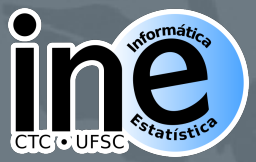
Estruturas de Dados

Lista Encadeada

Departamento de Informática e de Estatística
Prof. Jean Everson Martina
Prof. Aldo von Wangenheim

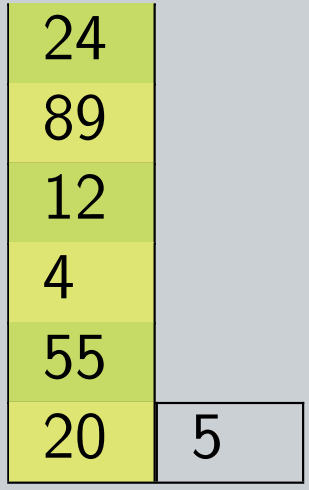
2016.2



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

Listas Usando Vetores: Desvantagens

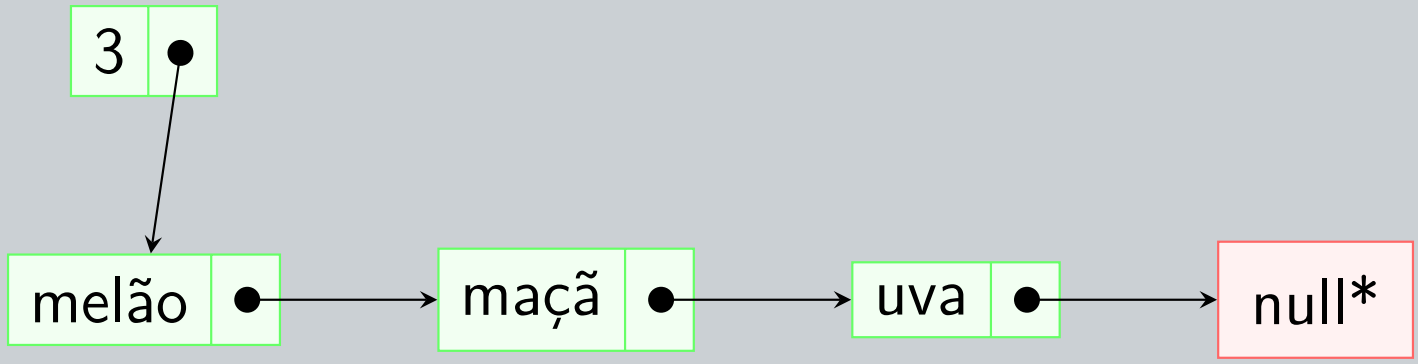
- Tamanho máximo fixo;
- Mesmo vazias ocupam um grande espaço de memória;
- Operações podem envolver muitos deslocamentos de dados:
  - Inclusão em uma posição ou no início;
  - Exclusão em uma posição ou no início.



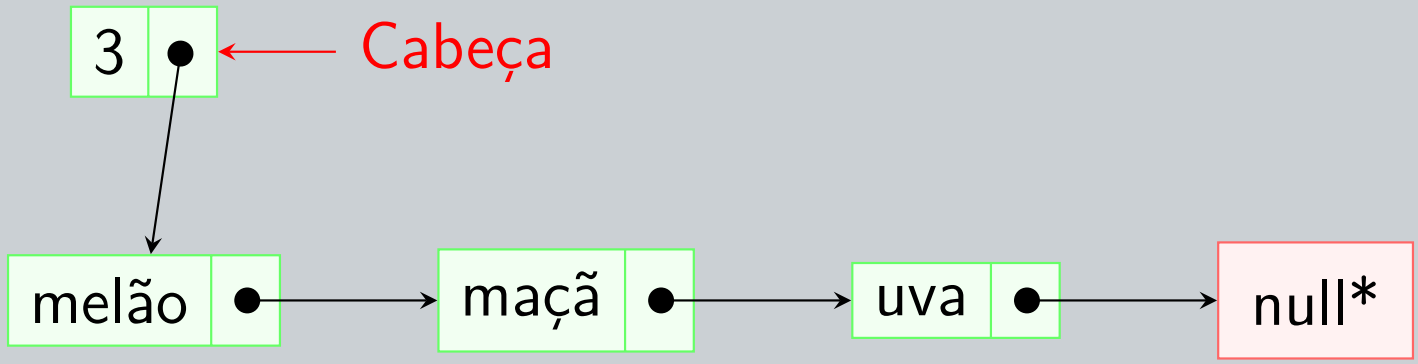
Definições de Lista Encadeada

- São listas onde cada elemento está armazenado em um objeto chamada elemento de lista;
- Cada elemento de lista referencia o próximo e só é alocado dinamicamente quando necessário;
- Para referenciar o primeiro elemento utilizamos um objeto cabeça de lista.

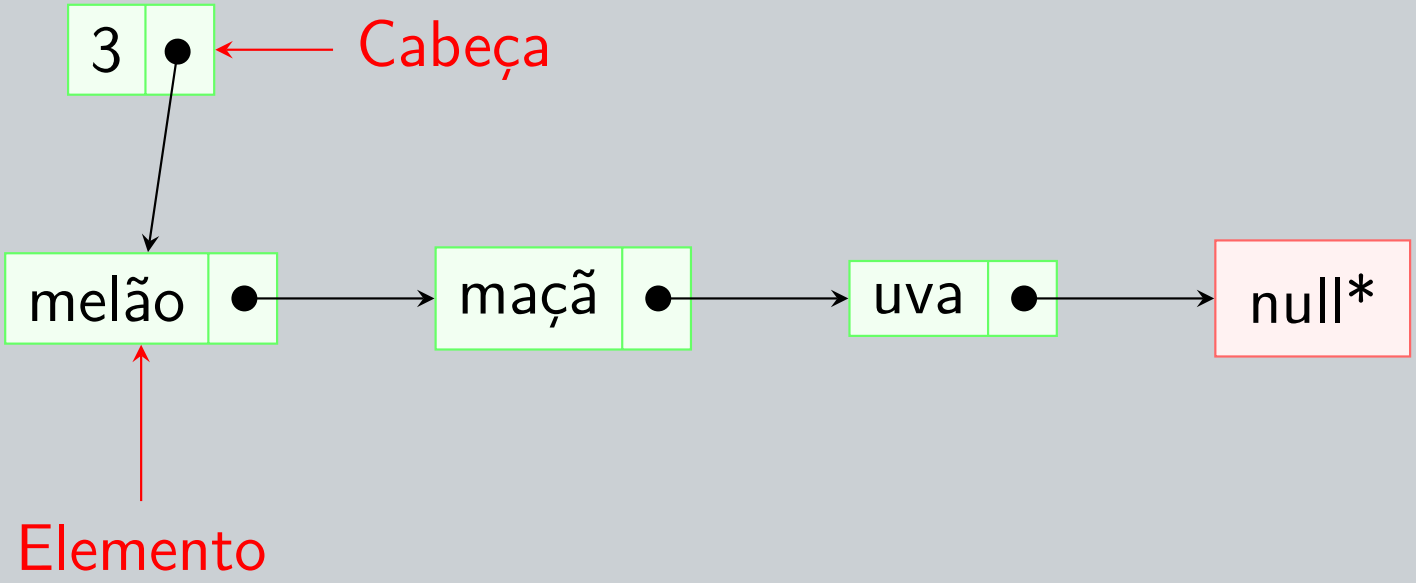
Lista Encadeada



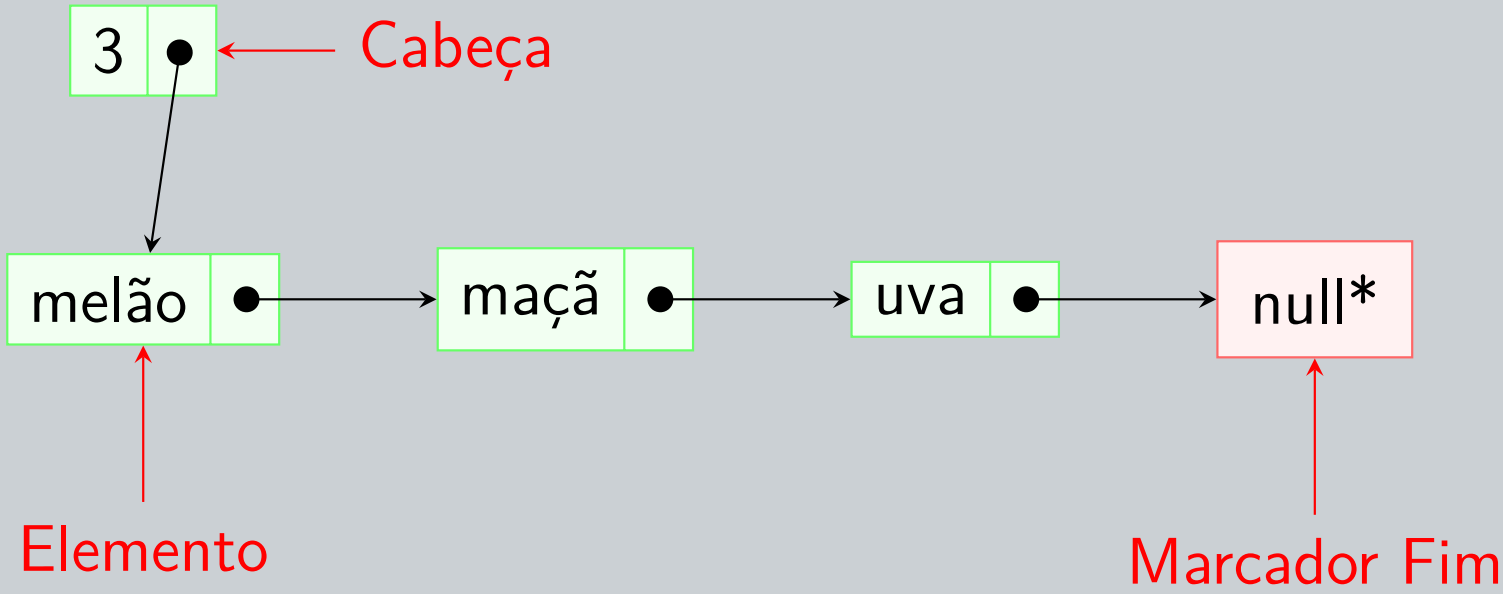
Lista Encadeada



Lista Encadeada



Lista Encadeada



Modelagem da Cabeça de Lista

- Aspecto Estrutural:
  - Necessitamos um ponteiro para o primeiro elemento da lista;
  - Necessitamos um inteiro para indicar quantos elementos a lista possui.

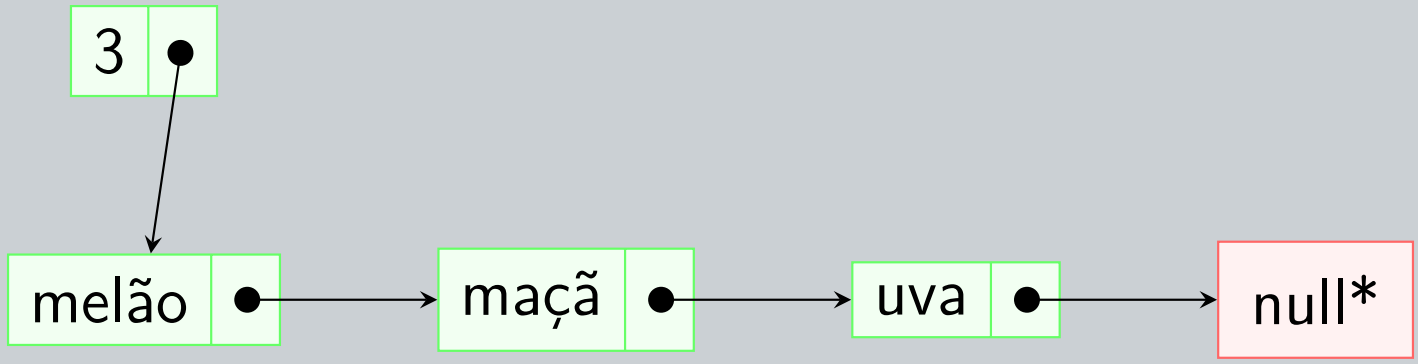
```
classe Lista {
 Elemento *_dados;
 inteiro _tamanho;
};
```

Modelagem da Elemento de Lista

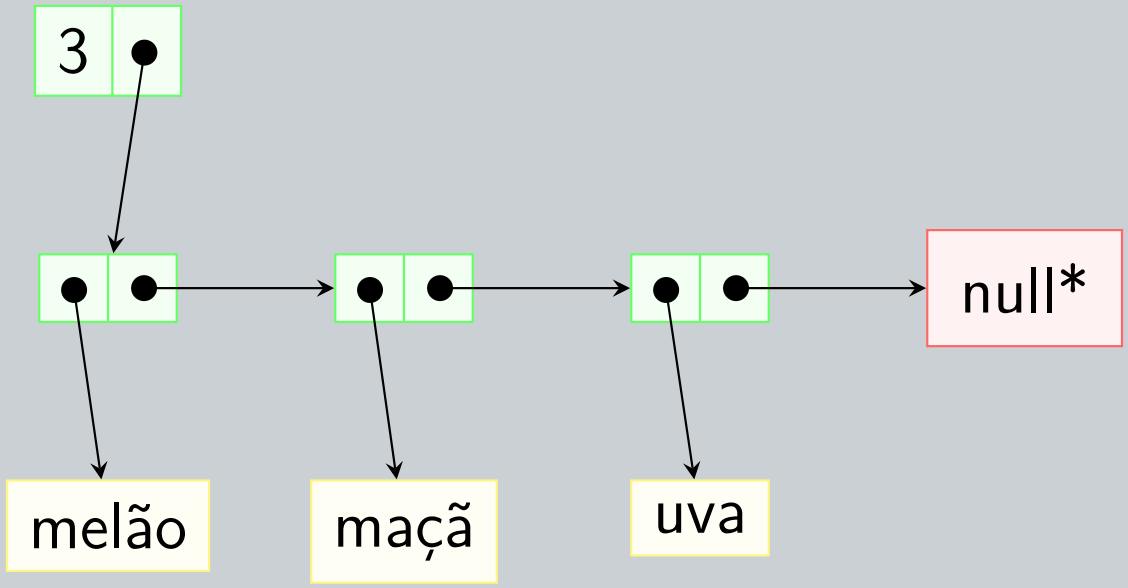
- Aspecto Estrutural:
  - Necessitamos um ponteiro para o próximo elemento da lista;
  - Necessitamos um campo do tipo da informação que vamos armazenar.

```
classe Elemento {
 Elemento *_proximo;
 T _info;
};
```

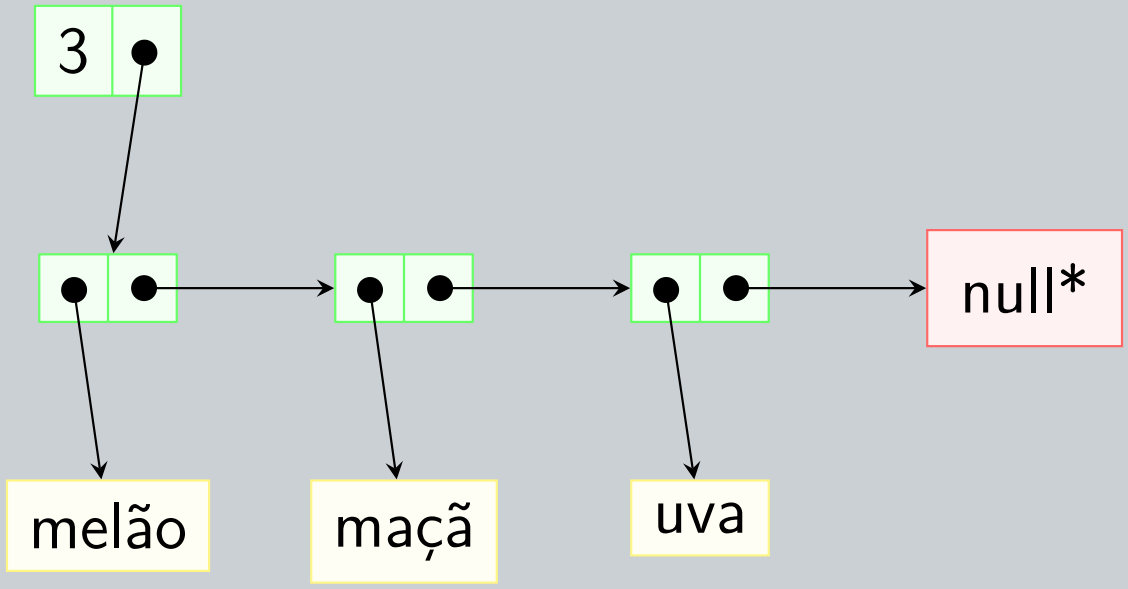
Modelagem de Lista Encadeada



Modelagem de Lista Encadeada



Modelagem de Lista Encadeada



Para tornar todos os algoritmos da lista mais genéricos, fazemos o campo info ser um ponteiro para um elemento de informação.

Modelagem da Elemento de Lista

- Aspecto Estrutural:
  - Necessitamos um ponteiro para o próximo elemento da lista;
  - Necessitamos um ponteiro do tipo da informação que vamos armazenar.
  - T necessita de um destrutor próprio, assim como a lista (neste caso a cabeça) vai precisar de um também;

```
classe Elemento {
 Elemento *_proximo;
 T *_info;
};
```

Modelagem da Lista Encadeada

- Aspecto Funcional:
  - Temos que colocar e retirar dados da lista;
  - Temos que testar se a lista está vazia (dentre outros testes);
  - Temos que inicializar a lista e garantir a ordem de seus elementos.

Modelagem da Lista Encadeada

- Inicializar ou limpar:
  - Lista();
  - limpaLista();
  - ~Lista();
- Testar se a lista está vazia ou cheia e outros testes:
  - bool listaVazia();
  - int posicao(dado);
  - bool contem(dado);

Modelagem da Lista Encadeada

- Colocar e retirar dados da lista:
  - adiciona(T dado);
  - adicionaNoInicio(T dado);
  - adicionaNaPosicao(T dado, int posicao);
  - adicionaEmOrdem(T dado);
  - T retira();
  - T retiraDoInicio();
  - T retiraDaPosicao(int posicao);
  - T retiraEspecifico(dado);

Método *Lista()*

- Inicializamos o ponteiro para nulo;
- Inicializamos o tamanho para “0”;

```
Lista()
inicio
   _dados = null;
   _tamanho <- 0;
fim;
```

Método *~Lista()*

- Chamamos DestroiLista();

```
~Lista()
inicio
  DestroiLista();
fim;
```

Método *listaVazia()*

```
bool listaVazia()
inicio
SE (_tamanho = 0) ENTAO
 RETORNE(Verdadeiro)
SENAO
 RETORNE(Falso);
fim;
```

- Um algoritmo ListaCheia não existe na Lista Encadeada;

Método *listaVazia()*

```
bool listaVazia()
inicio
SE (_tamanho = 0) ENTAO
 RETORNE(Verdadeiro)
SENAO
 RETORNE(Falso);
fim;
```

- Um algoritmo ListaCheia não existe na Lista Encadeada;
- Verificar se houve espaço na memória para um novo elemento será responsabilidade de cada operação de adição.

Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;

Método *adicionaNoInicio(T dado)*

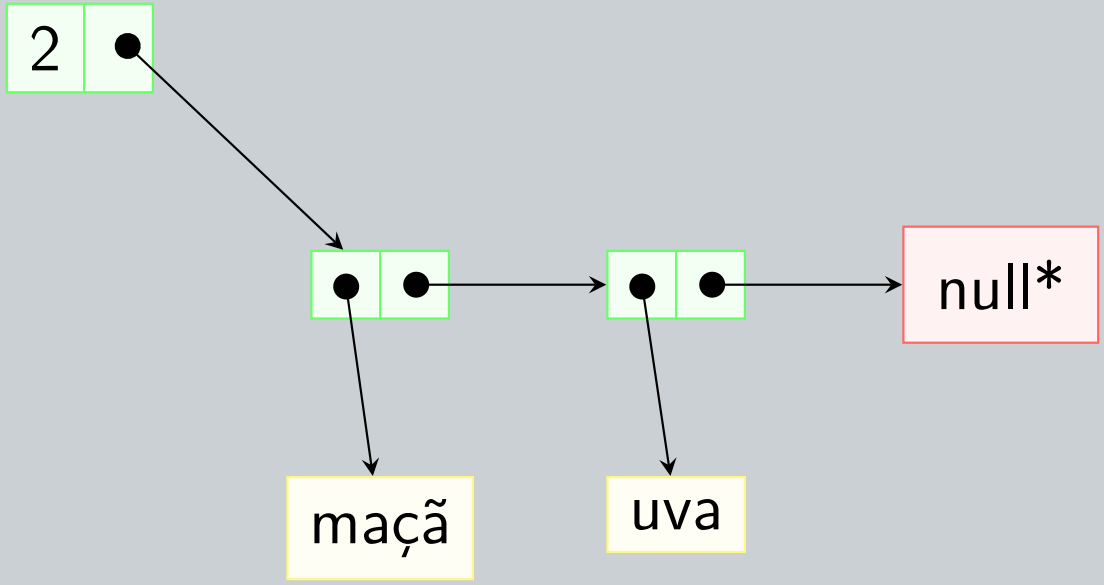
- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;

Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;
- Fazemos a cabeça de lista apontar para o novo elemento.

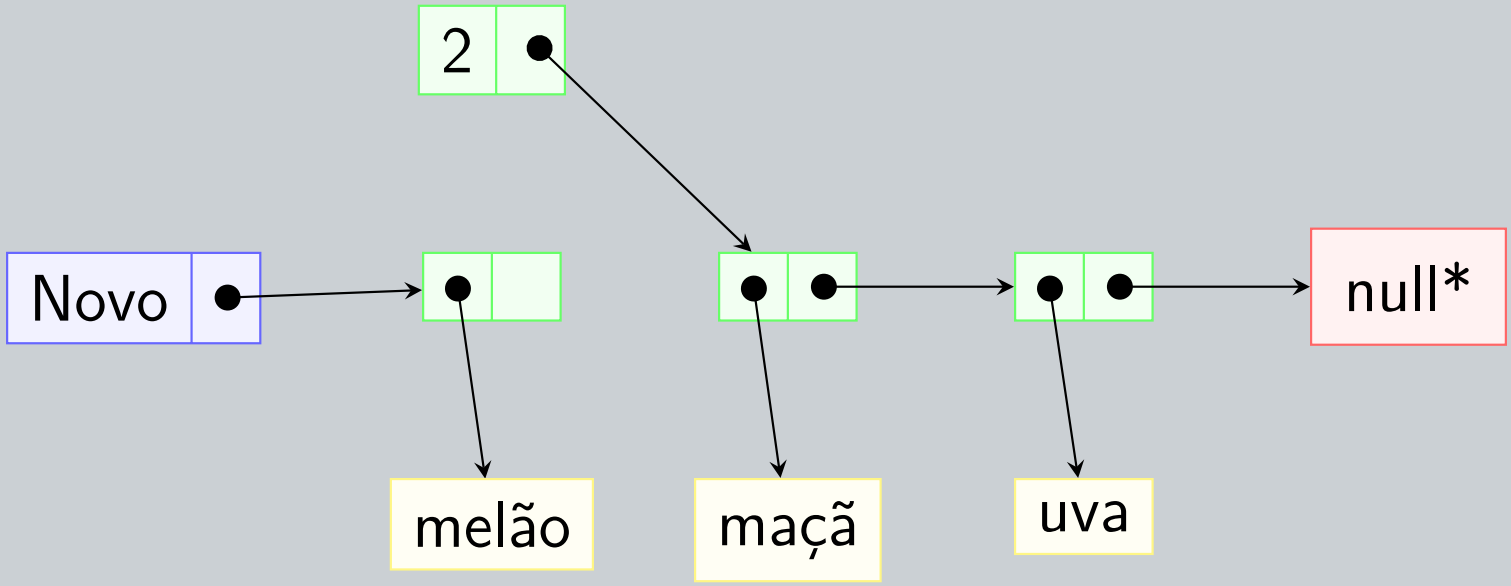
Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;
- Fazemos a cabeça de lista apontar para o novo elemento.



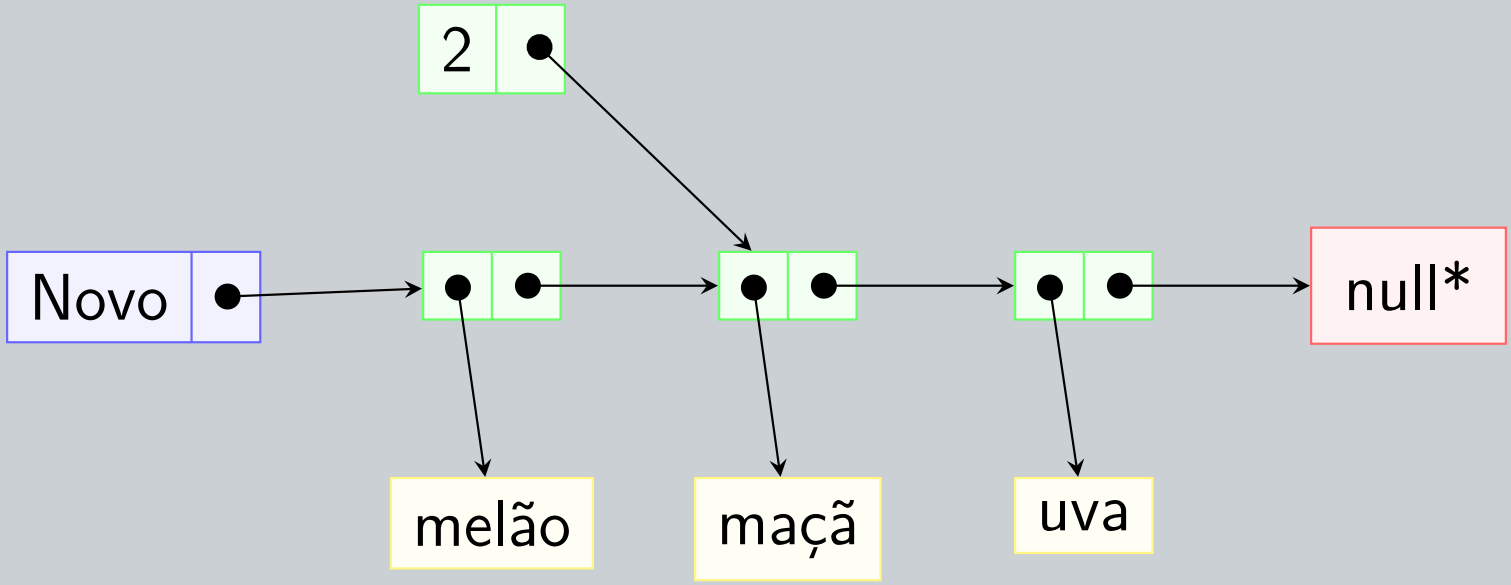
Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;
- Fazemos a cabeça de lista apontar para o novo elemento.



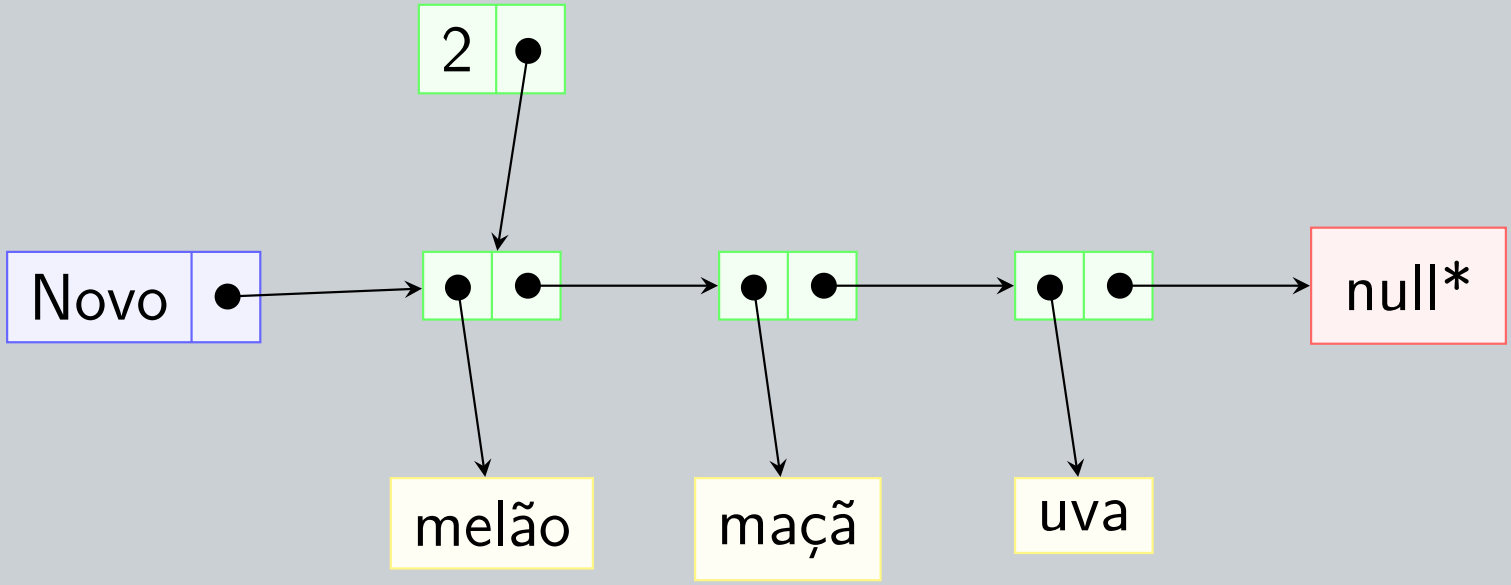
Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;
- Fazemos a cabeça de lista apontar para o novo elemento.



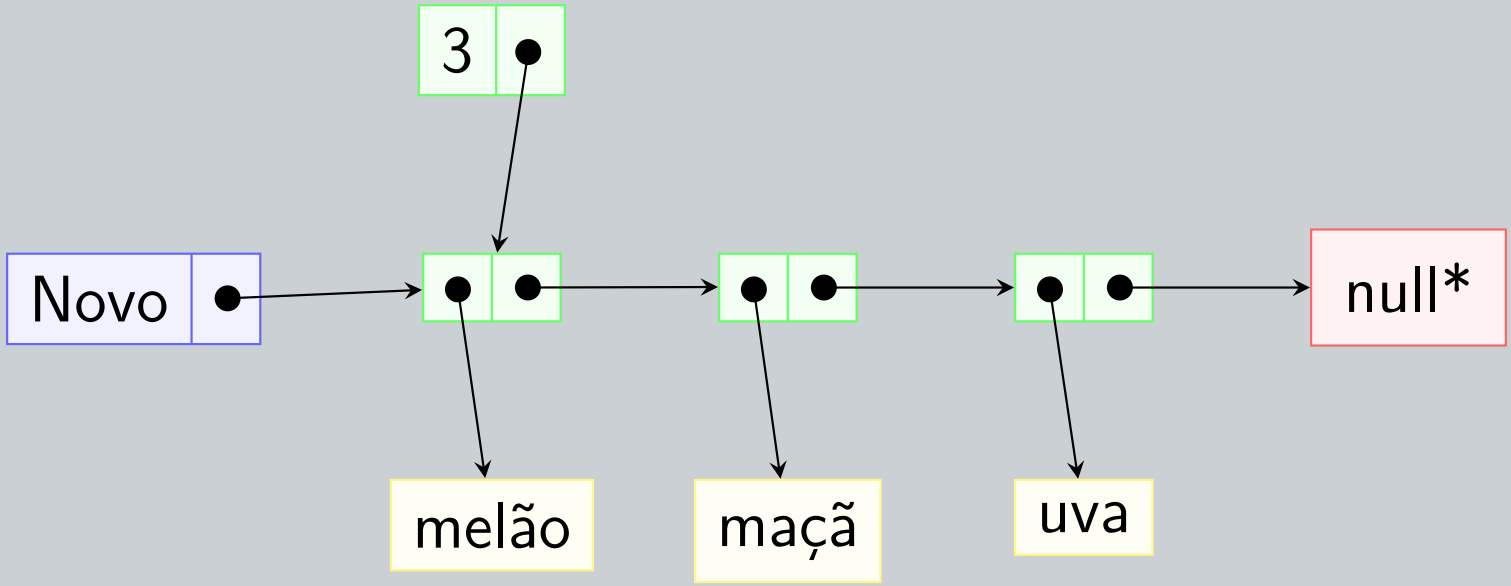
Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;
- Fazemos a cabeça de lista apontar para o novo elemento.



Método *adicionaNoInicio(T dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro da lista;
- Fazemos a cabeça de lista apontar para o novo elemento.



Método *adicionaNoInicio(T dado)*

```
adicionaNoInicio(T dado)
 Elemento *novo; //Variável auxiliar.
 início
  novo <- aloque(Elemento);
  SE (novo = NULO) ENTAO
   THROW(ERROLISTACHEIA);
  SENAO
   novo->_proximo <- _dados;
   novo->_info <- dado;
   _dados <- novo;
   _tamanho <- _tamanho + 1;
  FIM SE
  fim;
```

Método *adicionaNoInicio(T dado)*

```
adicionaNoInicio(T dado)
 Elemento *novo; //Variável auxiliar.
 início
   novo <- aloque(Elemento);
   SE (novo = NULO) ENTAO
    THROW(ERROLISTACHEIA);
  SENAO
   novo->_proximo <- _dados;
   novo->_info <- dado;
   _dados <- novo;
   _tamanho <- _tamanho + 1;
  FIM SE
  fim;
```

Método *adicionaNoInicio(T dado)*

```
adicionaNoInicio(T dado)
 Elemento *novo; //Variável auxiliar.
 início
  novo <- aloque(Elemento);
  SE (novo = NULO) ENTAO
   THROW(ERROLISTACHEIA);
   SENAO
    novo->_proximo <- _dados;
    novo->_info <- dado;
    _dados <- novo;
    _tamanho <- _tamanho + 1;
   FIM SE
  fim;
```

Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;

Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;

Método *T retiraDoInicio()*

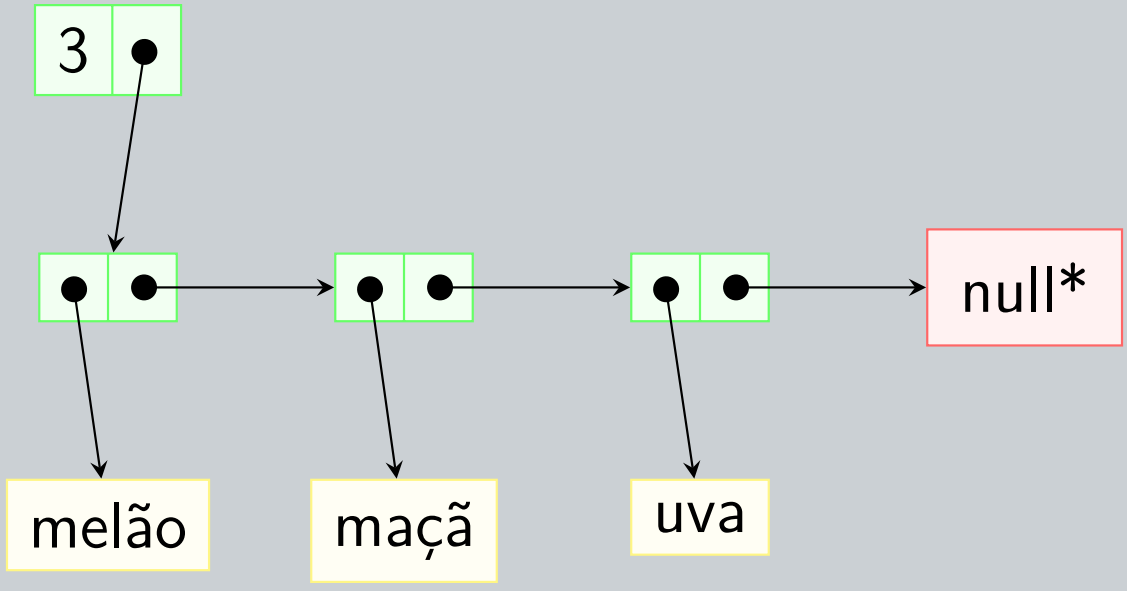
- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;

Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;
- Devolvemos a informação.

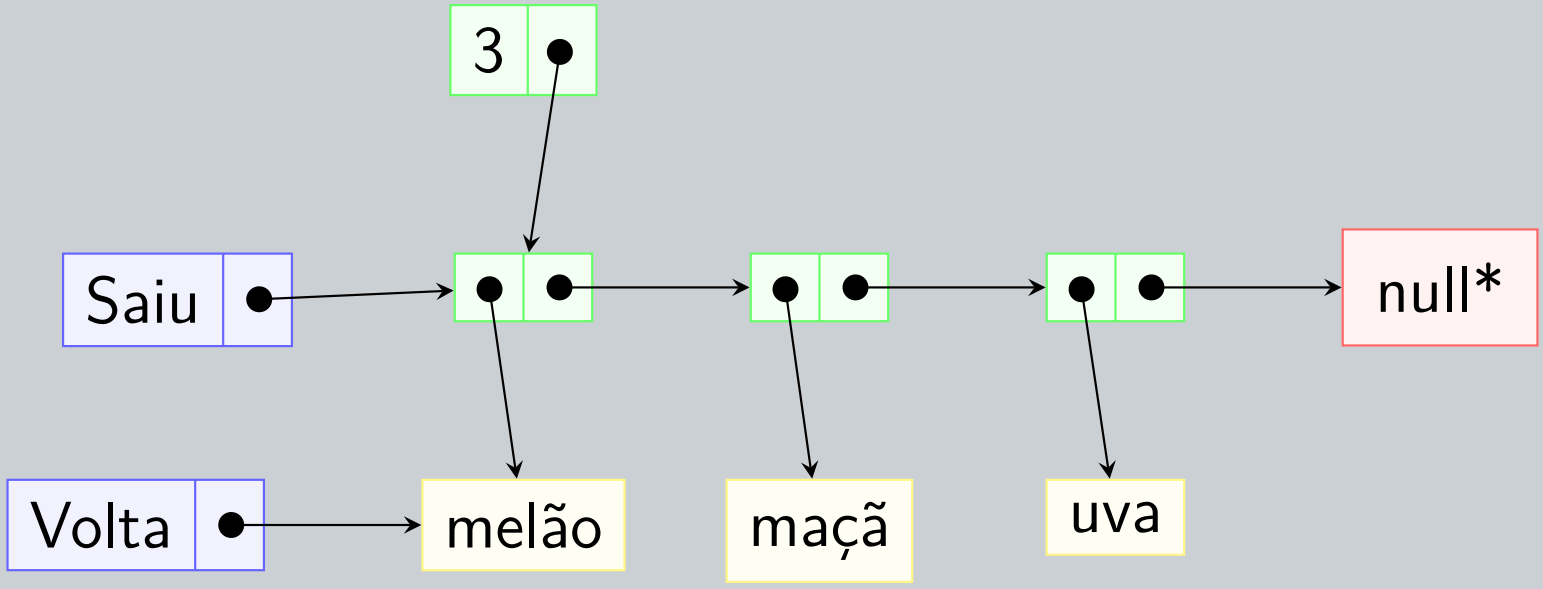
Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;
- Devolvemos a informação.



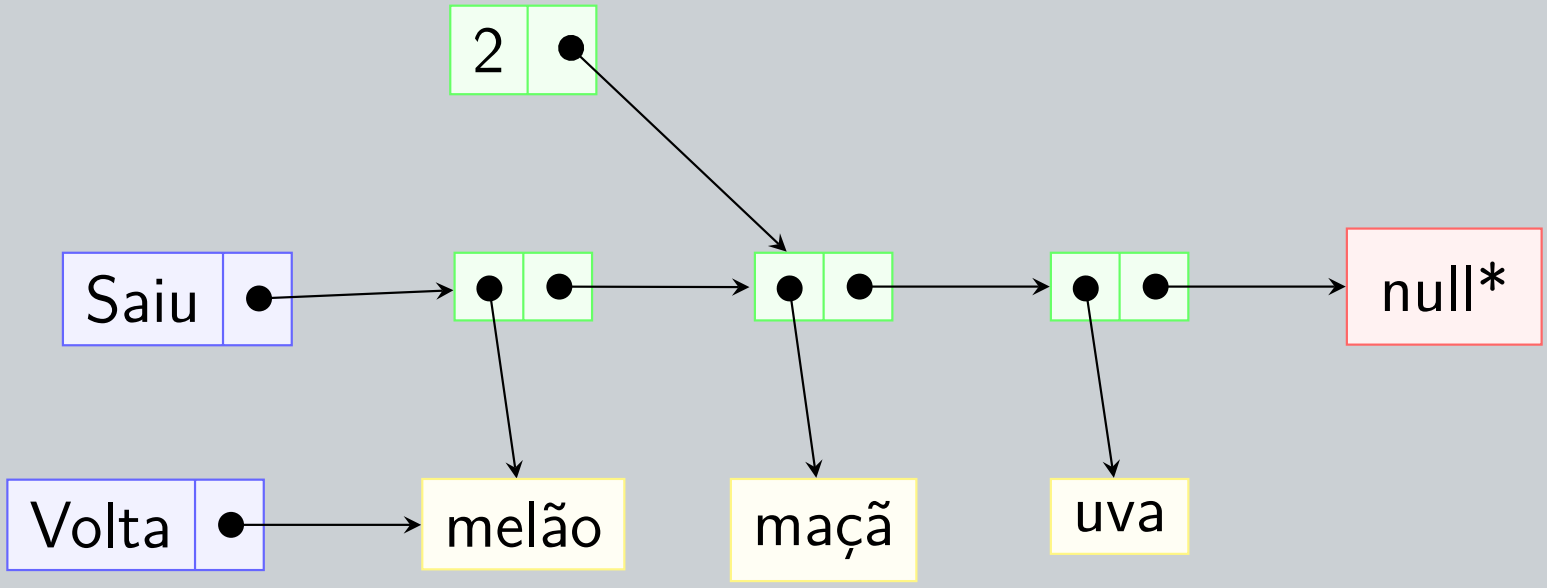
Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;
- Devolvemos a informação.



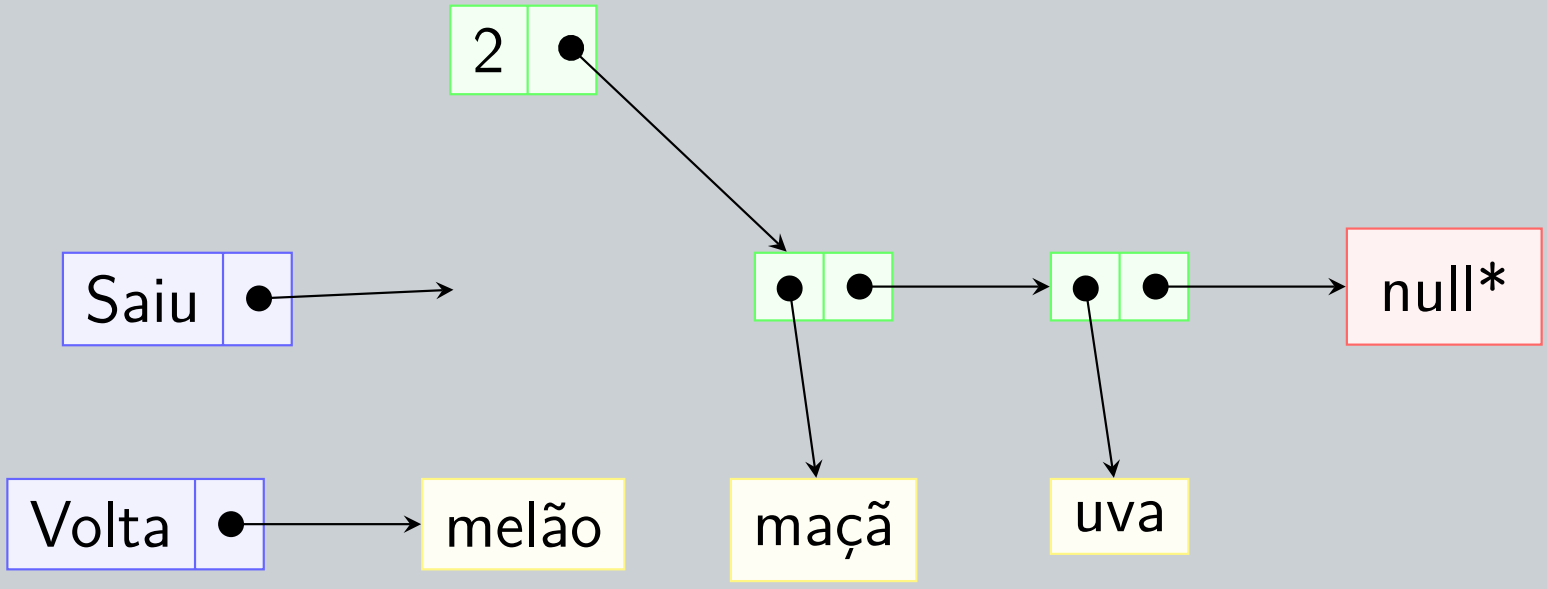
Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;
- Devolvemos a informação.



Método *T retiraDoInicio()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;
- Devolvemos a informação.



Método *T retiraDoInicio()*

```
T retiraDoInicio()
 Elemento *saiu; //Variável auxiliar elemento.
 T *volta; //Variável auxiliar tipo T.
início
SE (listaVazia()) ENTAO
  THROW(ERROLISTAVAZIA);
SENAO
  saiu <- _dados;
  volta <- saiu->info;
  _dados <- saiu->próximo;
  _tamanho <- _tamanho - 1;
  LIBERE(saiu);
  RETORNE(volta);
FIM SE
fim;
```

Método *T retiraDoInicio()*

```
T retiraDoInicio()
 Elemento *saiu; //Variável auxiliar elemento.
 T *volta; //Variável auxiliar tipo T.
início
 SE (listaVazia()) ENTAO
    THROW(ERROLISTAVAZIA);
 SENAO
   saiu <- _dados;
   volta <- saiu->info;
   _dados <- saiu->próximo;
   _tamanho <- _tamanho - 1;
   LIBERE(saiu);
   RETORNE(volta);
FIM SE
fim;
```

Método *T retiraDoInicio()*

```
T retiraDoInicio()
 Elemento *saiu; //Variável auxiliar elemento.
 T *volta; //Variável auxiliar tipo T.
início
SE (listaVazia()) ENTAO
  THROW(ERROLISTAVAZIA);
SENAO
   saiu <- _dados;
   volta <- saiu->info;
   _dados <- saiu->próximo;
   _tamanho <- _tamanho - 1;
  LIBERE(saiu);
  RETORNE(volta);
FIM SE
fim;
```

Método *T retiraDoInicio()*

```
T retiraDoInicio()
 Elemento *saiu; //Variável auxiliar elemento.
 T *volta; //Variável auxiliar tipo T.
início
SE (listaVazia()) ENTAO
  THROW(ERROLISTAVAZIA);
SENAO
  saiu <- _dados;
  volta <- saiu->info;
  _dados <- saiu->próximo;
  _tamanho <- _tamanho - 1;
   LIBERE(saiu);
   RETORNE(volta);
FIM SE
fim;
```

Método *eliminaDoInicio()*

```
 eliminaDoInicio()
 Elemento *saiu; //Variável auxiliar elemento.
início
SE (listaVazia()) ENTAO
  THROW(ERROLISTAVAZIA);
SENAO
  saiu <- _dados;
  volta <- saiu->info;
  _dados <- saiu->próximo;
  _tamanho <- _tamanho - 1;
  LIBERE(saiu);
  LIBERE(saiu->info);
FIM SE
fim;
```

Algoritmo eliminaDoInicio()

- Observe que a linha LIBERE(saiu->info) possui um perigo:
  - Se o T for por sua vez um conjunto estruturado de dados com referências internas através de ponteiros (outra lista, por exemplo), a chamada à função LIBERE(saiu->info) só liberará o primeiro nível da estrutura (aquele apontado diretamente);
  - Tudo o que for referenciado através de ponteiros em info permanecerá em algum lugar da memória, provavelmente inatingível (garbage);
  - Para evitar isto pode-se criar uma função destrói(info) para o T que será chamada no lugar de LIBERE.

Importância do Destrutor

- O destrutor diz como o objeto será destruído quando sair de escopo;
- No mínimo deve liberar a memória que foi alocada por chamadas “new”no construtor;
- Se nenhum destrutor for declarado será gerado um default, que aplicará o destrutor correspondente a cada dado da classe;
- A recursão tem que ser garantida pelo objeto.

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

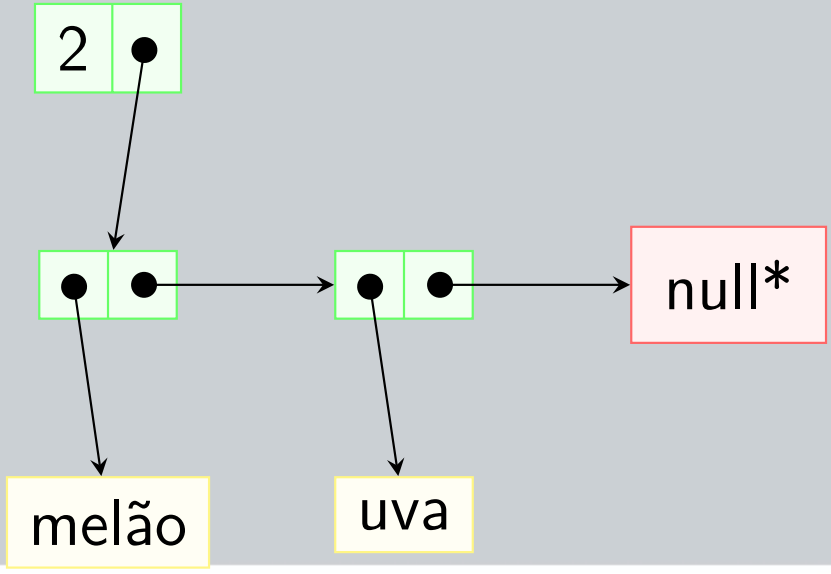
- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.

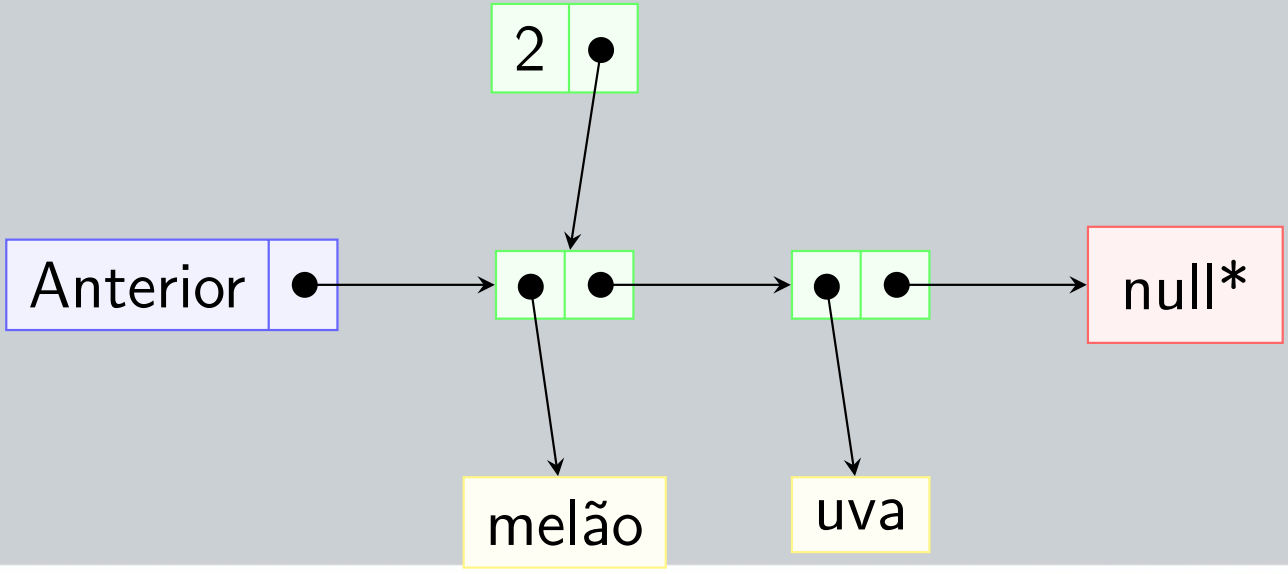
Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



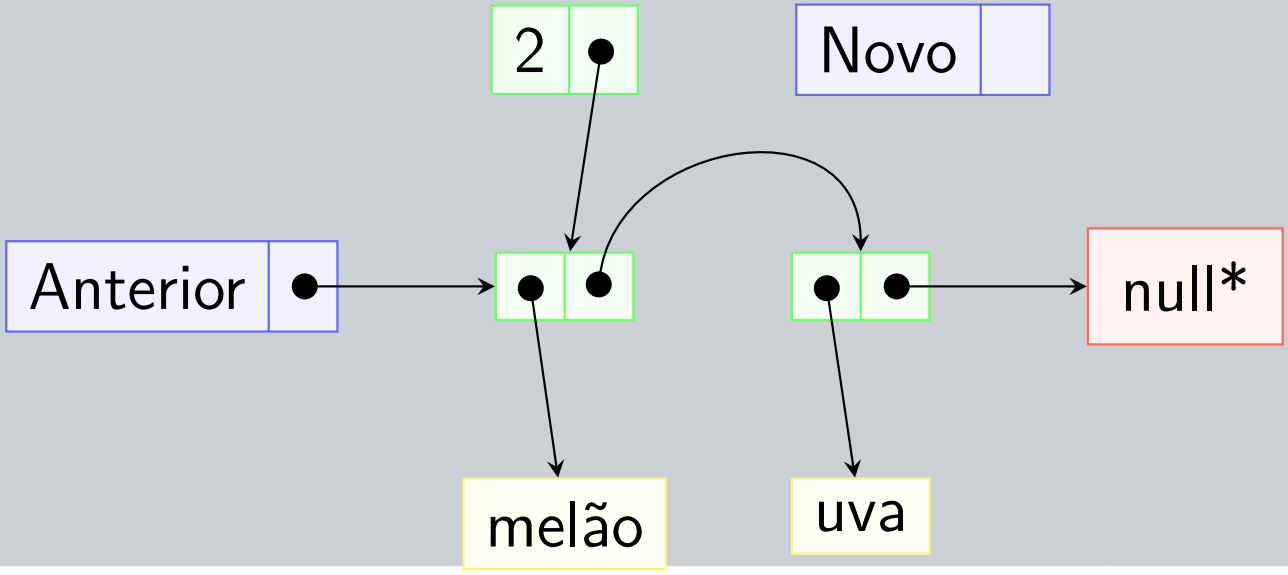
Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



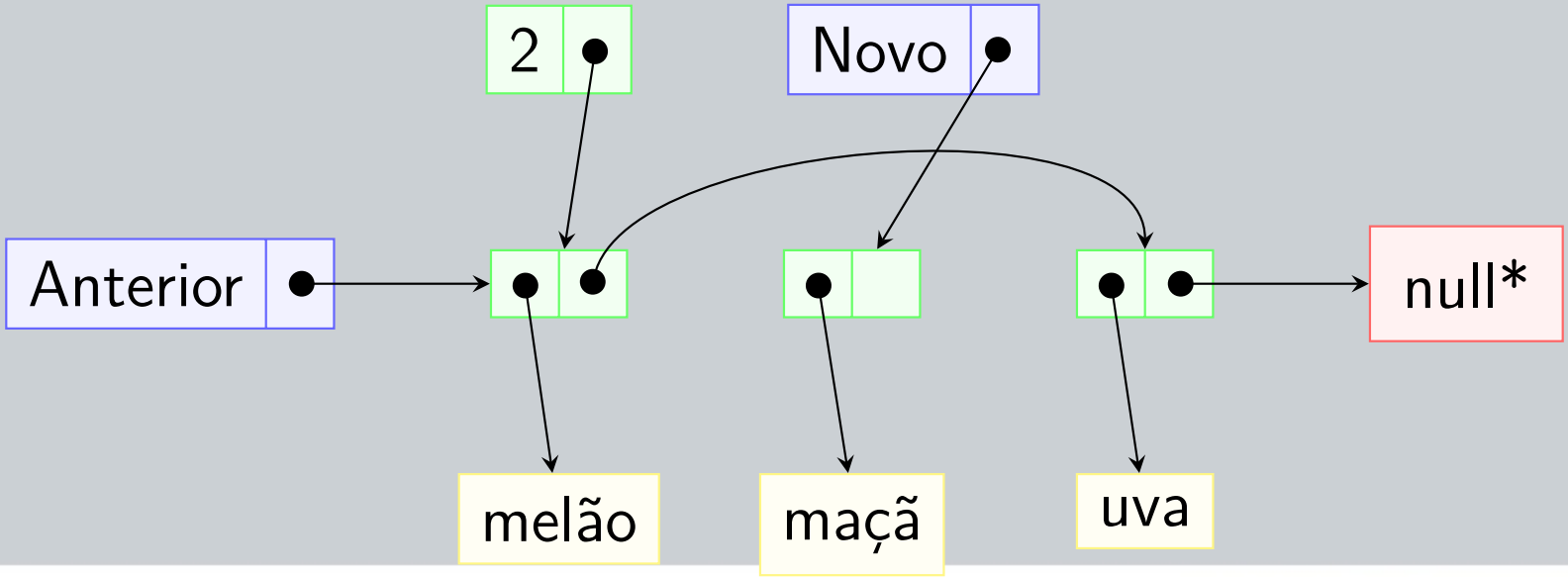
Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



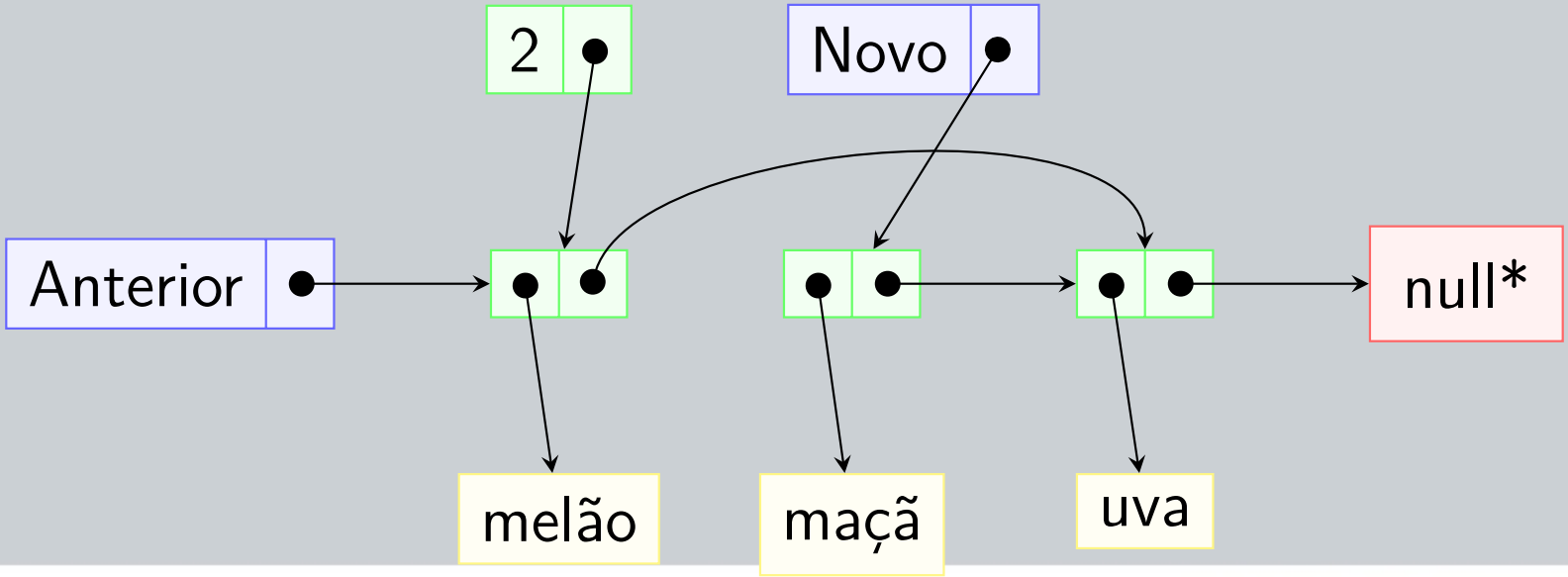
Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



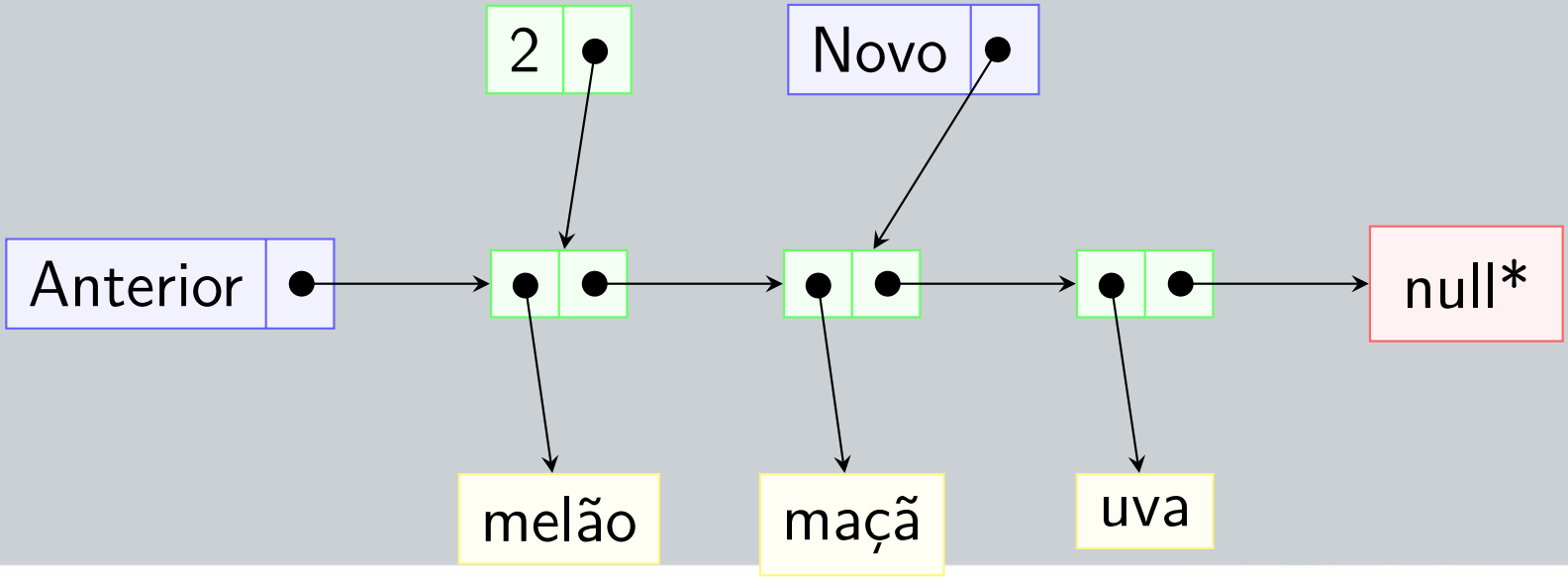
Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



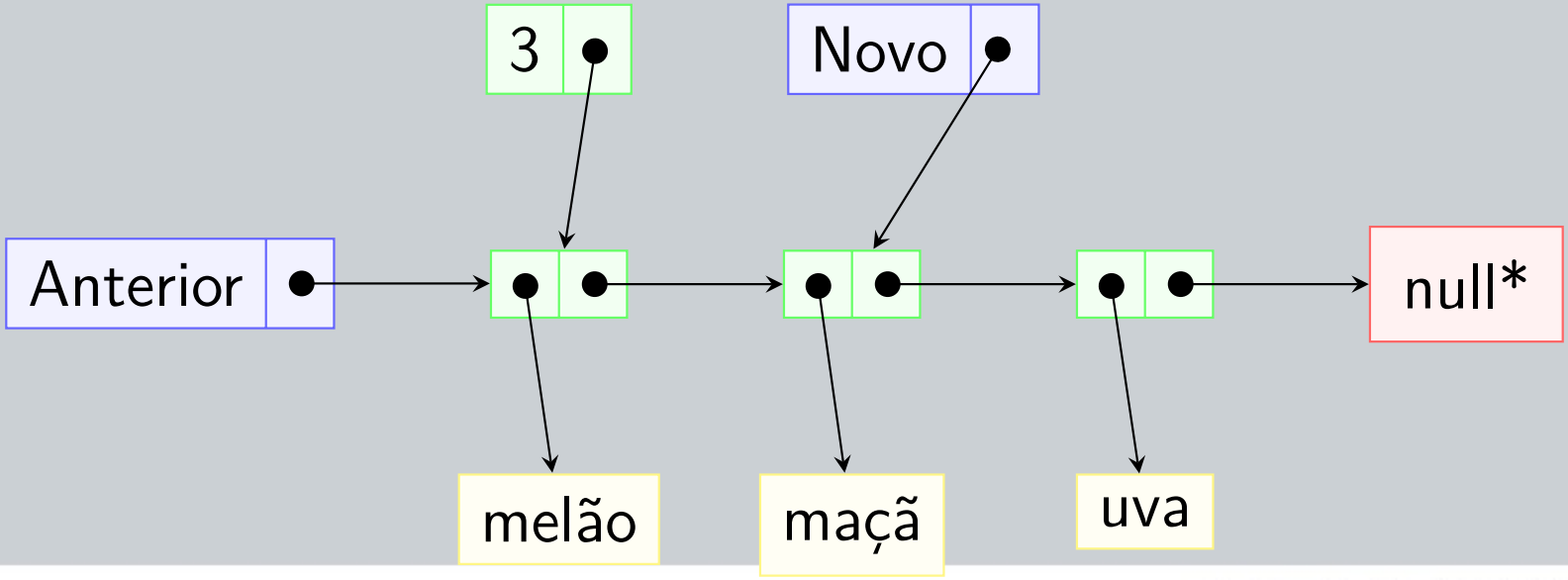
Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

- Testamos se a posição existe e se é possível alocar;
- Caminhamos até a posição;
- Adicionamos o novo dado na posição;
- Incrementamos o tamanho.



Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)
 Elemento *novo, *anterior; // auxiliares.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho + 1) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(adicionaNoInício(info));
   SENAO
    novo <- aloque(Elemento);
    SE (novo = NULO) ENTÃO THROW(ERROLISTACHEIA);
    SENAO
     anterior <- _dados;
     REPITA (posicao - 2) VEZES
      anterior <- anterior->_proximo;
     novo->_proximo <- anterior->_proximo;
     novo->_info <- info;
     anterior->_proximo <- novo;
     _tamanho <- _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)
 Elemento *novo, *anterior; // auxiliares.
 inicio
 SE (posicao > _tamanho + 1) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(adicionaNoInício(info));
   SENAO
    novo <- aloque(Elemento);
    SE (novo = NULO) ENTÃO THROW(ERROLISTACHEIA);
    SENAO
     anterior <- _dados;
     REPITA (posicao - 2) VEZES
      anterior <- anterior->_proximo;
     novo->_proximo <- anterior->_proximo;
     novo->_info <- info;
     anterior->_proximo <- novo;
     _tamanho <- _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)
 Elemento *novo, *anterior; // auxiliares.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho + 1) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
   SENAO
    SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(adicionaNoInício(info));
   SENAO
    novo <- aloque(Elemento);
    SE (novo = NULO) ENTÃO THROW(ERROLISTACHEIA);
    SENAO
     anterior <- _dados;
     REPITA (posicao - 2) VEZES
      anterior <- anterior->_proximo;
     novo->_proximo <- anterior->_proximo;
     novo->_info <- info;
     anterior->_proximo <- novo;
     _tamanho <- _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)
 Elemento *novo, *anterior; // auxiliares.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho + 1) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(adicionaNoInício(info));
    SENAO
     novo <- aloque(Elemento);
     SE (novo = NULO) ENTÃO THROW(ERROLISTACHEIA);
    SENAO
     anterior <- _dados;
     REPITA (posicao - 2) VEZES
      anterior <- anterior->_proximo;
     novo->_proximo <- anterior->_proximo;
     novo->_info <- info;
     anterior->_proximo <- novo;
     _tamanho <- _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)
 Elemento *novo, *anterior; // auxiliares.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho + 1) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(adicionaNoInício(info));
   SENAO
    novo <- aloque(Elemento);
    SE (novo = NULO) ENTÃO THROW(ERROLISTACHEIA);
     SENAO
      anterior <- _dados;
      REPITA (posicao - 2) VEZES
       anterior <- anterior->_proximo;
      novo->_proximo <- anterior->_proximo;
      novo->_info <- info;
      anterior->_proximo <- novo;
      _tamanho <- _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicao(T dado, int posicao)
 Elemento *novo, *anterior; // auxiliares.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho + 1) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(adicionaNoInício(info));
   SENAO
    novo <- aloque(Elemento);
    SE (novo = NULO) ENTÃO THROW(ERROLISTACHEIA);
    SENAO
     anterior <- _dados;
     REPITA (posicao - 2) VEZES
      anterior <- anterior->_proximo;
      novo->_proximo <- anterior->_proximo;
      novo->_info <- info;
      anterior->_proximo <- novo;
      _tamanho <- _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

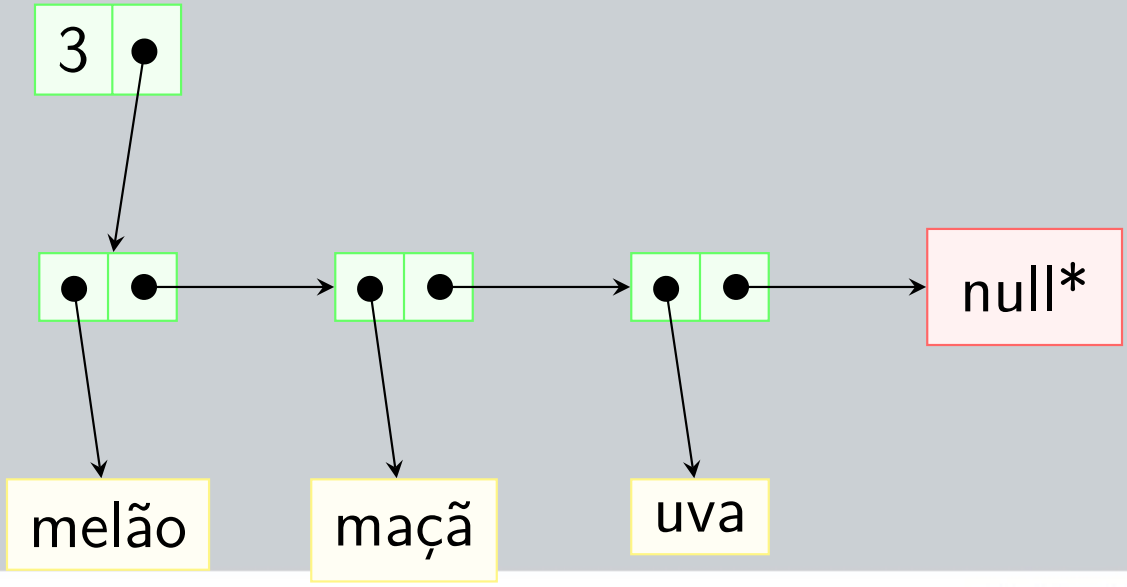
- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.

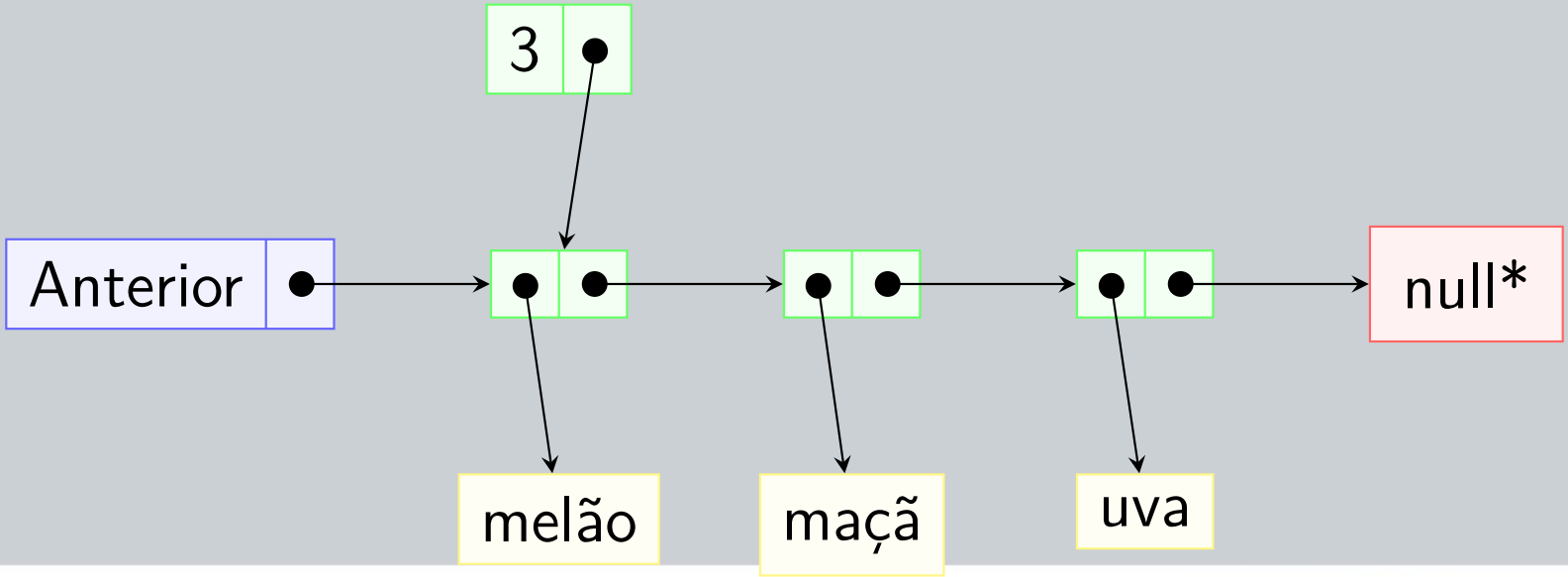
Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.



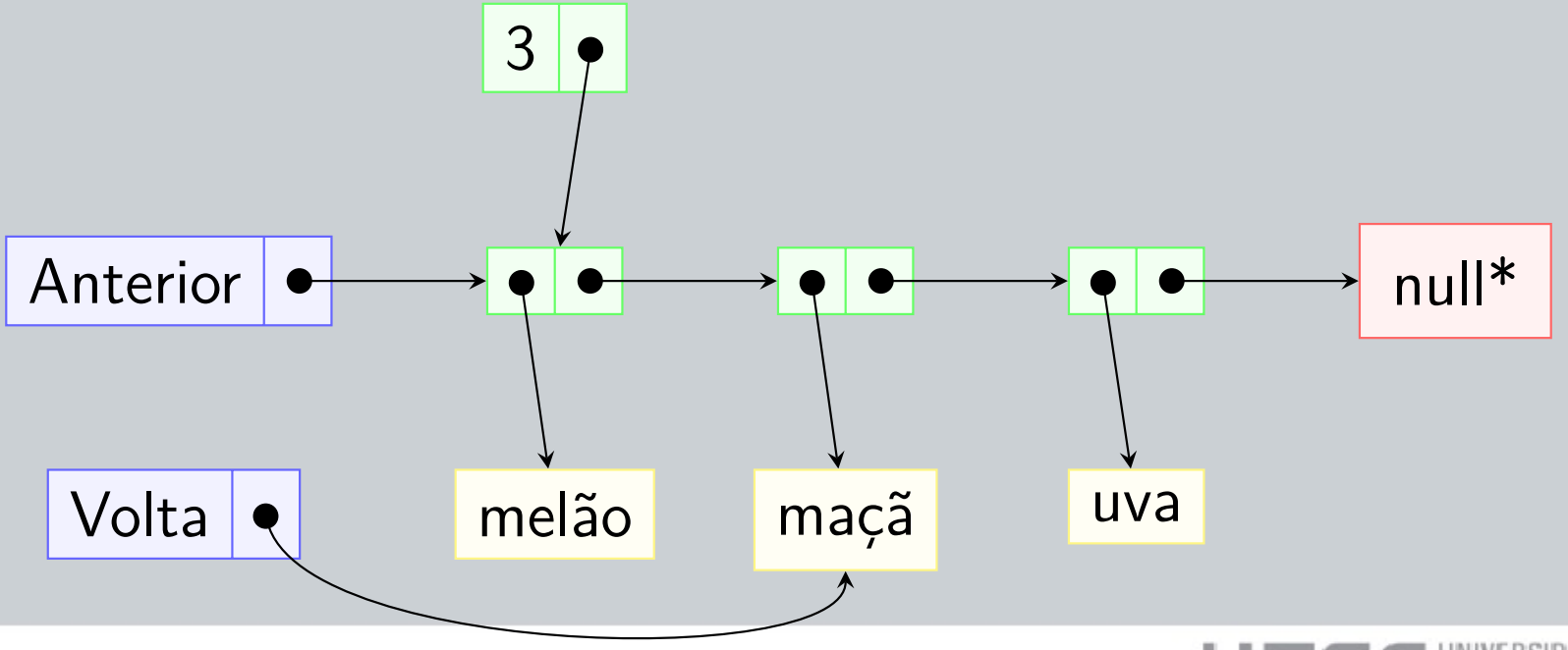
Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.



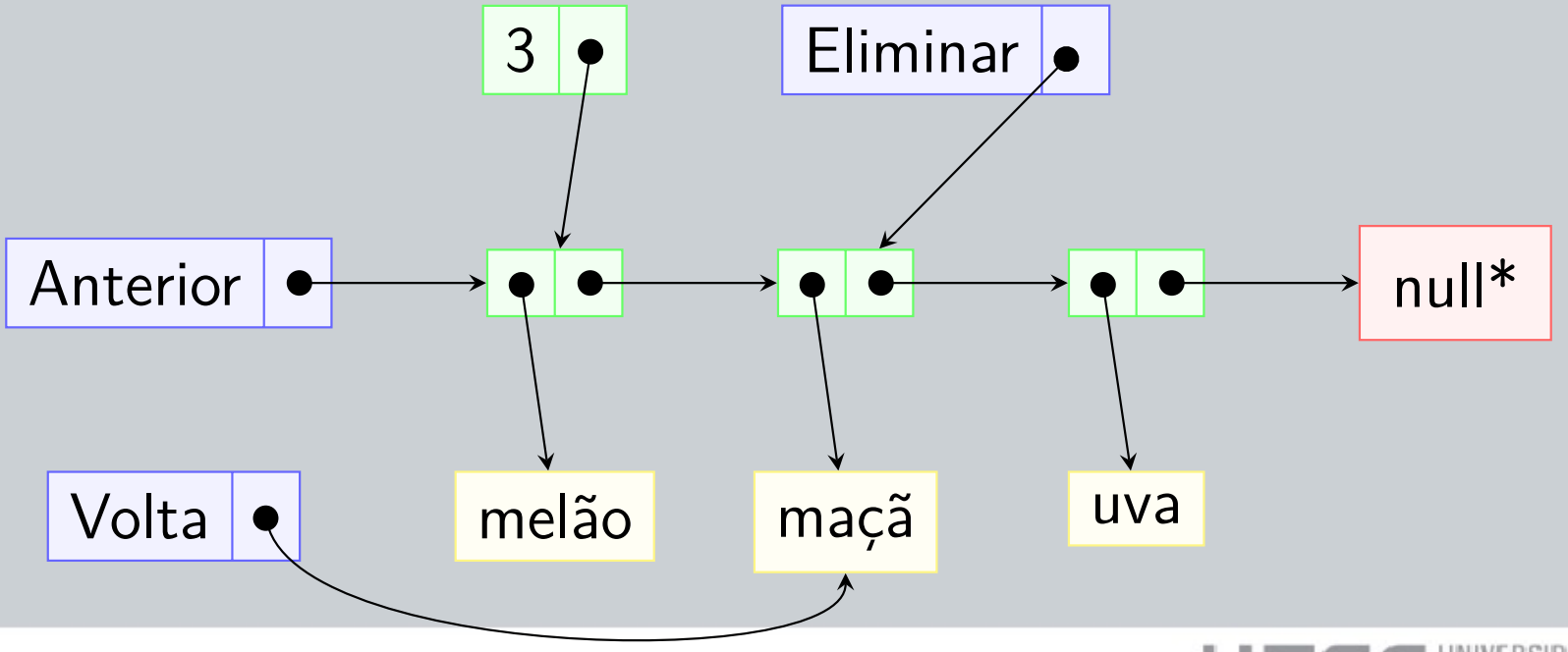
Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.



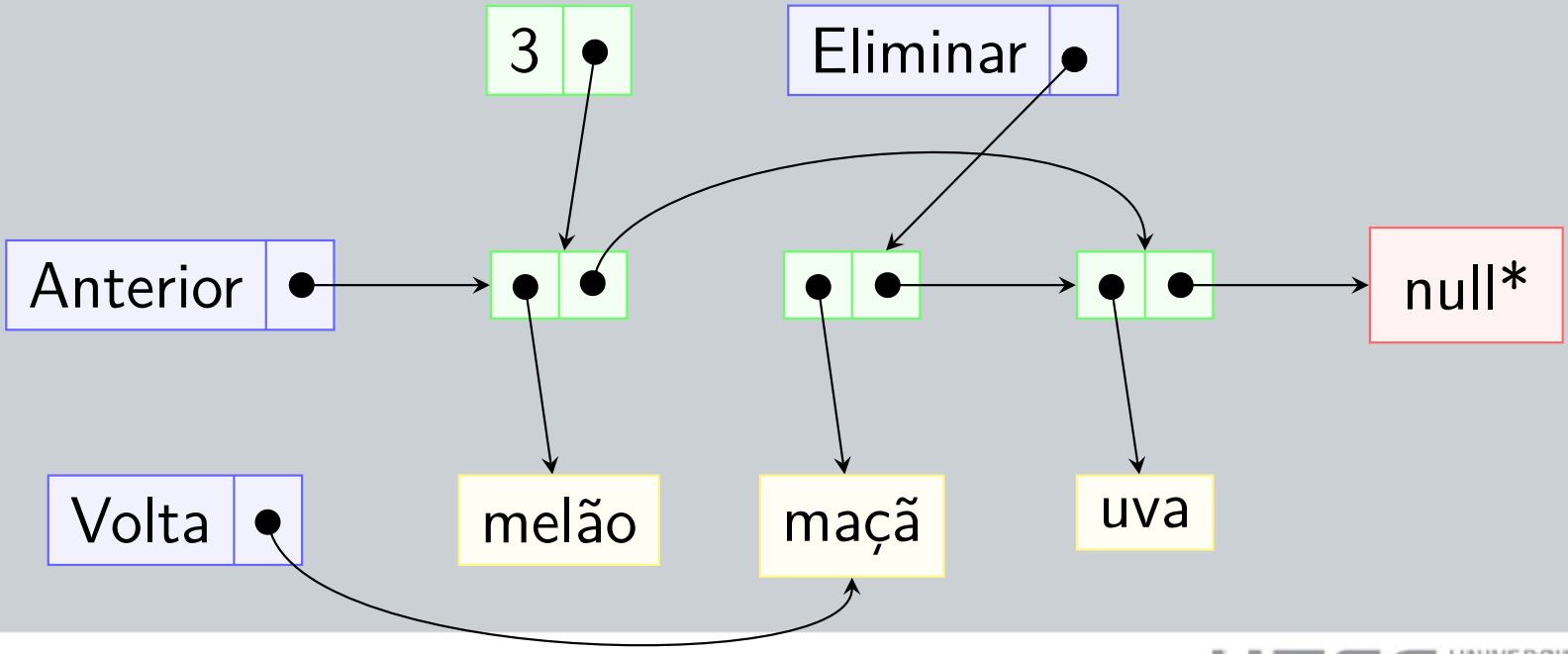
Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.



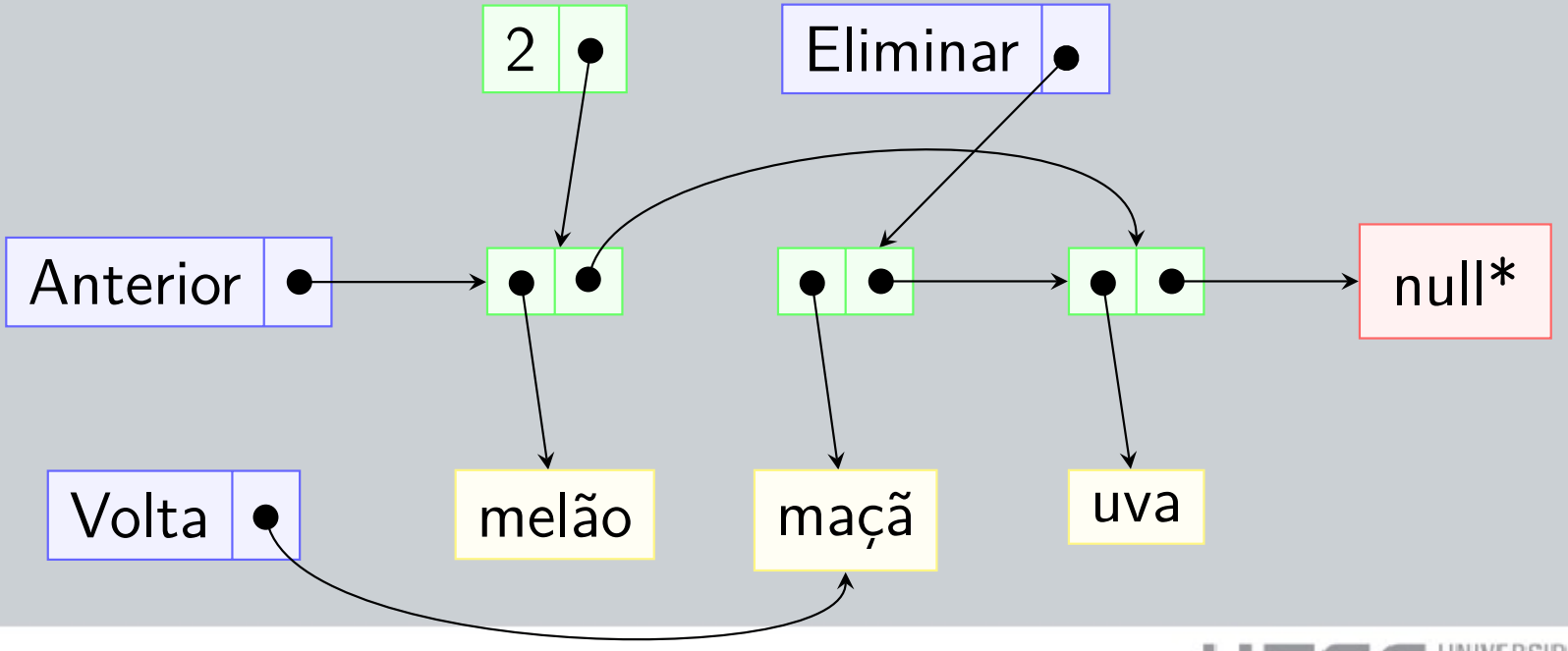
Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.



Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

- Testamos se a posição existe;
- Caminhamos até a posição;
- Retiramos o dado da posição;
- Decrementamos o tamanho.



Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

```
T retiraDaPosicao(int posicao)
 Elemento *anterior, *eliminar; //Variáveis elemento.
 T *volta; //Variável tipo T.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(retiraDoInicio());
   SENAO
    anterior <- _dados;
    REPITA (posicao - 2) VEZES
     anterior <- anterior->_proximo;
    eliminar <- anterior->_proximo;
    volta <- eliminar->_info;
    anterior->_proximo <- eliminar->_proximo;
    _tamanho <- _tamanho - 1;
    LIBERE(eliminar);
    RETORNE(volta);
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

```
T retiraDaPosicao(int posicao)
 Elemento *anterior, *eliminar; //Variáveis elemento.
 T *volta; //Variável tipo T.
 inicio
   SE (posicao > _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(retiraDoInicio());
   SENAO
    anterior <- _dados;
    REPITA (posicao - 2) VEZES
     anterior <- anterior->_proximo;
    eliminar <- anterior->_proximo;
    volta <- eliminar->_info;
    anterior->_proximo <- eliminar->_proximo;
    _tamanho <- _tamanho - 1;
    LIBERE(eliminar);
    RETORNE(volta);
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

```
T retiraDaPosicao(int posicao)
 Elemento *anterior, *eliminar; //Variáveis elemento.
 T *volta; //Variável tipo T.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
   SENAO
    SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(retiraDoInicio());
   SENAO
    anterior <- _dados;
    REPITA (posicao - 2) VEZES
     anterior <- anterior->_proximo;
    eliminar <- anterior->_proximo;
    volta <- eliminar->_info;
    anterior->_proximo <- eliminar->_proximo;
    _tamanho <- _tamanho - 1;
    LIBERE(eliminar);
    RETORNE(volta);
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

```
T retiraDaPosicao(int posicao)
 Elemento *anterior, *eliminar; //Variáveis elemento.
 T *volta; //Variável tipo T.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(retiraDoInicio());
    SENAO
     anterior <- _dados;
     REPITA (posicao - 2) VEZES
      anterior <- anterior->_proximo;
    eliminar <- anterior->_proximo;
    volta <- eliminar->_info;
    anterior->_proximo <- eliminar->_proximo;
    _tamanho <- _tamanho - 1;
    LIBERE(eliminar);
    RETORNE(volta);
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *T retiraDaPosicao(int posicao)*

```
T retiraDaPosicao(int posicao)
 Elemento *anterior, *eliminar; //Variáveis elemento.
 T *volta; //Variável tipo T.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 1) ENTAO RETORNE(retiraDoInicio());
   SENAO
    anterior <- _dados;
    REPITA (posicao - 2) VEZES
     anterior <- anterior->_proximo;
     eliminar <- anterior->_proximo;
     volta <- eliminar->_info;
     anterior->_proximo <- eliminar->_proximo;
     _tamanho <- _tamanho - 1;
     LIBERE(eliminar);
     RETORNE(volta);
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *adicionaEmOrdem(T dado)*

- Necessitamos de um método para comparar os dados (operator::>);
- Procuramos pela posição onde inserir comparando dados;
- Chamamos adicionaNaPosicao(T dado, int posicao).

Dica!

Podemos implementar um versão polimórfica de adicionaNaPosicao(T dado, int posicao) que é adicionaNaPosicao(T dado, Elemento* posicao)

Método *adicionaEmOrdem(T dado)*

```
adicionaEmOrdem(T dado)
 Elemento *atual; //Variável para caminhar.
 int posicao; // Posicao de Insercao.
 inicio
  SE (listaVazia()) ENTAO RETORNE(adicionaNoInicio(dado));
  SENAO
   atual <- _dados;
   posicao <- 1;
   ENQUANTO (atual->_proximo ~= NULO E
             dado > atual->_info)) FACA
    //Encontrar posição para inserir.
    atual <- atual->_proximo;
    posicao <- posicao + 1;
   FIM ENQUANTO
   SE (dado > atual->_info) ENTAO //Parou porque acabou a lista.
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao + 1));
   SENAO
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao));
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *adicionaEmOrdem(T dado)*

```
adicionaEmOrdem(T dado)
 Elemento *atual; //Variável para caminhar.
 int posicao; // Posicao de Insercao.
 inicio
   SE (listaVazia()) ENTAO RETORNE(adicionaNoInicio(dado));
  SENAO
   atual <- _dados;
   posicao <- 1;
   ENQUANTO (atual->_proximo ~= NULO E
              dado > atual->_info)) FACA
    //Encontrar posição para inserir.
    atual <- atual->_proximo;
    posicao <- posicao + 1;
   FIM ENQUANTO
   SE (dado > atual->_info) ENTAO //Parou porque acabou a lista.
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao + 1));
   SENAO
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao));
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *adicionaEmOrdem(T dado)*

```
adicionaEmOrdem(T dado)
 Elemento *atual; //Variável para caminhar.
 int posicao; // Posicao de Insercao.
 inicio
  SE (listaVazia()) ENTAO RETORNE(adicionaNoInicio(dado));
   SENAO
    atual <- _dados;
    posicao <- 1;
    ENQUANTO (atual->_proximo  = NULO E
                dado > atual->_info)) FACA
     //Encontrar posição para inserir.
     atual <- atual->_proximo;
     posicao <- posicao + 1;
   FIM ENQUANTO
   SE (dado > atual->_info) ENTAO //Parou porque acabou a lista.
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao + 1));
   SENAO
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao));
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *adicionaEmOrdem(T dado)*

```
adicionaEmOrdem(T dado)
 Elemento *atual; //Variável para caminhar.
 int posicao; // Posicao de Insercao.
 inicio
  SE (listaVazia()) ENTAO RETORNE(adicionaNoInicio(dado));
  SENAO
   atual <- _dados;
   posicao <- 1;
   ENQUANTO (atual->_proximo ~= NULO E
             dado > atual->_info)) FACA
    //Encontrar posição para inserir.
    atual <- atual->_proximo;
    posicao <- posicao + 1;
   FIM ENQUANTO
    SE (dado > atual->_info) ENTAO //Parou porque acabou a lista.
     RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao + 1));
   SENAO
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao));
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *adicionaEmOrdem(T dado)*

```
adicionaEmOrdem(T dado)
 Elemento *atual; //Variável para caminhar.
 int posicao; // Posicao de Insercao.
 inicio
  SE (listaVazia()) ENTAO RETORNE(adicionaNoInicio(dado));
  SENAO
   atual <- _dados;
   posicao <- 1;
   ENQUANTO (atual->_proximo ~= NULO E
             dado > atual->_info)) FACA
    //Encontrar posição para inserir.
    atual <- atual->_proximo;
    posicao <- posicao + 1;
   FIM ENQUANTO
   SE (dado > atual->_info) ENTAO //Parou porque acabou a lista.
    RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao + 1));
    SENAO
     RETORNE(adicionaNaPosicao(dado, posicao));
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Algoritmos Restantes - Por conta do aluno

- Adiciona(dado):
  - AdicionaNaPosicao(tamanho);
- Retira():
  - T RetiraDaPosicao(tamanho);
- T RetiraEspecifico(dado).
- int posicao(dado);
- Elemento* posicao(dado);
- bool contem(dado);

Método *destroiLista()*

```
destroiLista()
 Elemento *atual, *anterior; //Variável auxiliar para caminhar.
 inicio
  SE (listaVazia()) ENTAO THROW(ERROLISTAVAZIA);
  SENAO
   atual <- _dados;
   ENQUANTO (atual ~= NULO) FACA
    //Eliminar até o fim.
    anterior <- atual;
    //Vou para o próximo mesmo que seja nulo.
    atual <- atual->_proximo;
    //Liberar primeiro a Info.
    LIBERE(anterior->_info);
    //Liberar o elemento que acabei de visitar.
    LIBERE(anterior);
   FIM ENQUANTO
  FIM SE
 fim;
```

Trabalho Lista Encadeada

- Implemente uma classe Lista todas as operações vistas;
- Implemente a lista usando Templates;
- Implemente a lista com um numero de elementos variável definido na instanciação;
- Use as melhores práticas de orientação a objetos;
- Documente todas as classes, métodos e atributos;
- Aplique os testes unitários disponíveis no moodle da disciplina para validar sua estrutura de dados;
- Entregue até a data definida no moodle.

Perguntas????

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA