela estiver atualmente mapeada para algum valor.
- `Collection<V> values()`: retorna uma visão dos valores contidos neste map, como uma `Collection<V>`.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V remove(Object key)`: remove o mapeamento para esta chave.
- `V replace(K key, V value)`: substitui a entrada para a chave especificada somente se ela estiver atualmente mapeada para algum valor.
- `Collection<V> values()`: retorna uma visão dos valores contidos neste map, como uma `Collection<V>`.
- `Set<K> keySet()`: retorna uma visão das chaves contidas neste mapa, como um `Set<K>`.
- `int size()`: retorna a quantidade de pares chave-valor neste map.

Interface Map<K,V> — Métodos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- `V remove(Object key)`: remove o mapeamento para esta chave.
- `V replace(K key, V value)`: substitui a entrada para a chave especificada somente se ela estiver atualmente mapeada para algum valor.
- `Collection<V> values()`: retorna uma visão dos valores contidos neste map, como uma `Collection<V>`.
- `Set<K> keySet()`: retorna uma visão das chaves contidas neste mapa, como um `Set<K>`.
- `int size()`: retorna a quantidade de pares chave-valor neste map.
- `void clear()`: remove todos os mapeamentos deste map.

Interface Map<K,V> — Métodos

- `V remove(Object key)`: remove o mapeamento para esta chave.
- `V replace(K key, V value)`: substitui a entrada para a chave especificada somente se ela estiver atualmente mapeada para algum valor.
- `Collection<V> values()`: retorna uma visão dos valores contidos neste map, como uma `Collection<V>`.
- `Set<K> keySet()`: retorna uma visão das chaves contidas neste mapa, como um `Set<K>`.
- `int size()`: retorna a quantidade de pares chave-valor neste map.
- `void clear()`: remove todos os mapeamentos deste map.
- `boolean isEmpty()`: retorna `true` se este map estiver vazio.

Interface `Map<K,V>` — Métodos

Visite a API do Java para mais detalhes: `https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/java.base/java/util/Map.html`

Classe HashMap<K,V> — Construtores

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- `HashMap()`: constrói uma tabela hash vazia com capacidade inicial 16 e fator de carga 0.75
- `HashMap(int initialCapacity)`: constrói uma tabela hash vazia com a capacidade inicial especificada e com fator de carga 0.75
- `HashMap(int initialCapacity, float loadFactor)`: constrói uma tabela hash vazia com a capacidade inicial e fator de carga especificados.
- `HashMap(Map<K,V> m)`: constrói uma nova tabela hash contendo os mesmos mapeamentos que `m`.

Classe `TreeMap<K,V>` — Construtores

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

- `TreeMap()`: constrói uma TreeMap vazia.
- `TreeMap(Comparator<K> comparator)`: constrói uma nova TreeMap vazia, baseada na ordenação do comparator dado como argumento.
- `TreeMap(Map<K,V> m)`: constrói uma nova TreeMap contendo os mesmos mapeamentos que o Map `m`, ordenados de acordo com a ordenação natural das suas chaves.
- `TreeMap(SortedMap<K,V> m)`: constrói uma nova TreeMap contendo os mesmos mapeamentos e usando a mesma ordenação que o SortedMap `m`.

Exemplos

- Mostrar projeto Map_Project
- Mostrar projeto Map_Project02

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ

FIM