Estruturas de Dados

A. G. Silva, A. von Wangenheim, J. E. Martina

Revisado em 04 de setembro de 2018

Extensões do conceito de Lista Encadeada

- A idéia da Lista Encadeada vista até agora é o modelo mais geral e simples;
- Pode ser especializada e estendida das mais variadas formas;
- Especializada:
  - Pilhas encadeadas;
  - Filas.
- Estendida:
  - Listas Duplamente Encadeadas;
  - Listas Circulares Simples e Duplas.

Conceito de Pilhas

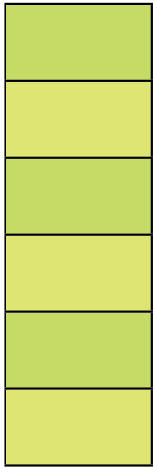
Pilha

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).

Conceito de Pilhas

Pilha

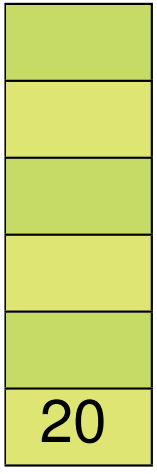
É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



Conceito de Pilhas

Pilha

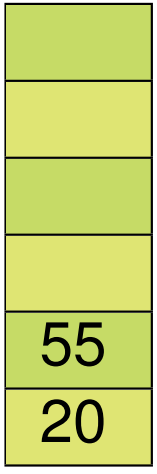
É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



Conceito de Pilhas

Pilha

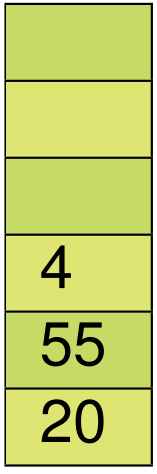
É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



Conceito de Pilhas

Pilha

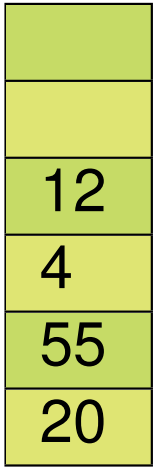
É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



Conceito de Pilhas

Pilha

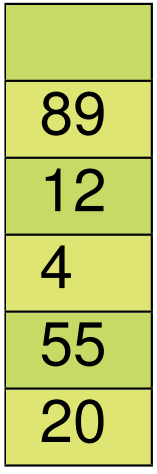
É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



Conceito de Pilhas

Pilha

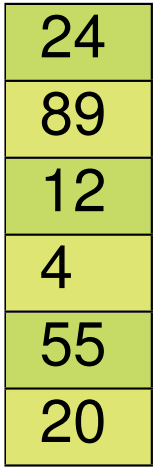
É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



Conceito de Pilhas

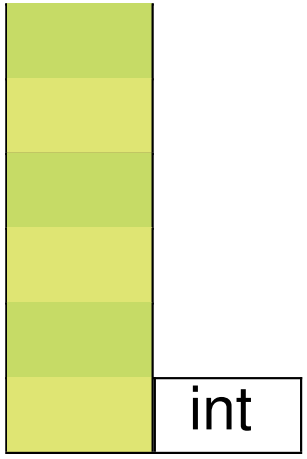
Pilha

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de empilhar, onde o primeiro a entrar é o último a sair (LIFO).



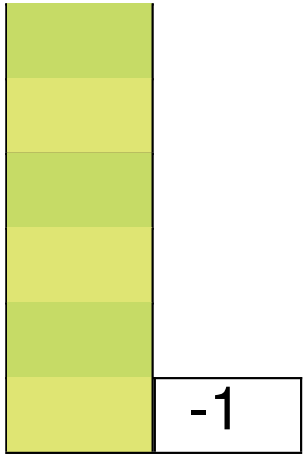
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



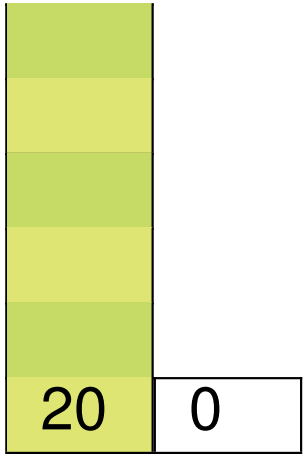
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.
- Pilha vazia!



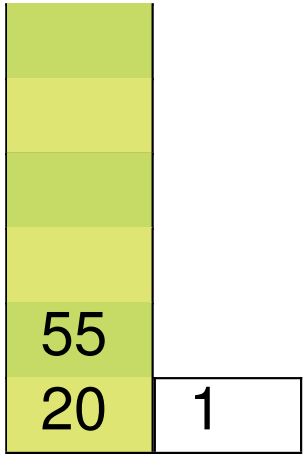
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



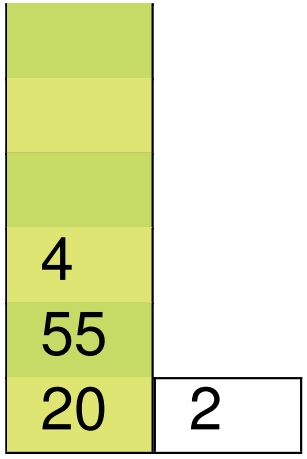
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



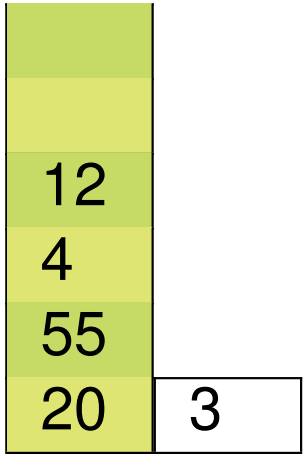
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



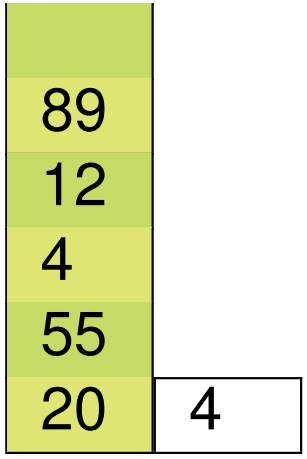
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



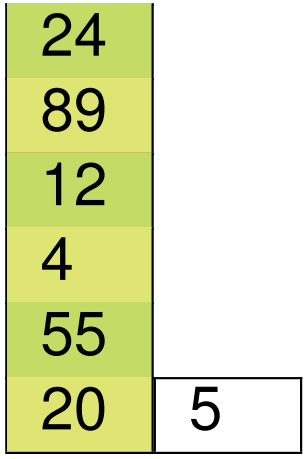
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



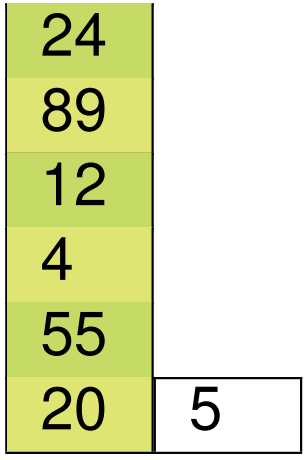
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.



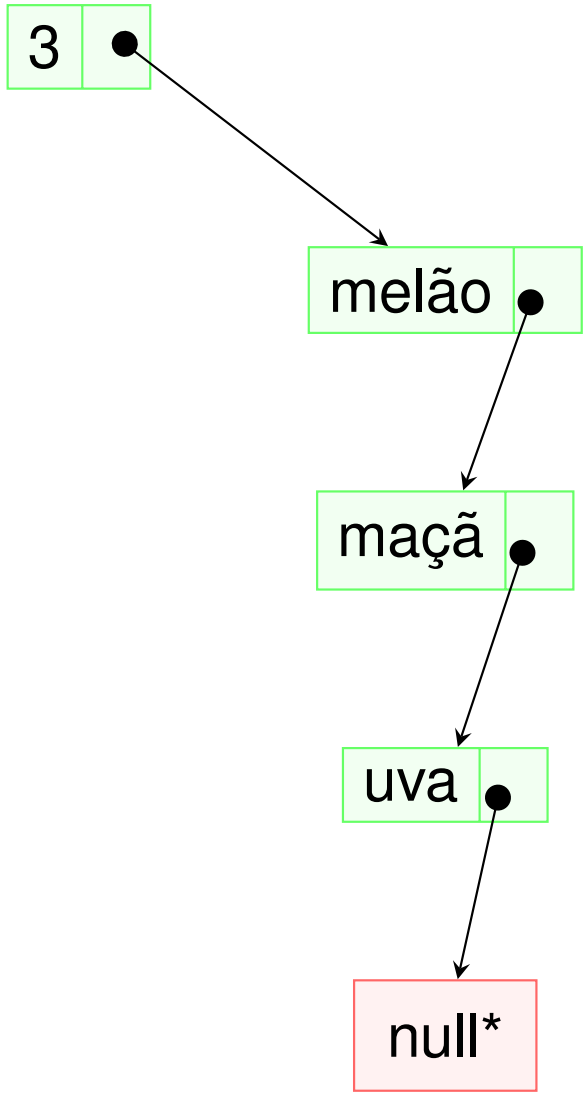
Pilhas em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.
- Pilha cheia!



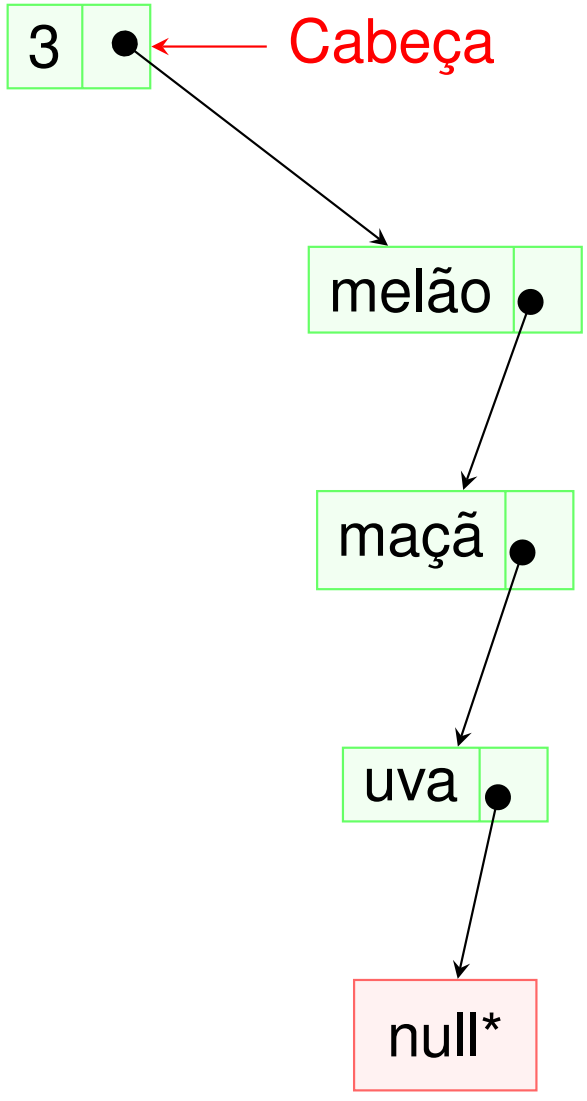
Pilhas Encadeadas

- A estrutura é limitada pela memória disponível;
- Não é necessário definir um valor fixo para o tamanho da Pilha.



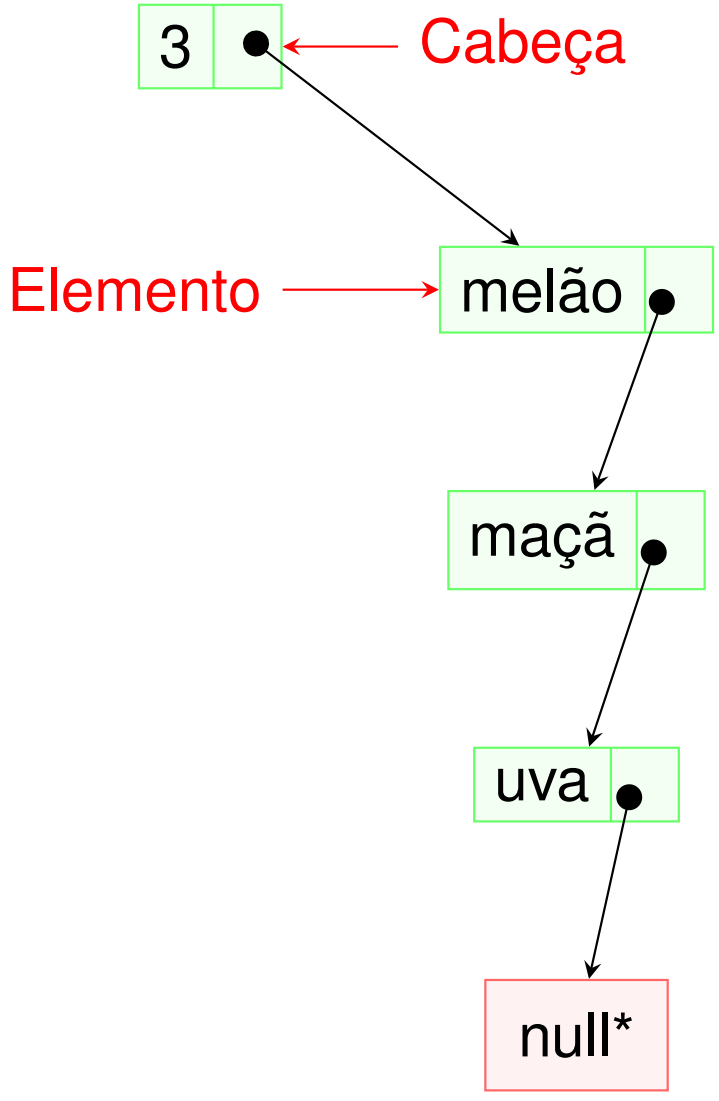
Pilhas Encadeadas

- A estrutura é limitada pela memória disponível;
- Não é necessário definir um valor fixo para o tamanho da Pilha.



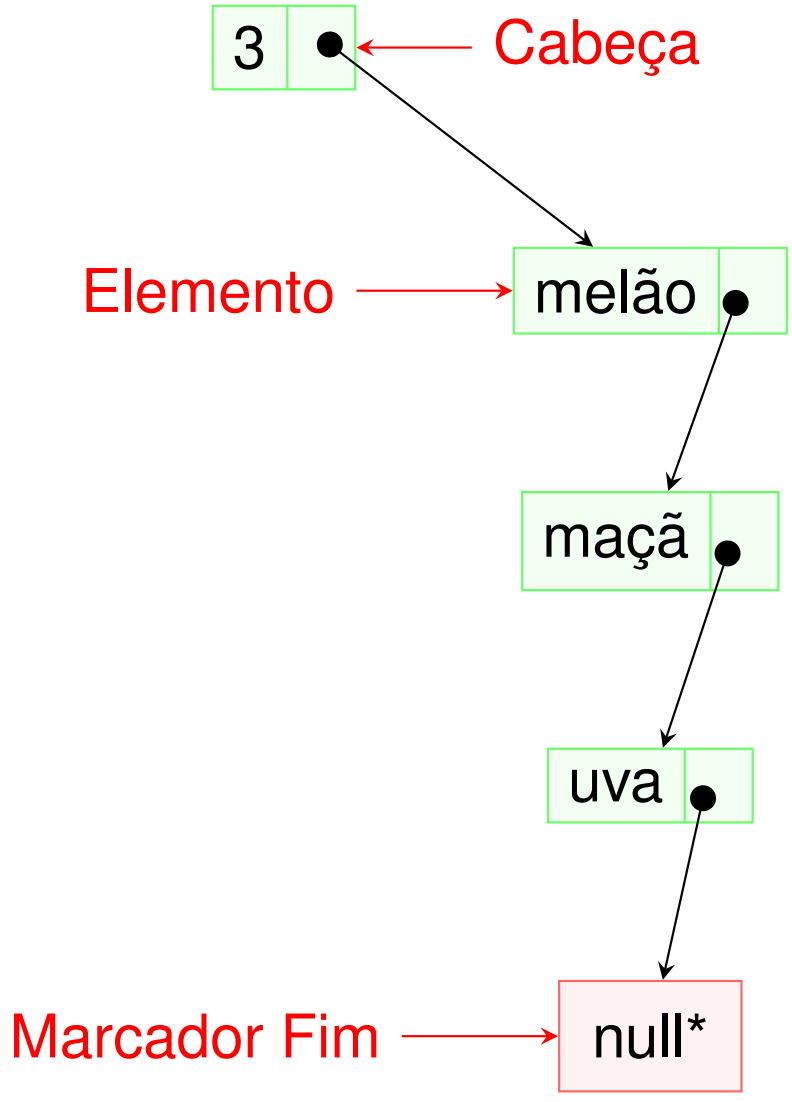
Pilhas Encadeadas

- A estrutura é limitada pela memória disponível;
- Não é necessário definir um valor fixo para o tamanho da Pilha.



Pilhas Encadeadas

- A estrutura é limitada pela memória disponível;
- Não é necessário definir um valor fixo para o tamanho da Pilha.



Modelagem da Cabeça de Pilha

- Aspecto estrutural:
  - Necessitamos de um ponteiro para o primeiro elemento da pilha;
  - Necessitamos de um inteiro para indicar quantos elementos a pilha possui.

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

Modelagem do Elemento de Pilha

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

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

Modelagem da Elemento de Pilha

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

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

Modelagem da Pilha Encadeada

- Aspecto funcional:
  - Temos que colocar e retirar dados da pilha;
  - Temos que testar se a pilha está vazia;
  - Temos que inicializar a pilha.

Modelagem da Pilha Encadeada

- Inicializar ou limpar:
  - `Pilha();`
  - `~Pilha();`
  - `detroiPilha();`
- Testar se a pilha está vazia:
  - `bool pilhaVazia();`
- Colocar e retirar dados da pilha:
  - `empilha(T *dado);`
  - `T *desempilha();`
  - `T *topo();`

Método *Pilha()*

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

```
Pilha()
inicio
   _dados ← null;
   _tamanho ← 0;
fim;
```

Método ~Pilha()

- Chamamos `limpaPilha();`

```
~Pilha()
inicio
  limpaPilha();
fim;
```

Método *pilhaVazia()*

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

- Um algoritmo `pilhaCheia()` não existe na Pilha Encadeada;

Método *pilhaVazia()*

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

- Um algoritmo `pilhaCheia()` não existe na Pilha Encadeada;
- Verificar se houve espaço na memória para um novo elemento será responsabilidade de cada operação de adição.

Método *empilha(T *dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;

Método *empilha(T *dado)*

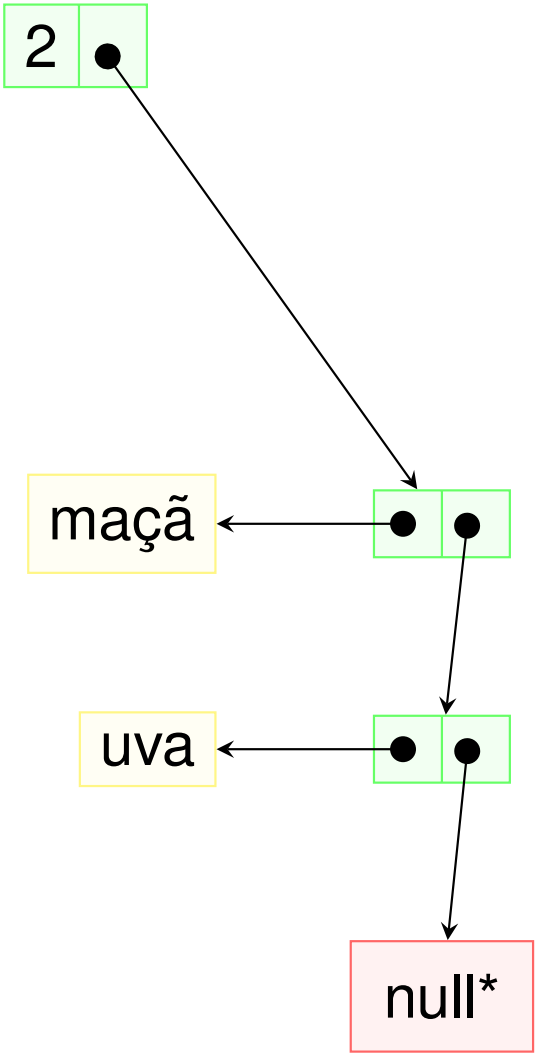
- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o topo da pilha;

Método *empilha(T *dado)*

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

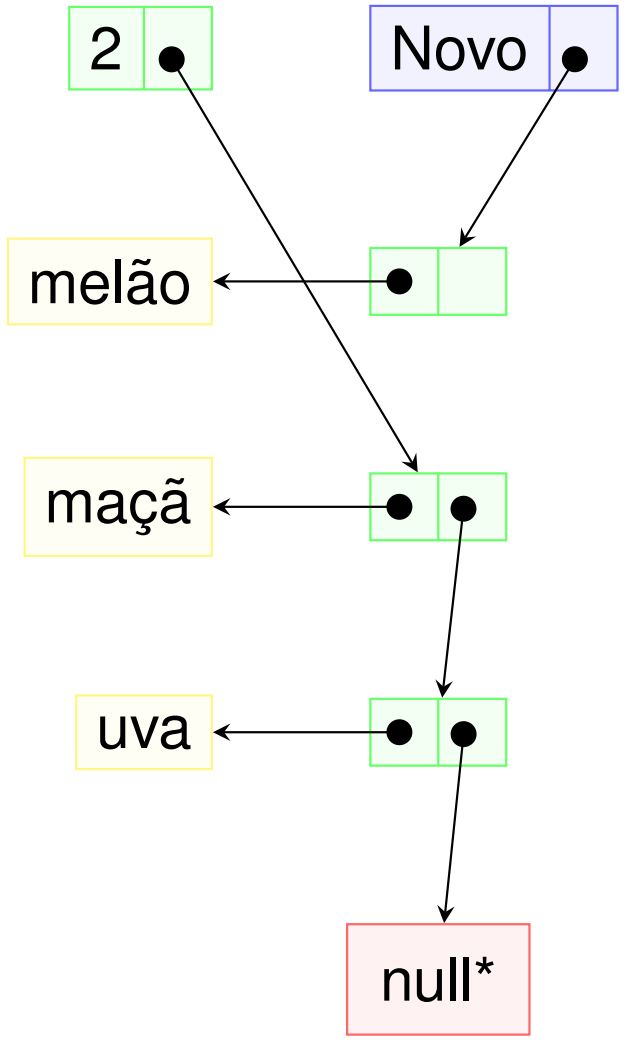
Método *empilha(T *dado)*

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



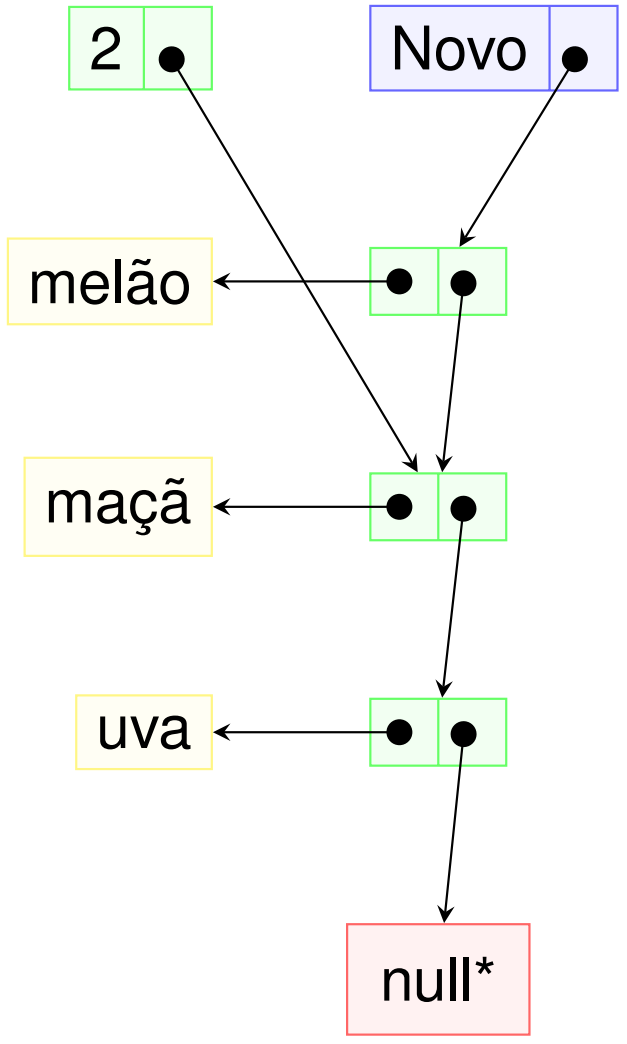
Método *empilha(T *dado)*

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



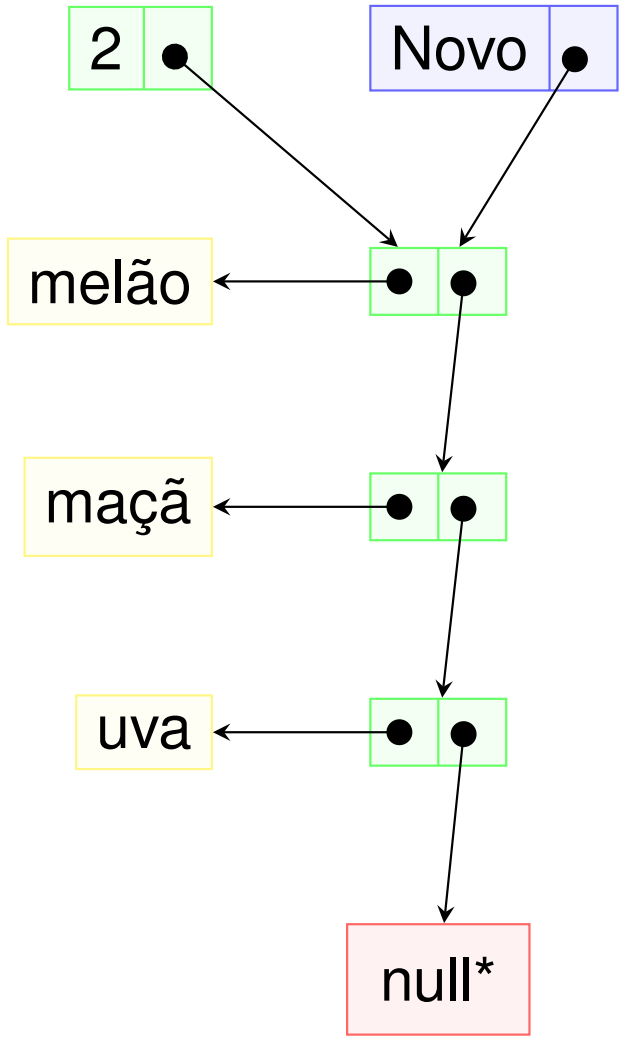
Método *empilha(T *dado)*

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



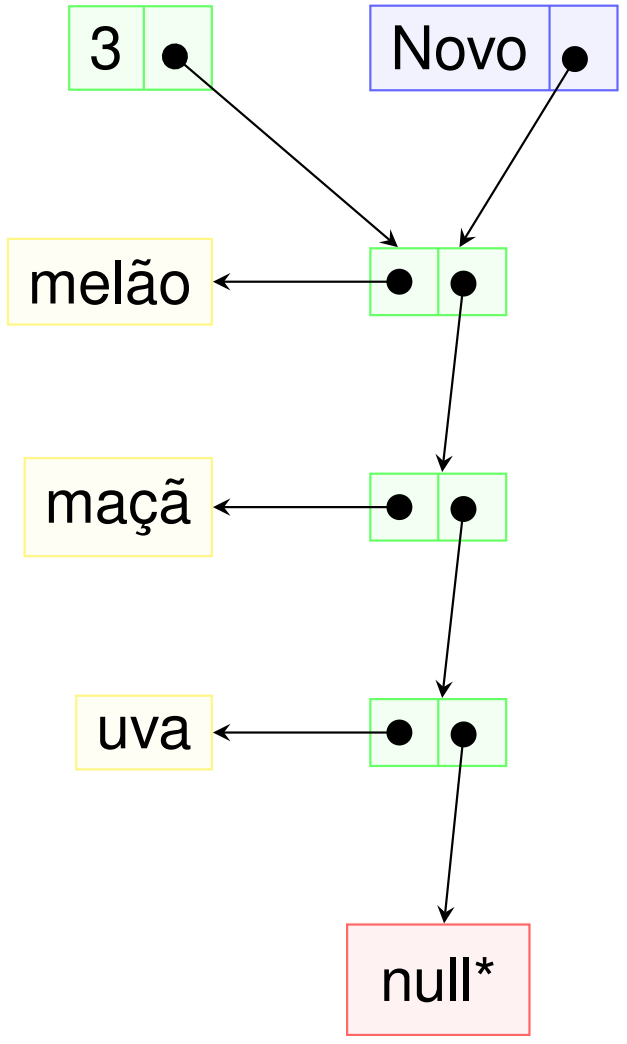
Método *empilha(T *dado)*

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



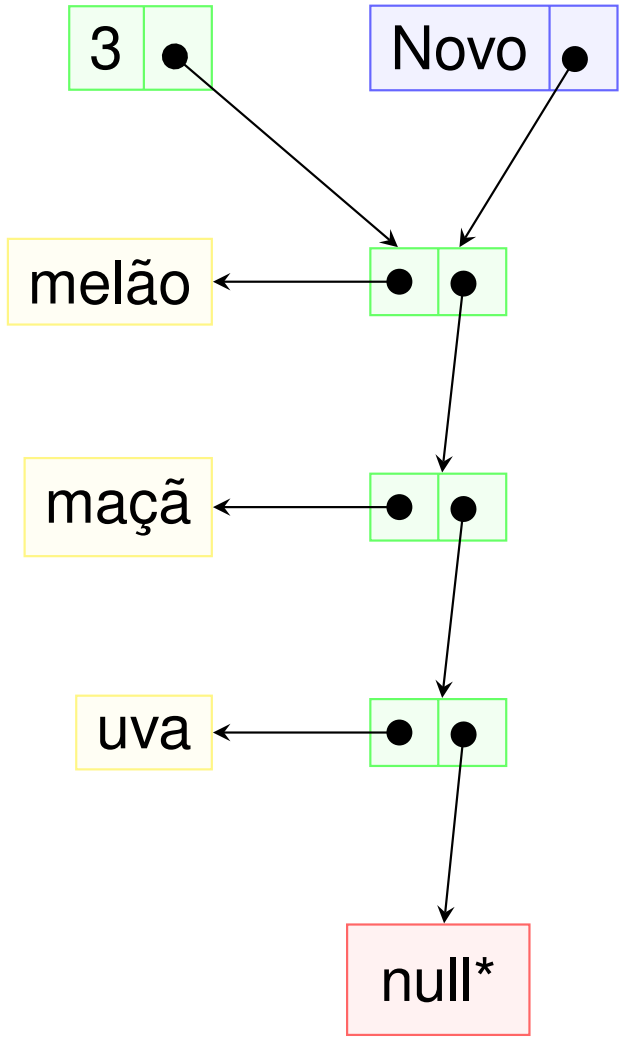
Método *empilha(T *dado)*

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



Método *empilha(T *dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o topo da pilha;
- Fazemos a cabeça de pilha apontar para o novo elemento.
- Semelhanças??



Método *T *desempilha()*

- Testamos se há elementos;

Método *T *desempilha()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;

Método *T *desempilha()*

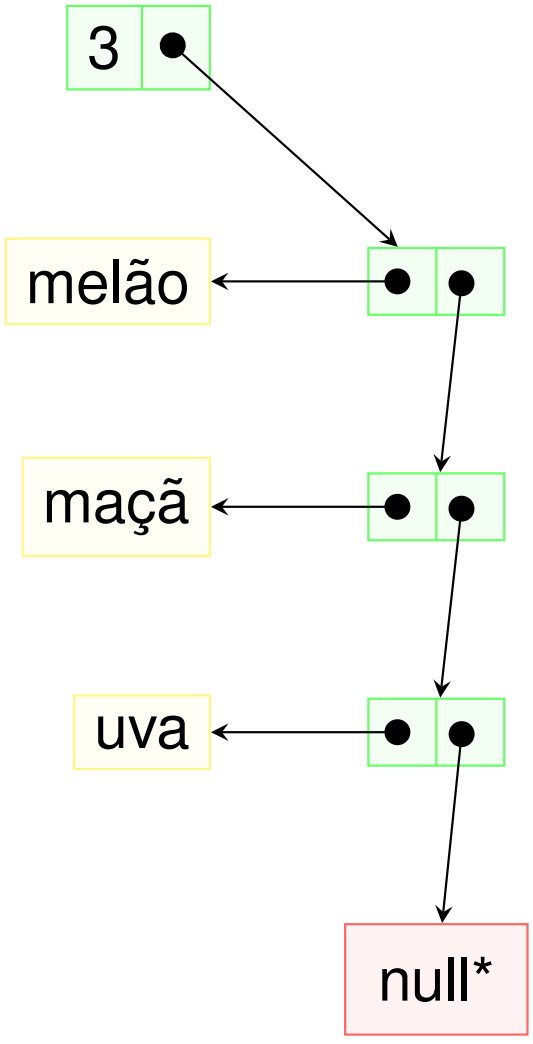
- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;

Método *T *desempilha()*

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

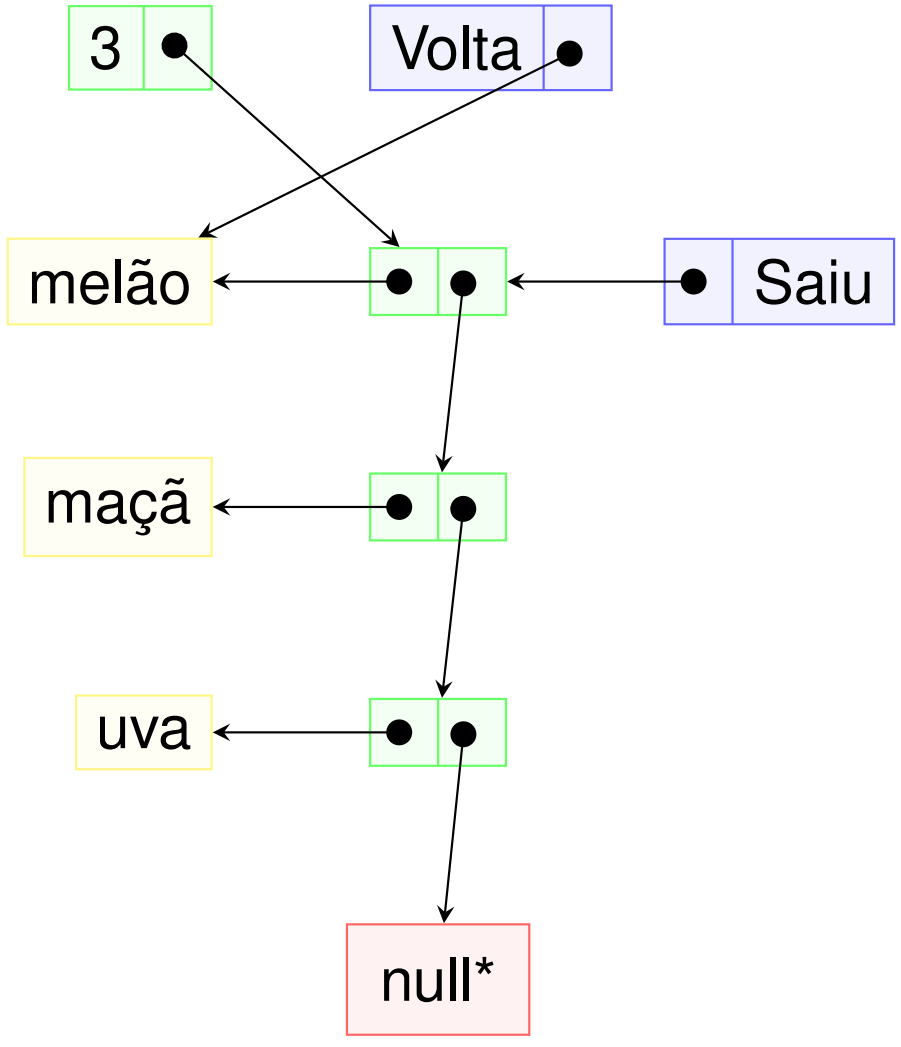
Método *T *desempilha()*

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



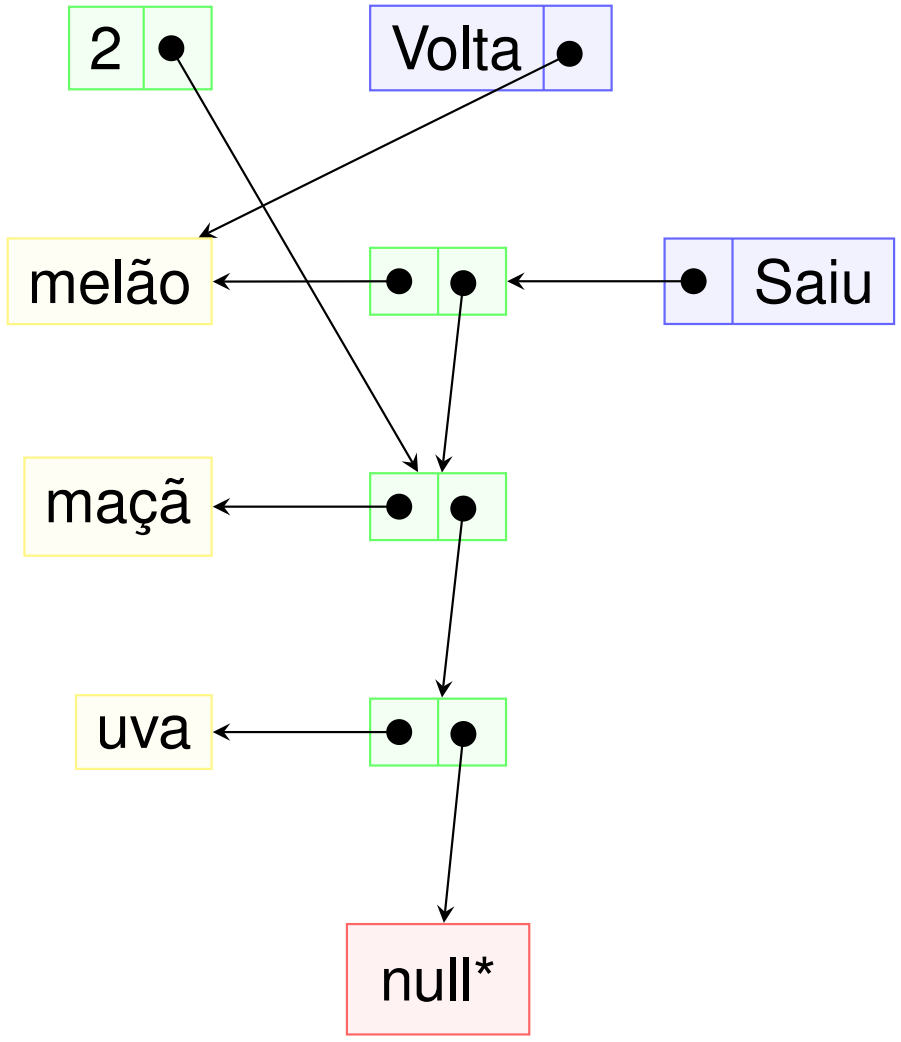
Método *T *desempilha()*

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



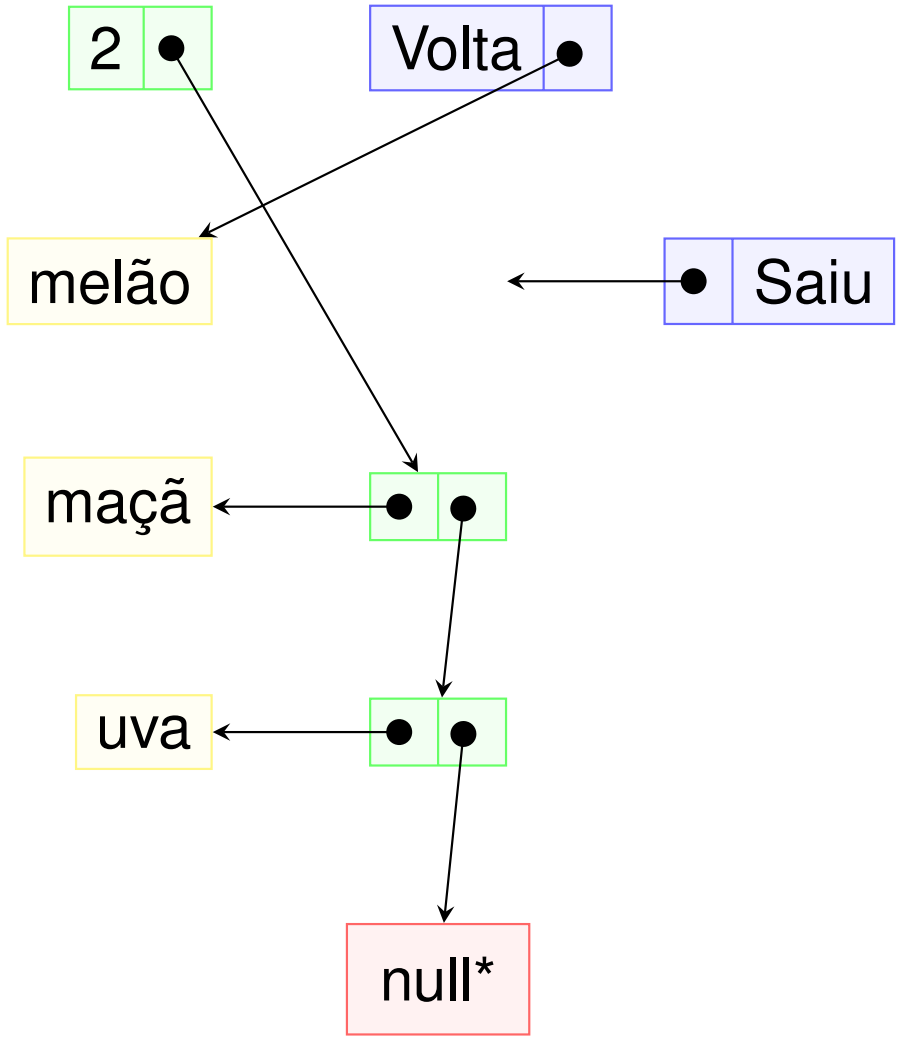
Método *T *desempilha()*

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



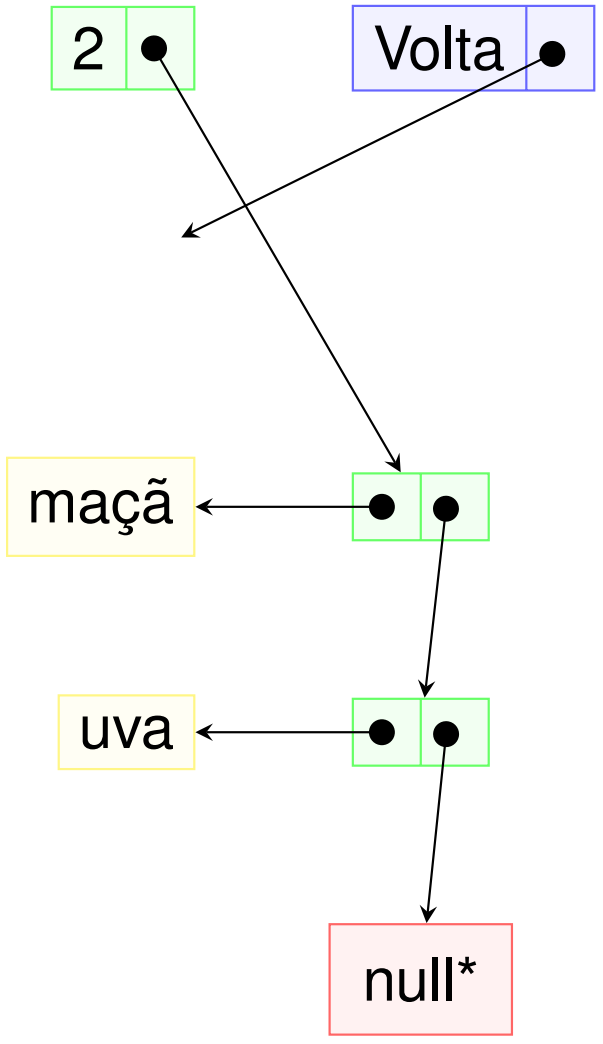
Método *T *desempilha()*

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



Método *T *desempilha()*

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



Trabalho Pilha Encadeada

- Implemente uma classe Pilha todas as operações vistas;
- Implemente a pilha usando *templates*;
- 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.

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

Conceito de Filas

Fila

É uma estrutura de dados cujo funcionamento é inspirado no conceito “natural” de enfileiramento, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair (FIFO).

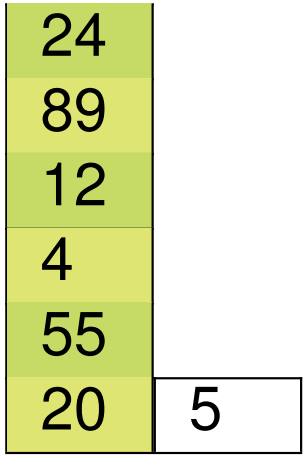
- Duas operações:
  - Inserir no fim
  - Remover do início

Conceito de Filas

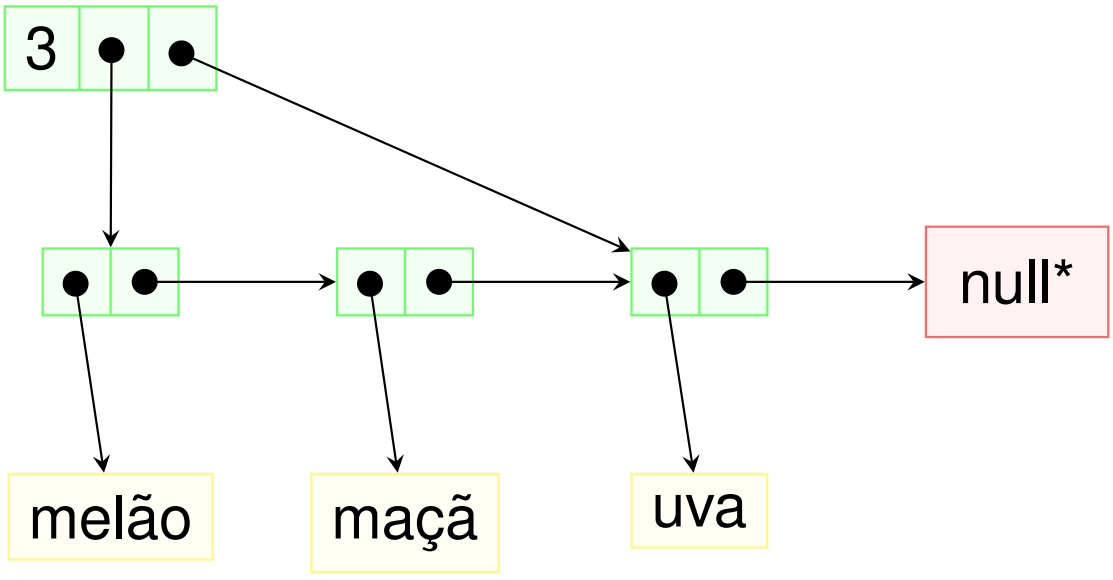
- É importante para gerência de dados/processos por ordem cronológica:
  - Fila de impressão em uma impressora de rede;
  - Fila de pedidos de uma expedição ou tele-entrega;
- É importante para simulação de processos sequenciais:
  - chão de fábrica: fila de camisetas a serem estampadas;
  - comércio: simulação de fluxo de um caixa de supermercado;
  - tráfego: simulação de um cruzamento com um semáforo.

Fila em vetor

- Vetores possuem um espaço limitado para armazenar dados;
- Necessitamos definir um espaço grande o suficiente para a nossa pilha;
- Necessitamos de um indicador de qual elemento do vetor é o atual topo da pilha.
- Incluímos sempre no fim.
- Fila cheia!



Modelagem de Fila Encadeada



Modelagem da Cabeça de Fila Encadeada

- Aspecto estrutural:
  - Necessitamos de um ponteiro para o primeiro elemento da fila;
  - Necessitamos de um ponteiro para o Ultimo elemento da fila;
  - Necessitamos de um inteiro para indicar quantos elementos a fila possui.

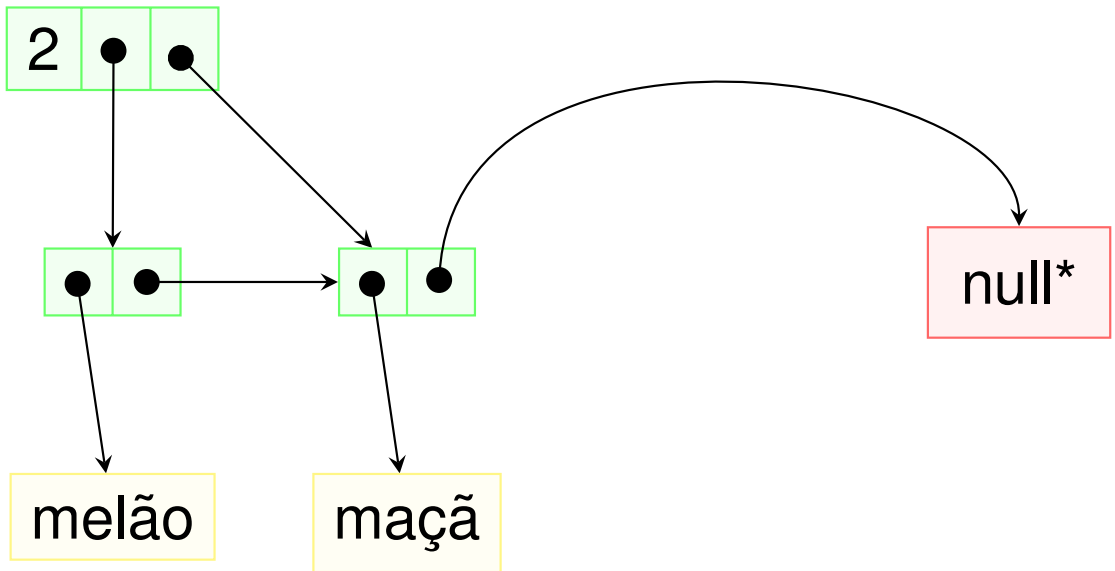
```
classe FilaEnc {
 Elemento *_dados;
 Elemento *_fim;
 inteiro _tamanho;
};
```

Método *Fila()*

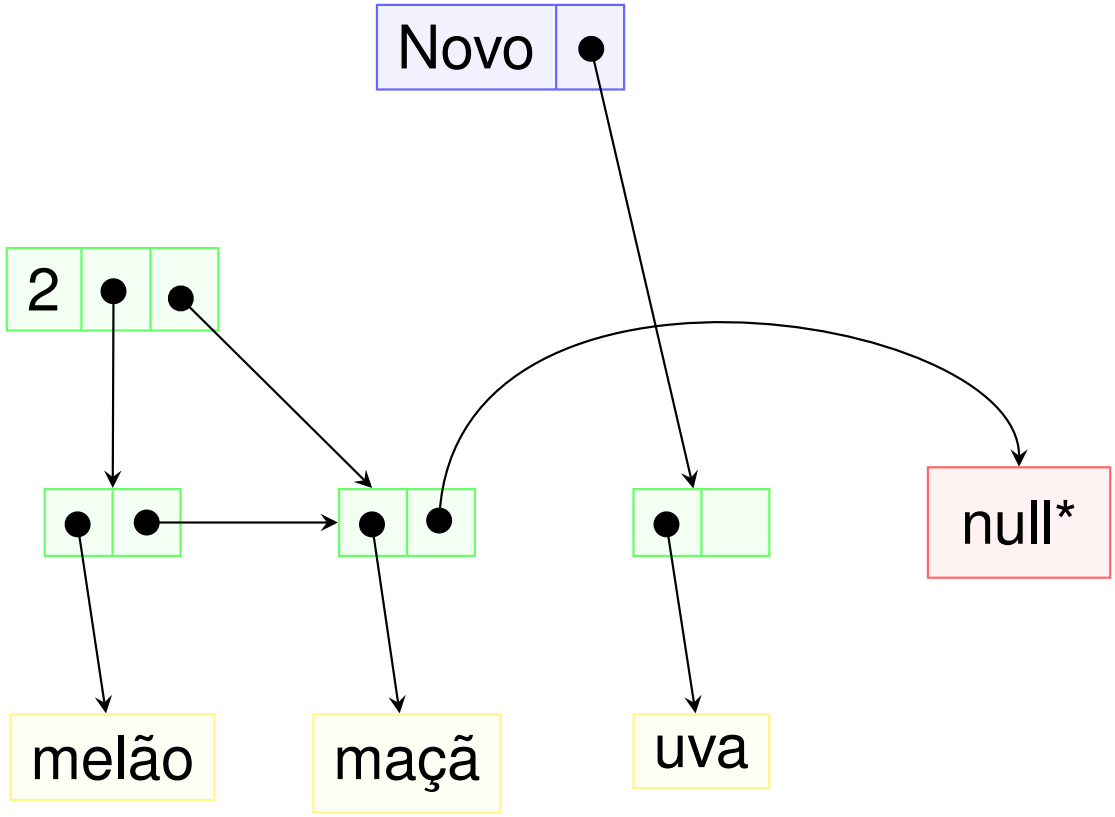
- Inicializamos o ponteiro para _dados NULO;
- Inicializamos o ponteiro para _fim NULO;
- Inicializamos o tamanho para “0”;

```
Fila()
inicio
   _dados ← null;
   _fim ← null;
   _tamanho ← 0;
fim;
```

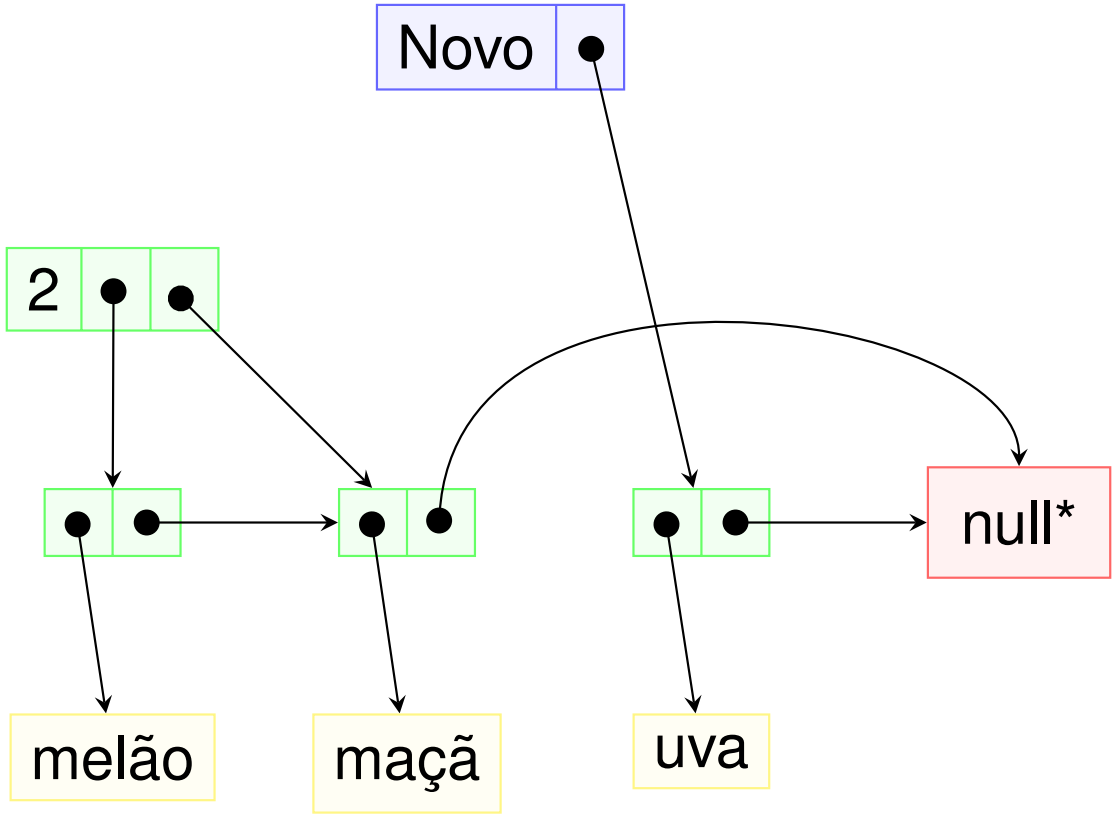
Método *adiciona(T *dado)*



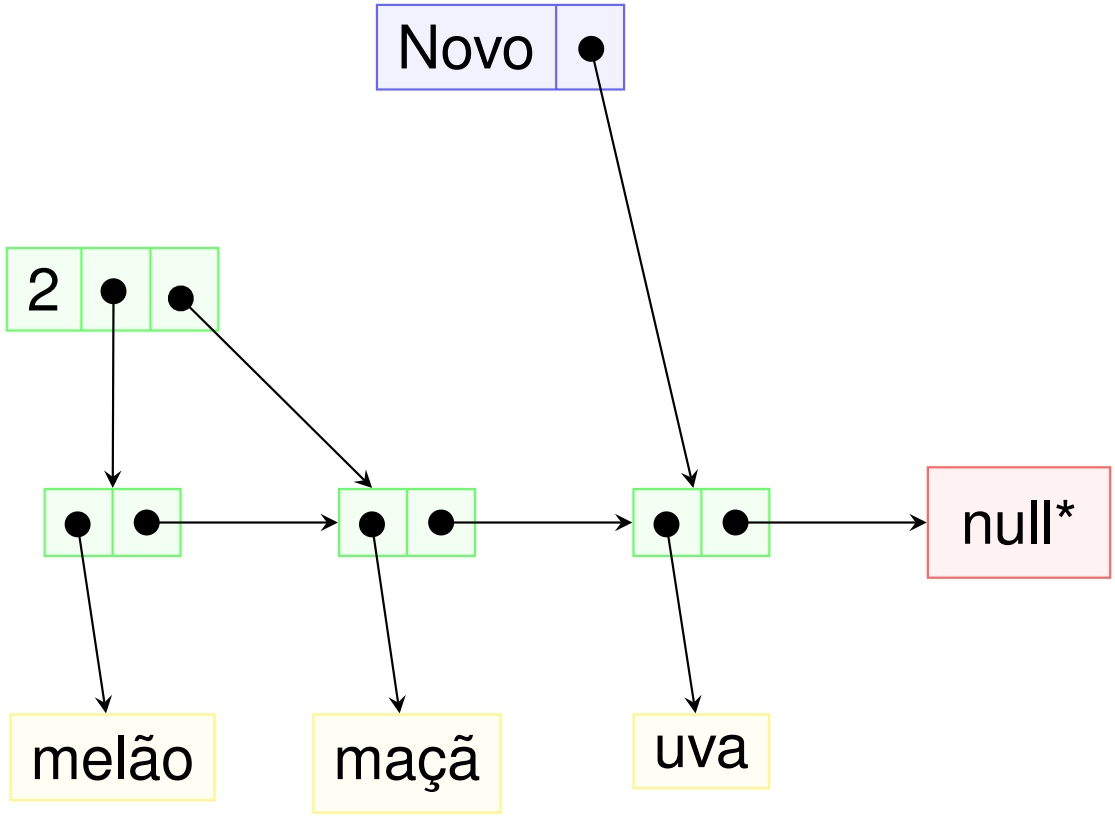
Método *adiciona(T *dado)*



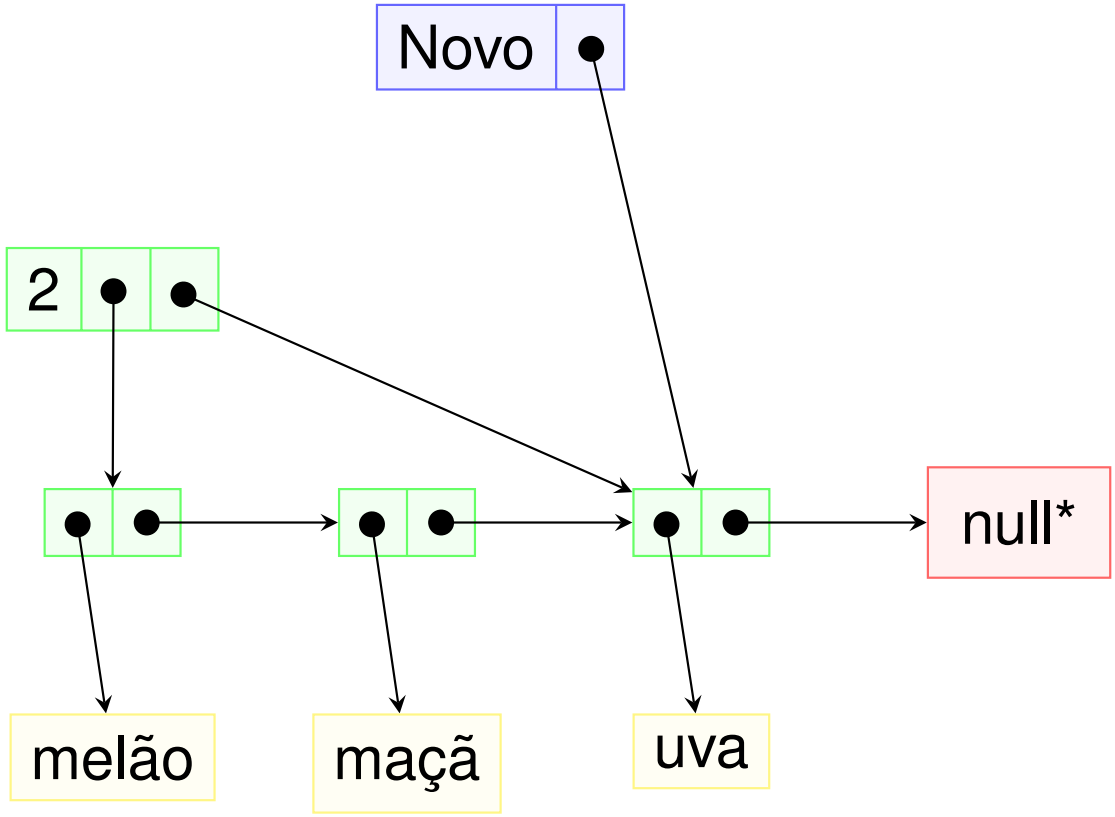
Método *adiciona(T *dado)*



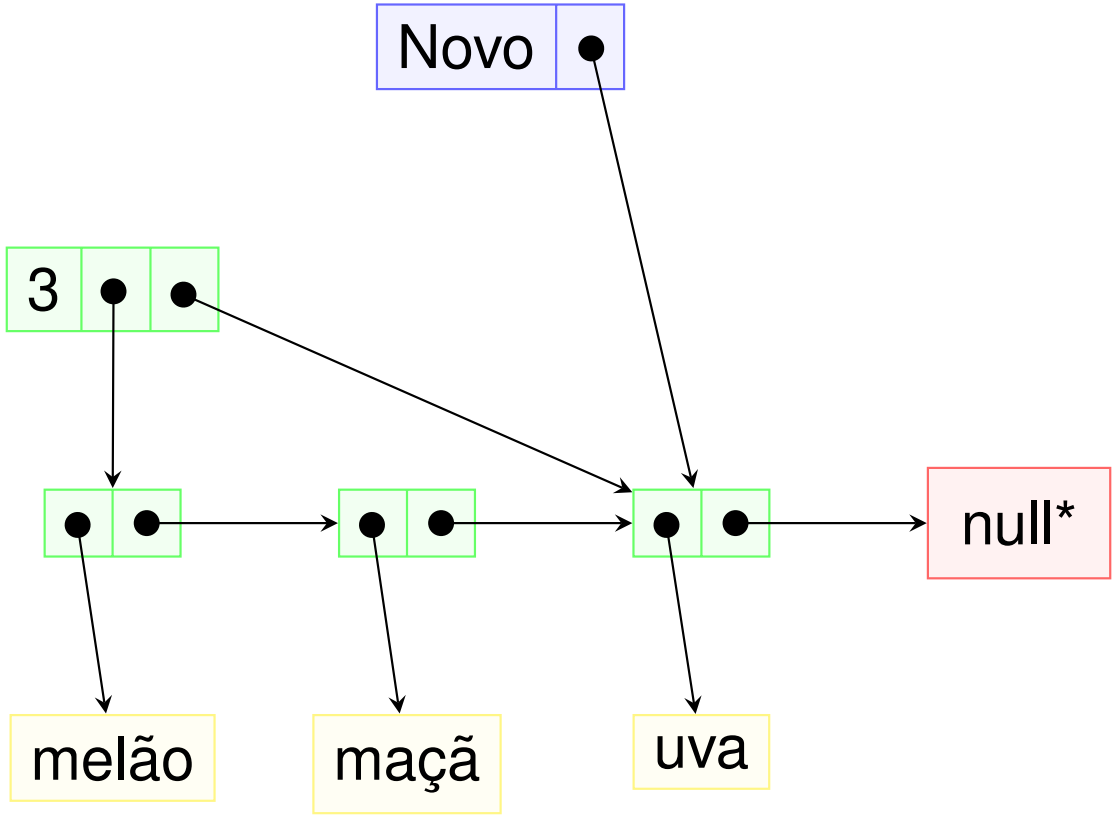
Método *adiciona(T *dado)*



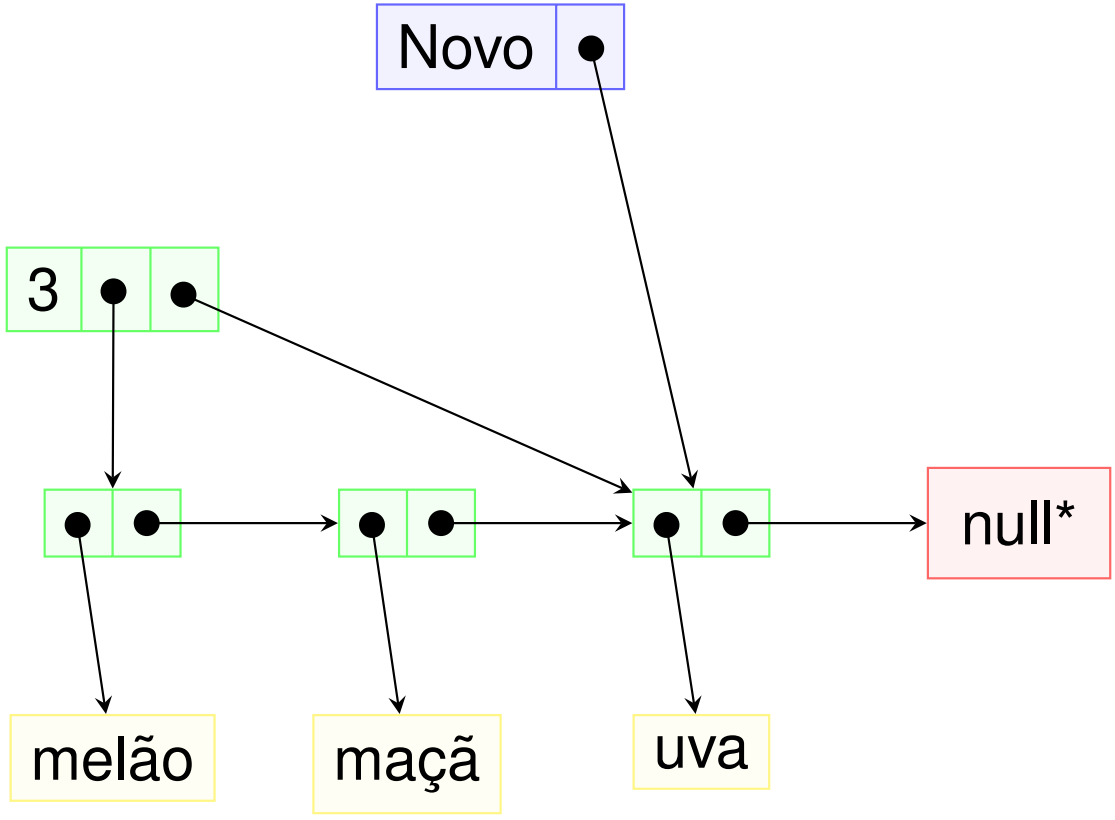
Método *adiciona(T *dado)*



Método *adiciona(T *dado)*

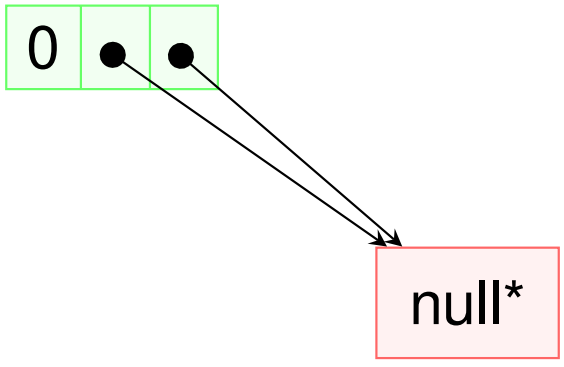


Método *adiciona(T *dado)*

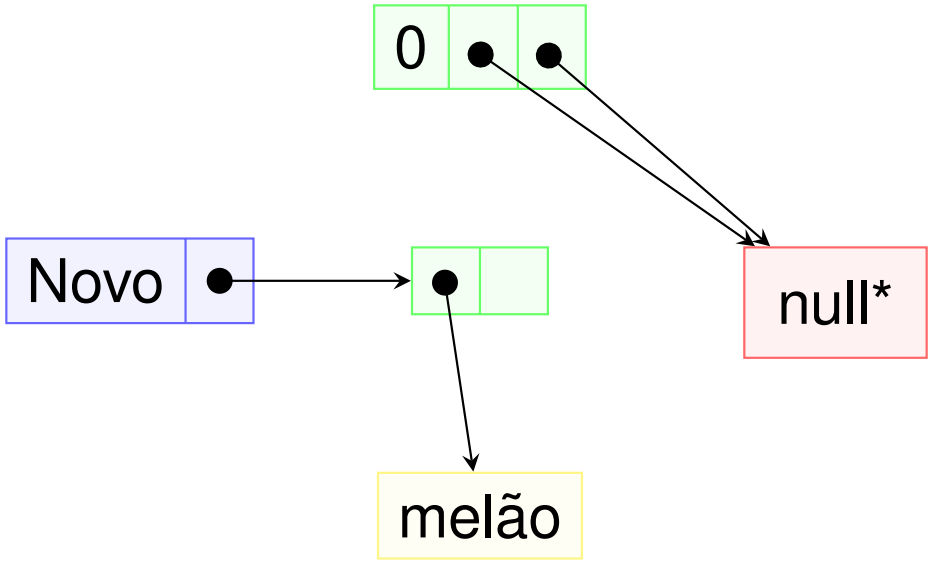


- Semelhanças??

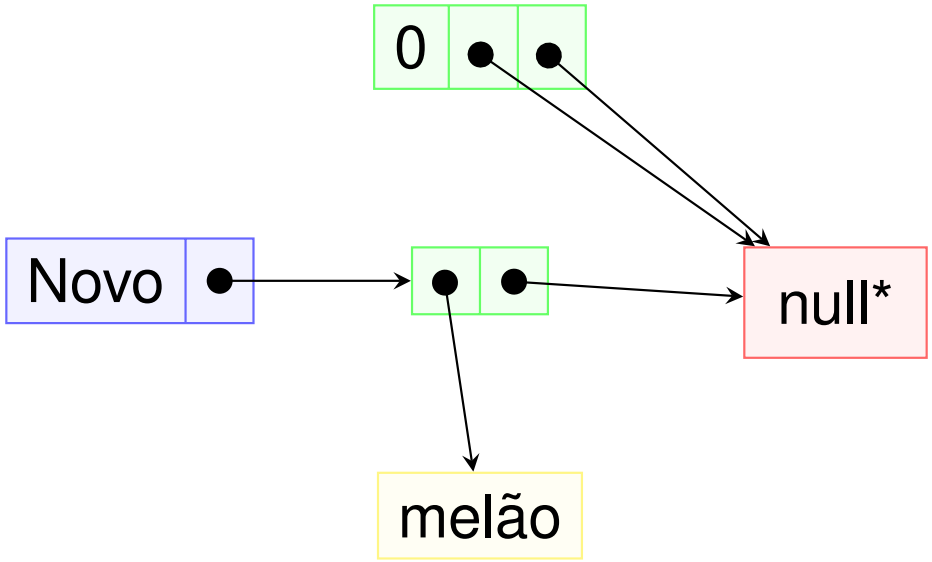
Método *adiciona(T *dado)* – caso especial Fila vazia



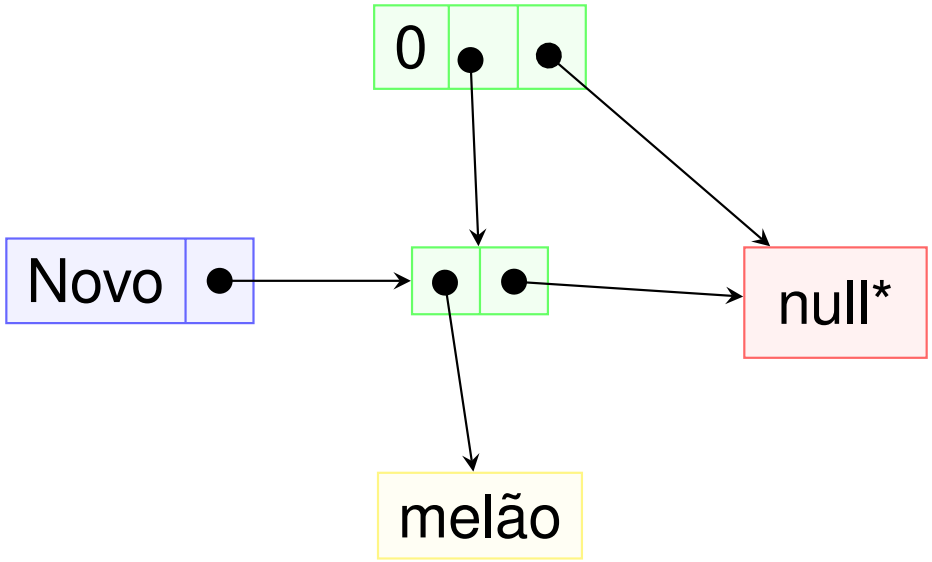
Método *adiciona(T *dado)* – caso especial Fila vazia



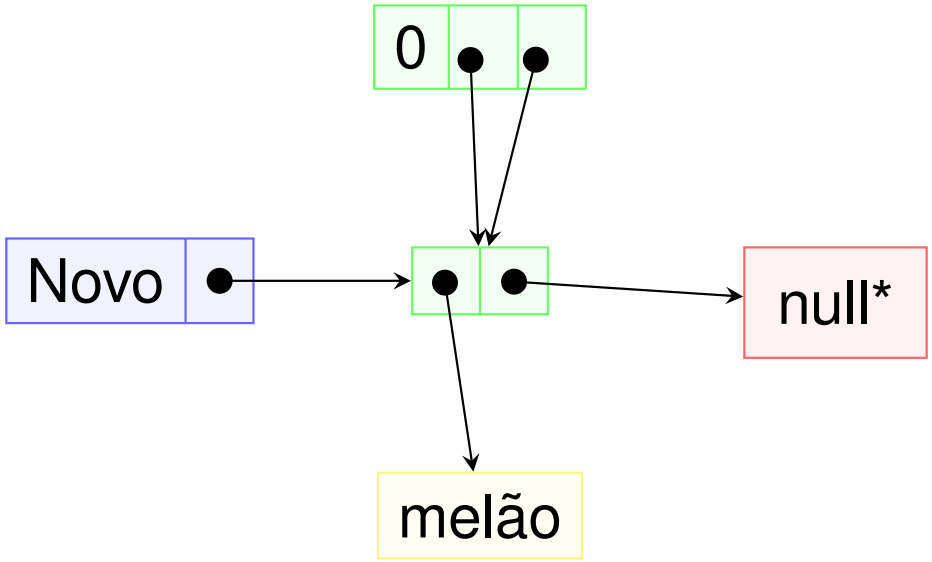
Método *adiciona(T *dado)* – caso especial Fila vazia



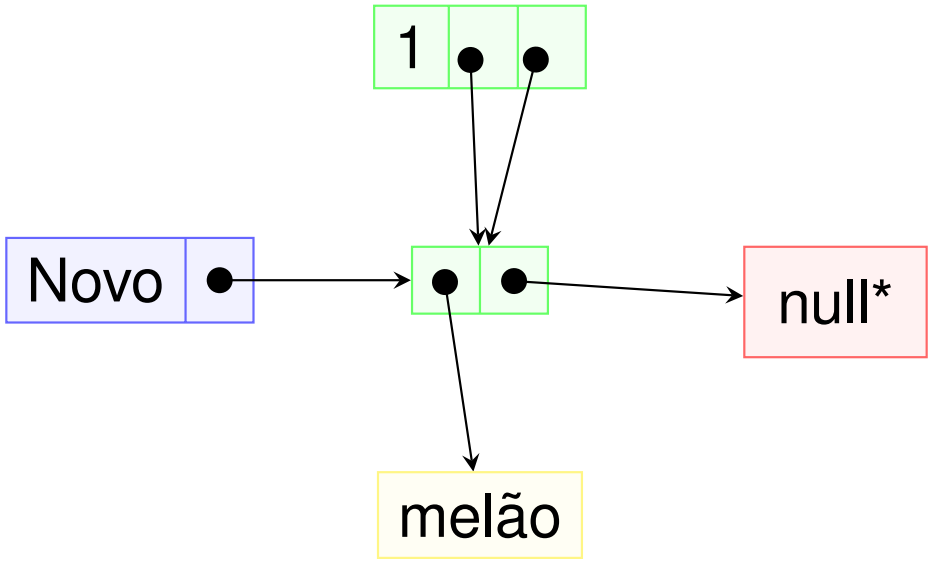
Método *adiciona(T *dado)* – caso especial Fila vazia



Método *adiciona(T *dado)* – caso especial Fila vazia



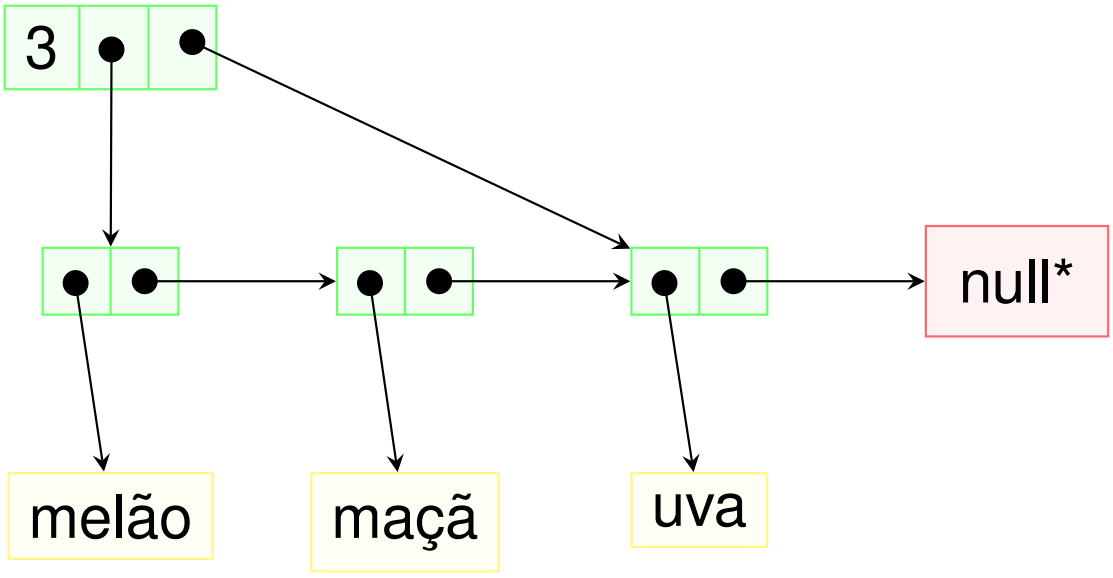
Método *adiciona(T *dado)* – caso especial Fila vazia



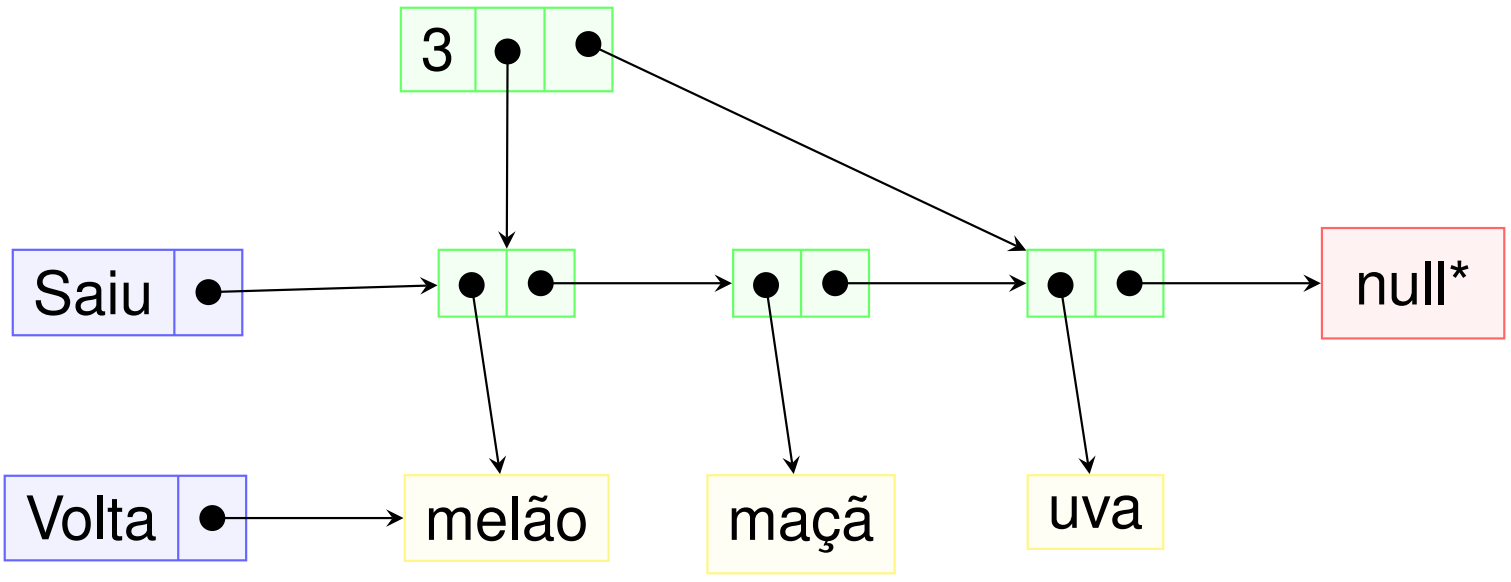
Método *adiciona(T *dado)*

```
adiciona(T *dado)
 Elemento *novo;  // auxiliar.
 inicio
   novo ← aloque(Elemento);
   SE ( novo = NULO) THROW(ERROFILACHEIA);
   SENAO
       SE filaVazia() ENTAO
          _dados ← novo
       SENAO
          _fim->_proximo ← novo;
       FIM SE
       novo->_proximo ← NULO;
       novo->_info ← dado;
       _fim ← novo;
       _tamanho ← _tamanho + 1;
    FIM SE
fim;
```

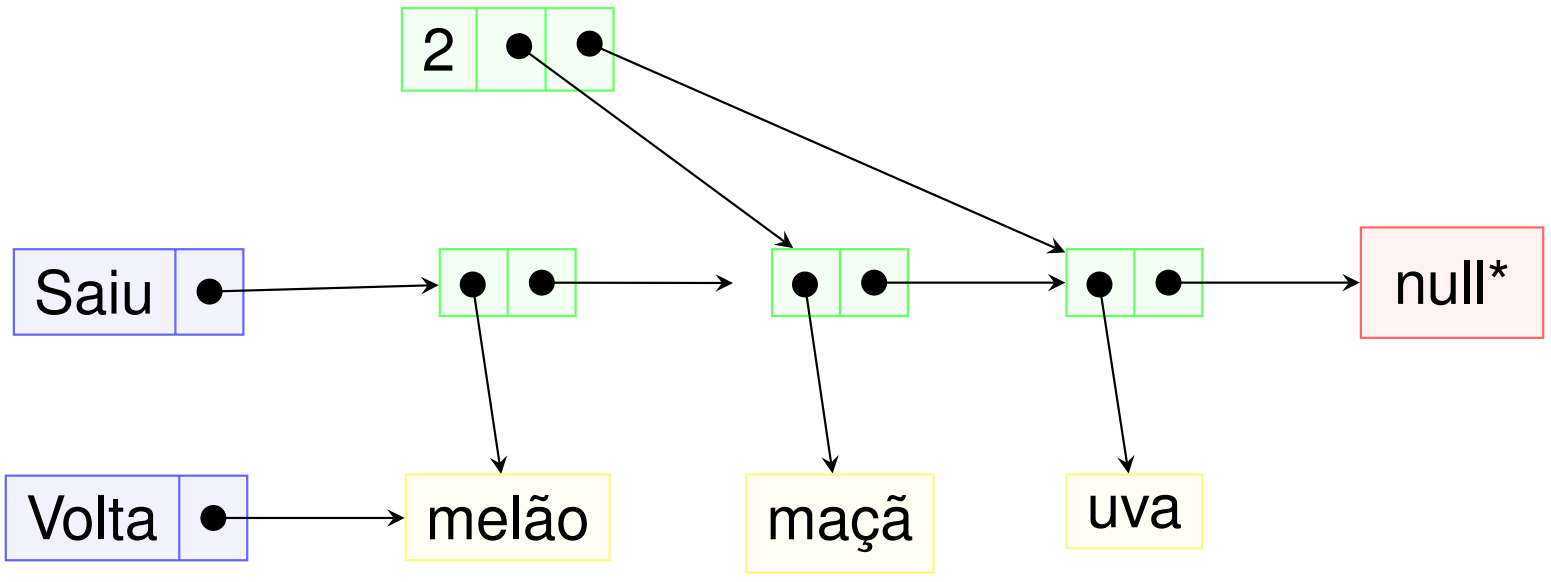
Método *T *retira()*



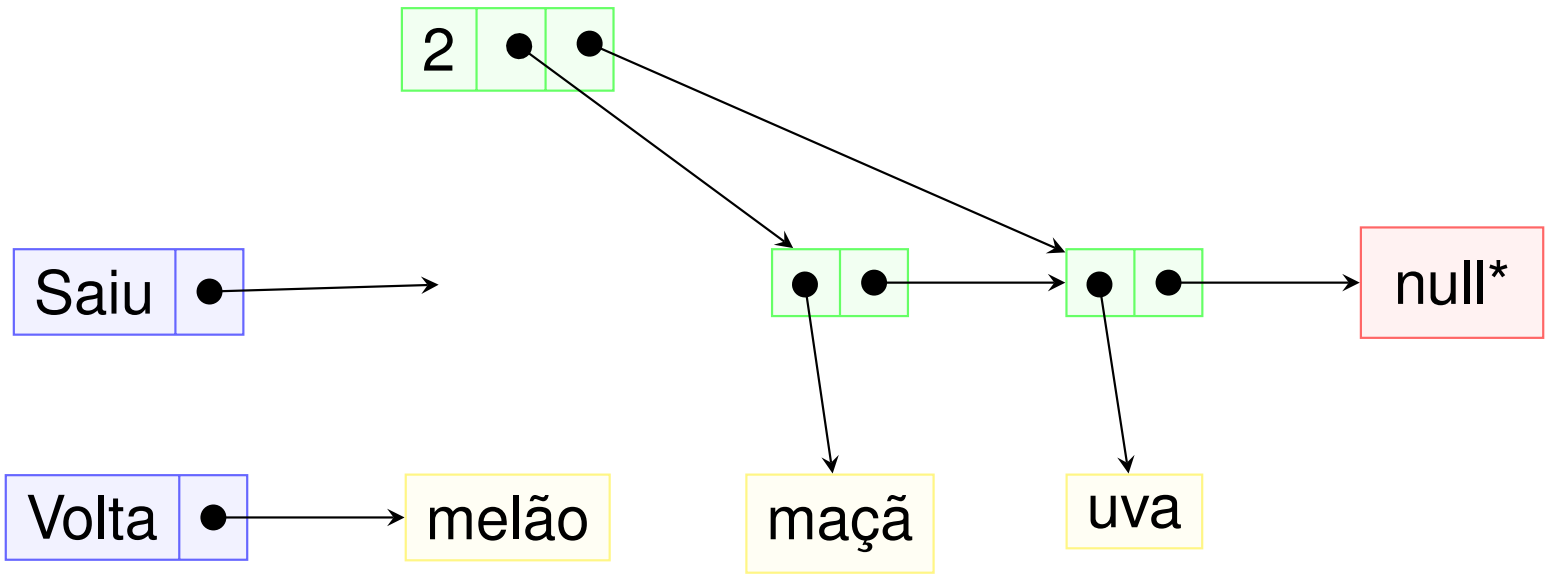
Método *T *retira()*



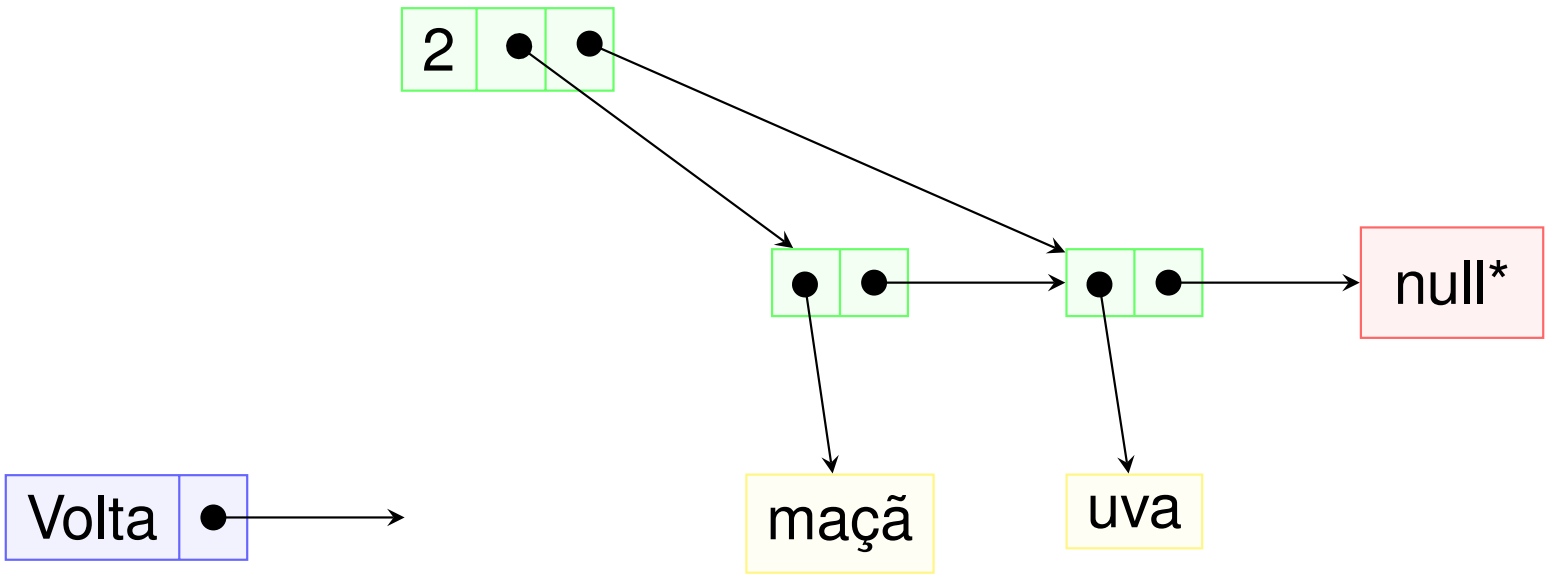
Método *T *retira()*



Método *T *retira()*

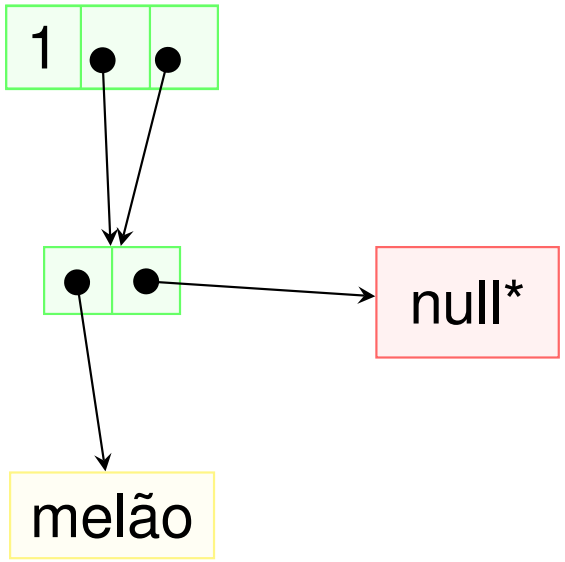


Método *T *retira()*

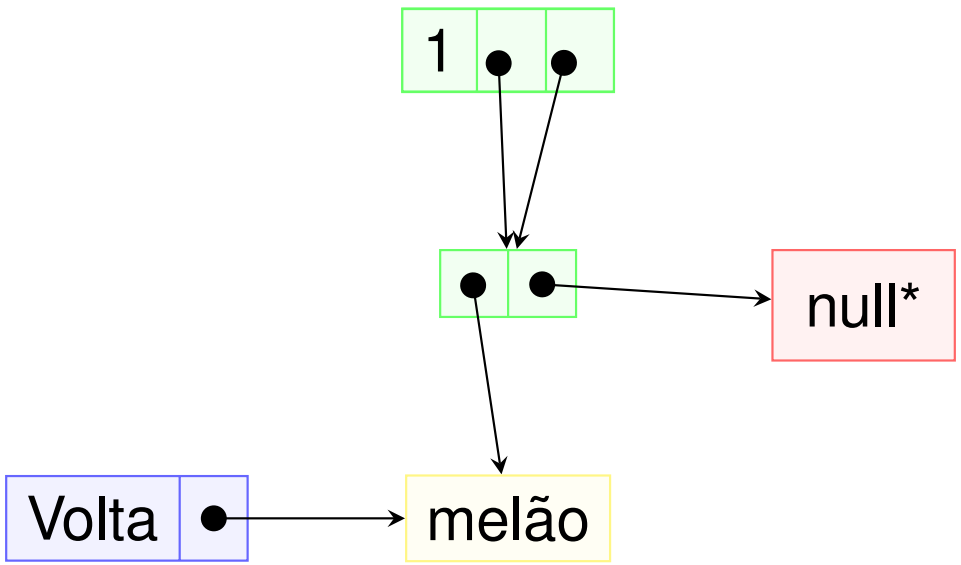


- Semelhanças??

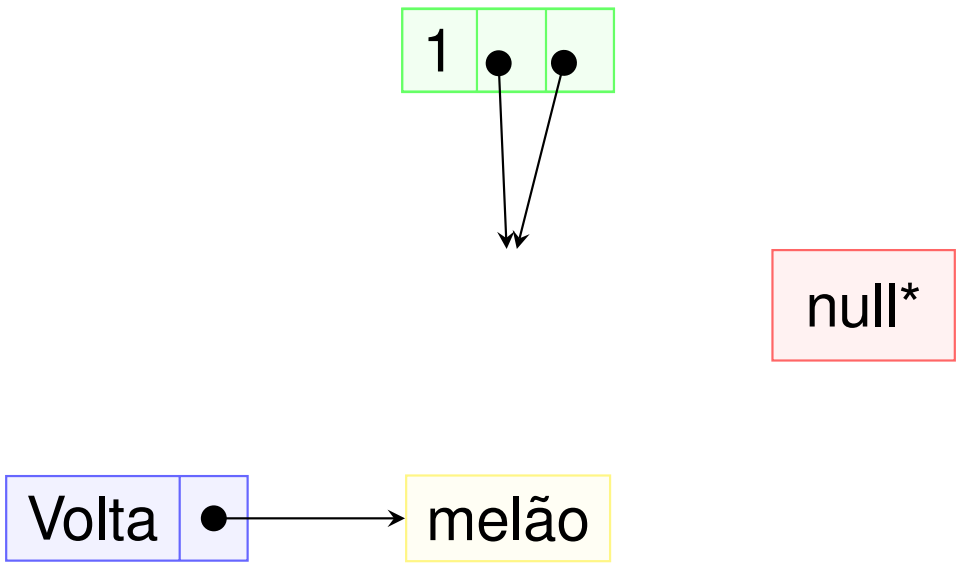
Método *T *retira()* – caso especial Fila unitária



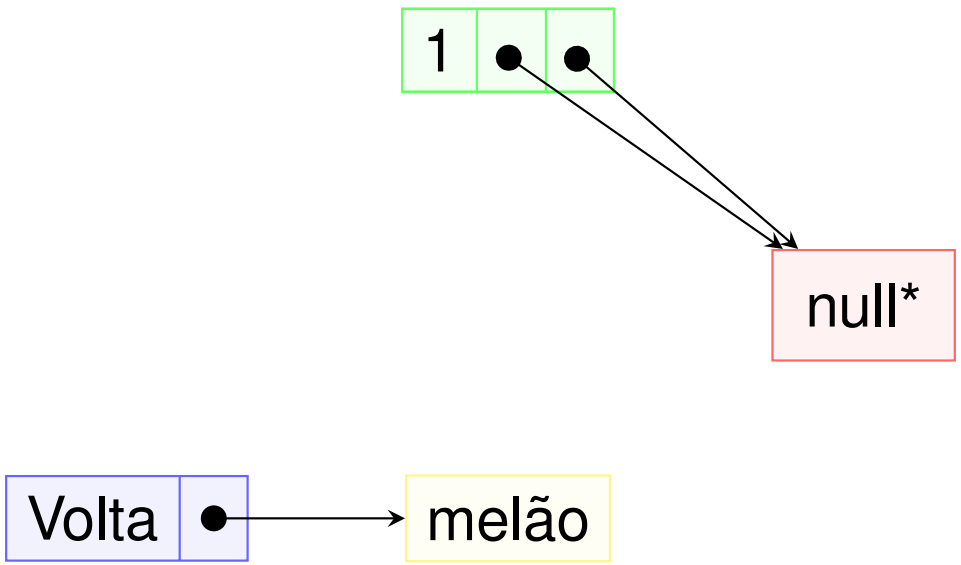
Método *T *retira()* – caso especial Fila unitária



Método *T *retira()* – caso especial Fila unitária



Método *T *retira()* – caso especial Fila unitária



Método *T *retira()*

```
T *retira()
 Elemento *saiu;  // variavel auxiliar elemento.
 T *volta;  // variavel auxiliar tipo T.
        inicio
                SE (filaVazia()) ENTAO
                  THROW(ERROFILAVAZIA);
                SENAO
                  saiu ← _dados;
                  volta ← saiu->_info;
                  _dados ← saiu->_proximo;
          // se SAIU for o unico, proximo e' NULO e
              esta certo.
          SE (_tamanho = 1) ENTAO
             // Fila unitaria: devo anular o _fim
                 tambem.
             _fim ← NULO;
          FIM SE
                  _tamanho ← _tamanho - 1;
                  LIBERE(saiu);
                  RETORNE(volta);
                FIM SE
        fim;
```

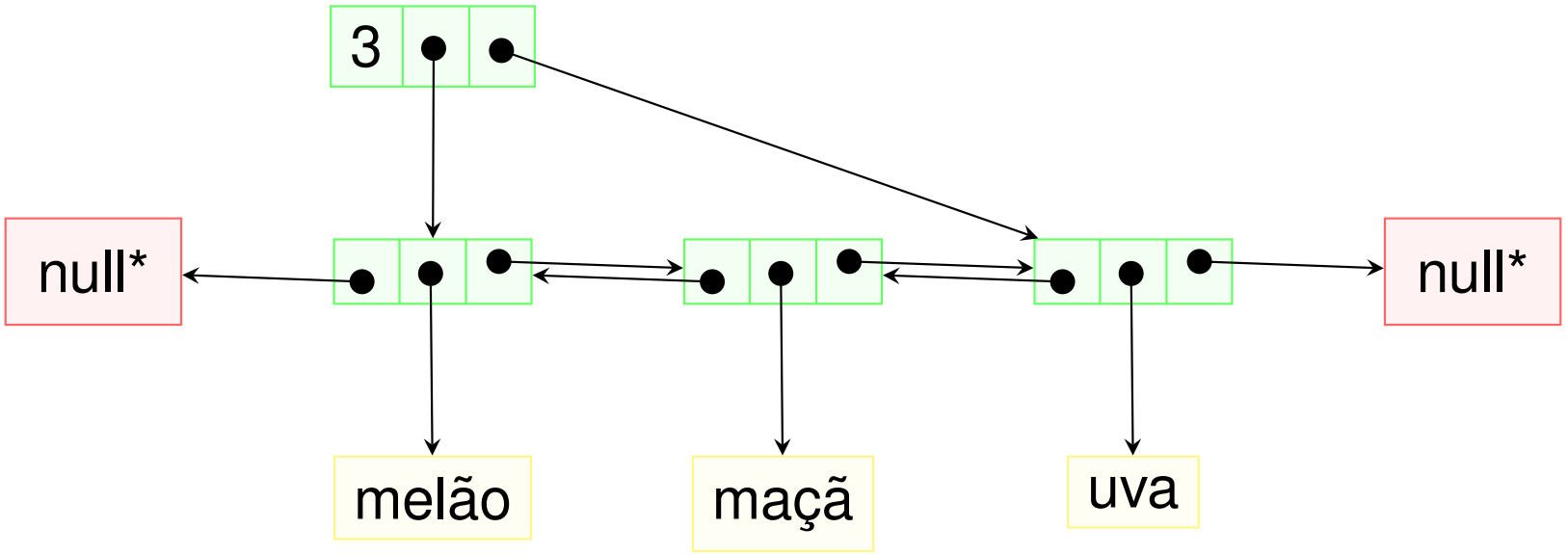
Trabalho Fila Encadeada

- Implemente uma classe Fila todas as operações vistas;
- Implemente a fila usando *templates*;
- 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.

Listas Duplamente Encadeadas

- A Lista Encadeada e a Fila Encadeada possuem a desvantagem de somente podermos caminhar em uma direção:
  - Vimos que para olhar um elemento pelo qual “acabamos de passar” precisamos de uma variável auxiliar “anterior”;
  - Para olhar outros elementos ainda anteriores não temos nenhum meio, a não ser começar de novo.
- A Lista Duplamente Encadeada é uma estrutura de lista que permite deslocamento em ambos os sentidos:
  - Útil para representar conjuntos de eventos ou objetos a serem percorridos em dois sentidos;
  - Útil também quando realizamos uma busca aproximada e nos movemos para a frente e para trás.

Lista Duplamente Encadeada



Modelagem da Cabeça de Lista Dupla

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

```
classe ListaDupla {
 ElementoDuplo *_dados;
 ElementoDuplo *_fim;
 inteiro _tamanho;
};
```

Modelagem da Elemento de Lista Dupla

- Aspecto estrutural:
  - Necessitamos de um ponteiro para o próximo elemento;
  - Necessitamos de um ponteiro para o elemento anterior;
  - Necessitamos de 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 ElementoDuplo {
 ElementoDuplo *_proximo;
 ElementoDuplo *_anterior;
 T *_info;
};
```

Modelagem da Lista Duplamente 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 Duplamente Encadeada

- Inicializar ou limpar:
  - `ListaDupla();`
  - `limpaListaDupla();`
  - `~ListaDupla();`
- Testar se a lista está vazia ou cheia e outros testes:
  - `bool listaVaziaDupla();`
  - `int posicaoDupla(T *dado);`
  - `bool contemDupla(T *dado);`

Modelagem da Lista Duplamente Encadeada

- Colocar e retirar dados da lista:
  - `adicionaDupla(T *dado);`
  - `adicionaNoInicioDupla(T *dado);`
  - `adicionaNaPosicaoDupla(T *dado, int posicao);`
  - `adicionaEmOrdemDupla(T *dado);`
  - `T *retiraDupla();`
  - `T *retiraDoInicioDupla();`
  - `T *retiraDaPosicaoDupla(int posicao);`

Método *ListaDupla()*

- Inicializamos o ponteiro para NULO;
- Inicializamos o tamanho para “0”.

```
ListaDupla()
inicio
   _dados ← null;
   _fim ← null;
   _tamanho ← 0;
fim;
```

Método ~*ListaDupla()*

- Chamamos `limpaLista();`

```
~ListaDupla()
inicio
  limpaListaDupla();
fim;
```

Método *listaVaziaDupla()*

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

- Um algoritmo ListaCheia não existe na Lista Duplamente Encadeada;

Método *listaVaziaDupla()*

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

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

Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

- Testamos se é possível alocar um elemento;

Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

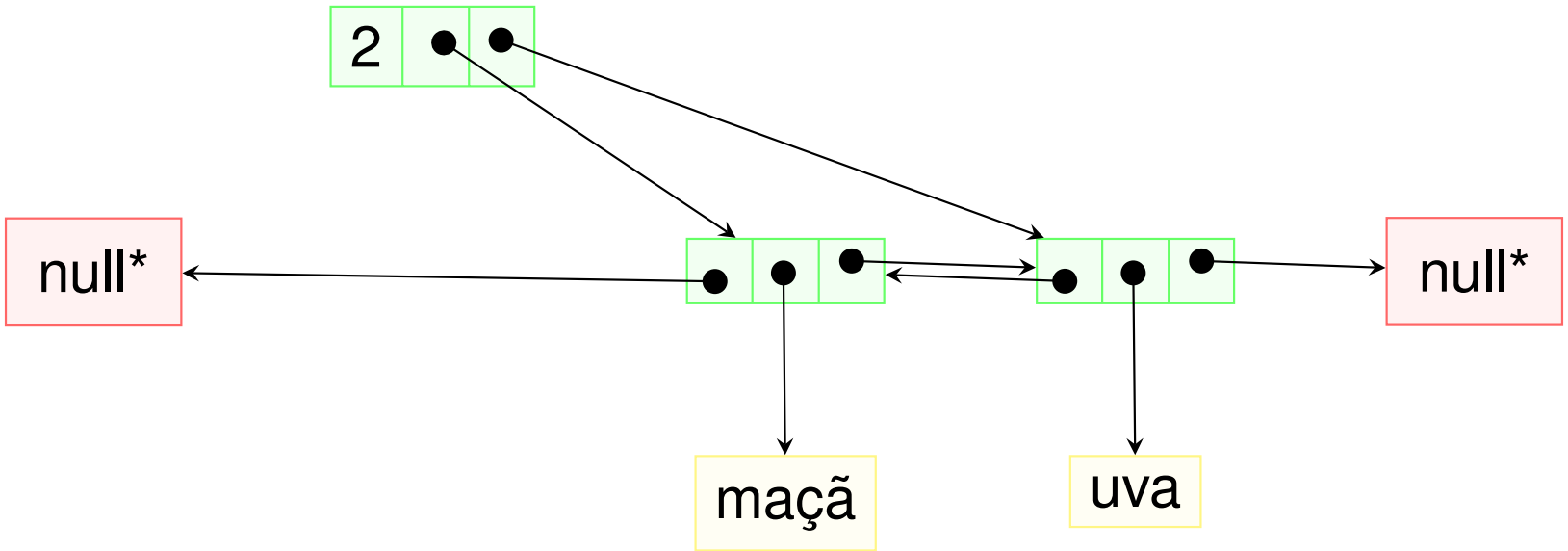
- Testamos se é possível alocar um elemento;
- Fazemos o próximo deste novo elemento ser o primeiro;

Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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

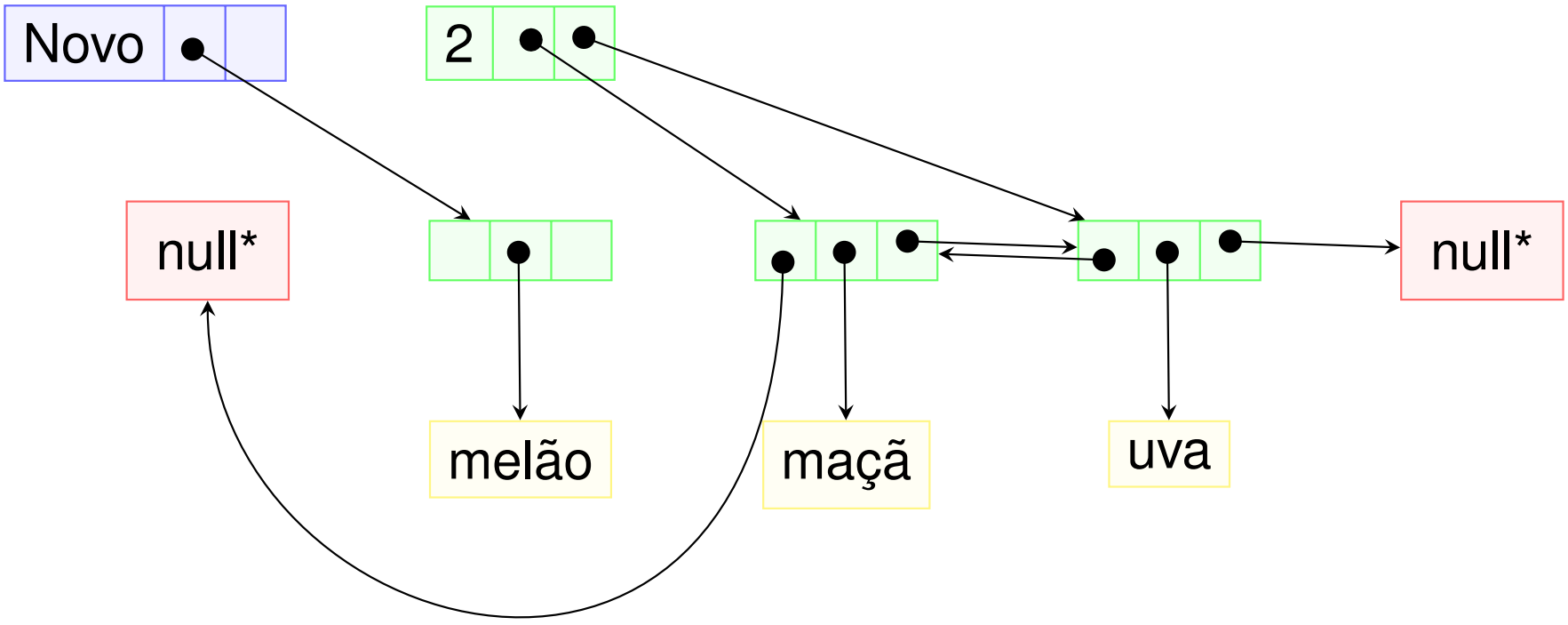
Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



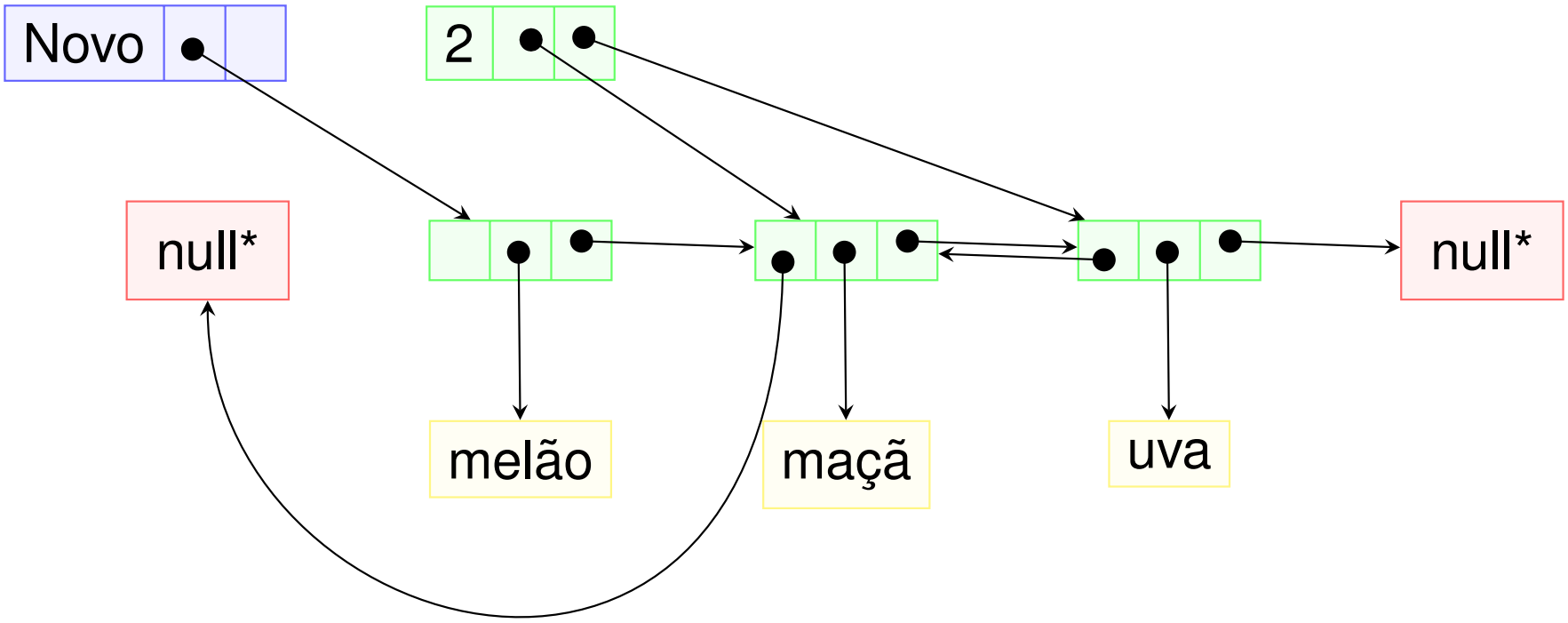
Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



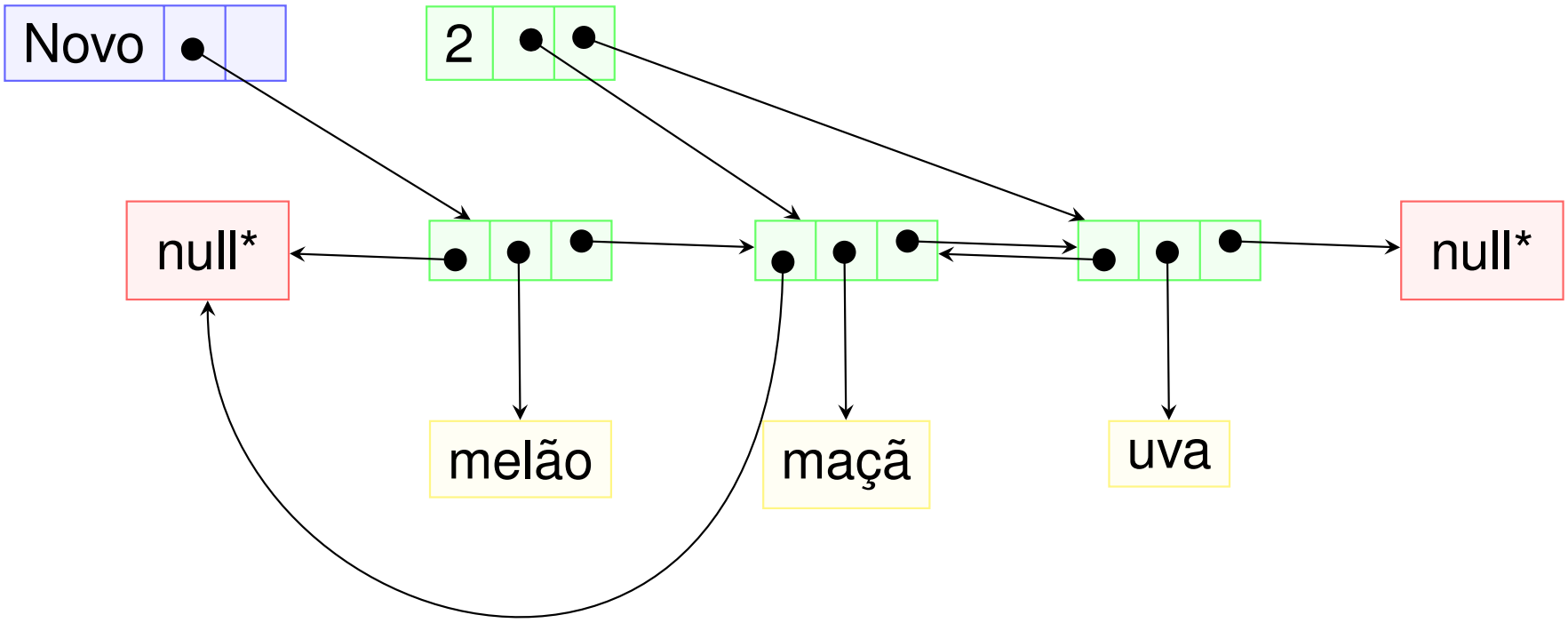
Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



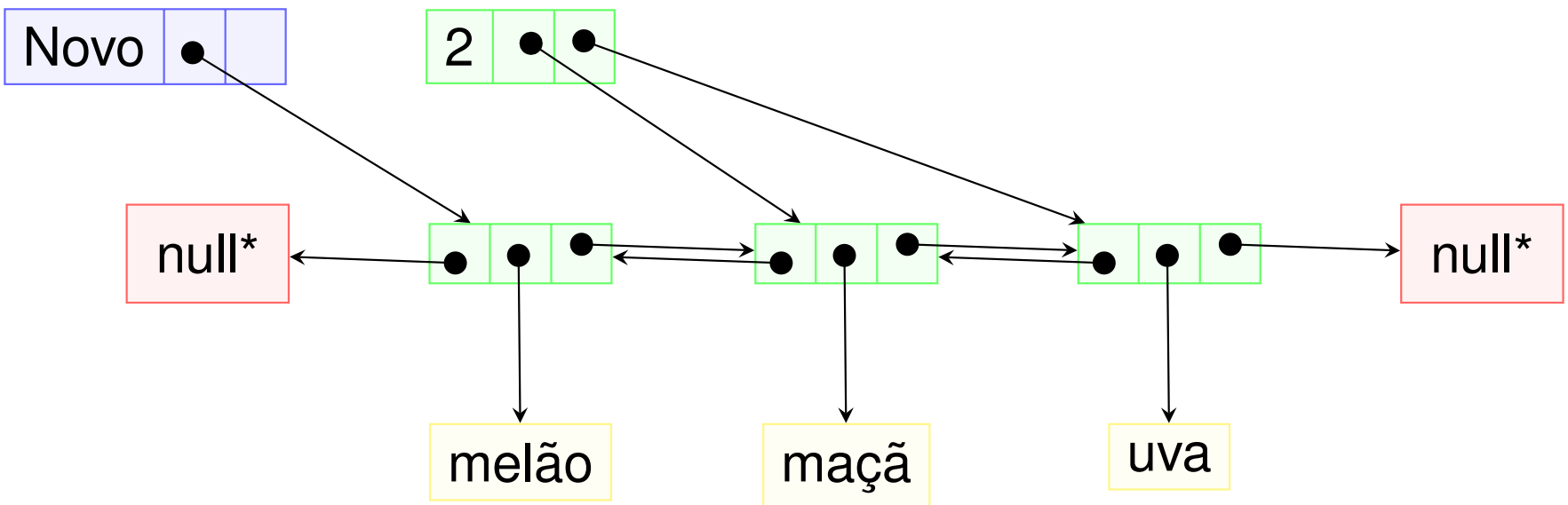
Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



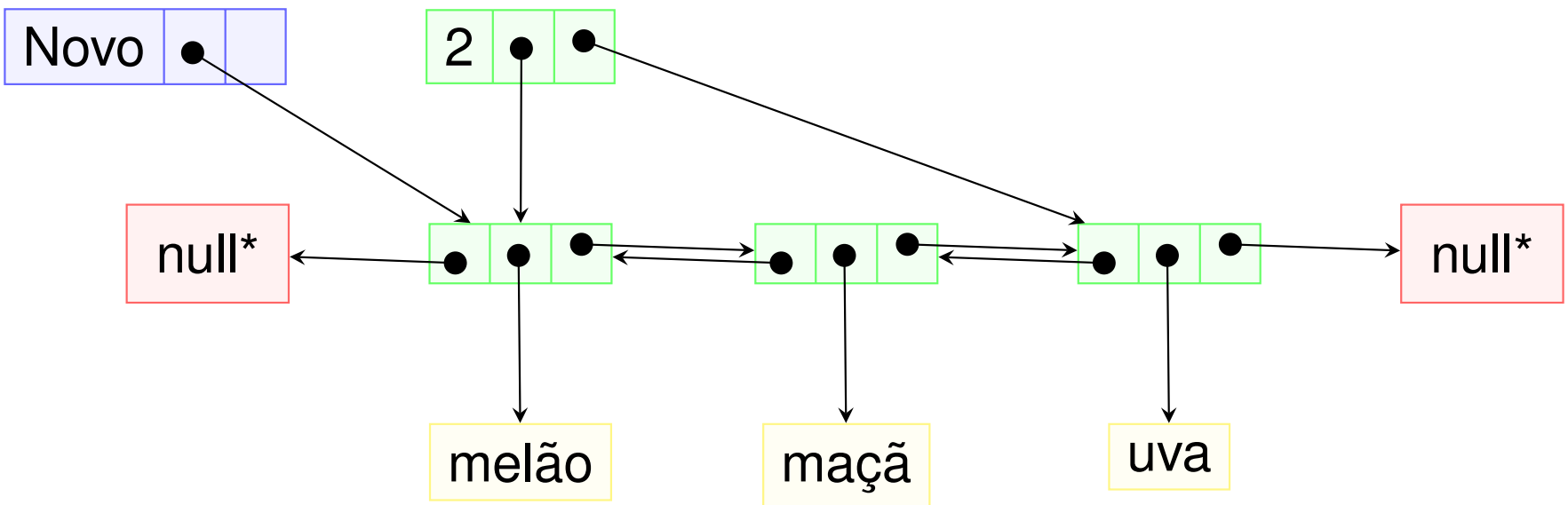
Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



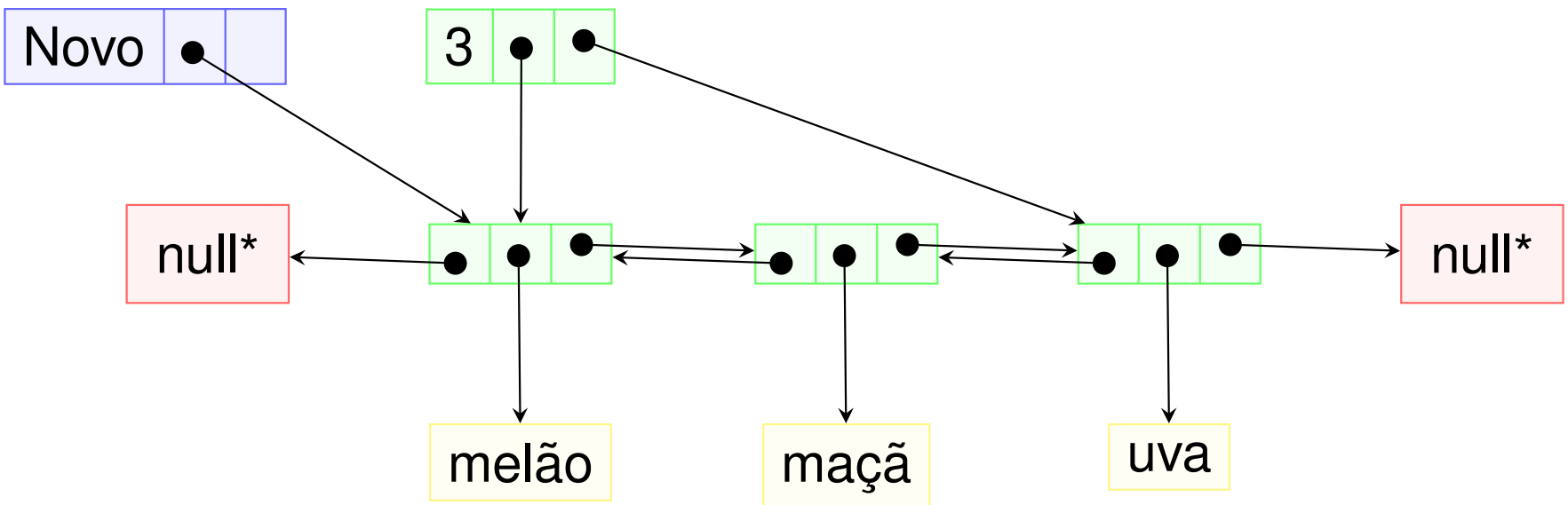
Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

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



Método *adicionaNoInicioDupla(T *dado)*

```
adicionaNoInicioDupla(T *dado)
 ElementoDuplo *novo;  // variavel auxiliar.
 inicio
  novo ← aloque(ElementoDuplo);
  SE (novo = NULO) ENTAO
   THROW(ERROLISTACHEIA);
  SENAO
   novo->_proximo ← _dados;
   novo->_anterior ← NULO;
   novo->_info ← dado;
   _dados ← novo;
   SE (novo->_proximo ≠ NULO) ENTAO
      novo->_proximo->_anterior ← novo;
   SENAO
      _fim ← novo;
   FIM SE;
   _tamanho ← _tamanho + 1;
  FIM SE
 fim;
```

Método *T *retiraDoInicioDupla()*

- Testamos se há elementos;

Método *T *retiraDoInicioDupla()*

- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;

Método *T *retiraDoInicioDupla()*

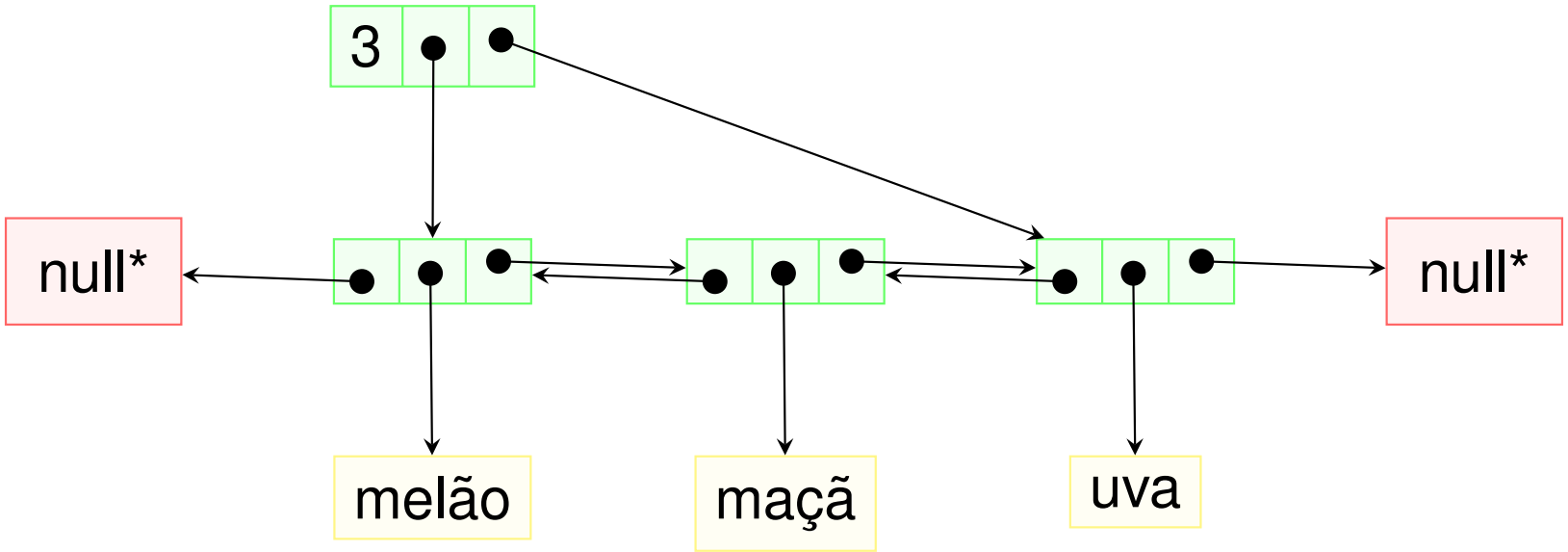
- Testamos se há elementos;
- Decrementamos o tamanho;
- Liberamos a memória do elemento;

Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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

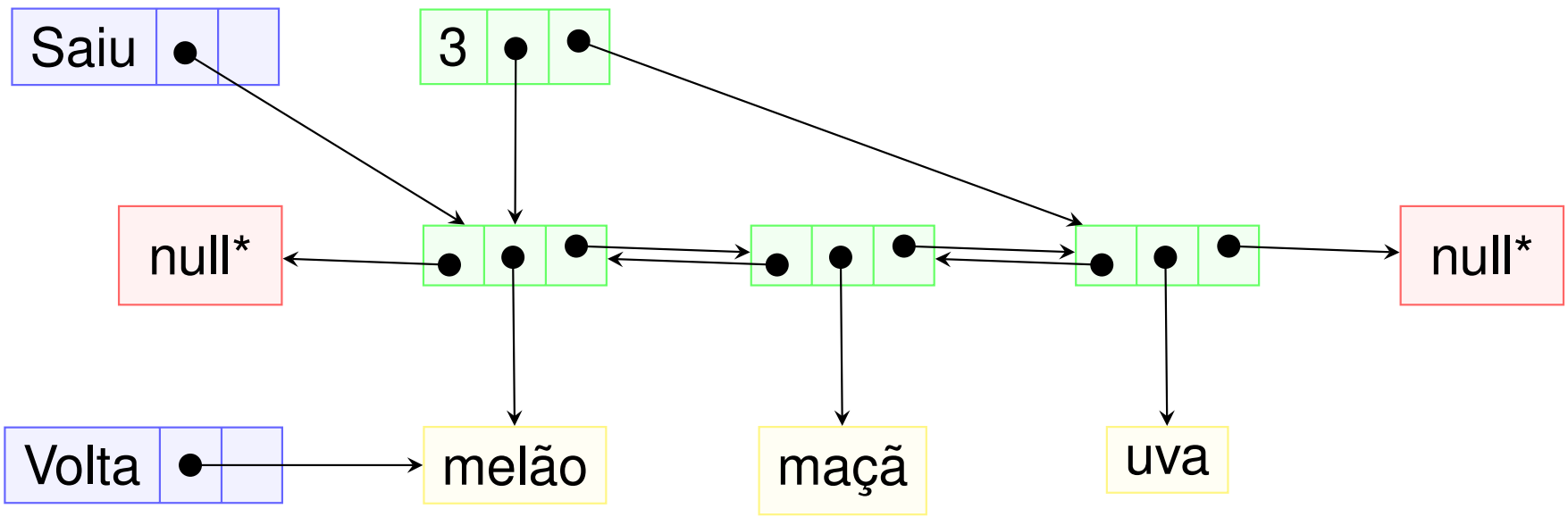
Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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



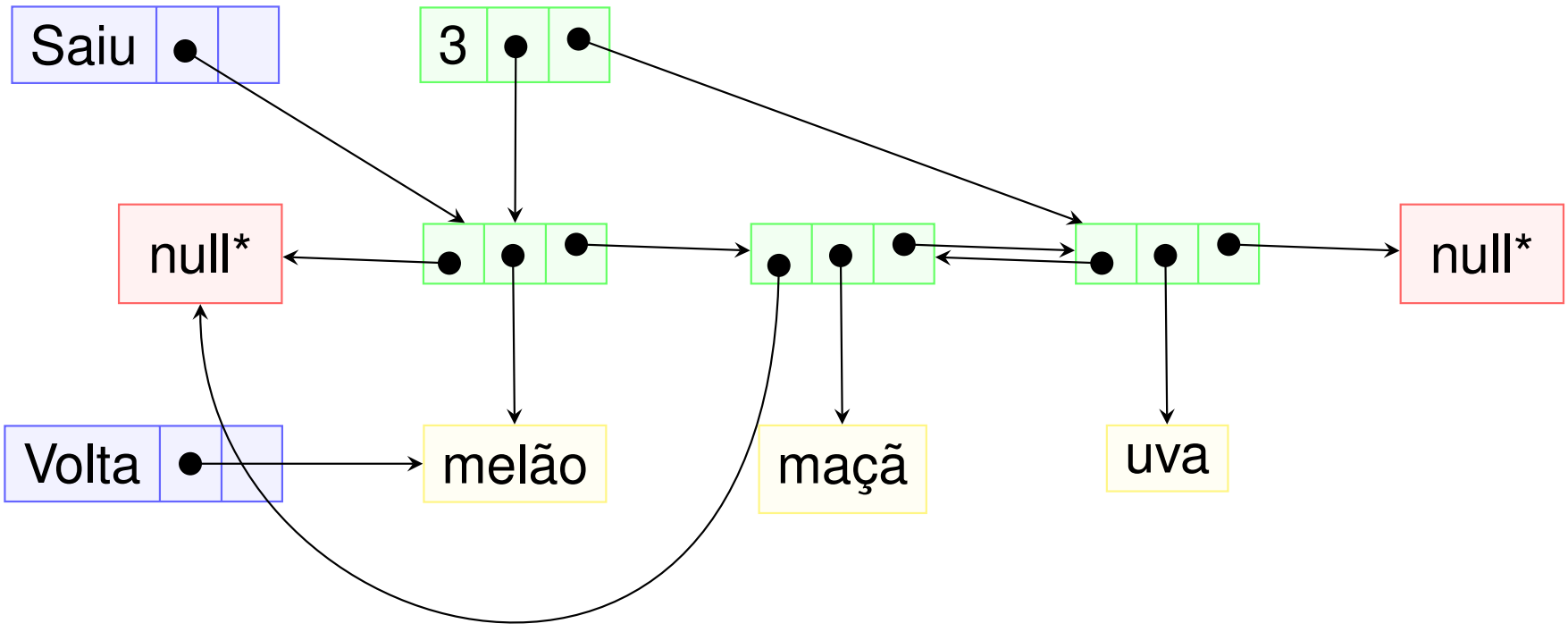
Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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



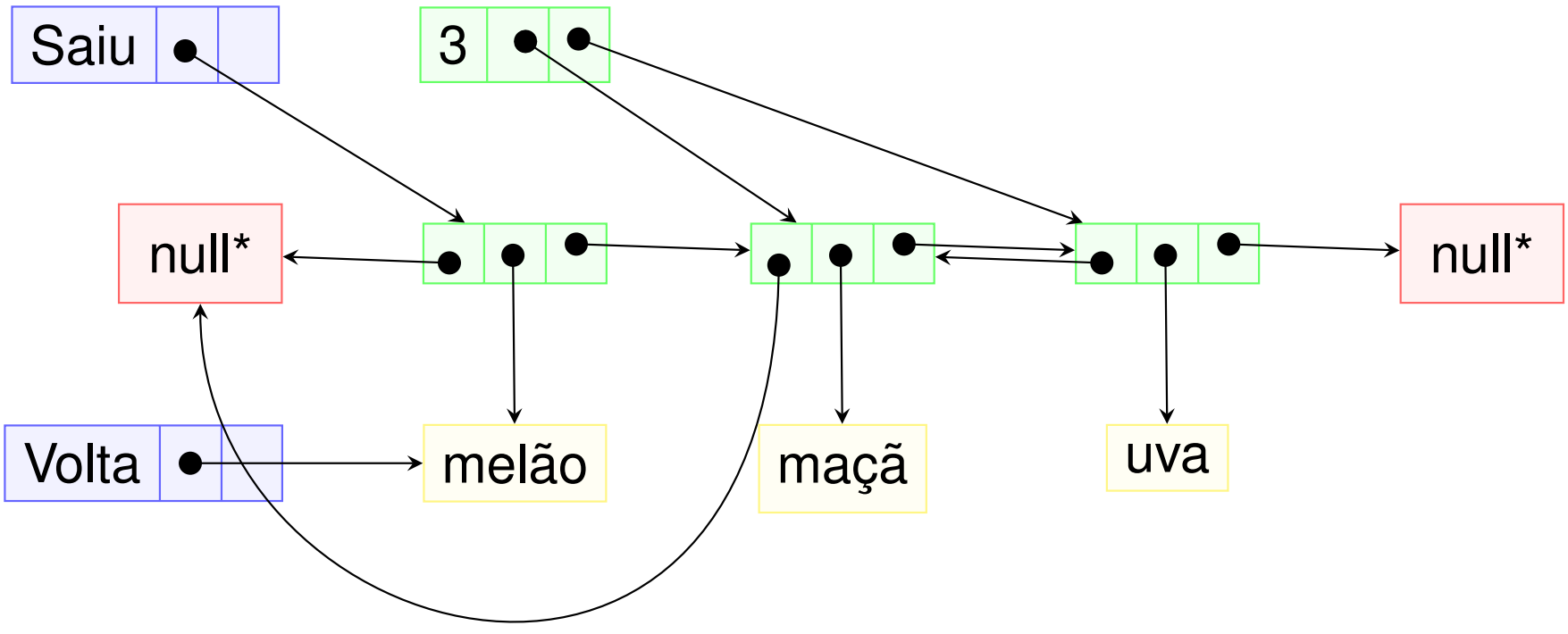
Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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



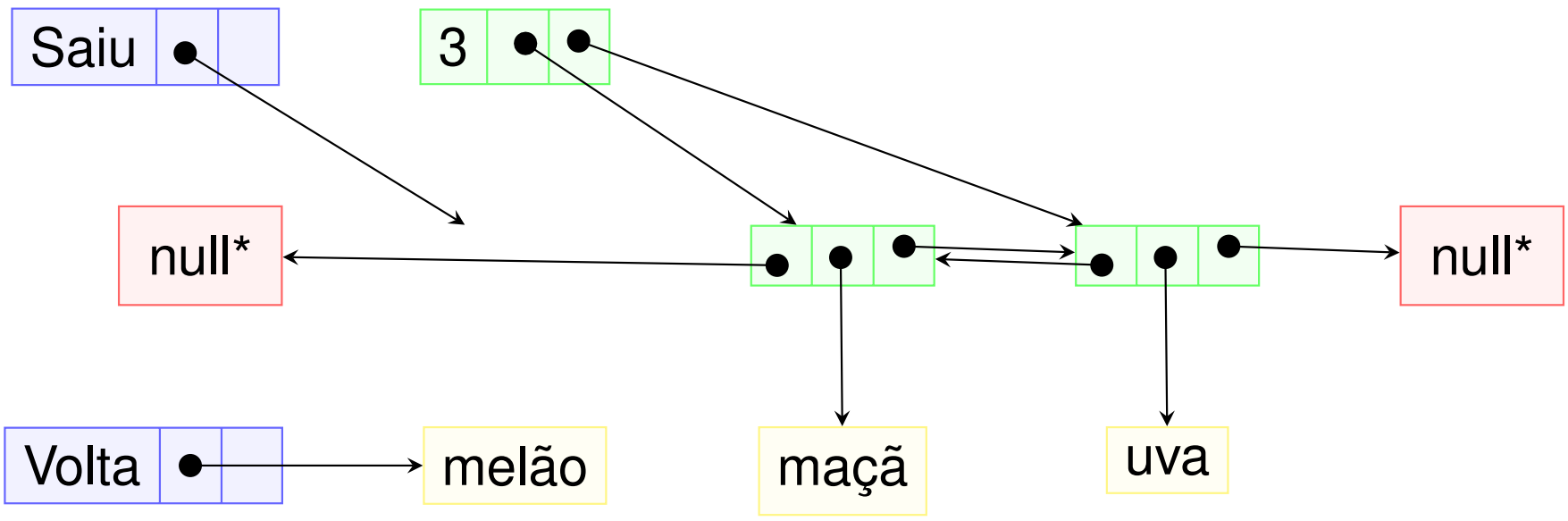
Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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



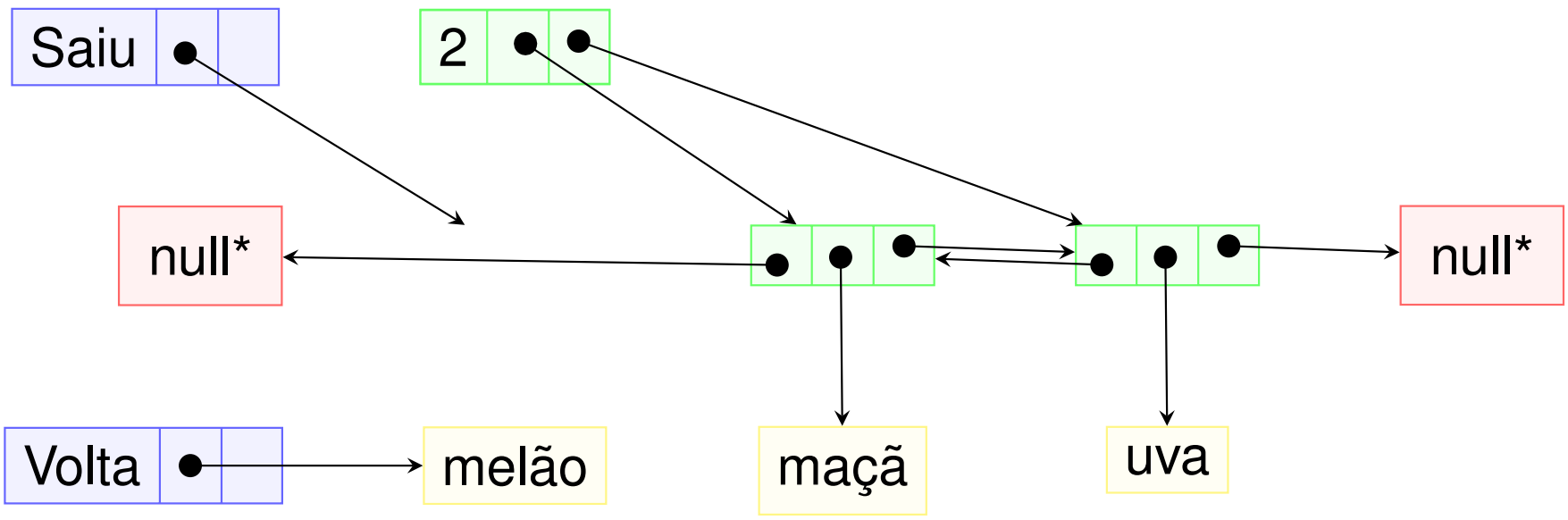
Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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



Método *T *retiraDoInicioDupla()*

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



Método *T *retiraDoInicioDupla()*

```
T *retiraDoInicioDupla()
 ElementoDuplo *saiu;  // variavel auxiliar elemento.
 T *volta;  // variavel auxiliar tipo T.
        inicio
                SE (listaVaziaDupla()) ENTAO
            THROW(ERROLISTAVAZIA);
                SENAO
            saiu ← _dados;
            volta ← saiu->_info;
            _dados ← saiu->_proximo;
            SE (_dados ≠ NULO) ENTAO
                dados->_anterior ← NULO;
            SENAO
                _fim ← NULO;
            FIM SE
            _tamanho ← _tamanho - 1;
            LIBERE(saiu);
            RETORNE(volta);
        FIM SE
    fim;
```

Método *adicionaNaPosicaoDupla(T *dado, int posicao)*

- Praticamente idêntico à lista encadeada;
- Procedimento:
  - Caminhamos até a posição;
  - Adicionamos o novo dado na posição;
  - Tratamos o caso especial;
  - Incrementamos o tamanho.
- Parâmetros:
  - O dado a ser inserido;
  - A posição onde inserir;

Método *adicionaNaPosicaoDupla(T *dado, int posicao)*

```
adicionaNaPosicaoDupla(T *dado, int posicao)
 ElementoDuplo *novo, *anterior;  // auxiliares.
 inicio
  SE (posicao > _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 0) ENTAO RETORNE(adicionaNoInicioDupla(info));
   SENAO
    novo <- aloque(ElementoDuplo);
    SE (novo = NULO) ENTAO THROW(ERROLISTACHEIA);
    SENAO
     anterior ← _dados;
     REPITA (posicao - 1) VEZES
         anterior ← anterior->_proximo;
     novo->_proximo ← anterior->_proximo;
     SE (novo->_proximo ≠ NULO) ENTAO
         novo->_proximo->_anterior ← novo;
     SENAO
         _fim ← novo;
     FIM SE
     novo->_info ← dado;
     anterior->_proximo ← novo;
     novo->anterior ← anterior;
     _tamanho ← _tamanho + 1;
    FIM SE
   FIM SE
  FIM SE
fim;
```

Método *T *retiraDaPosicaoDupla(int posicao)*

- Praticamente idêntico à lista encadeada;
- Procedimento:
  - Caminhamos até a posição;
  - Retiramos o novo dado na posição;
  - Tratamos o caso especial;
  - Decrementamos o tamanho.
- Parâmetros:
  - A posição onde retirar;

Método *T *retiraDaPosicaoDupla(int posicao)*

```
T *retiraDaPosicaoDupla(int posicao)
 ElementoDuplo *anterior, *eliminar;  // variaveis elemento.
 T *volta;  // variavel tipo T.
 inicio
  SE (posicao ≥ _tamanho) ENTAO THROW(ERROPOSICAO);
  SENAO
   SE (posicao = 0) ENTAO RETORNE(retiraDoInicioDupla());
   SENAO
    anterior ← _dados;
    REPITA (posicao - 1) VEZES
       anterior ← anterior->_proximo;
    eliminar ← anterior->_proximo;
    volta ← eliminar->_info;
    anterior->_proximo ← eliminar->_proximo;
    SE eliminar->_proximo ≠ NULO ENTAO
       eliminar->_proximo->_anterior ← anterior;
    SENAO
       _fim ← anterior;
    FIM SE
    _tamanho ← _tamanho - 1;
    LIBERE(eliminar);  RETORNE(volta);
   FIM SE
  FIM SE
 fim;
```

Método *adicionaEmOrdemDupla(T *dado)*

- Idêntico à lista encadeada;
- Procedimento:
  - Necessitamos de uma função para comparar os dados “$>$”;
  - Procuramos pela posição onde inserir comparando dados;
  - Chamamos `adicionaNaPosiçãoDupla()`.
- Parâmetros:
  - O dado a ser inserido.

Por conta do aluno:

- Operações de inclusão e exclusão:
  - `AdicionaDupla(dado);`
  - `RetiraDupla();`
  - `RetiraEspecíficoDupla(dado);`
- Operações - inicializar ou limpar:
  - `DestróiListaDupla();`

Trabalho Lista Duplamente Encadeada

- Implemente uma classe ListaDupla todas as operações vistas;
- Implemente a lista usando *templates*;
- 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?


ine
Informática
Estatística
CTC • UFSC


ARS ET SCIENTIA
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
UFSC