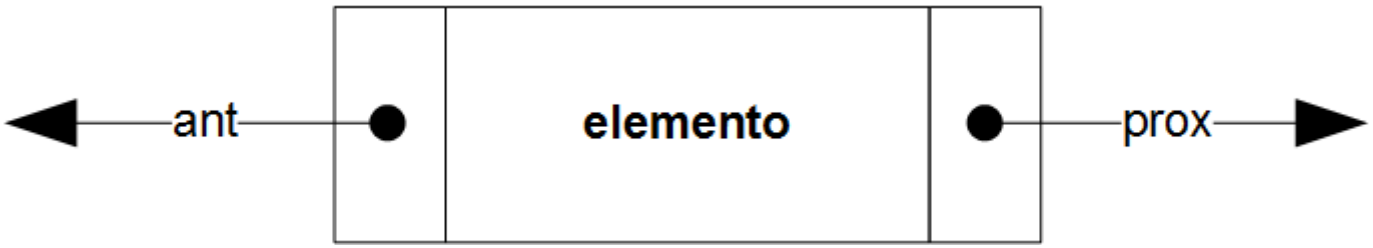
Unidade V:
Estruturas de Dados Básicas
com Alocação Flexível - Lista Dupla

Prof. Max do Val Machado

Instituto de Ciências Exatas e Informática
Curso de Ciência da Computação

Classe Célula Dupla

```
class CelulaDupla {
    public int elemento;
    public CelulaDupla prox, ant;
    public CelulaDupla () {
        this(0);
    }
    public CelulaDupla (int x) {
        this.elemento = x;
        this.prox = this.ant = null;
    }
}
```



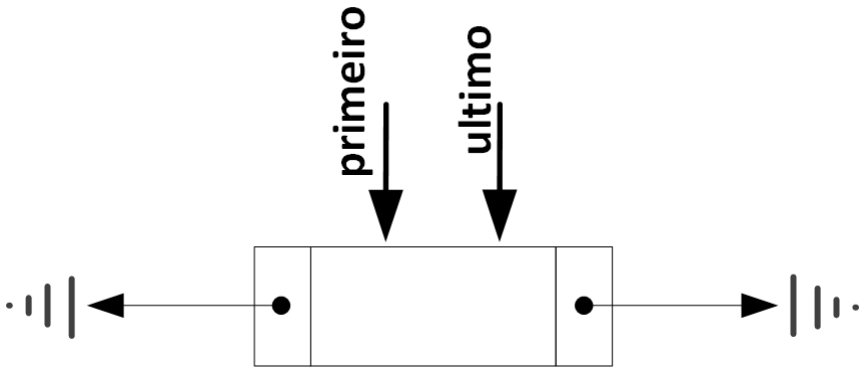
Lista Dupla Flexível

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Similar a Lista Simples, contudo, considerando o ponteiro ant

Lista Dupla Flexível

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```



Inserir no Início

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Inserir no Início

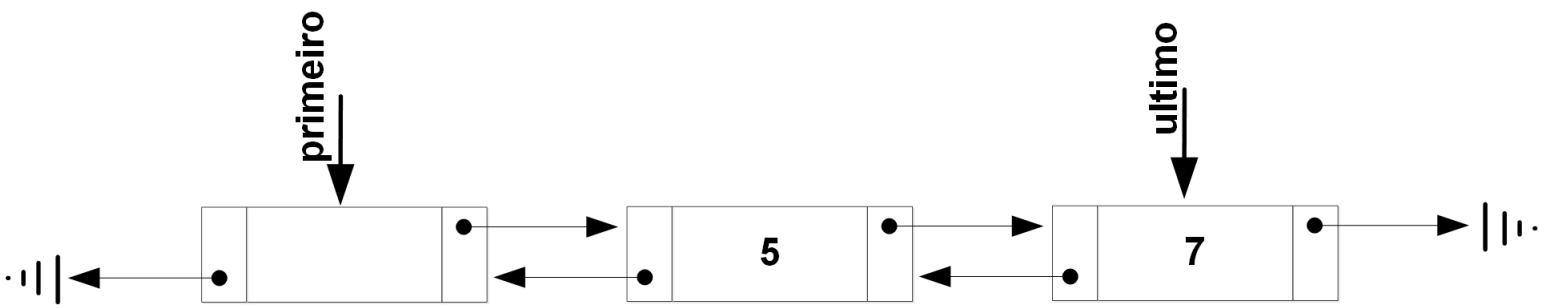
```
//LISTA DUPLA
public void inserirInicio(int x) {
      CelulaDupla tmp = new CelulaDupla (x);
      tmp.ant = primeiro;
      tmp.prox = primeiro.prox;
      primeiro.prox = tmp;
      if (primeiro == ultimo) {
            ultimo = tmp;
      } else {
            tmp.prox.ant = tmp;
      }
      tmp = null;
}
```

```
//LISTA SIMPLES
public void inserirInicio(int x) {
      Celula tmp = new Celula(x);

      tmp.prox = primeiro.prox;
      primeiro.prox = tmp;
      if (primeiro == ultimo) {
         ultimo = tmp;


      }
      tmp = null;
}
```

Inserir no Início

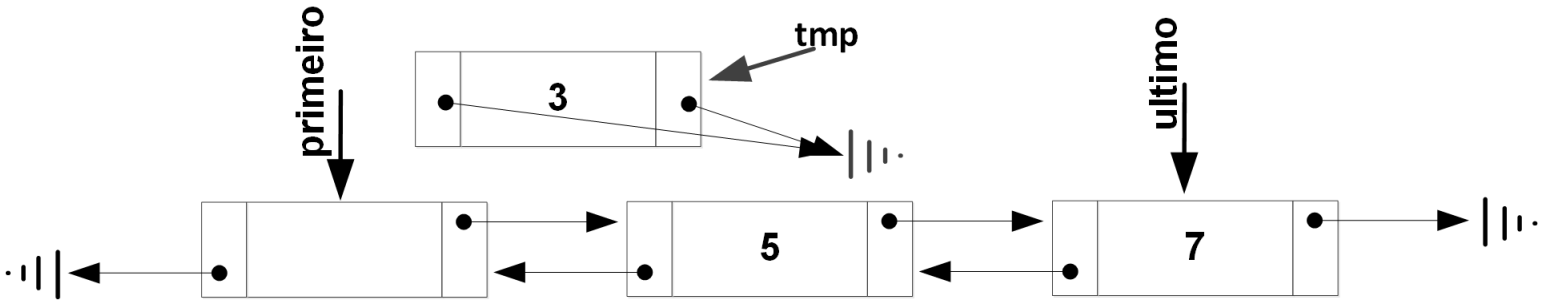
```
//LISTA DUPLA
public void inserirInicio(int x) {
        CelulaDupla tmp = new CelulaDupla (x);
        tmp.ant = primeiro;
        tmp.prox = primeiro.prox;
        primeiro.prox = tmp;
        if (primeiro == ultimo) {
                ultimo = tmp;
        } else {
                tmp.prox.ant = tmp;
        }
        tmp = null;
}
```

Supondo uma lista com os elementos 5 e 7, vamos inserir o 3 no início



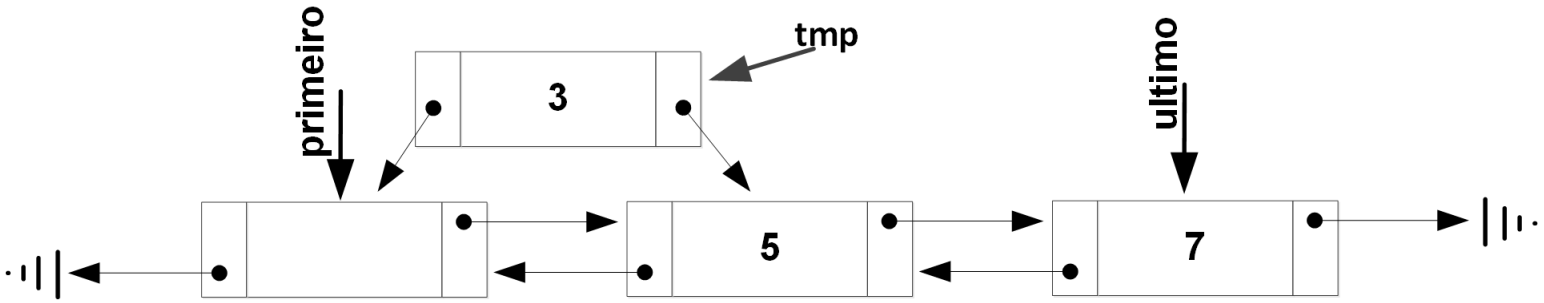
Inserir no Início

```
//Inserindo o 3 no início
public void inserirInicio(int x) {
      CelulaDupla tmp = new CelulaDupla (x);
      tmp.ant = primeiro;
      tmp.prox = primeiro.prox;
      primeiro.prox = tmp;
      if (primeiro == ultimo) {
            ultimo = tmp;
      } else {
            tmp.prox.ant = tmp;
      }
      tmp = null;
}
```



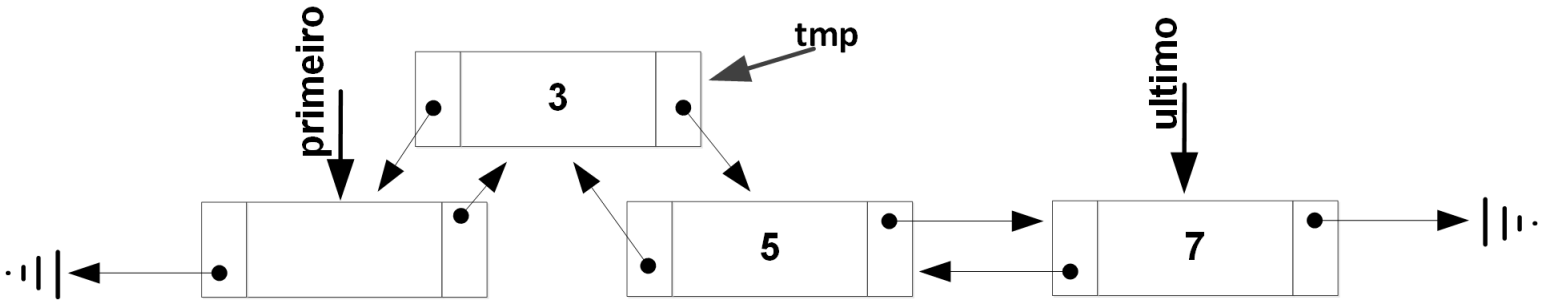
Inserir no Início

```
//Inserindo o 3 no início
public void inserirInicio(int x) {
      CelulaDupla tmp = new CelulaDupla (x);
      tmp.ant = primeiro;
      tmp.prox = primeiro.prox;
      primeiro.prox = tmp;
      if (primeiro == ultimo) {
            ultimo = tmp;
      } else {
            tmp.prox.ant = tmp;
      }
      tmp = null;
}
```



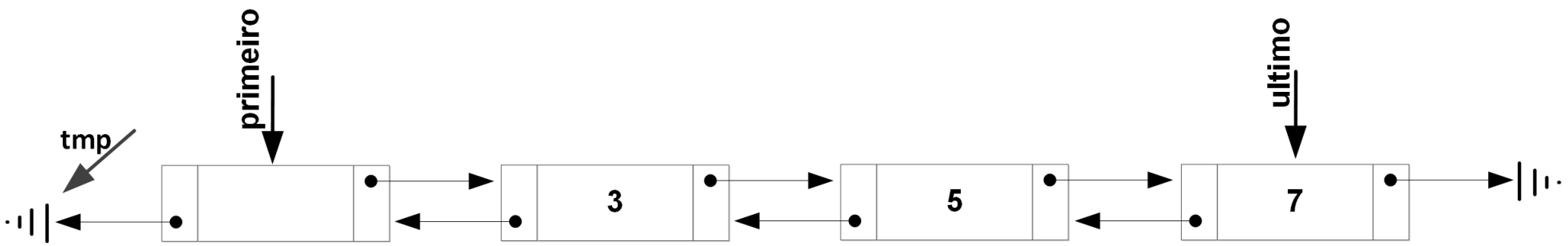
Inserir no Início

```
//Inserindo o 3 no início
public void inserirInicio(int x) {
        CelulaDupla tmp = new CelulaDupla (x);
        tmp.ant = primeiro;
        tmp.prox = primeiro.prox;
        primeiro.prox = tmp;
        if (primeiro == ultimo) {
                ultimo = tmp;
        } else {
                tmp.prox.ant = tmp;
        }
        tmp = null;
}
```



Inserir no Início

```
//Inserindo o 3 no início
public void inserirInicio(int x) {
        CelulaDupla tmp = new CelulaDupla (x);
        tmp.ant = primeiro;
        tmp.prox = primeiro.prox;
        primeiro.prox = tmp;
        if (primeiro == ultimo) {
                ultimo = tmp;
        } else {
                tmp.prox.ant = tmp;
        }
        tmp = null;
}
```



Inserir no Fim

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Inserir no Fim

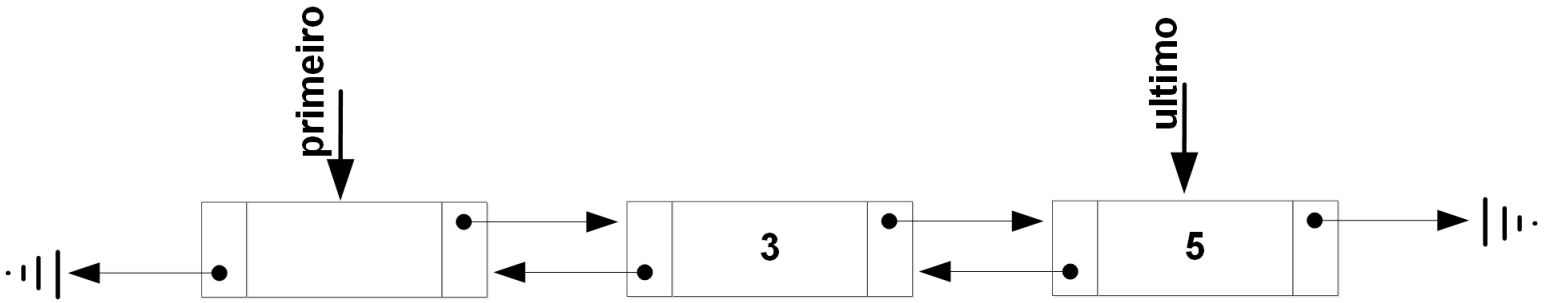
```
//LISTA DUPLA
public void inserirFim(int x) {
      ultimo.prox = new CelulaDupla(x);
      ultimo.prox.ant = ultimo;
      ultimo = ultimo.prox;
}
```

```
//LISTA SIMPLES
public void inserirFIm(int x) {
      ultimo.prox = new Celula(x);

      ultimo = ultimo.prox;
}
```

Inserir no Fim

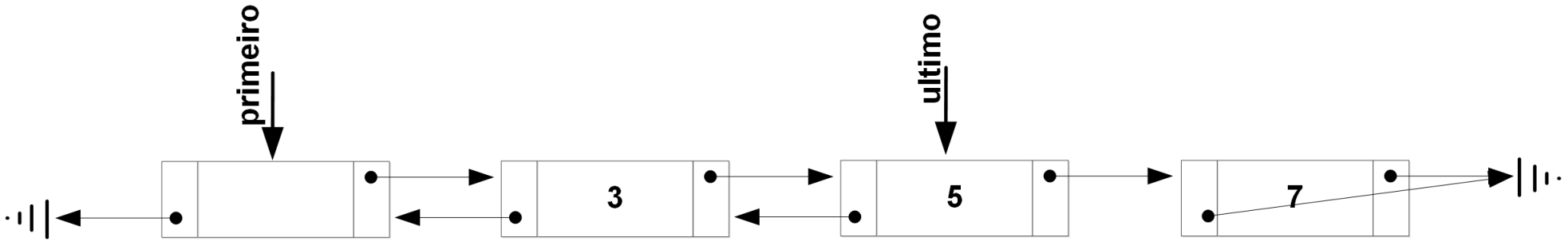
```
//LISTA DUPLA
public void inserirFim(int x) {
        ultimo.prox = new CelulaDupla(x);
        ultimo.prox.ant = ultimo;
        ultimo = ultimo.prox;
}
```

Supondo uma lista com os elementos 3 e 5, vamos inserir o 7 no fim



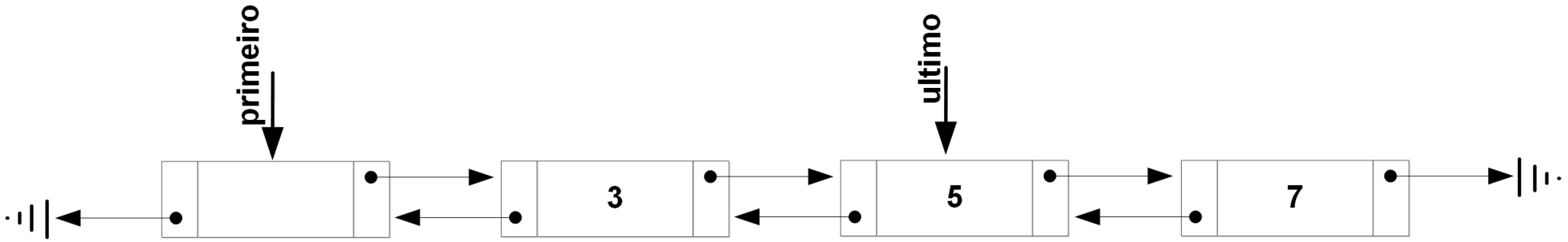
Inserir no Fim

```
//LISTA DUPLA
public void inserirFim(int x) {
        ultimo.prox = new CelulaDupla(x);
        ultimo.prox.ant = ultimo;
        ultimo = ultimo.prox;
}
```



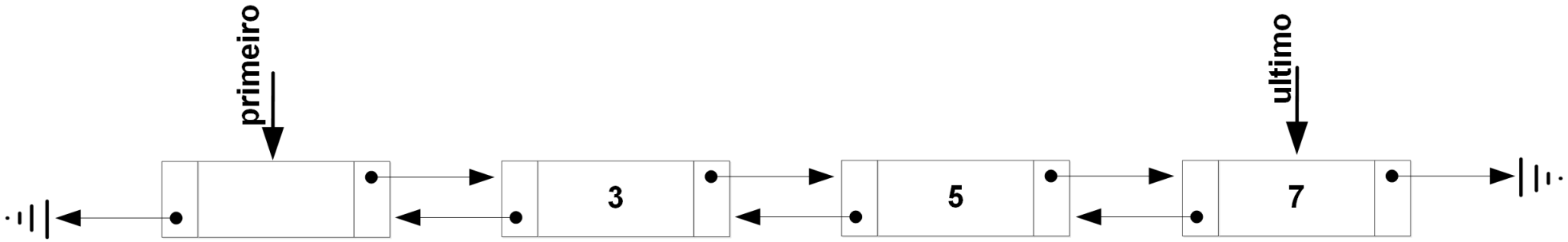
Inserir no Fim

```
//LISTA DUPLA
public void inserirFim(int x) {
      ultimo.prox = new CelulaDupla(x);
      ultimo.prox.ant = ultimo;
      ultimo = ultimo.prox;
}
```



Inserir no Fim

```
//LISTA DUPLA
public void inserirFim(int x) {
        ultimo.prox = new CelulaDupla(x);
        ultimo.prox.ant = ultimo;
        ultimo = ultimo.prox;
}
```

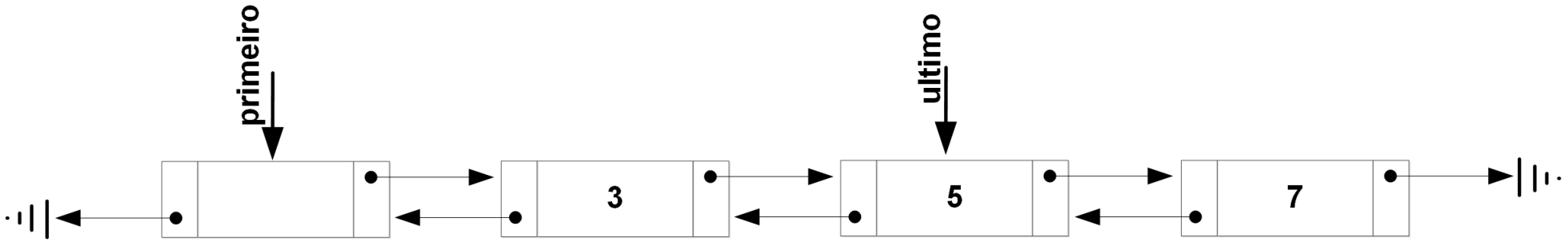


Exercício

```
//LISTA DUPLA
public void inserirFim(int x) {
        ultimo.prox = new CelulaDupla(x);
        ultimo.prox.ant = ultimo;
        ultimo = ultimo.prox;
}
```

- A linha marcada pode ser substituída pelo código abaixo?

ultimo = ultimo.prox.ant.prox.ant.prox



Remover no Início

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Remover no Início

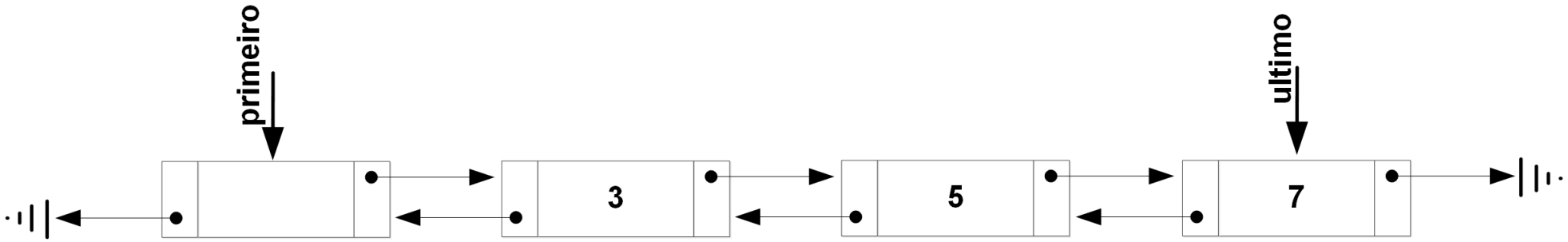
```
//LISTA DUPLA
public int removerInicio() throws Exception {
        if (primeiro == ultimo)
                throw new Exception("Erro!”);
        CelulaDupla tmp = primeiro;
        primeiro = primeiro.prox;
        int elemento = primeiro.elemento;
        tmp.prox = primeiro.ant = null;
        tmp = null;
        return elemento;
}
```

```
//LISTA SIMPLES
public int removerInicio() throws Exception {
        if (primeiro == ultimo)
                throw new Exception("Erro!”);
        Celula tmp = primeiro;
        primeiro = primeiro.prox;
        int elemento = primeiro.elemento;
        tmp.prox = null;
        tmp = null;
        return elemento;
}
```

Remover no Início

```
//LISTA DUPLA
public int removerInicio() throws Exception {
        if (primeiro == ultimo)
                throw new Exception("Erro!”);
        CelulaDupla tmp = primeiro;
        primeiro = primeiro.prox;
        int elemento = primeiro.elemento;
        tmp.prox = primeiro.ant = null;
        tmp = null;
        return elemento;
}
```

Exercício: Supondo uma lista com os elementos 3, 5 e 7, execute o remover no início



Remover no Fim

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Remover no Fim

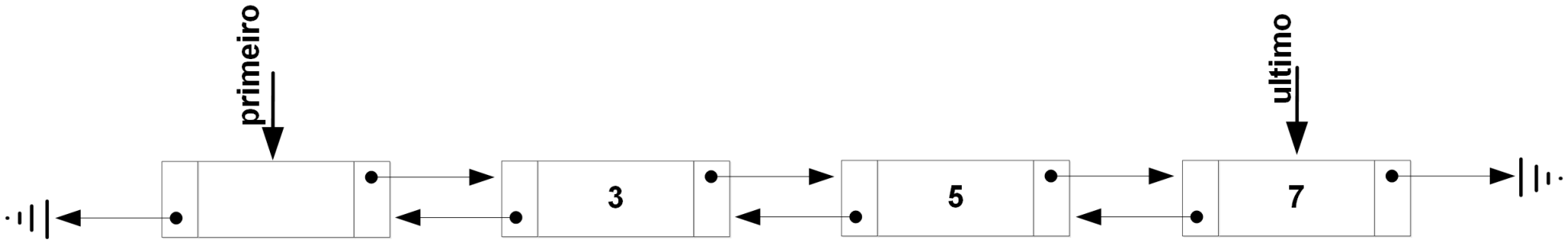
```
//LISTA DUPLA
public int removerFim() throws Exception {
      if (primeiro == ultimo)
        throw new Exception("Erro!”);


       int elemento = ultimo.elemento;
       ultimo = ultimo.ant;
       ultimo.prox.ant = null;
       ultimo.prox = null;
       return elemento;
}
```

```
//LISTA SIMPLES
public int removerFim() throws Exception {
      if (primeiro == ultimo)
        throw new Exception("Erro!”);
      Celula i;
      for(i = primeiro; i.prox != ultimo; i = i.prox);
      int elemento = ultimo.elemento;
      ultimo = i;

      i = ultimo.prox = null;
      return elemento;
}
```

Remover no Fim

```
//LISTA DUPLA
public int removerFim() throws Exception {
      if (primeiro == ultimo)
         throw new Exception("Erro!”);


       int elemento = ultimo.elemento;
       ultimo = ultimo.ant;
       ultimo.prox.ant = null;
       ultimo.prox = null;
       return elemento;
}
```

Exercício: Supondo uma lista com os elementos 3, 5 e 7, execute o remover no fim



Inserir

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Inserir

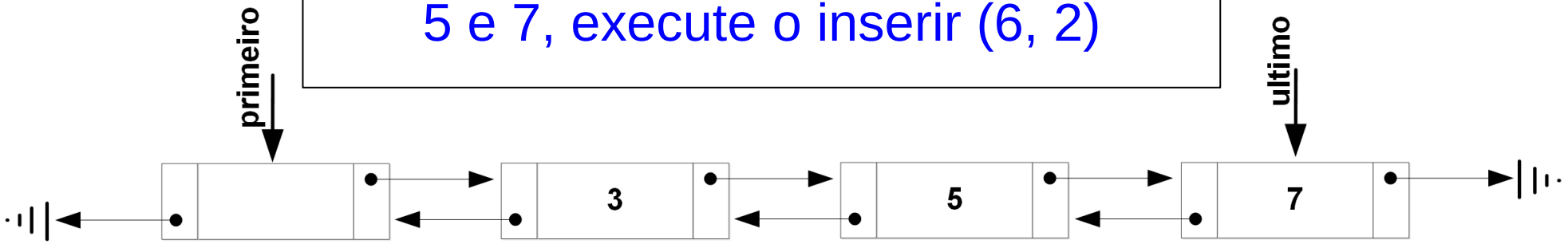
```
//LISTA DUPLA
public void inserir(int x, int pos) throws
Exception {
      int tamanho = tamanho();
      if (pos < 0 || pos > tamanho){
         throw new Exception("Erro!");
      } else if (pos == 0){ inserirInicio(x);
      } else if (pos == tamanho){ inserirFim(x);
      } else {
         CelulaDupla i = primeiro;
         for (int j = 0; j < pos; j++, i = i.prox);

         CelulaDupla tmp = new CelulaDupla(x);
         tmp.ant = i;
         tmp.prox = i.prox;
         tmp.ant.prox = tmp.prox.ant = tmp;
         tmp = i = null;
      }
   }
```

```
//LISTA SIMPLES
public void inserir(int x, int pos) throws
Exception {
      int tamanho = tamanho();
      if (pos < 0 || pos > tamanho){
         throw new Exception("Erro!");
      } else if (pos == 0){    inserirInicio(x);
      } else if (pos == tamanho){ inserirFim(x);
      } else {
         Celula i = primeiro;
         for (int j = 0; j < pos; j++, i = i.prox);

         Celula tmp = new Celula(x);

         tmp.prox = i.prox;
         i.prox = tmp;
         tmp = i = null;
      }
   }
```

Inserir

```
//LISTA DUPLA
public void inserir(int x, int pos) throws Exception {
    int tamanho = tamanho();
    if (pos < 0 || pos > tamanho){                    throw new Exception("Erro!”);
    } else if (pos == 0){                             inserirInicio(x);
    } else if (pos == tamanho){                       inserirFim(x);
    } else {
      CelulaDupla i = primeiro;                       for (int j = 0; j < pos; j++, i = i.prox);

      CelulaDupla tmp = new CelulaDupla(x);
      tmp.ant = i;                                    tmp.prox = i.prox;
      tmp.ant.prox = tmp.prox.ant = tmp;              tmp = i = null;
    }
  }
```

Exercício: Supondo a lista com o 3, 5 e 7, execute o inserir (6, 2)



Remover

```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Remover

```
//LISTA DUPLA
public int remover(int pos) throws Exception {
      int elemento, tamanho = tamanho();
      if (primeiro == ultimo){
         throw new Exception("Erro!”);
      } else if (pos < 0 || pos >= tamanho){
         throw new Exception("Erro!”);
      } else if (pos == 0){
         elemento = removerInicio();
      } else if (pos == tamanho - 1){
         elemento = removerFim();
      } else {
         CelulaDupla i = primeiro.prox;
         for (int j = 0; j < pos; j++, i = i.prox);
         i.ant.prox = i.prox;
         i.prox.ant = i.ant;
         elemento = i.elemento;
         i.prox = i.ant = null;
         i = null;
      }
      return elemento;
   }
```

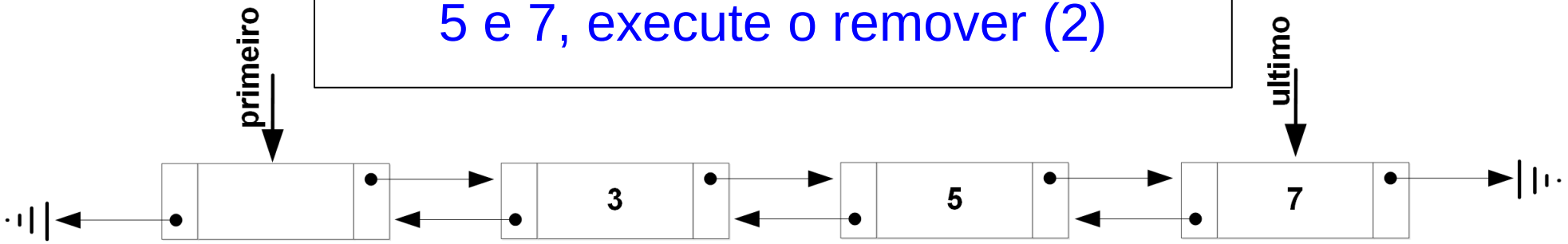
```
//LISTA SIMPLES
public int remover(int pos) throws Exception {
      int elemento, tamanho = tamanho();
      if (primeiro == ultimo){
         throw new Exception("Erro!”);
      } else if (pos < 0 || pos >= tamanho){
         throw new Exception("Erro!”);
      } else if (pos == 0){
         elemento = removerInicio();
      } else if (pos == tamanho - 1){
         elemento = removerFim();
      } else {
         Celula i = primeiro;
         for (int j = 0; j < pos; j++, i = i.prox);
         Celula tmp = i.prox;
         elemento = tmp.elemento;
         i.prox = tmp.prox;
         tmp.prox = null;
         i = tmp = null;
      }
      return elemento;
   }
```

Remover

```
//LISTA DUPLA
public int remover(int pos) throws Exception {
      int elemento, tamanho = tamanho();
      if (primeiro == ultimo){
      } else if (pos < 0 || pos >= tamanho){
      } else if (pos == 0){
      } else if (pos == tamanho - 1){
      } else {
         CelulaDupla i = primeiro;
         i.ant.prox = i.prox;
         elemento = i.elemento;
      }
      return elemento;
   }
```

```
throw new Exception("Erro!”);
throw new Exception("Erro!”);
elemento = removerInicio();
elemento = removerFim();

for (int j = 0; j < pos; j++, i = i.prox);
i.prox.ant = i.ant;
i = i.prox = i.ant = null;
```

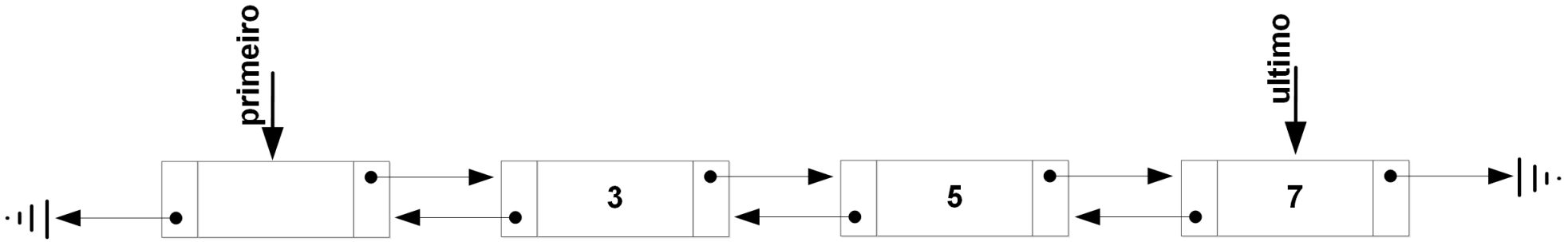
Exercício: Supondo a lista com o 3, 5 e 7, execute o remover (2)



Mostrar

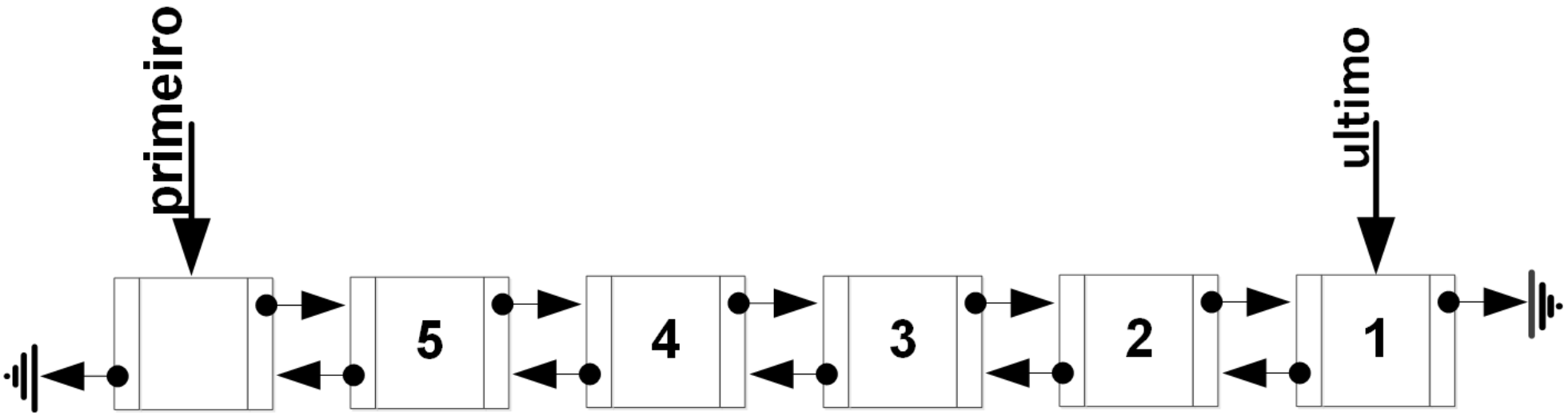
```
class ListaDupla {
    private CelulaDupla primeiro, ultimo;
    public ListaDupla () {
        primeiro = new CelulaDupla();
        ultimo = primeiro;
    }
    public void inserirInicio(int x) { ... }
    public void inserirFim(int x) { ... }
    public int removerInicio() { ... }
    public int removerFim() { ... }
    public void inserir(int x, int pos) { ... }
    public int remover(int pos) { ... }
    public void mostrar() { ... }
}
```

Exercício: Implemente o mostrar e o execute para uma lista com os elementos 3, 5 e 7



Exercício

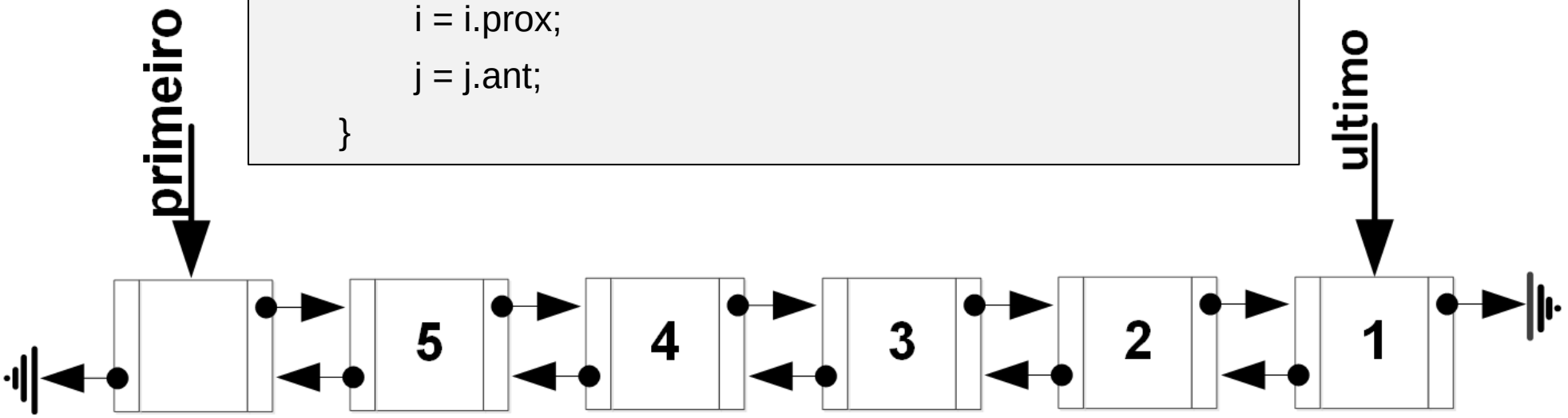
- Exercício: Faça um método que inverta a ordem dos elementos da lista dupla. No exemplo abaixo, após a inversão, os elementos ficarão na ordem crescente



Exercício

- Exercício: Faça um método que inverta a ordem dos elementos da lista dupla. No exemplo abaixo, após a inversão, os elementos ficarão na ordem crescente

```
void inverte(){
        Celula i = primeiro.prox;       Celula j = ultimo;
        while (i != j && j.prox != i){
        int tmp = i.elemento;
        i.elemento = j.elemento;
        j.elemento = tmp;
        i = i.prox;
        j = j.ant;
}
```

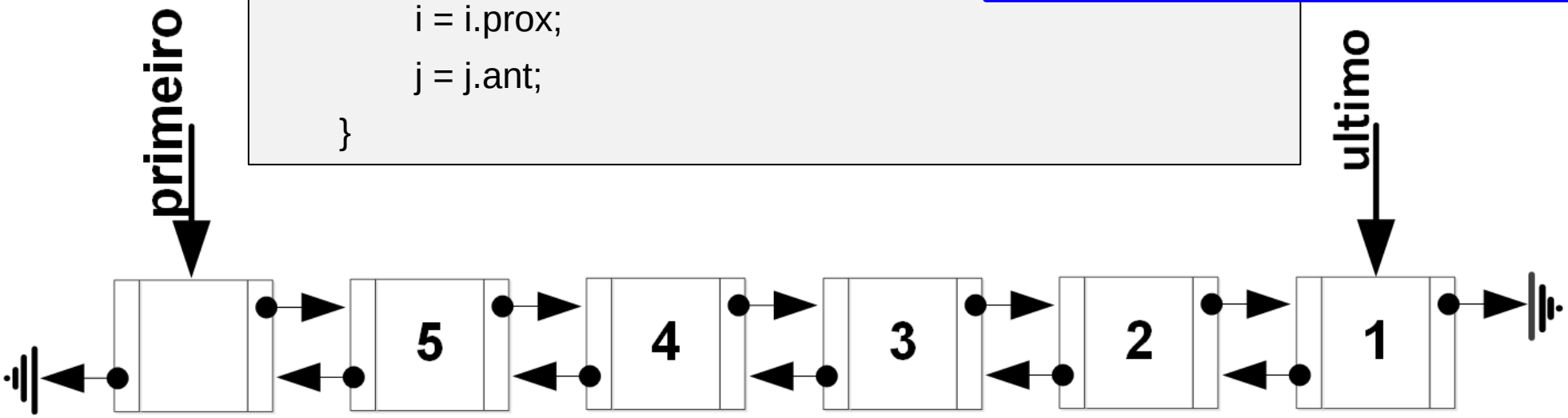


Exercício

- Exercício: Faça um método que inverta a ordem dos elementos da lista dupla. No exemplo abaixo, após a inversão, os elementos ficarão na ordem crescente

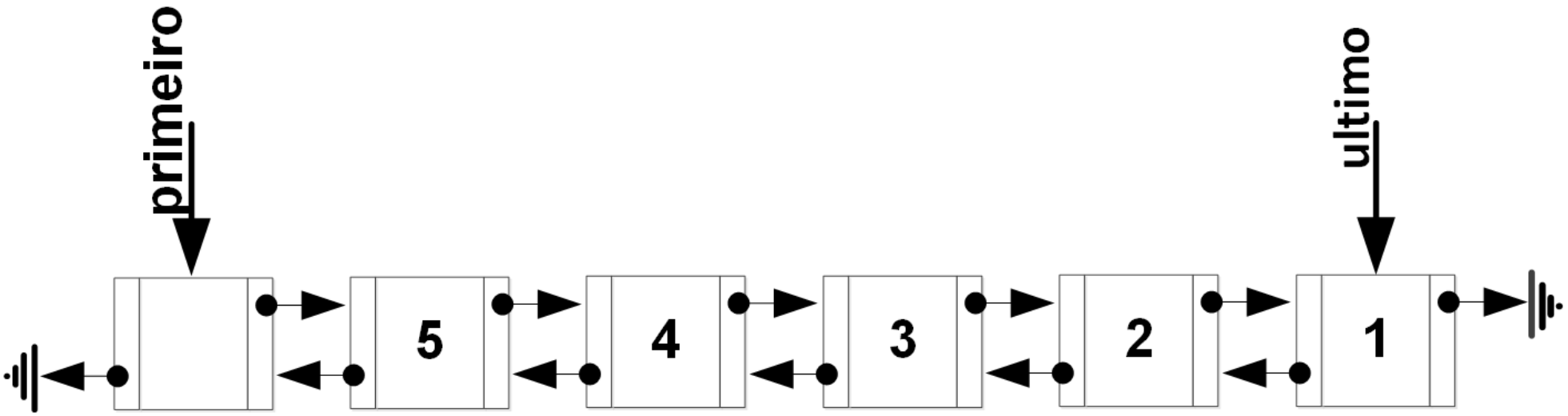
```
void inverte(){
    Celula i = primeiro.prox;      Celula j = ultimo;
    while (i != j && j.prox != i){
    int tmp = i.elemento;
    i.elemento = j.elemento;
    j.elemento = tmp;
    i = i.prox;
    j = j.ant;
}
```

Veja que a condição i != j é para uma lista com número par de elementos e j.prox != i, para as com número ímpar de elementos



Exercício

- Exercício: Faça um método que inverta a ordem dos elementos da lista **simples**. No exemplo abaixo, após a inversão, os elementos ficarão na ordem crescente



Exercício

- Exercício: Faça um método que inverta a ordem dos elementos da lista **simples**. No exemplo abaixo, após a inversão, os elementos ficarão na ordem cresc

```
void inverte(){
    Celula i = primeiro.prox;      Celula j = ultimo;
    Celula k;
    while (i != j && j.prox != i){
    int tmp = i.elemento;
    i.elemento = j.elemento;
    j.elemento = tmp;
    i = i.prox;
    for (k = primeiro; k.prox != j; k = k.prox); j = k;
}
```