



Desenvolvimento de Sistemas

Estrutura de dados: conceitos, aplicação e usabilidade

Introdução

Estruturas de dados são meios de organizar e manipular informações de modo que as operações sobre elas sejam eficientes. Por exemplo, é muito mais eficiente e intuitivo manipular uma série de números em um vetor do que em muitas variáveis separadas. Além de prover uma maneira de guardar informações, as estruturas devem permitir operações para acesso e manipulação desses dados. No caso dos vetores, os índices permitem um acesso rápido à determinada informação.

Sem conhecer estruturas de dados, o programador pode escrever programas e chegar a uma solução correta, mas que provavelmente será menos eficiente do que se aplicasse a estrutura adequada.

As classes em si são um tipo de estrutura de dados que guardam informações e permitem a criação de métodos para manipulá-las. É a partir de classes que muitas outras estruturas de dados são possíveis, como listas ligadas, árvores, pilhas, filas, entre outras.

Apesar de ser possível implementar cada estrutura, a biblioteca padrão Java (geralmente sob o pacote **java.util**) já traz classes prontas para várias estruturas de dados de maneira simples. A seguir, observe algumas das principais estruturas, ressaltando o conceito e a aplicação de cada uma.

Para um bom aproveitamento, siga esta leitura realizando e testando os exemplos demonstrados. Crie um projeto no NetBeans para cada exemplo ou modifique um código já existente. Execute, realize modificações e teste para entender como cada estrutura funciona.



Generics

Antes de analisar as estruturas de dados implementadas em Java, é preciso entender um conceito utilizado por boa parte dessas classes. *Generics* é a capacidade de parametrizar uma classe com um ou mais tipos específicos com os quais ela trabalhará.

Para compreender *generics*, é necessário entender que toda classe em Java **deriva implicitamente da classe Object**. Ela é a base de tudo, e, sendo assim, qualquer classe pode ser referenciada como **Object**. Por exemplo, considere a interface **Comparable** de Java, usada para forçar uma implementação de um método de comparação padronizado em uma classe. Sua assinatura original, antes da versão 1.5 do JDK, era a seguinte:

```
package java.lang;
public interface Comparable {
    public int compareTo(Object o)
}
```

Note que o parâmetro é **Object** e, por ser o tipo base para todas as classes, aceita objeto de qualquer classe como parâmetro. Sabendo que a classe **Date** de Java implementa a interface **Comparable**, é possível aplicar o seguinte trecho de código:

```
Comparable c = new Date();  
System.out.println(c.compareTo("red"));
```

Note que está sendo feita a comparação de **c** (tipo **Date**) com um texto (“**red**”) passado pelo parâmetro de **compareTo()**. O resultado disso (e você pode experimentar em seu computador) é um erro em tempo de execução – ou seja, apenas quando você executar o código, verá o problema: *class java.lang.String cannot be cast to class java.util.Date* ou “classe String não pode ser convertida para classe Date”.

A partir de JDK 1.5, com *generics*, a interface de Comparable ganha uma possibilidade nova:

```
package java.lang;  
public interface Comparable<T> {  
    public int compareTo(T o)  
}
```

Note o **<T>** presente logo após o nome da interface. Observe ainda que **compareTo()** ao invés de **Object** recebe esse tipo hipotético **T** como parâmetro. **T**, nesse caso, é um tipo genérico (e, na realidade, ao invés de **T**, poderia ser qualquer termo entre **<** e **>**) que pode ser referenciado no código da interface ou da classe, como é no parâmetro de **compareTo()**. Ao criar um objeto de classe com *generics*, informe no lugar o **T** um tipo concreto (outra classe). O trecho de código para testar a comparação de **Data** com *string* ficaria como o seguinte exemplo:

```
Comparable<Date> c = new Date();  
System.out.println(c.compareTo("red"));
```

Note o tipo **Comparable<Date>**. Aqui, fica demonstrado que se espera o tipo *date* para certas operações dessa interface Comparable. Qual é a vantagem dessa abordagem em relação à anterior? A maior vantagem é que a falha de conversão continua acontecendo, mas é anunciada em tempo de compilação, ou seja, o código não executará com erro para o usuário. Caso você esteja usando NetBeans, note que, com o código mostrado, a linha com **compareTo("red")** fica grifada com a mensagem de erro “Incompatible types” (ou “tipos incompatíveis”).

O exemplo apresentado esclarece a função do *generics*: **tipificar fortemente algumas operações ou dados de uma classe ou interface**, de maneira que o tipo informado seja obedecido e verificado em tempo de compilação e não de execução. Além disso, o uso de *generics* **deixa o código mais claro**.

A classe **ArrayList**, usada para lista não limitada de dados, é uma das várias em Java que contém uma versão *generics*. Assim, observe os códigos a seguir:

```
ArrayList minhaLista = new ArrayList();
```

Esse código fica menos claro e mais suscetível a erros em tempo de execução do que este:



```
ArrayList<Integer> minhaLista = new ArrayList<Integer>();
```

Esse deixa explícito que **minhaLista** é uma lista de números inteiros.

Repare que se utilizou *integer* ao invés de *int* no parâmetro *generic* de **ArrayList**. Isso porque só se pode usar classes, não tipos primitivos, entre < e > em uma declaração de *generics*.

Crie um projeto Java e inclua a seguinte classe **CGenerica**:

```
class CGenerica<T>
{
    private T data;

    public static T getData(){
        return data;
    }

    public static T getData(){
        return data;
    }
}
```

No método **main()** do projeto, utilize essa classe com *integer*, *string* e *date*.



Pilha

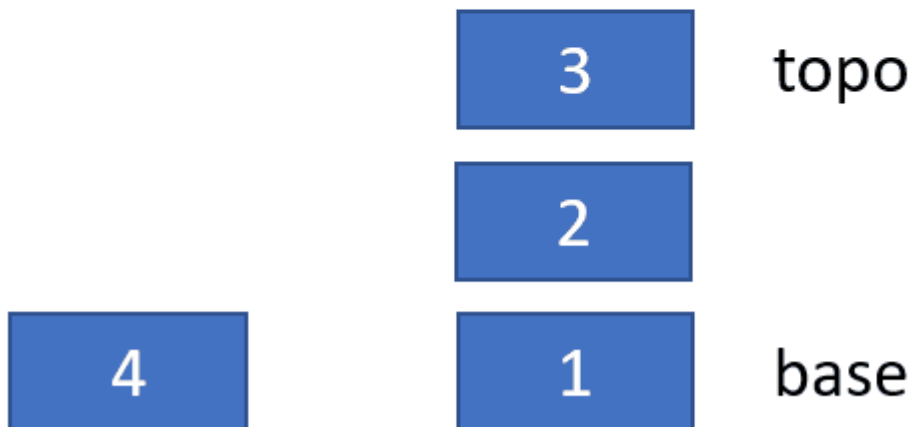
Conceitos

Pilhas são listas de valores que simulam uma pilha de objetos. Pense, por exemplo, em pratos empilhados em um restaurante que oferece serviço de bufê. Você pegará o prato do topo dessa pilha, e não o da base. Os funcionários do restaurante farão a reposição incluindo novos pratos acima do que está no topo.

Da mesma maneira acontece com uma estrutura de dados pilha: um valor, quando é incluído, vai ao topo da pilha e, quando é retirado, também sai do topo. Daí a denominação comum de que se trata de uma estrutura LIFO (*last in, first out*, ou “último a entrar, primeiro a sair”). Isso significa que o último valor incluído é o primeiro a ser excluído.

As pilhas utilizam apenas as operações de empilhar (geralmente chamado *push*), para incluir dados, e desempilhar (*pop*), para excluir; geralmente ainda acompanham de um método *peek*, usado para verificar qual valor está no topo da pilha sem retirá-lo, como mostra o *gif* a seguir:


PILHA



Usabilidade

Um uso clássico de pilhas acontece no próprio sistema operacional. Processos de sistema geralmente iniciam outros processos, que iniciam outros. Constrói-se assim uma pilha de processos, uma vez que o último processo iniciado deve ser finalizado para que o anterior (que chamou o último) possa ser processado ou finalizado, e assim por diante.

Outra aplicação clássica de pilhas acontece nos compiladores, para verificar a abertura e o fechamento de parênteses em uma expressão lógica, por exemplo. Assim, por meio de uma pilha de caracteres, seria possível validar a seguinte expressão:



```
(x * (y - 2) / (10 + z)))
```

É possível percorrer a expressão e usar pilha para empilhar valor ao encontrar o caractere “(” e desempilhar ao encontrar o caractere “)”. Se a expressão estiver correta, a pilha estará vazia ao final. No exemplo mostrado, esse algoritmo indicaria que a expressão está incorreta, pois, ao alcançar o último caractere, a pilha já estará vazia.

Em qualquer situação análoga em que a última informação incluída tenha que ser processada antes que a anteriormente incluída, é possível aplicar pilhas.

Aplicação

Java implementa pilha por meio da classe **Stack**, presente no pacote **java.util**. A declaração de um objeto **Stack** de números inteiros fica como o exemplo a seguir:

```
Stack<Integer> pilha = new Stack<Integer>();
```

Os principais métodos de **Stack** são:

empty()

Retorna verdadeiro se a pilha está vazia.

peek()

Retorna o valor presente no topo da pilha.



`pop()`

Retira o item do topo, retornando seu valor.

`push(T valor)`

Adiciona um novo elemento do tipo T (definido pelo *generics*) no topo da pilha.

`search(Object valor)`

Retorna a posição de determinado elemento.

Imagine que você precisa implementar um código para organizar e determinar quais carros devem sair de um caminhão-cegonha. Os carros estão enfileirados, mas o último a entrar será o primeiro a sair.

Nesta aplicação, será solicitado o nome de cada carro e depois deverá ser apresentada a ordem em que eles sairão do caminhão. Para simplificar, considere apenas um dos andares do veículo de transporte.



Figura 1 – Caminhão-cegonha

Fonte: Ohana Transportes de Veículos (s.d.)

Crie um novo projeto Java ou reescreva o método **main()** de algum já existente com o seguinte código.

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Date;
import java.util.Scanner;
import java.util.Stack;

public class TesteStack {

    public static void main(String[] args) {
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);
        String carro, continuar = "S";

        //declaração da pilha
        Stack<String> cegonha = new Stack<String>();

        while(!continuar.equals("N"))
        {
            System.out.println("Digite o nome do próximo carro a entrar no ca
minhão cegonha: ");
            carro = entrada.nextLine();
            //incluindo o carro na pilha
            cegonha.push(carro);
            System.out.println("Continuar informando dados? S/N");
            continuar = entrada.nextLine();
        }

        System.out.println("Retirar os carros nesta ordem:");
        while(!cegonha.empty()) //enquanto ainda há elementos na pilha
        {
            //retira o item do topo
            carro = cegonha.pop();
            System.out.println(carro);
        }
    }
}
```

Teste com os valores “fusca”, “chevette” e “opala” para verificar que o resultado final será “opala, chevette, fusca”.

Implemente um programa Java em que o usuário informará números inteiros. Inclua o primeiro número em uma pilha e inclua os próximos apenas se for maior que último número informado. Depois, desempilhe os valores mostrando na tela

cada um em sequência.



Fila

Conceitos

O que diferencia uma pilha de uma fila é a ordem em que os elementos são incluídos e excluídos da estrutura. Aqui, o primeiro valor incluído será o primeiro a ser retirado (FIFO – *first in, first out*).

As filas necessitam basicamente das operações de enfileirar (*enqueue* ou *add*) e desenfileirar (*dequeue* ou *remove*). O *gif* a seguir demonstra a inclusão do dado após o último elemento da fila; **remove()** exclui o primeiro item da fila.

FILA



Usabilidade



As situações que envolvem o uso de fila são intuitivas. Uma fila de pessoas esperando para serem atendidas em um consultório médico, por exemplo, pode se beneficiar dessa estrutura de dados. Uma lista de documentos enviados para impressão também certamente implementa uma estrutura de dados fila, uma vez que o primeiro documento enviado deve ser também o primeiro a ser impresso e a ordem dos documentos deve ser preservada.

Aplicação

A interface **Queue** da biblioteca padrão Java representa uma fila e está presente no pacote **java.util**. Ela traz os seguintes métodos:

add(T valor)

Inclui um valor (do tipo genérico T) na fila.

remove()



Remove o último elemento da fila, retornando seu valor.

peek()

Retorna o primeiro elemento da fila (o próximo a ser utilizado).

Por ser interface, **Queue** não pode ser instanciada diretamente. Ao invés disso, é necessário usar alguma de suas implementações.

Uma implementação de uso mais direto e que, na verdade, implementa outro tipo de estrutura de dados é a classe **LinkedList**. Essa classe implementa a interface **Deque** (*double ended queue*), que estende a interface **Queue**.

A interface **Deque** será detalhada em seguida neste material.

Como um primeiro exemplo, será implementada uma fila com nomes de pessoas a serem atendidas em uma clínica. A ordem de chegada delas será a ordem em que serão atendidas.

```
import java.util.LinkedList;
import java.util.Queue;

public class TesteQueue {

    public static void main(String[] args) {
        Queue<String> fila = new LinkedList<String>();

        fila.add("Maria");
        fila.add("Aparecida");
        fila.add("João");
        fila.add("Tônico");

        int ordem = 1;
        while(!fila.isEmpty())
        {
            String nome = fila.remove();
            System.out.println(ordem + "º a ser atendido(a):" + nome);
            ordem++;
        }
    }
}
```

O resultado desse código será o seguinte:



Essa é a implementação mais tradicional para fila. No entanto, existe ainda outra classe que implementa diretamente a interface **Queue** e que trabalha de uma maneira mais específica. **PriorityQueue** é uma fila que mantém sempre ordenados os seus elementos. Aplique **PriorityQueue** ao exemplo anterior e compare seu resultado. A alteração necessária no código aparece em destaque.

```
import java.util.PriorityQueue;
import java.util.Queue;

public class TesteQueue {

    public static void main(String[] args) {
        Queue<String> fila = new PriorityQueue<String>();

        fila.add("Maria");
        fila.add("Aparecida");
        fila.add("João");
        fila.add("Tônico");

        int ordem = 1;
        while(!fila.isEmpty())
        {
            String nome = fila.remove();
            System.out.println(ordem + "º a ser atendido(a):" + nome);
            ordem++;
        }
    }
}
```

Ao executar o programa, o resultado obtido será o seguinte:

```
1º a ser atendido(a):Aparecida
2º a ser atendido(a):João
3º a ser atendido(a):Maria
4º a ser atendido(a):Tônico
```

Note que, nesse caso, os pacientes seriam atendidos pela ordem alfabética de seus nomes, o que não seria adequado para a clínica, mas que serviu aqui para se entender a diferença entre o **LinkedList** e o **PriorityQueue**.

Escreva um programa Java que implemente uma fila de mensagens enviadas em um chat. Primeiro, obtenha do usuário ao menos cinco mensagens textuais e, ao final, apresente e descarte a sequência de mensagens na ordem correta.

Deque/Deck

Anteriormente, foi mencionado que **LinkedList** implementa uma interface chamada **Deque**. Trata-se de uma estrutura de dados específica que traz flexibilidade à fila, permitindo a inclusão e retirada tanto do início quanto do fim da fila.

Para isso, a interface oferece os seguintes métodos (evidentemente implementados por **LinkedList**):

addFirst()

Adiciona um elemento ao início da fila.

addLast()

Adiciona um elemento ao fim da fila.

removeFirst()

Remove o elemento do início da fila.

removeLast()

Remove o elemento do fim da fila.



`getFirst()`

Retorna o elemento no início da fila.

`getLast()`

Retorna o elemento no fim da fila.



Listas

Conceito

A estrutura de dados mais básica é o vetor (ou *array*), capaz de armazenar uma quantidade específica de valores em um espaço dedicado da memória, organizando-os sequencialmente. As limitações do vetor, como a incapacidade de expandir um vetor já declarado ou de eliminar um índice da estrutura, levaram à implementação de estruturas de dados que têm o mesmo propósito, mas que contam com mais flexibilidade.

Uma dessas estruturas é a lista ligada, em que os elementos estão conectados por meio de referências; ao invés de os valores estarem juntos em um bloco de memória, como acontece em um vetor, na lista ligada cada elemento está em uma parte da memória, apenas mantendo referência para o próximo elemento e, em algumas implementações, também para o anterior.

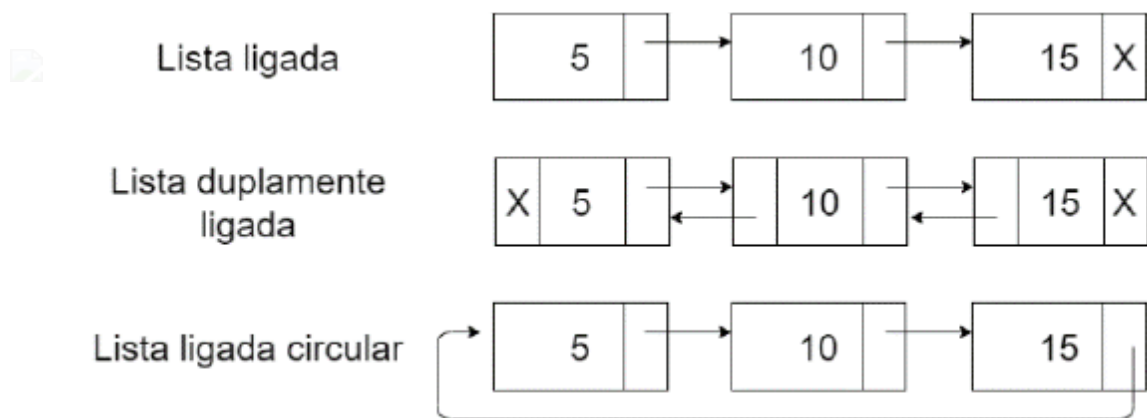


Figura 2 – Implementações de listas ligadas

Fonte: Senac EAD (2022)

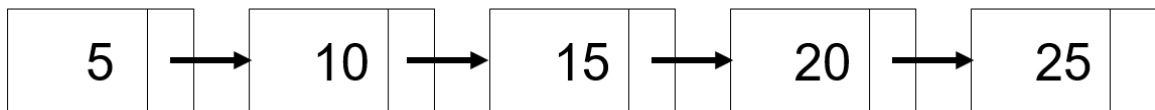
Como qualquer outra estrutura de dados, é possível implementar uma lista ligada a partir de classes simples, em que cada elemento é um objeto “nó”, que aponta para outro objeto “nó”.

Em um vetor de cinco posições, por exemplo, se você quiser incluir um sexto elemento, precisará criar novo vetor com mais posições, transferir todos os dados e incluir o novo valor. Se quiser excluir um item, é preciso remanejar os seguintes para a posição anterior.

Na lista ligada, no entanto, ao incluir um novo elemento, escolhe-se a posição na qual será adicionado, cria-se um novo elemento e atualiza-se o apontamento do elemento anterior para que se ligue ao próximo. Não é necessário recriar toda a estrutura. Confira o *gif* a seguir para compreender melhor:



Ao remover um item de lista ligada, simplesmente atualiza-se o apontamento do elemento anterior para o seguinte ao elemento removido. Veja mais detalhes no *gif* a seguir:



A flexibilidade da lista ligada vem a um custo: torna-se mais dispendioso buscar um valor na lista, já que é necessário percorrer item a item para encontrá-lo (por não ser uma estrutura contígua, os índices usados em vetores para acessar uma posição da estrutura não são aplicáveis aqui).

Essa não é a única implementação de uma estrutura sequencial flexível. Em alguns casos, a substituição de um vetor pode ser mais vantajosa que a lista ligada; em outros, pode-se combinar vetores e listas ligadas para usar alguns benefícios de ambas as estruturas.

Usabilidade

Em qualquer formato que seja, as listas lidam com coleções de valores. Em algumas linguagens, como Java, essa coleção é necessariamente de valores do mesmo tipo (ou de um tipo derivado). Em boa parte das situações, vetores podem ser suficientes e com bom desempenho. Listas ligadas são recomendadas quando se necessita de flexibilidade de adição e remoção de itens, mas pouca busca de valores.

Aplicação

Java conta com uma estrutura de classes para lidar com conjuntos de dados, o Collections Framework. Trata-se de uma biblioteca de interfaces e classes, que abrange estruturas as quais manipulam coleções de elementos e também mapas, que são estruturas armazenando dados em pares chave/valor (ou seja, os valores são indexados por outro valor-chave).

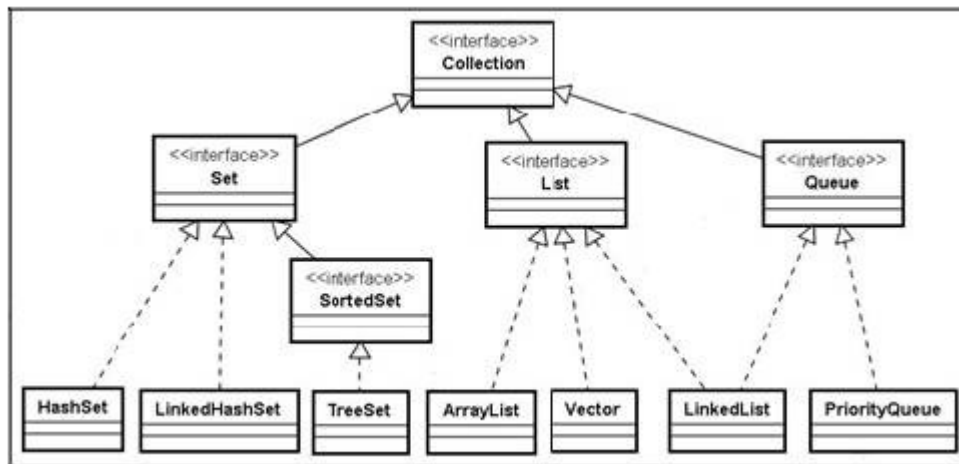


Figura 3 – Diagrama de classes do Collections Framework de Java

Fonte: Araújo (2010)

A interface **Collection** é a base dessas classes. Em seguida estão a interface **Set**, para estruturas que armazenem dados não duplicados, e a interface **List**, para coleções em geral, além de **Queue**, para fila.



Interface List

A interface **List<T>** traz operações gerais para manipulação de coleções, sendo alguns dos principais métodos:

add(T valor)

Inclui um novo item ao final da lista (T é o tipo a ser definido pelo *generic* na classe).

add(int i, T valor)

Incluir um novo item no índice “i” da lista.

get(int i)

Retorna o valor presente no índice “i” da lista.

indexOf(Object o)

Retorna o índice do objeto “o” na lista ou -1, caso ele não exista.

isEmpty()

Retorna verdadeiro quando a lista está vazia.

remove(int i)

Remove o item presente no índice “i” da lista. Retorna o valor removido.

remove(Object o)

Remove o item “o” presente na lista; retorna falso se o objeto não está presente na lista.

clear()

Exclui todos os itens da lista.

size()

Retorna o número de itens presentes na lista.

Naturalmente, qualquer classe que implemente direta ou indiretamente essa interface precisará implementar esses métodos.

As principais classes concretas de **List** são:

ArrayList<E>

Seria possível dizer, de certo modo, que um objeto **ArrayList** é uma espécie de vetor sem limitações de tamanho, em que se pode incluir livremente um novo item na lista sem a preocupação com índices e com a capacidade do vetor. Também se pode excluir um item sem preocupações com índices e com realocação de valores.

Veja a seguir um exemplo de código Java que utiliza **ArrayList** para incluir e excluir nomes em uma lista de clientes de uma loja. O programa permite a inclusão e a exclusão de nomes, mostrando o estado atual da lista a cada iteração.

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Scanner;

public class ListaTeste {

    public static void main(String[] args) {
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);
        String nome, operacao = "I";
        int indice;

        List<String> clientes = new ArrayList<String>();

        while(!operacao.equals("S"))
        {
            System.out.println("Digite a operação [I]ncluir, [E]xcluir, [S]ai
r");

            operacao = entrada.nextLine();
            switch(operacao)
            {
                case "I":
                    System.out.print("Digite o nome: ");
                    nome = entrada.nextLine();
                    clientes.add(nome); //incluindo um novo nome na lista
                    break;

                case "E":
                    System.out.print("Digite o indice: ");
                    indice = entrada.nextInt();
                    if(indice >= 0 && indice < clientes.size())//valida se o
índice informado é válido
                        clientes.remove(indice); //excluindo o valor que está
no índice informado
                    break;

                case "S":
                    System.out.println("Encerrando o programa");
                    break;
            }

            System.out.println("A lista neste momento está assim: ");
            for(int i = 0; i<clientes.size(); i++)
            {
                //em ArrayList, não se usa [] para acessar um item, mas sim m
étodo get()
                System.out.println(clientes.get(i));
            }
        }
    }
}
```



```
}  
}
```

Note no exemplo que foi utilizada esta declaração:

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

A declaração anterior foi utilizada ao invés da seguinte:

```
ArrayList<String> clientes = new ArrayList<String>();
```

Ambas, evidentemente, são corretas. A primeira declaração é possível por **ArrayList** implementar a interface **List**; no entanto, porque “clientes” está declarado com o tipo de **List**, só se terá acesso aos métodos declarados nessa interface. Caso se queira acessar métodos e atributos específicos da classe **ArrayList**, é preferível utilizar a segunda declaração.

Internamente, um **ArrayList** cria um vetor e o usa para armazenar os valores. Quando o vetor já não é mais suficiente, a classe cria outro novo vetor e descarta o antigo. De qualquer maneira, ao usar a classe, o programador não precisa se preocupar com esses detalhes técnicos.

Vector<E>

Vector é uma alternativa que funciona quase exatamente igual ao **ArrayList**, com a diferença de ser *thread-safe*, ou seja, tem mecanismos que previnem problemas em aplicações **multithread**.

Uma aplicação *multithread* é aquela em que duas operações executam de modo paralelo, e não sequencial, como normalmente se programa. Cada linha paralela de execução é chamada *thread*.

Como analogia, pense em *multithread* como duas ou mais transações SQL rodando em paralelo. Alguns problemas semelhantes podem acontecer, como a utilização de um mesmo recurso por duas *threads* e o risco de uma sobrescrever a alteração que a outra realizou nesse recurso. O que o `Vector` faz é prevenir essas situações de risco, mas isso vem a um custo de processamento e, por isso, seu uso deve acontecer apenas quando o programa for realmente *multithread*, caso contrário, é preferível usar **`ArrayList`**.

Sua aplicação é quase idêntica à do **`ArrayList`**. Você pode testar trocando, no exemplo anterior, o tipo do objeto “clientes” para **`Vector<String>`**.

LinkedList<E>

`LinkedList` (ou **Listas Ligadas**) foi apresentada anteriormente no contexto de filas. De fato, **`LinkedList`** implementa tanto a interface **`List<E>`** quanto **`Queue<E>`**. Assim, ela também traz os métodos padrão de **`List`**. Veja no exemplo a seguir a **`LinkedList`** sendo usada como uma lista comum para incluir notas de alunos de maneira ordenada.

```
import java.util.LinkedList;
import java.util.List;
import java.util.Scanner;

public class ListaLigadaTeste {

    public static void main(String[] args) {
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);
        List<Float> notas = new LinkedList<Float>();

        notas.add(5.5f);
        notas.add(7f);
        notas.add(9.75f);

        float novaNota = entrada.nextFloat();
        int indice = 0;

        //busca a posição correta em que a nova nota deve ser incluída
        while(notas.get(indice) < novaNota && indice < notas.size())
        {
            indice++;
        }

        if(indice < notas.size()) //se não chegou ao final da lista...
            notas.add(indice, novaNota); //...incluir na posição correta
        else //senão...
            notas.add(novaNota); //...incluir ao final da lista

        System.out.print("Notas em ordem: ");
        for(int i = 0; i < notas.size(); i++)
        {
            System.out.print(notas.get(i) + " ");
        }
    }
}
```

Por estarem sendo utilizadas **List<Float>**, as operações são idênticas às utilizadas com **ArrayList**. Internamente, no entanto, as operações ocorrem como demonstradas nos dois *gifs* anteriores.



Interface Set

A interface **Set** especifica operações para coleções de dados que não admitem duplicatas, ou seja, não pode haver valores repetidos no armazenamento. Essa estrutura permite uma pesquisa de dados mais rápida que **List**, mas a inclusão de dados é mais lenta.

Os principais métodos especificados por **Set<E>** são os seguintes:

`add(E e)`

Inclui o objeto “e” na coleção, caso o valor já não esteja presente.

`clear()`

Exclui todos os itens da coleção.

`contains(Object o)`

Retorna verdadeiro se o objeto “o” está presente na coleção.

`remove(Object o)`

Remove o objeto “o” da coleção, caso esteja presente.

As principais classes concretas de **Set** são:

HashSet<E>



HashSet são coleções que não garantem a ordem dos elementos – ou seja, a ordem deles pode mudar a cada inclusão –, mas que mantêm eficiência constante na busca por valores, independentemente da quantidade de itens incluídos. Internamente, a classe usa **HashTable** (ou tabelas de dispersão), uma estrutura que associa uma chave a um valor e que permite a eficiência na busca.

O exemplo a seguir mostra o uso de **HashSet** para cadastrar títulos de livros e depois permitir uma busca nessa coleção.

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

public class HashsetTeste {

    public static void main(String[] args) {
        Scanner entrada = new Scanner(System.in);
        Set<String> livros = new HashSet<String>();
        String nomeLivro;

        System.out.println("Primeiro inclua 7 títulos de livros");
        for(int i=0; i<7; i++)
        {
            //incluindo novo valor informado pelo usuário
            nomeLivro = entrada.nextLine();
            livros.add(nomeLivro);

            System.out.println("> Coleção agora: ");
            for(String l : livros)
            {
                System.out.println(l);
            }
        }

        System.out.println("Agora faça buscas. Digite PARE para encerra
r");
        nomeLivro = entrada.nextLine();
        while(!nomeLivro.equals("PARE"))
        {
            //buscando o valor informado no HashSet
            if(livros.contains(nomeLivro))
            {
                System.out.println("Valor '" + nomeLivro + "' foi encontr
ado.");
            }
            else
            {
                System.out.println("Valor '" + nomeLivro + "' não foi enc
ontrado.");
            }

            nomeLivro = entrada.nextLine();
        }
    }
}
```

Teste o código Java apresentado. Ao incluir novos valores, perceba que eles nem sempre ficarão na ordem em que você os informou. Isso é natural com **HashSet**.

O laço *for-each*, presente no código anterior, será abordado em seguida, neste conteúdo.

TreeSet<E>

A operação com **TreeSet** é semelhante à do **HashSet**, com a diferença de que, ao incluir um novo valor, a coleção é reordenada. Assim, **TreeSet** mantém sempre os valores em ordem. Internamente a classe utiliza uma estrutura de dados chamada árvore rubro-negra (*red-black tree*), que auxilia na eficiência da ordenação dos dados, por isso o nome **TreeSet**.

Para testar, use o mesmo exemplo anterior, trocando apenas a declaração do objeto “livros” para o tipo **TreeSet**:

```
Set<String> livros = new TreeSet<String>();
```

Ao executar o código, note que, após cada inclusão, a coleção se mantém ordenada.

Ao utilizar classes próprias (alguma classe criada por você) com **TreeSet**, será necessário implementar a interface **Comparable** e desenvolver o método **compareTo()**, que deve retornar -1 se o valor informado for anterior, 0 se for igual ou 1 se for posterior ao objeto atual. Assim, se você tivesse uma classe **Livro** para o exemplo anterior, com atributos “título” e “autor”, ela precisaria ficar mais ou menos assim:

```
public class Livro implements Comparable<Livro>{  
    public String titulo;  
    public String autor;  
  
    public int compareTo(Livro o) {  
        return this.titulo.compareTo(o.titulo);  
    }  
}
```

É preciso implementar **compareTo()** comparando o título do objeto com o do livro informado por parâmetro. Internamente, **TreeSet** utiliza esse método **compareTo()** para a ordenação.



Laço *for each*

O laço *for* (“para”) é utilizado classicamente para iteração sobre os elementos de vetores. A partir da padronização de coleções, as linguagens de programação introduziram um novo tipo de laço específico para elas, normalmente chamado de *for-each* (“para cada”). A sintaxe no Java é a seguinte:

```
for(Tipo variavel : lista)  
{  
    <código>  
}
```

Um laço *for-each* itera automaticamente sobre os elementos de uma lista, sem necessidade de manipular índices. Em *for-each*, uma variável local é declarada com o tipo dos elementos da lista e é utilizada para

receber, a cada iteração do laço, o valor do item atual na lista, passando ao próximo item no fim da iteração. É o que acontece no exemplo de uso do **HashSet**, no seguinte trecho:

```
for(String l : livros)
{
    System.out.println(l);
}
```

HashSet não usa índices para referenciar seus valores. Assim, o laço *for* não seria suficiente para percorrer a coleção de valores, o que se torna possível e simples com *for-each*.

O trecho a seguir mostra um laço *for-each* aplicado a um vetor simples para mostrar o dobro de cada valor armazenado.

```
int valores[] = {7, 8, 4, 1, 5};
for(int valor : valores)
{
    valor = valor * 2;
    System.out.println(valor);
}
```

O que faz o *for-each* funcionar é um objeto iterator presente em cada objeto **Collection**. Ele permite que se percorra item a item de uma coleção e que se verifique se já chegou ao fim dela. É possível usar diretamente via código o **Iterator** (todo **Collection** tem um método chamado **iterator()**, que retorna seu objeto de iteração), mas o laço *for-each* facilita muito essa operação, além de deixar o código mais limpo.

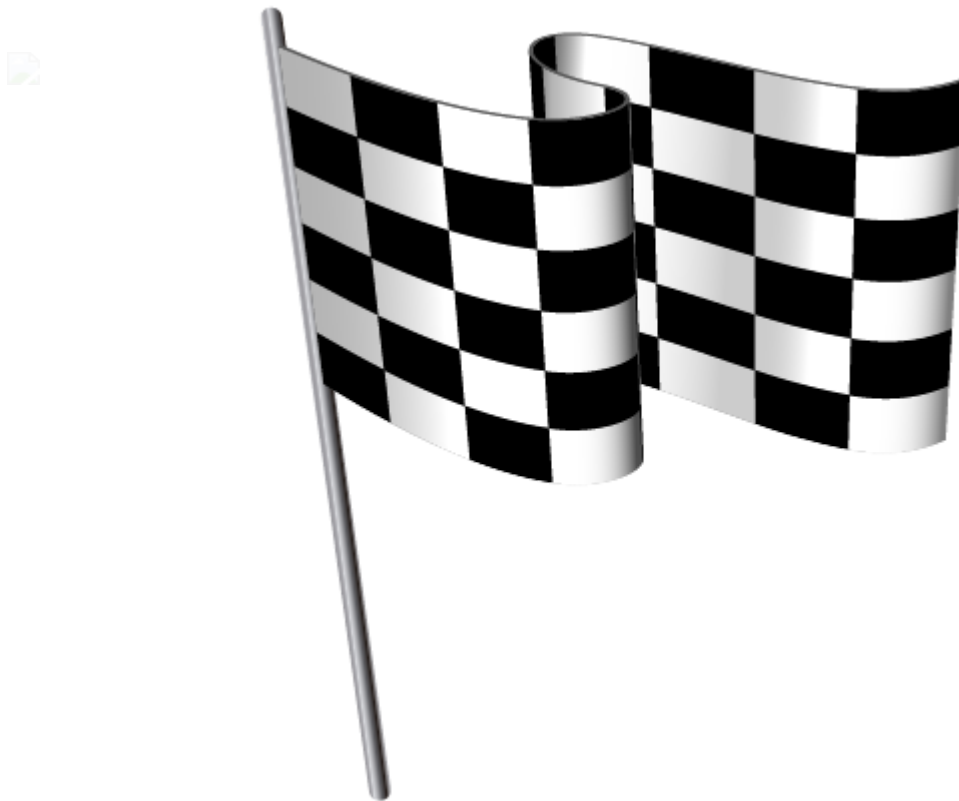


Estruturas Java



Assista agora os vídeos que explicam as estruturas de dados implementadas no JAVA

Encerramento



Você pode perceber a partir desse conteúdo que Java traz muitas implementações de algoritmos e estruturas clássicas, o que é uma boa ajuda ao programador – ao invés de construir toda a regra para uma pilha, por exemplo, basta usar a classe **Stack**.

É importante seguir pesquisando a biblioteca Java, que traz mais uma variedade de estruturas de dados ou de interfaces que podem ser úteis para determinados problemas. Em algumas situações, no entanto, será necessário implementar a estrutura. Daí a importância de saber a sua utilidade e seu funcionamento, verificando se ela se aplica ou não à situação que se deseja desenvolver.