**Técnicas de Programação II**

**Prof. Cristiano Vieira**

**Capítulo 1:**

* **Variáveis unidimensionais e bidimensionais**

**Vetores (unidimensional)**

**1. Problemática**

Durante o desenvolvimento de programas de computador, comumente surge a necessidade de agruparmos variáveis de um mesmo tipo. Por exemplo: você está criando um programa que precisa armazenar as notas de alunos de uma turma. Uma abordagem possível é a seguinte:

|  |
| --- |
| public class Programa {      public static void main() {           double aluno1 = 8.5; // Nota do aluno 1           double aluno2 = 7.8; // Nota do aluno 2           double aluno3 = 9.5; // Nota do aluno 3      }  } |

Como você deve ter percebido, a abordagem consiste em criar uma variável do tipo double (aceita números com vírgula) para cada aluno.

Porém, essa abordagem apresenta os seguintes problemas:

* Caso a turma possua 100 alunos, você terá que criar 100 variáveis diferentes (e criar um nome diferente para cada uma).
* O programa só servirá para uma quantidade fixa de alunos, ou seja, caso seja criado o programa para 50 alunos (50 variáveis), turmas com mais alunos não conseguirão utilizar o programa.
* Não é a abordagem mais eficiente para resolver o problema, o código fica muito extenso e repetitivo.

Pois bem, programadores são seres muito inteligentes,  obviamente existe uma maneira mais simples e eficiente de resolver essa situação, utilizando VETORES.

Semelhante às liguagens C, C++ e Pascal, a linguagem Java também dá suporte a vetores (arrays) de diversas formas. Os vetores constituem uma forma muito conveniente de organizar informações em fileira. Por exemplo, podemos formar um vetor com as notas dos alunos de uma sala de aula do seguinte modo:

double notas[] = { 8.5, 7.8, 9.5 };

**2. Definição de vetor**

Vetores são estruturas que permitem agrupar variáveis de um mesmo tipo. Por esse motivo, recebem uma nomenclatura especial, são chamados de “Tipos homogêneos de Dados”. Agora chega de conversa e vamos por a mão na massa.

Um array (vetor) é um grupo de variáveis (chamados elementos ou componentes) que contém valores todos de um mesmo tipo. **(Deitel & Deitel, 2010)**.

**3. Utilização de vetores**

Agora que sabemos o que são vetores, como criá-los utilizando Java? Como exemplo, vamos criar um vetor para armazenar as notas dos alunos do exemplo anterior. Segue abaixo o código:

double notas[] = new double[100];

A linha de código acima cria um vetor chamado **notas**capaz de armazenar **100 elementos** do tipo **double**. O que acontece internamente é que serão reservados 100 espaços na memória para armazenar esses elementos. Cada espaço desse poderá ser acessado através de um número (chamado de índice). Veja o exemplo abaixo:

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13 | public class Programa {      public static void main(String args[]) {          double notas[] = new double[100]; // Cria o vetor          notas[0] = 8.5; // - Armazena a nota 8.5 no primeiro espaço          notas[1] = 7.8; // - Armazena a nota 7.8 no segundo espaço          notas[2] = 9.5; // - Armazena a nota 9.5 no terceiro espaço          //- continua          notas[98] = 10.0;          notas[99] = 6.8; // - Esse é o último espaço desse vetor            System.out.println(notas[2]); // Será impresso "9.5"      }  } |

O exemplo acima cria um vetor contendo 100 espaços para armazenar notas tipo double (linha 3). Em seguida, nas linhas 4-9, alguns valores são armazenados nesse vetor. O leitor atento deve ter percebido que os índices (números que estão entre [ ] ) começam em 0 e vão até 99. Em Java, todo vetor começa com índice 0 e vai até o tamanho do vetor menos 1. A linha 11 mostra o número que está na posição (índice) 2 sendo resgatado e mostrado na tela.

**Resumindo:** para guardar números dentro dos vetores e para resgatá-los novamente o programador deve utilizar os índices, que vão de 0 (primeiro espaço) até o tamanho do vetor – 1 (último espaço).

Vejamos um segundo exemplo:

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11 | public class Programa2 {      public static void main(String args[]) {          int numeros[] = new int[4]; // Cria o vetor de 4 inteiros          numeros[0] = 5;          numeros[1] = 9;          numeros[2] = 6;          numeros[3] = 7;          int soma = numeros[0]+numeros[1]+numeros[2]+numeros[3];          System.out.println(soma); // Será impresso 27      }  } |

O programa acima faz o seguinte: na linha 3 é criado um vetor de 4 inteiros (números sem vírgula) chamado **numeros**. Como o vetor dispõe de 4 espaços, com os índices começando em zero, temos os espaços: 0, 1, 2 e 3. As linhas 4-7 armazenam alguns números nessas posições. Na linha 8, a variável **soma**armazenará a soma dos números. E na linha 9 a soma é impressa na tela.

Como pudemos ver esse foi um exemplo bem simples de utilização de vetores. Obviamente esse tipo de estrutura possui diversas aplicações que vão muito além do que foi mostrado.

Vamos implementar uma Lista para resolver o problema da listagem de alunos. Lembrando que a interface da Lista já foi definida no capítulo de armazenamento sequencial, seguem as operações que devemos implementar:

* Adiciona um dado aluno no fim da Lista.
* Adiciona um dado aluno em uma dada posição.
* Pega o aluno de dada posição.
* Remove o aluno de dada posição.
* Verifica se um dado aluno está armazenado.
* Informa o número de alunos armazenados.

Ainda falta definir como os alunos serão armazenados. Como queremos manter muitos alunos vamos alocar um grande espaço de memória sequencial com capacidade para guardar uma certa quantidade de alunos, talvez 100 alunos por enquanto seja razoável.

Para facilitar o acesso aos alunos, dividiremos o espaço de memória alocado em pequenos pedaços idênticos. Cada pedaço armazenará um aluno. Além disso, vamos indexar (numerar) os pequenos pedaços para ser fácil recuperar um aluno.

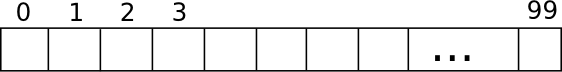


Figura 4.9: Array

Praticamente todas as linguagens de programação têm um recurso similar ao que descrevemos acima. Em Java, este recurso é chamado de Array.

Um array é uma porção de memória fixa e sequencial dividida em pedaços idênticos indexados a partir do 0. Em cada posição do array, podemos guardar um aluno. Na verdade, cada posição pode guardar uma referência para um objeto do tipo Aluno.

A capacidade de um array é fixa e deve ser informada no momento da criação do array. Não é possível redimensionar um array em Java, teremos de contornar isso mais adiante.

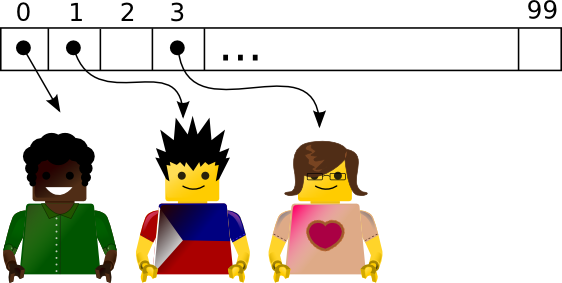


Figura 4.10: Array de Referências

Uma Lista implementada com array muitas vezes é denominada Vetor. Então criaremos uma classe chamada Vetor que armazena os alunos em array e tem todas as operações de uma Lista, encapsulando o acesso a esta Array.

**public** **class** Vetor {

// Declarando e Inicializando um array de 100 Aluno

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

}

O código do **Vetor** acima não compila porque alguns de seus métodos não são void, obrigando a você retornar alguma coisa de um certo tipo. Se você quiser fazer com que o código acima compile, adicione alguns returns apropriados, como 0, nulls e falses.

**Os primeiros testes**

Como temos a interface do Vetor já bem definida, podemos criar alguns testes antes mesmo de começar a implementar o código. Criaremos testes para cada uma das operações.

**Adiciona no fim da lista**

Teste:

**public** **class** TesteAdicionaNoFim {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("João");

a2.setNome("José");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

System.out.println(lista);

}

}

Saída:

[João, José]

**Adiciona em uma dada posição**

Teste:

**public** **class** TesteAdicionaPorPosicao {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

Aluno a3 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

a3.setNome("Ana");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(0, a2);

lista.adiciona(1, a3);

System.out.println(lista);

}

}

Saída:

[Paulo, Ana, Rafael]

**Pegar um aluno por posição**

Teste:

**public** **class** TestePegaPorPosicao {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

Aluno aluno1 = lista.pega(0);

Aluno aluno2 = lista.pega(1);

System.out.println(aluno1);

System.out.println(aluno2);

}

}

Saída:

Rafael

Paulo

**Remover um aluno por posição**

Teste:

**public** **class** TesteRemovePorPosicao {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

lista.remove(0);

System.out.println(lista);

}

}

Saída:

[Paulo]

**Verificar se a lista contem um dado aluno**

Teste:

**public** **class** TesteContemAluno {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

System.out.println(lista.contem(a1));

System.out.println(lista.contem(a2));

Aluno aluno = **new** Aluno();

aluno.setNome("Ana");

System.out.println(lista.contem(aluno));

}

}

Saída:

true

true

false

**Informar o tamanho da lista**

Teste:

**public** **class** TesteTamanhoLista {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

Aluno a3 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

System.out.println(lista.tamanho());

lista.adiciona(a3);

System.out.println(lista.tamanho());

}

}

Saída:

2

3

Estes testes podem ser rodados a medida que preenchemos nosso Vetor com sua respectiva implementação. Em uma aplicação profissional Java, criaríamos **testes de unidade**, utilizando bibliotecas auxiliares, como JUnit ou TestNG, para facilitar a escrita destes mesmos testes.

O desenvolvimento dirigido a testes (Test Driven Development, TDD) é uma prática que ganha cada vez mais força, onde escreveríamos primeiro os testes das nossas classes, antes mesmo de começar a escrever a sua classe. O intuito disso é que você acaba apenas criando as classes e os métodos que realmente necessita, e eles já estão testados! O design da classe também costuma sair mais simples, pois uma classe com muitas dependências e acoplamento é difícil ser testada.

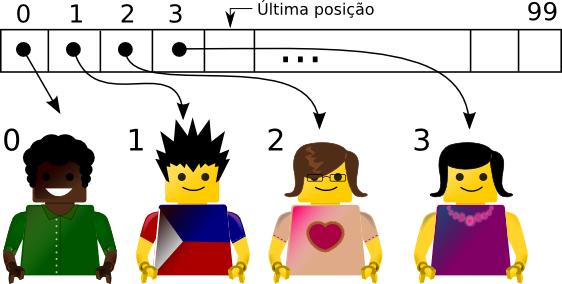
**4 - Operações em vetores**

Na seqüência, implementaremos cada uma das operações de uma Lista.

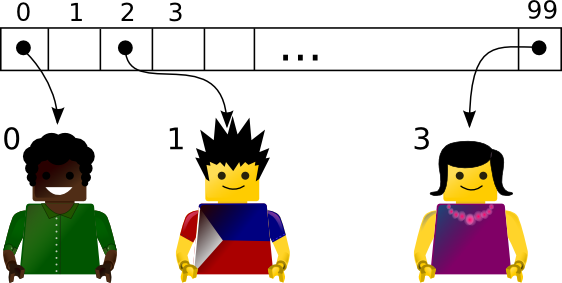
**4.1 - Adicionar no fim da Lista**

Esta operação receberá um aluno e vai guardá-lo no fim da Lista. Então, precisamos saber onde é o fim da Lista. A dificuldade em descobrir a última posição depende de como os alunos serão armazenados no array.

Há duas possibilidades: ou guardamos os alunos compactados a esquerda do array ou não. No primeiro caso, será bem mais fácil achar a última posição da Lista. Além disso, o índice do array será o mesmo índice da Lista.



*Figura 4.1: Array compactado a esquerda*



*Figura 4.2: Array não compactado a esquerda*

Então, vamos definir que sempre os alunos serão armazenados compactados a esquerda no array, sem "buracos", que além de tudo economiza espaço.

Para achar a última posição da Lista ou a primeira posição vazia basta percorrer o array da esquerda para a direita até achar um valor **null** (lembrando que os arrays do Java guardam referências, e o valor padrão para referências é **null**). Achado a primeira posição vazia é só guardar o aluno nela.

Para percorrer o array usaremos um laço. Perceba que usamos o controlador de laço **break** para parar o **for** quando o aluno já foi adicionado.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**public** **void** adiciona(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.alunos.length; i++) {

**if** (**this**.alunos[i] == **null**) {

**this**.alunos[i] = aluno;

**break**;

}

}

}

}

Neste ponto já seria interessante testar com o TesteAdicionaNoFim.

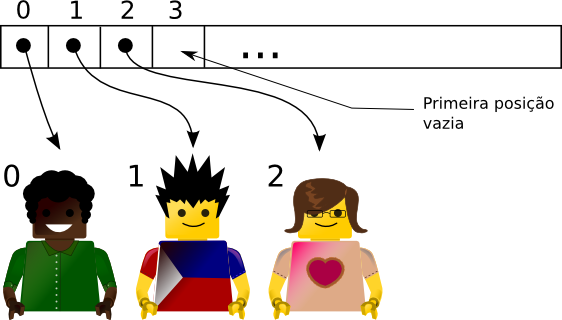
Fazendo uma análise simples deste método, é fácil ver que quanto mais alunos forem inseridos pior será o desempenho deste método. Por exemplo, se a Lista tem 50 alunos, o laço vai rodar 51 vezes para achar a primeira posição vazia.

Já que o consumo de tempo deste método piora proporcionalmente na medida que o número de elementos que existem na Lista aumenta, dizemos que o consumo é **linear**.

Será que tem alguma maneira de melhorar este consumo de tempo?

Uma pequena modificação é capaz de melhorar muito o desempenho doadiciona(Aluno). Perceba que percorremos o array somente para procurar a primeira posição vazia. Mas isso é realmente necessário?

Vamos lembrar que o nosso array está compactado a esquerda então o índice da primeira posição vazia é igual a quantidade de elementos. Logo, se guardarmos a quantidade de elementos em algum lugar então no momento de adicionar um aluno já saberíamos qual é o índice da primeira posição vazia.



*Figura 4.3: Quantidade de elementos = Índice da primeira posição vazia*

Para guardar a quantidade de alunos existentes na Lista definiremos um atributo na classe Vetor do tipo int.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

**public** **void** adiciona(Aluno aluno) {

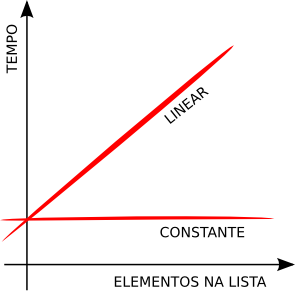
**this**.alunos[**this**.totalDeAlunos] = aluno;

**this**.totalDeAlunos++;

}

}

Agora, o consumo de tempo do método é sempre o mesmo não importa quantos alunos estejam armazenados. Neste caso, dizemos que o consumo é **constante**.



*Figura 4.4: Consumo Linear VS Consumo Constante*

Um ponto interessante de enxergar aqui é que modificamos nossa **implementação** sem alterar nossa **interface**, e conseguimos deixar o método adiciona mais rápido. Com isso, se alguém já estivesse usando nossa classe Vetorantiga, poderia substituir pela nova sem alterar nenhuma outra linha de código. Se o acesso a nossa array fosse público, teríamos problemas nos códigos das pessoas que estão usando a nossa classe. Graças ao encapsulamento e a boa definição de nossa interface, evitamos ter de reescrever uma quantidade grande de código.

Para verificar se o método continua funcionando devemos executar novamente o TesteAdicionaNoFim.

**4.2 - O método toString() para o Vetor**

Vamos reescrever o método toString() para visualizar facilmente o conteúdo da Lista. Utilizamos a classe StringBuilder para construir a String que mostrará os elementos da Lista.

**public** String toString() {

**if** (**this**.totalDeAlunos == 0) {

**return** "[]";

}

StringBuilder builder = **new** StringBuilder();

builder.append("[");

**for** (**int** i = 0; i < **this**.totalDeAlunos - 1; i++) {

builder.append(**this**.alunos[i]);

builder.append(", ");

}

builder.append(**this**.alunos[**this**.totalDeAlunos - 1]);

builder.append("]");

**return** builder.toString();

}

**4.3 - Informar o tamanho da Lista**

Esta operação ficou muito simples de ser implementada porque a classe Vetortem um atributo que guarda a quantidade de alunos armazenados. Então, basta devolver o valor do totalDeAlunos. Perceba que o consumo de tempo será constante: não há laços.

**public** **class** Vetor {

...

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **int** tamanho() {

**return** **this**.totalDeAlunos;

}

}

Se não tivéssemos criado o atributo totalDeAlunos o método tamanho() teria que fazer um laço para percorrer o array inteiro e contar quantas posições estão ocupadas. Ou seja, o desempenho seria linear que é muito pior que constante.

Não podemos esquecer de rodar o teste para o tamanho da Lista.

**4.4 - Verificar se um aluno está presente no vetor**

Nesta operação, precisamos comparar o aluno dado com todos os alunos existentes na Lista. Para implementar esta funcionalidade faremos um laço.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.alunos.length; i++) {

**if** (aluno == **this**.alunos[i]) {

**return** **true**;

}

}

**return** **false**;

}

}

Neste método, se o aluno procurado for encontrado então o valor **true** é devolvido. Se a array acabar e o aluno não for encontrado, significa que ele não está armazenado logo o método deve devolver falso. A capacidade do array é obtida pelo atributo length.

O nosso método é ineficiente quando a Lista tem poucos elementos. Perceba que ele sempre percorre o array todo. Não é necessário percorrer o array inteiro basta percorrer as posições ocupadas, ou seja, o laço tem que ir até a última posição ocupada. Nós podemos obter a última posição ocupada através do atributototalDeAlunos.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.totalDeAlunos; i++) {

**if** (aluno == **this**.alunos[i]) {

**return** **true**;

}

}

**return** **false**;

}

}

Nós estamos comparando os alunos com o operador ==. Este operador compara o conteúdo das variáveis. No Java, as variáveis de tipos não primitivos, como o tipo Aluno, guardam referências para objetos. Então, na verdade, estamos comparando as referências e não os objetos propriamente.

Para comparar objetos devemos usar o método equals(Object). Lembrando que rescrevemos este método para considerar que dois objetos do tipo Aluno são iguais quando os seus atributos nome são iguais.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.totalDeAlunos; i++) {

**if** (aluno.equals(**this**.alunos[i])) {

**return** **true**;

}

}

**return** **false**;

}

}

Aqui deveríamos executar o teste do contem.

**4.5 - Pegar o aluno de uma dada posição do array**

Esta operação parece bem simples, ela deve simplesmente acessar e devolver o aluno da posição desejada.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

...

...

**public** Aluno pega(**int** posicao) {

**return** **this**.alunos[posicao];

}

}

Mas não é tão simples assim: esquecemos de considerar a possibilidade do usuário pedir por uma posição inválida. Se desconsiderarmos esta possibilidade vamos correr o risco de acessar uma posição vazia ou inexistente. Então, antes de acessar a posição, vamos verificar se ela está ocupada.

Será criado o método posicaoOcupada(int) que devolve verdadeiro se a posição estiver ocupada, e falso caso contrário. Uma posição é válida se ela pertence ao intervalo fechado [0, this.totalDeAlunos - 1].

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

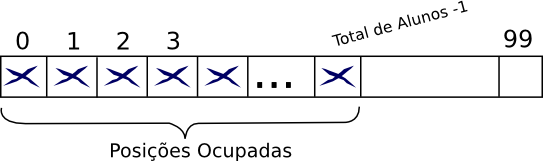
**private** **boolean** posicaoOcupada(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao < **this**.totalDeAlunos;

}

}

A maneira que o método posicaoOcupada(int) foi implementado é bem interessante pois ela não usa ifs.



*Figura 4.5: Posições ocupadas*

É importante observar que o método posicaOcupada(int) deve ser privado pois não deve ser acessado por quem está usando a classe Vetor. Desta forma, o sistema fica mais encapsulado.

Agora, o método pega(int) pode invocar o posicaoOcupada(int) para saber se a posição está ocupada ou não. Caso a posição seja válida, o pega(int) devolve o aluno correspondente e caso contrário, ele lança uma exceção (optamos por IllegalArgumentException).

As exceções são uma maneira de informar para quem chamou um método que algo aconteceu de maneira diferente da comum.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** Aluno pega(**int** posicao) {

**if** (!**this**.posicaoOcupada(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**return** **this**.alunos[posicao];

}

**private** **boolean** posicaoOcupada(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao < **this**.totalDeAlunos;

}

}

Feito o método devemos testá-lo com o teste definido anteriormente.

**4.6 - Adicionar um aluno em uma determinada posição do array**

A operação de adicionar um aluno em uma determinada posição é mais delicada. Primeiro, precisamos verificar se a posição faz sentido ou não. Só podemos adicionar um aluno em alguma posição que já estava ocupada ou na primeira posição vazia da Lista.

Para verificar se podemos adicionar um aluno em uma dada posição devemos testar se a posição está no intervalo [0, this.totalDeAlunos]. Vamos criar um método para isolar esta verificação.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

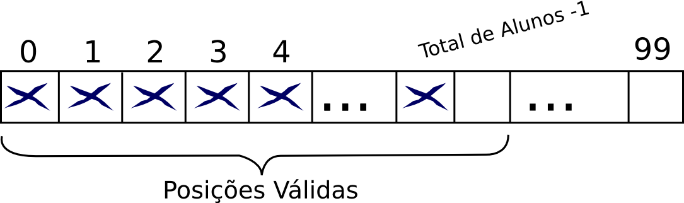
...

**private** **boolean** posicaoValida(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao <= **this**.totalDeAlunos;

}

}



*Figura 4.6: Posições válidas*

Após verificar se podemos adicionar o aluno na posição dada, devemos tomar cuidado para não colocar um aluno sobre outro. É preciso deslocar todos os alunos a "direita" da posição onde vamos inserir uma vez para a "frente". Isso abrirá um espaço para guardar a referência para o aluno novo.

*Figura 4.7: Deslocamento para a direita*



**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **void** adiciona(**int** posicao, Aluno aluno) {

**if** (!**this**.posicaoValida(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = **this**.totalDeAlunos - 1; i >= posicao; i-=1) {

**this**.alunos[i + 1] = **this**.alunos[i];

}

**this**.alunos[posicao] = aluno;

**this**.totalDeAlunos++;

}

**private** **boolean** posicaoValida(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao <= **this**.totalDeAlunos;

}

}

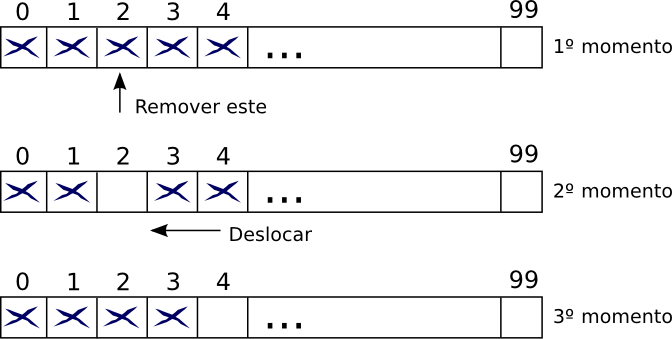
Quanto este método consome de tempo? Depende! Se for a última posição, consumirá tempo constante. No caso de ser a primeira posição, ele terá de deslocar **todos** os elementos para a direita, consumindo tempo linear em relação ao número de elementos distantes. É comum calcularmos o tempo consumido de um método pensando sempre no pior caso, então diremos que o método que adiciona em qualquer posição de nosso Vetor consome tempo linear.

Agora é um ótimo momento para testar. Podemos rodar o teste de adicionar por posição.

**4.7 - Remover um aluno de uma dada posição**

Inicialmente, precisamos verificar se a posição está ocupada ou não. Afinal, não faz sentido remover algo que não existe. Para saber se a posição está ocupada ou não podemos usar o método posicaoOcupada(int).

Se a posição estiver ocupada então podemos remover o aluno. Além disso, precisamos deslocar os alunos que estavam a direita daquele que removemos uma vez para esquerda para fechar o "buraco" aberto pela remoção.



*Figura 4.8: Deslocamento para a esquerda*

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **void** remove(**int** posicao) {

**if** (!**this**.posicaoOcupada(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = posicao; i < **this**.totalDeAlunos - 1; i++) {

**this**.alunos[i] = **this**.alunos[i + 1];

}

**this**.totalDeAlunos--;

}

**private** **boolean** posicaoOcupada(**int** posicao) {

**return** posicao < **this**.alunos.length && posicao >= 0;

}

}

Você sabe dizer quanto tempo este método consome?

E agora falta executar o teste para esta operação.

**4.8 - Alocação Dinâmica**

Há um grande problema na implementação apresentada até o momento. Imagine que o vetor já contenha 100 alunos. Ao adicionar mais um aluno ocorreria um erro pois o array foi criado com 100 posições e o método adiciona() tentaria inserir um aluno em uma posição que não existe: o java lançará um exceção.

Para resolver isso, podemos tentar inicializar o array com um tamanho maior. Isso não resolveria problema. Por exemplo, se o tamanho da array fosse 200 em vez de 100, no momento que fosse inserido o aluno número 201, ocorreria novamente um erro.

Uma abordagem mais eficiente seria cada vez que o array ficar cheio alguma providência seja tomada, como, por exemplo, dobrar o tamanho dele.

Vamos criar um método que tem como tarefa verificar se o array está cheio. Caso estiver cheio, ele criará um novo array com o dobro do tamanho do antigo e moverá os alunos do array antigo para o novo.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**private** **void** garantaEspaco() {

**if** (**this**.totalDeAlunos == **this**.alunos.length) {

Aluno[] novaArray = **new** Aluno[**this**.alunos.length \* 2];

**for** (**int** i = 0; i < **this**.alunos.length; i++) {

novaArray[i] = **this**.alunos[i];

}

**this**.alunos = novaArray;

}

}

}

O risco de tentar adicionar um aluno sem ter posição disponível só ocorre, evidentemente, nos métodos de adicionar aluno. Então, para evitar este problema, vamos verificar se existe espaço disponível antes de adicionar um aluno.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

...

**public** **void** adiciona(Aluno aluno) {

**this**.garantaEspaco();

**this**.alunos[**this**.totalDeAlunos] = aluno;

**this**.totalDeAlunos++;

}

**public** **void** adiciona(**int** posicao, Aluno aluno) {

**this**.garantaEspaco();

**if** (!**this**.posicaoValida(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = **this**.totalDeAlunos - 1; i >= posicao; i-=1) {

**this**.alunos[i + 1] = **this**.alunos[i];

}

**this**.alunos[posicao] = aluno;

**this**.totalDeAlunos++;

}

}

O método garantaEspaco() só é útil dentro da classe Vetor, ou seja, não deve ser disponibilizado para o usuário então ele deve ser um método **private**.

**4.9 - Generalização**

A implementação de vetor feita até agora funciona muito bem para armazenar alunos. Porém, não serve para armazenar nenhum outro tipo de objeto. Nossa estrutura de dados está muito atrelada ao tipo de dado que ela armazena (Alunos). Se amanhã ou depois precisarmos de uma Lista de carro ou uma Lista de computador teríamos que implementar novamente o Vetor.

Em vez de colocarmos um array de Aluno na classe Vetor vamos colocar um array de Object. Assim, estamos generalizando a nossa estrutura de dados. Desta forma, poderemos armazenar qualquer tipo de objeto.

**public** **class** Vetor {

**private** Object[] objetos = **new** Object[100];

**private** **int** totalDeObjetos = 0;

**public** **void** adiciona(Object objeto) {

**this**.garantaEspaco();

**this**.objetos[**this**.totalDeObjetos] = objeto;

**this**.totalDeObjetos++;

}

**public** **void** adiciona(**int** posicao, Aluno aluno) {

**this**.garantaEspaco();

**if** (!**this**.posicaoValida(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = **this**.totalDeObjetos - 1; i >= posicao; i--) {

**this**.objetos[i + 1] = **this**.objetos[i];

}

**this**.objetos[posicao] = aluno;

**this**.totalDeObjetos++;

}

**public** Object pega(**int** posicao) {

**if** (!**this**.posicaoOcupada(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**return** **this**.objetos[posicao];

}

**public** **void** remove(**int** posicao) {

**if** (!**this**.posicaoOcupada(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = posicao; i < **this**.totalDeObjetos - 1; i++) {

**this**.objetos[i] = **this**.objetos[i + 1];

}

**this**.totalDeObjetos--;

}

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.totalDeObjetos; i++) {

**if** (aluno.equals(**this**.objetos[i])) {

**return** **true**;

}

}

**return** **false**;

}

**public** **int** tamanho() {

**return** **this**.totalDeObjetos;

}

**private** **boolean** posicaoOcupada(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao < **this**.totalDeObjetos;

}

**private** **boolean** posicaoValida(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao <= **this**.totalDeObjetos;

}

**private** **void** garantaEspaco() {

**if** (**this**.totalDeObjetos == **this**.objetos.length) {

Object[] novaArray = **new** Object[**this**.objetos.length \* 2];

**for** (**int** i = 0; i < **this**.objetos.length; i++) {

novaArray[i] = **this**.objetos[i];

}

**this**.objetos = novaArray;

}

}

}

No Java todas as classes herdam, diretamente ou indiretamente, da classeObject. Então, um objeto de qualquer tipo pode ser referenciado com uma variável do tipo Object. Este conceito de referenciar um mesmo objeto de várias maneiras (Aluno ou Object) é chamado de **polimorfismo**.

O que ganhamos com esta generalização foi um forte reaproveitamento da classe Vetor, porém na hora do uso perdemos a segurança da tipagem do java. Isso acarretará na necessidade do uso de **casting**.

Vetor lista = **new** Vetor();

// Inserindo uma String

lista.adiciona("Joao Silva");

// Fazendo um casting de String para Aluno. Erro de EXECUÇÃO.

Aluno aluno = (Aluno) lista.pega(0);

Existe uma outra maneira de fazer a mesma classe sem essa desvantagem de usar castings, que é criar uma classe parametrizada, um recurso existente no Java a partir da versão 5.

**4.10 - API do Java**

Na biblioteca do Java, há uma classe que implementa a estrutura de dados que foi vista neste capítulo, esta classe chama-se **ArrayList** e será testada pelo código abaixo.

**public** **class** Teste {

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

ArrayList vetor = **new** ArrayList();

Aluno aluno1 = **new** Aluno();

Aluno aluno2 = **new** Aluno();

Aluno aluno3 = **new** Aluno();

vetor.add(aluno1);

vetor.add(aluno2);

vetor.add(0, aluno3);

**int** tamanho = vetor.size();

**if** (tamanho != 3) {

System.out.println("Erro: O tamanho da lista está errado.");

}

**if** (!vetor.contains(aluno1)) {

System.out

.println("Erro: Não achou um aluno que deveria estar na lista");

}

vetor.remove(0);

tamanho = vetor.size();

**if** (tamanho != 2) {

System.out.println("Erro: O tamanho da lista está errado.");

}

**if** (vetor.contains(aluno3)) {

System.out

.println("Erro: Achou um aluno que não deveria estar na lista");

}

}

}

A classe Vector é muito similar a ArrayList, a grande diferença é queArrayList não é segura para ser compartilhada entre várias threads simultaneamente sem o devido cuidado. Dizemos que Vector é thread safe, mas isso tem um custo, e é por isso que evitamos usar Vector e preferimos usar ArrayList sempre que possível.

Para evitar fazer casting de objetos, podemos utilizar o recurso de generics do Java 5. A utilização de generics é bem simples, a gente deve informar que o nossa Lista vai guardar alunos. Isso é feito como mostra o código a seguir:

**public** **class** Teste {

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

ArrayList vetorSemGenerics = **new** ArrayList();

ArrayList<Aluno> vetorComGenerics = **new** ArrayList<Aluno>();

Aluno aluno = **new** Aluno();

vetorSemGenerics.add(aluno);

vetorComGenerics.add(aluno);

Aluno a1 = (Aluno) vetorSemGenerics.get(0);

Aluno a2 = vetorComGenerics.get(0);

}

}

Com o generics temos uma segurança em tempo de compilação em relação a tipagem dos objetos. Se tentarmos adicionar um objeto que não é do tipo Alunoum erro de **compilação** acontecerá.

ArrayList<Aluno> vetorComGenerics = **new** ArrayList<Aluno>();

vetorComGenerics.add("Rafael"); // erro de compilação

Qual a vantagem de um erro de compilação sobre um erro de execução? O de execução acontece quando o usuário está do lado do computador. O de compilação acontece quando o programador está no computador.

**Exercícios: Vetores**

1. Crie a classe Vetor no pacote **br.com.caelum.ed.vetores** com as assinaturas dos métodos vistos neste capítulo e com um atributo do tipo array de Aluno inicializado com 100000 posições.

**package** br.com.caelum.ed.vetores;

**import** br.com.caelum.ed.Aluno;

**public** **class** Vetor {

// Declarando e Inicializando um array de Aluno com capacidade 100.

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100000];

**public** **void** adiciona(Aluno aluno) {

// implementação

}

**public** **void** adiciona(**int** posicao, Aluno aluno) {

// implementação

}

**public** Aluno pega(**int** posicao) {

// implementação

**return** **null**;

}

**public** **void** remove(**int** posicao) {

// implementação

}

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

// implementação

**return** **false**;

}

**public** **int** tamanho() {

// implementação

**return** 0;

}

}

1. Escreva os testes de unidade vistos neste capítulo. Coloque os testes no pacote**br.com.caelum.ed.vetores.testes**.

Teste:

**public** **class** TesteAdicionaNoFim {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

System.out.println(lista);

}

}

Saída:

[Rafael, Paulo]

Teste:

**public** **class** TesteAdicionaPorPosicao {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

Aluno a3 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

a3.setNome("Ana");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(0, a2);

lista.adiciona(1, a3);

System.out.println(lista);

}

}

Saída:

[Paulo, Ana, Rafael]

Teste:

**public** **class** TestePegaPorPosicao {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

Aluno aluno1 = lista.pega(0);

Aluno aluno2 = lista.pega(1);

System.out.println(aluno1);

System.out.println(aluno2);

}

}

Saída:

Rafael

Paulo

Teste:

**public** **class** TesteRemovePorPosicao {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

lista.remove(0);

System.out.println(lista);

}

}

Saída:

[Paulo]

Teste:

**public** **class** TesteContemAluno {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

System.out.println(lista.contem(a1));

System.out.println(lista.contem(a2));

Aluno aluno = **new** Aluno();

aluno.setNome("Ana");

System.out.println(lista.contem(aluno));

}

}

Saída:

true

true

false

Teste:

**public** **class** TesteTamanhoLista {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

Aluno a2 = **new** Aluno();

Aluno a3 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

a2.setNome("Paulo");

Vetor lista = **new** Vetor();

lista.adiciona(a1);

lista.adiciona(a2);

System.out.println(lista.tamanho());

lista.adiciona(a3);

System.out.println(lista.tamanho());

}

}

Saída:

2

3

1. Uma vez definida a interface do Vetor poderíamos programar os testes. Para os testes vamos reescrever o toString().

**public** String toString() {

**if** (**this**.totalDeAlunos == 0) {

**return** "[]";

}

StringBuilder builder = **new** StringBuilder();

builder.append("[");

**for** (**int** i = 0; i < **this**.totalDeAlunos - 1; i++) {

builder.append(**this**.alunos[i]);

builder.append(", ");

}

builder.append(**this**.alunos[**this**.totalDeAlunos - 1]);

builder.append("]");

**return** builder.toString();

}

1. Implemente o método adiciona(Aluno) da primeira maneira vista neste capítulo.

**public** **void** adiciona(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.alunos.length; i++) {

**if** (**this**.alunos[i] == **null**) {

**this**.alunos[i] = aluno;

**break**;

}

}

}

Faça um teste para calcular o tempo gasto. Este teste deve adicionar 100000alunos. Execute e marque o tempo.

**package** br.com.caelum.ed.vetores;

**import** br.com.caelum.ed.Aluno;

**public** **class** TesteLinearVSConstante {

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

Vetor vetor = **new** Vetor();

**long** inicio = System.currentTimeMillis();

**for** (**int** i = 1; i < 100000; i++) {

Aluno aluno = **new** Aluno();

vetor.adiciona(aluno);

}

**long** fim = System.currentTimeMillis();

**double** tempo = (fim - inicio) / 1000.0;

System.out.println("Tempo em segundos = " + tempo);

}

}

Implemente o método adiciona(Aluno) da segunda maneira vista neste capítulo. Não esqueça de acrescentar o atributo totalDeAlunos.

**public** **class** Vetor {

**private** Aluno[] alunos = **new** Aluno[100000];

**private** **int** totalDeAlunos = 0;

**public** **void** adiciona(Aluno aluno) {

**this**.alunos[**this**.totalDeAlunos] = aluno;

**this**.totalDeAlunos++;

}

}

Execute a classe TesteLinearVSConstante e veja o tempo agora. A diferença de tempo é bem considerável.

1. Implemente o método tamanho() na classe Vetor como visto neste capítulo.

**public** **int** tamanho() {

**return** **this**.totalDeAlunos;

}

Execute o teste apropriado feito anteriormente.

1. Implemente o método contem() na classe Vetor da primeira maneira mostrada neste capítulo.

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.alunos.length; i++) {

**if** (aluno == **this**.alunos[i]) {

**return** **true**;

}

}

**return** **false**;

}

Verifique este método com o teste do contem aluno. Faça outro teste para calcular o tempo gasto.

**package** br.com.caelum.ed.vetores;

**import** br.com.caelum.ed.Aluno;

**public** **class** TesteDeTempoDoContem {

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

Vetor vetor = **new** Vetor();

**long** inicio = System.currentTimeMillis();

// Adicionado 100000 alunos e

// Verificando se eles foram realmente adicionados.

**for** (**int** i = 1; i < 30000; i++) {

Aluno aluno = **new** Aluno();

vetor.adiciona(aluno);

**if**(!vetor.contem(aluno)){

System.out.println("Erro: aluno "

+ aluno + " não foi adicionado.");

}

}

// Verificando se o Vetor não encontra alunos não adicionados.

**for** (**int** i = 1; i < 30000; i++) {

Aluno aluno = **new** Aluno();

**if**(vetor.contem(aluno)){

System.out.println("Erro: aluno "

+ aluno + " foi adicionado.");

}

}

**long** fim = System.currentTimeMillis();

**double** tempo = (fim - inicio) / 1000.0;

System.out.println("Tempo = " + tempo);

}

}

Implemente o método contem() na classe Vetor da segunda maneira mostrada neste capítulo.

**public** **boolean** contem(Aluno aluno) {

**for** (**int** i = 0; i < **this**.totalDeAlunos; i++) {

**if** (aluno == **this**.alunos[i]) {

**return** **true**;

}

}

**return** **false**;

}

Execute o teste novamente e veja a diferença de tempo.

1. Implemente o método pega(int) na classe Vetor da primeira maneira vista neste capítulo.

**public** Aluno pega(**int** posicao) {

**return** **this**.alunos[posicao];

}

Teste este método! Depois faça um teste pegando uma posição ocupada, uma vazia e uma que não existe.

**public** **class** Teste {

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

Aluno a1 = **new** Aluno();

a1.setNome("Rafael");

Vetor1 lista = **new** Vetor1();

lista.adiciona(a1);

lista.pega(0);

lista.pega(1);

lista.pega(100000000);

}

}

Este teste deve gerar um erro somente na última linha.

Implemente o método pega(int) na classe Vetor da segunda maneira vista neste capítulo. Não esqueça de implementar o método posicaoOcupada(int) também.

**public** Aluno pega(**int** posicao) {

**if** (!**this**.posicaoOcupada(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**return** **this**.alunos[posicao];

}

**private** **boolean** posicaoOcupada(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao < **this**.totalDeAlunos;

}

Rode o teste novamente e agora veja que o erro já ocorre no segundo "pega". Este é o resultado esperado pois ao pegar uma posição não ocupada deve ocorrer erro.

1. Implemente o método adiciona(int, Aluno) na classe Vetor. Não esqueça do método posicaoValida(int).

**public** **void** adiciona(**int** posicao, Aluno aluno) {

**if** (!**this**.posicaoValida(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = **this**.totalDeAlunos - 1; i >= posicao; i--) {

**this**.alunos[i + 1] = **this**.alunos[i];

}

**this**.alunos[posicao] = aluno;

**this**.totalDeAlunos++;

}

**private** **boolean** posicaoValida(**int** posicao) {

**return** posicao >= 0 && posicao <= **this**.totalDeAlunos;

}

Rode o teste adequado!

1. Implemente o método remove(int) na classe Vetor.

**public** **void** remove(**int** posicao) {

**if** (!**this**.posicaoOcupada(posicao)) {

**throw** **new** IllegalArgumentException("Posição inválida");

}

**for** (**int** i = posicao; i < **this**.totalDeAlunos - 1; i++) {

**this**.alunos[i] = **this**.alunos[i + 1];

}

**this**.totalDeAlunos--;

}

Faça o teste do remove para verificar se tudo deu certo.

Execute o seguinte teste:

**package** br.com.caelum.ed.vetores;

**import** br.com.caelum.ed.Aluno;

**public** **class** TesteEstoura {

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

Vetor vetor = **new** Vetor();

**for** (**int** i = 0; i < 100001; i++) {

Aluno aluno = **new** Aluno();

vetor.adiciona(aluno);

}

}

}

Um erro ocorre pois a capacidade do Vetor estoura.

Implemente o método garantaEspaco() na classe Vetor para evitar o problema de estourar a capacidade.

**private** **void** garantaEspaco() {

**if** (**this**.totalDeAlunos == **this**.alunos.length) {

Aluno[] novaArray = **new** Aluno[**this**.alunos.length \* 2];

**for** (**int** i = 0; i < **this**.alunos.length; i++) {

novaArray[i] = **this**.alunos[i];

}

**this**.alunos = novaArray;

}

}

Não esqueça de invocar o método garantaEspaco() dentro dos dois métodos de adicionar alunos.

Execute a classe TesteEstoura mais uma vez.

1. Implemente a classe Vetor para objetos (Genérico) com os métodos e atributos vistos neste capítulo na seção de generalização.
2. Utilize a classe Vetor que foi implementada nos exercícios anteriores e as classes da API do Java Vector ou ArrayList. Para saber os métodos das classes da API, utilize a documentação do Java (<http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/api/index.html>).

**Exercícios opcionais**

1. Use o recurso de generics do Java 5 e crie um Vetor usando a classe ArrayList para guardar objetos do tipo String. Teste adicionar neste vetor algumas Strings; e também tente adicionar Alunos (O que acontecerá quando você tentar adicionar alunos?). Retire elementos deste vetor (você precisa fazer casting para Stringnestes elementos?).
2. Acrescente uma operação na Lista, para isso, implemente um novo método. A nova operação deve remover da Lista todas as ocorrências de um elemento que é passado com parâmetro. Não esqueça de rearranjar os elementos do vetor após a remoção.

**public** **void** remove(Object objeto) {

// implementação

}

1. Acrescente uma operação na Lista, para isso, implemente um novo método. A nova operação deve limpar a lista, ou seja, remover todos os elementos.

**public** **void** clear() {

// implementação

}

1. Acrescente uma operação na Lista, para isso, implemente um novo método. A nova operação deve procurar o índice da primeira ocorrência de um elemento passado como parâmetro.

**public** **void** indexOf(Object objeto) {

// implementação

}

1. Acrescente uma operação na Lista, para isso, implemente um novo método. A nova operação deve procurar o índice da última ocorrência de um elemento passado como parâmetro.

**public** **void** lastIndexOf(Object objeto) {

// implementação

}

1. (Desafio) Pesquise sobre análise amortizada para saber porque é mais eficiente dobrar a capacidade da array quando o vetor fica cheio. A outra opção seria incrementar. Por exemplo, quando acaba o espaço na array, criaríamos uma com o mesmo tamanho + 10. É incrível a diferença de uma estratégia e de outra, ao você tentar adicionar uma enorme quantidade de elementos.