ED62A-COM2A
ESTRUTURAS DE DADOS

Aula 05 - Listas ordenadas
(Estrutura dinâmica)

Prof. Rafael G. Mantovani

17/09/2019

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Apucarana - PR, Brasil
Setembro, 2019

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Engenharia de Computação

Roteiro

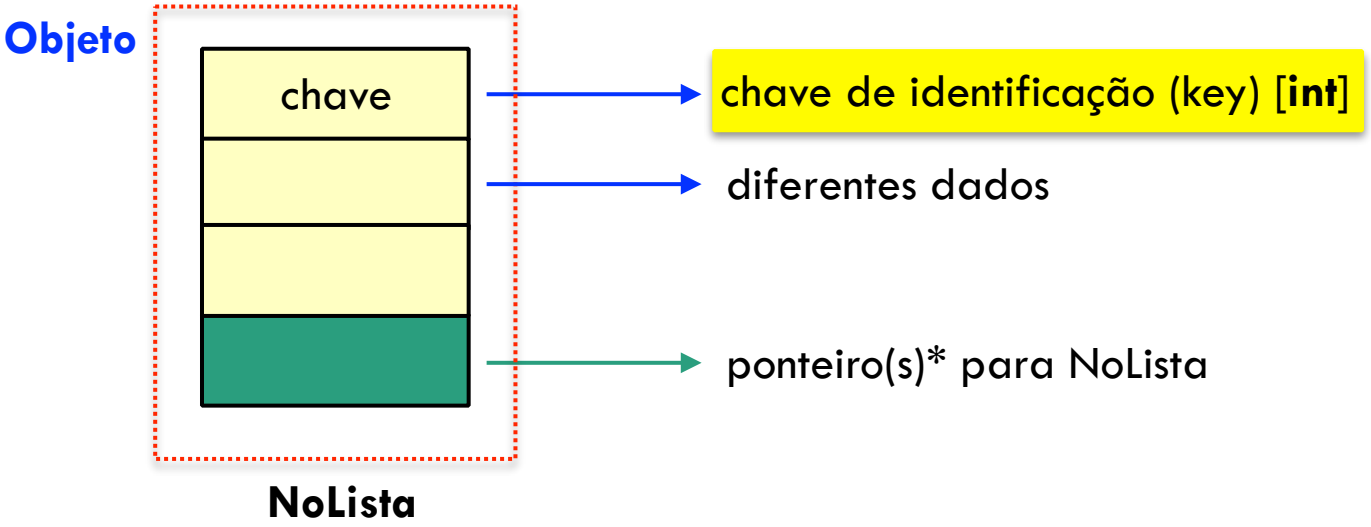
1. Listas Ordenadas
2. Operações gerais
3. Inserção de elementos
4. Pesquisa de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

Roteiro

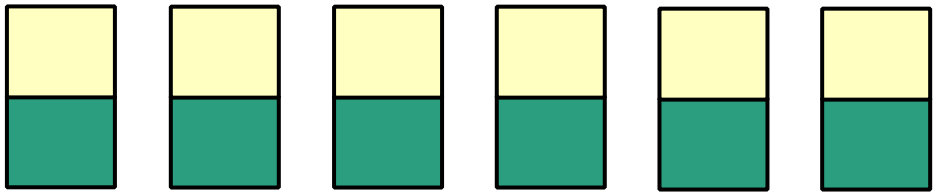
1. Listas Ordenadas
2. Operações gerais
3. Inserção de elementos
4. Pesquisa de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

Lista dinâmica

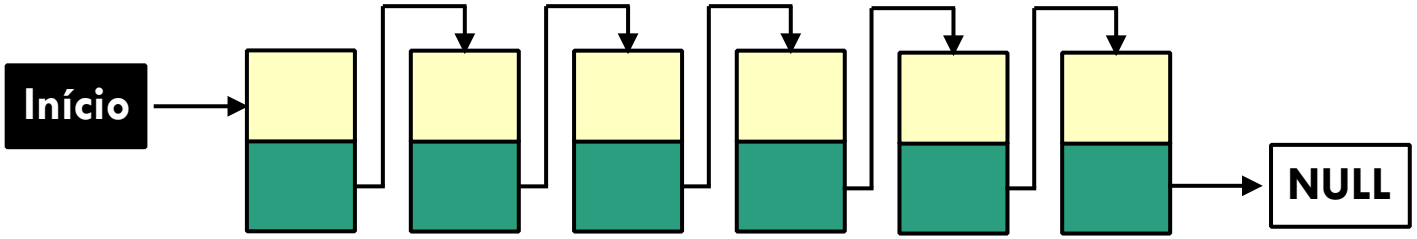
- Nós de Lista



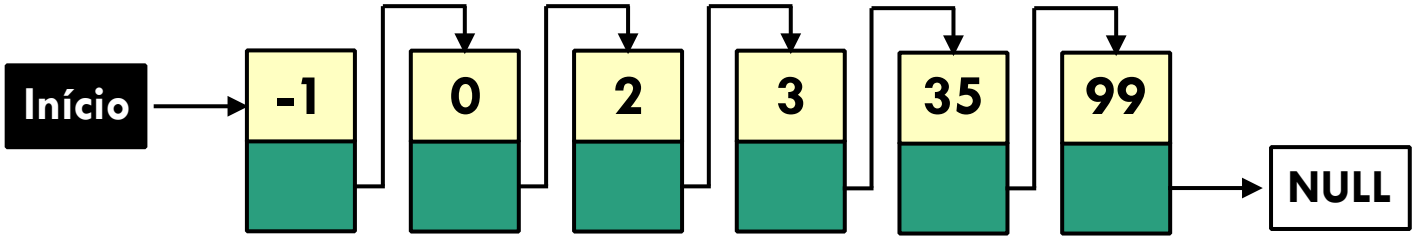
Lista dinâmica



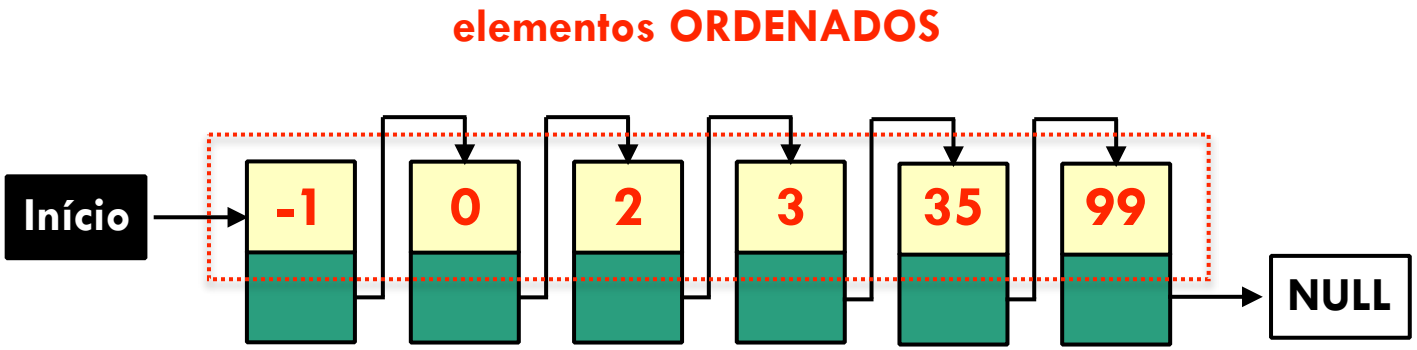
Lista dinâmica



Lista dinâmica



Lista dinâmica



Tipos de lista

- Diferentes implementações de lista dinâmica:

A **Single-linkage: singularmente encadeada**

B **Double-linkage: duplamente encadeada**

C **Circulares: nó sentinela**

Tipos de lista

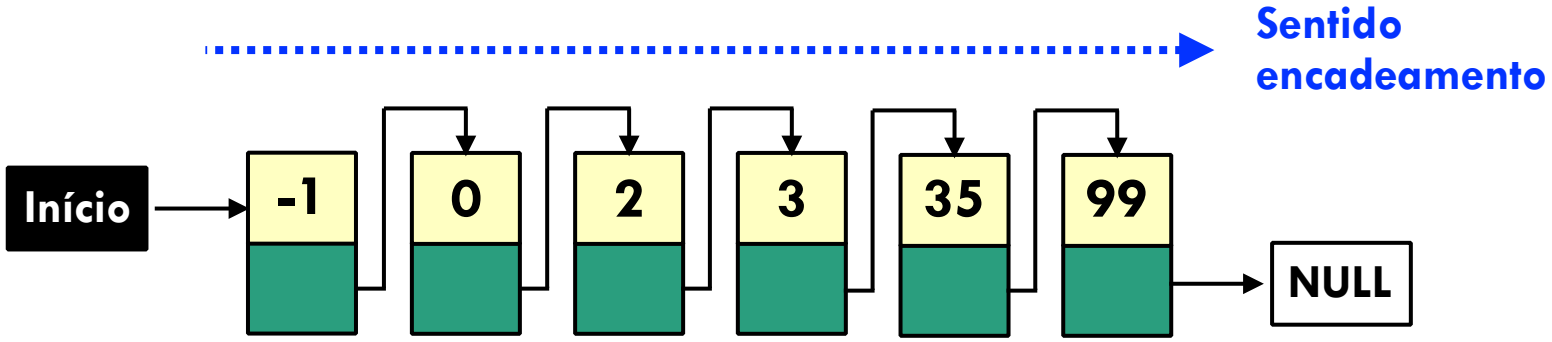
- Diferentes implementações de lista dinâmica:

A **Single-linkage: singularmente encadeada**

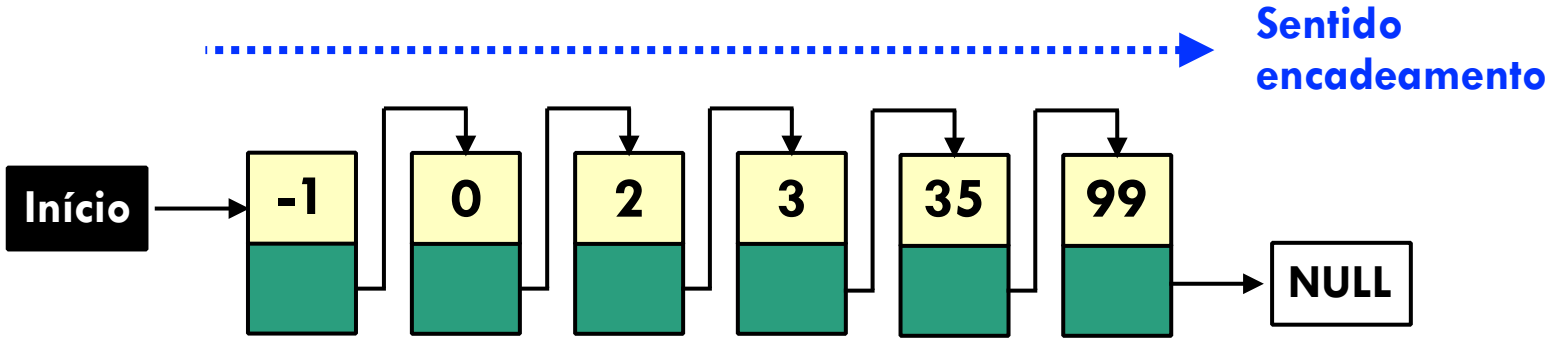
B **Double-linkage: duplamente encadeada**

C **Circulares: nó sentinela**

Tipos de lista



Tipos de lista



tipo **Lista**

Início *NoLista

Número de elementos :

tipo **NoLista**

Obj Item armazenado

Prox *NoLista

Tipos de lista

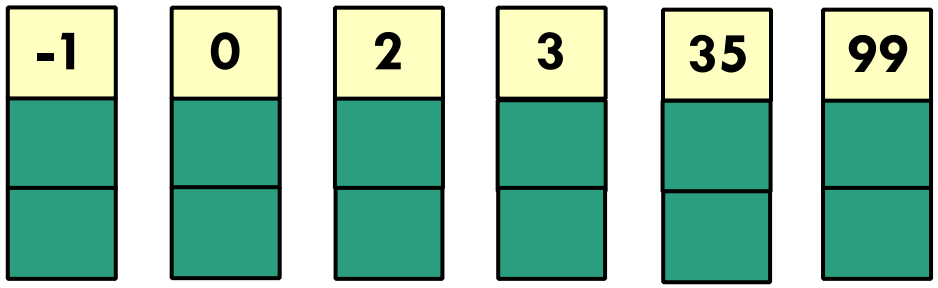
- Diferentes implementações de lista dinâmica:

A **Single-linkage: singularmente encadeada**

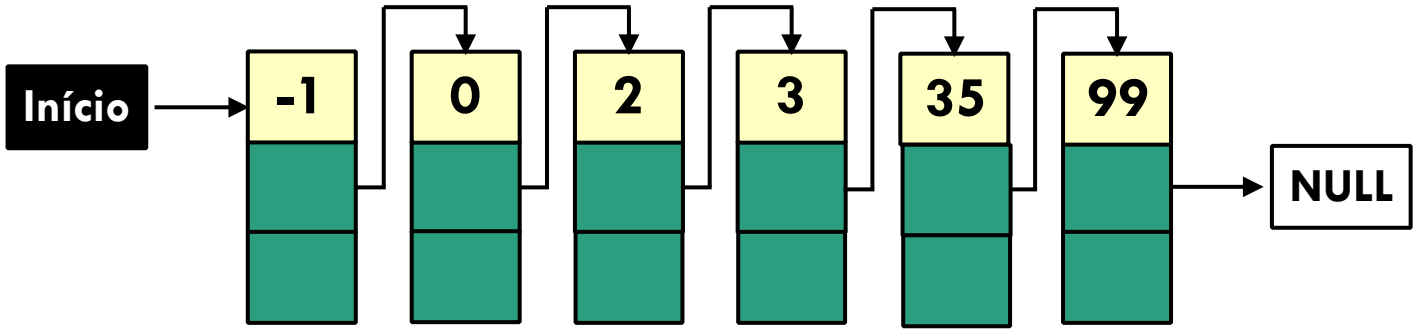
B **Double-linkage: duplamente encadeada**

C **Circulares: nó sentinela**

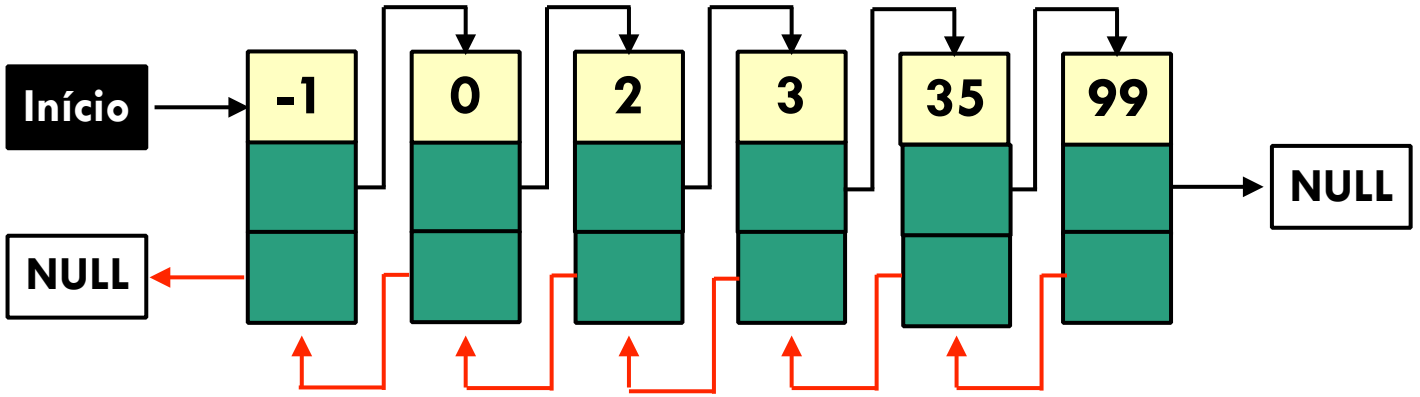
Tipos de lista



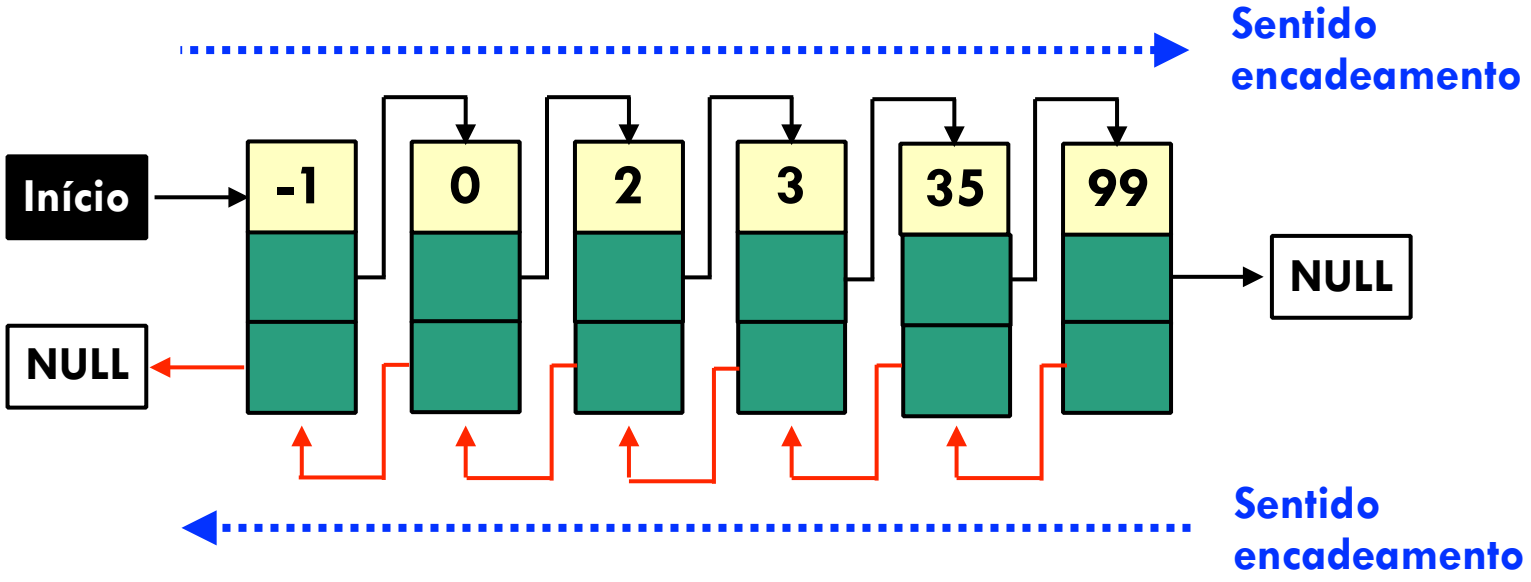
Tipos de lista



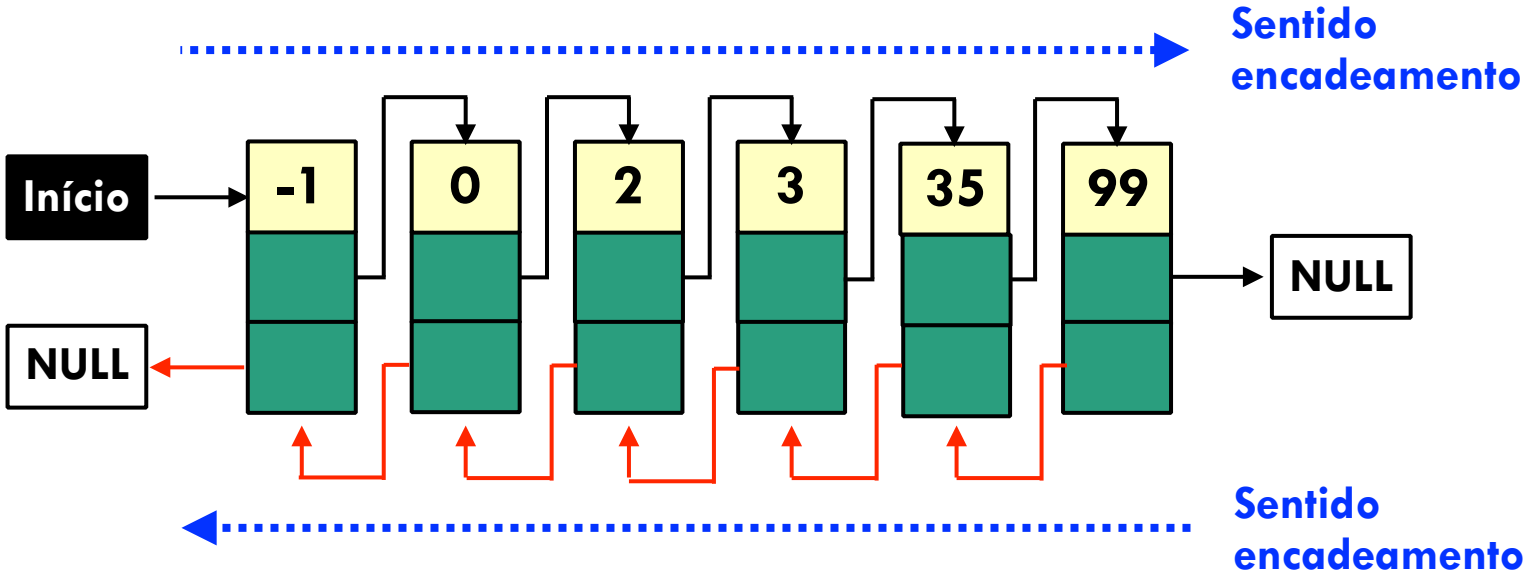
Tipos de lista



Tipos de lista



Tipos de lista



tipo **Lista**

Início *NoLista

Número de elementos :

tipo **NoLista**

Obj Item armazenado

Prox *NoLista (proximo)

Ant *NoLista (anterior)

Tipos de lista

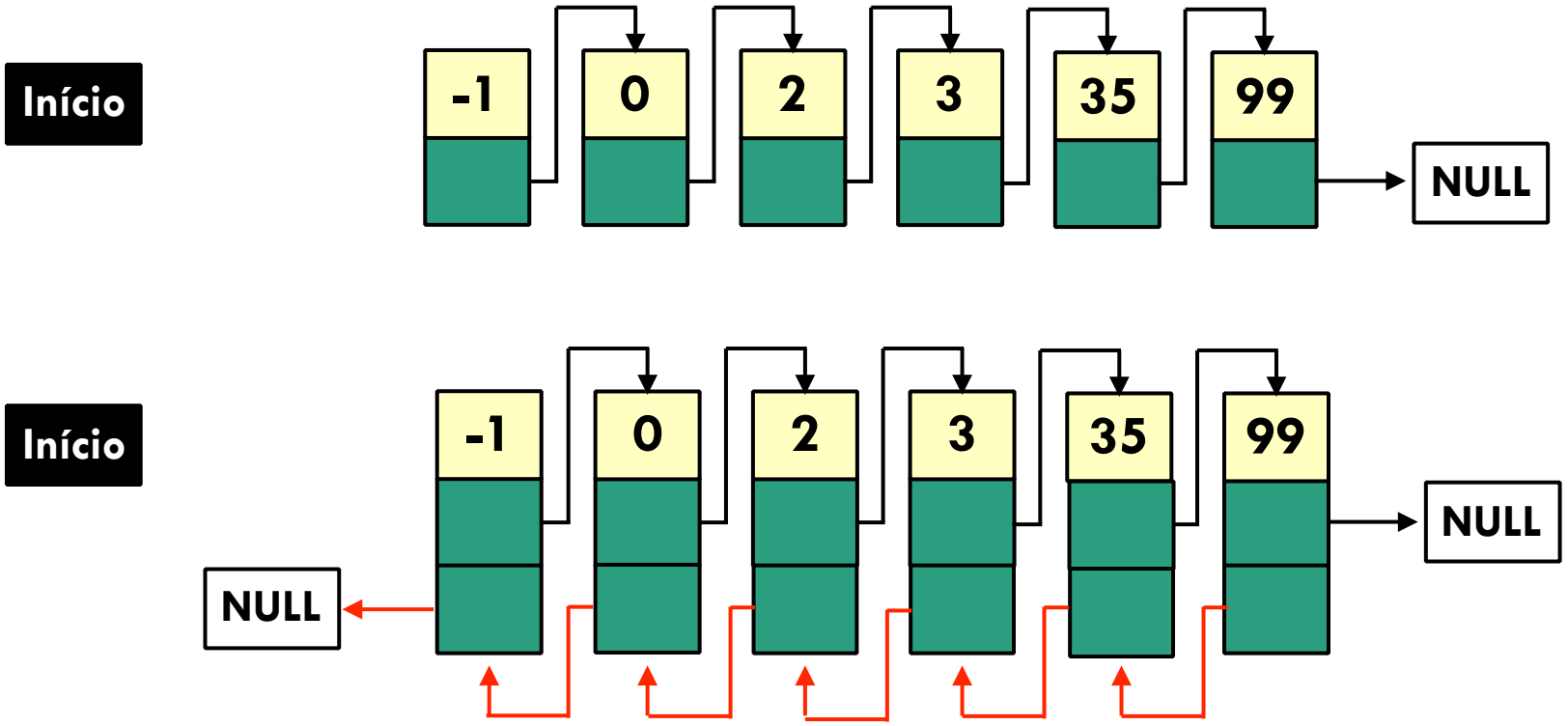
- Diferentes implementações de lista dinâmica:

A **Single-linkage: singularmente encadeada**

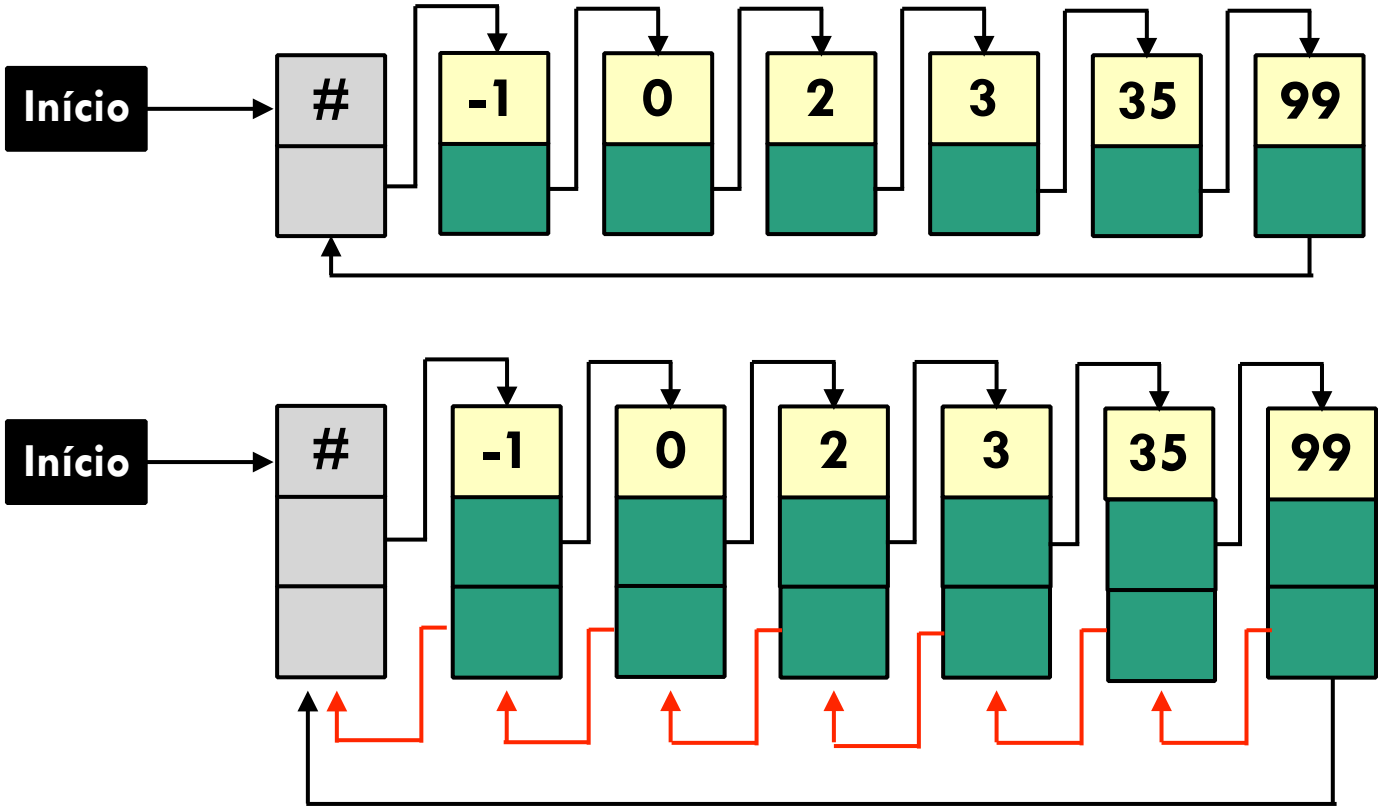
B **Double-linkage: duplamente encadeada**

C **Circulares: nó sentinela**

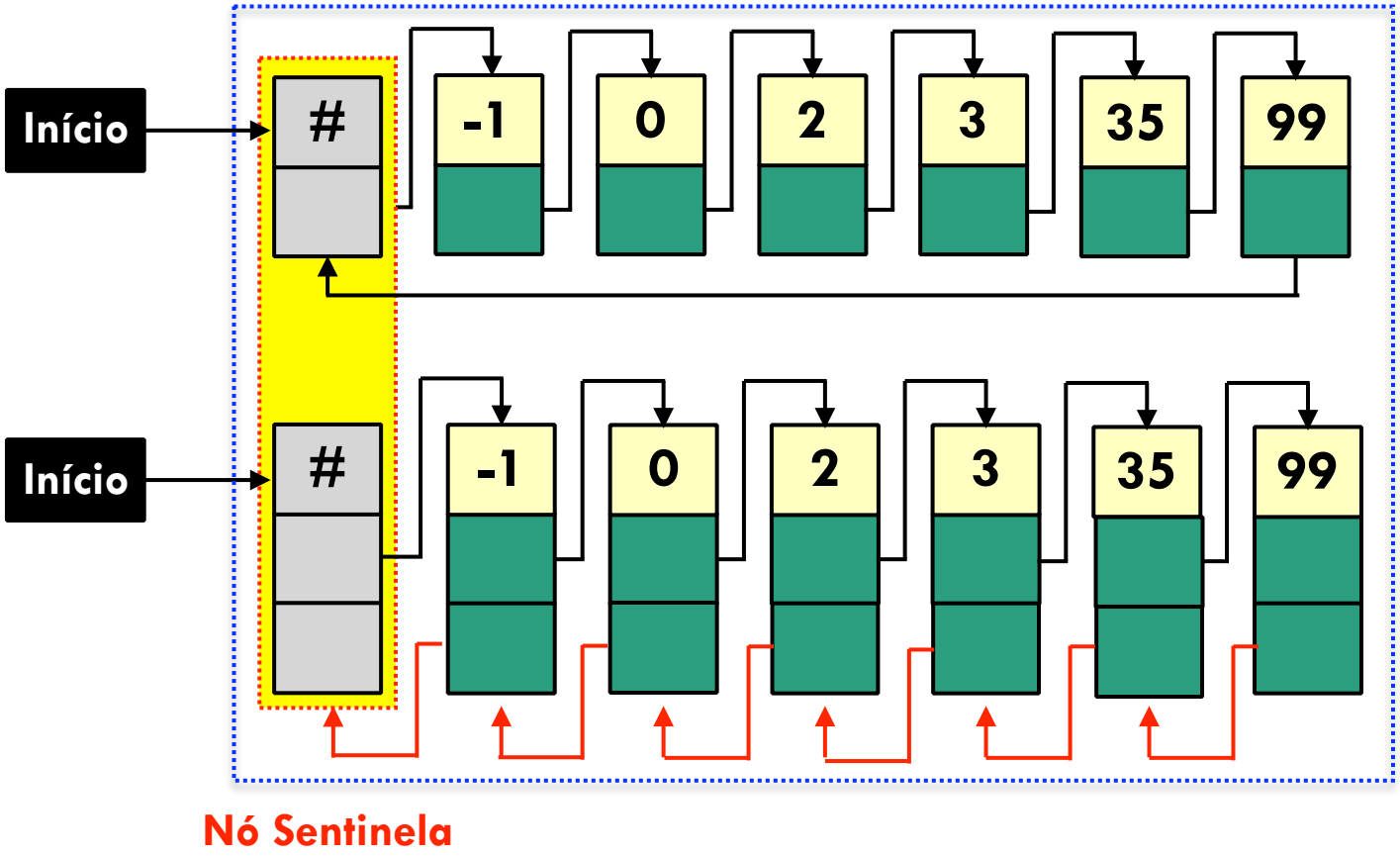
Tipos de lista



Tipos de lista



Tipos de lista



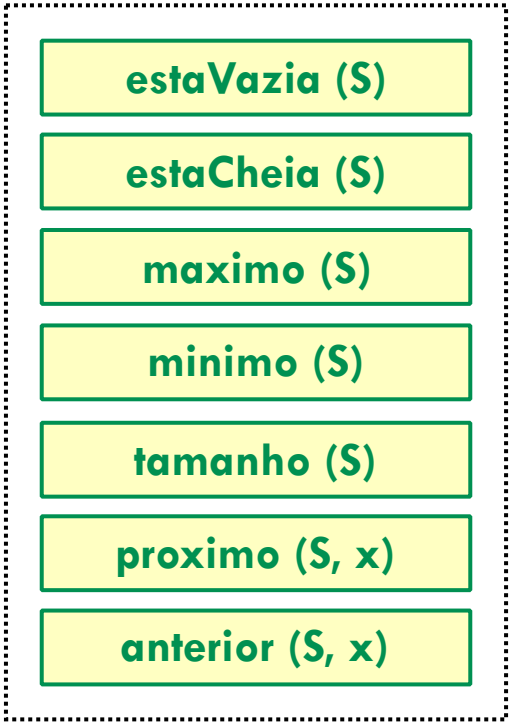
Roteiro

1. Listas Ordenadas
2. Operações gerais
3. Inserção de elementos
4. Pesquisa de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

Operações em Listas Dinâmicas

Dada uma estrutura **S**, chave **k**, elemento **x**:

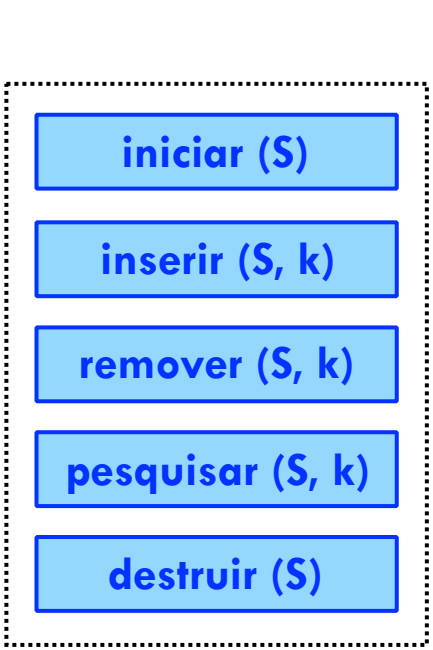
Operações de modificação



Operações adicionais de consulta

Operações em Listas Dinâmicas

Dada uma estrutura **S**, chave **k**, elemento **x**:



Operações de modificação

Operações adicionais de consulta

Lista dinâmica

- Single-linkage

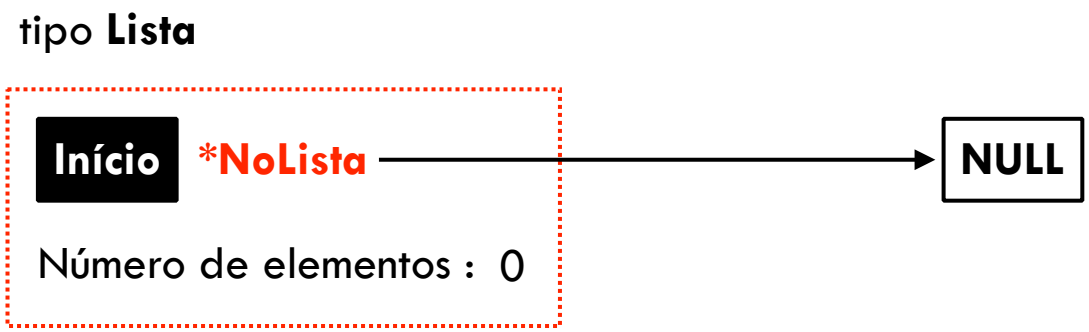
tipo **Lista**

Início ***NoLista**

Número de elementos :

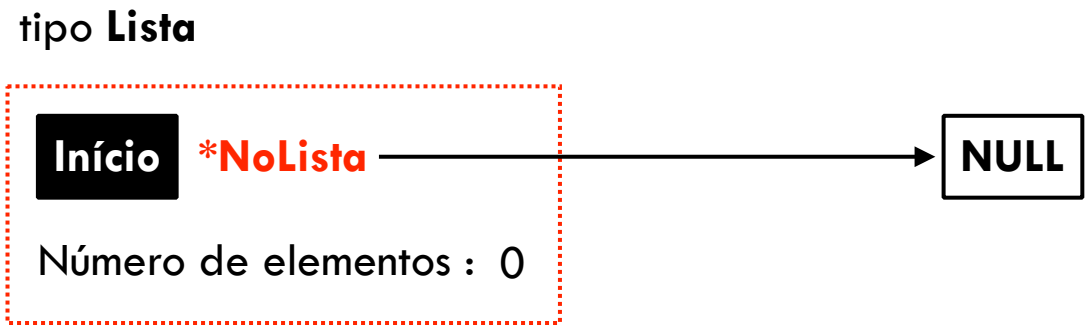
Inicialização

- Single-linkage



Inicialização

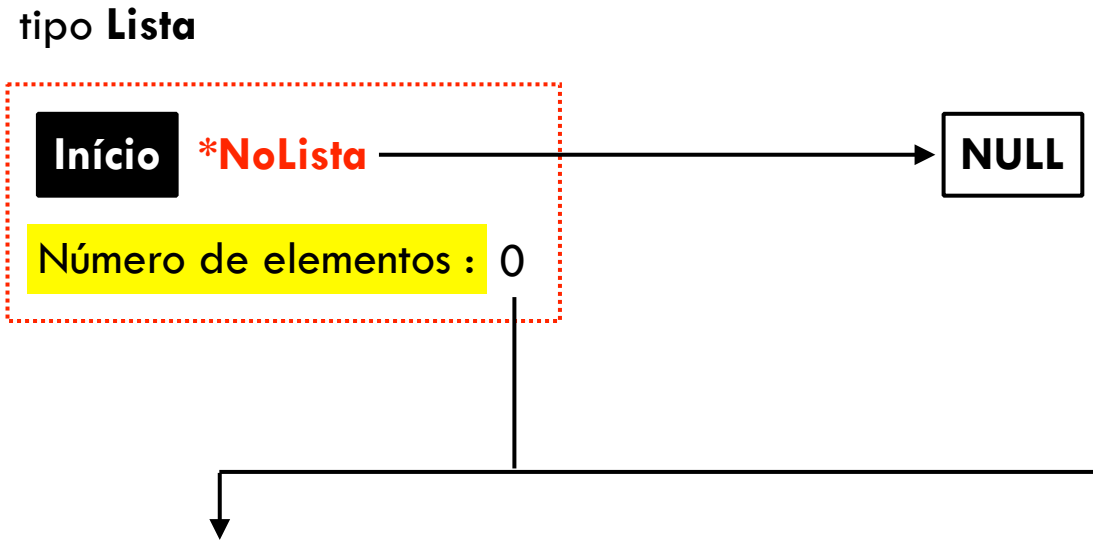
- Single-linkage




```
IniciaLista (L)
1. Q.inicio = NULL;
2. Q.tamanho = 0;
```

Tamanho da Lista

- Single-linkage




```
tamanhoLista (L)
1. return (L.tamanho);
```

```
estaVazia (L)
1. return (L.tamanho == 0);
// return(L.Inicio == NULL)
```

Exercício 01

- Mãos a obra: implemente um TDA para Lista com alocação dinâmica, e as funções de manipulação.

- Quais TDAs serão necessários?

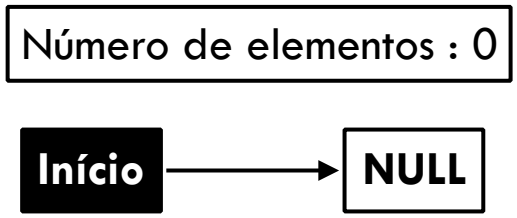
- Implemente, em C, as funções para inicializar, verificar tamanho, se está vazia, e imprimir a lista.

Roteiro

1. Listas Ordenadas
2. Operações gerais
3. Inserção de elementos
4. Pesquisa de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

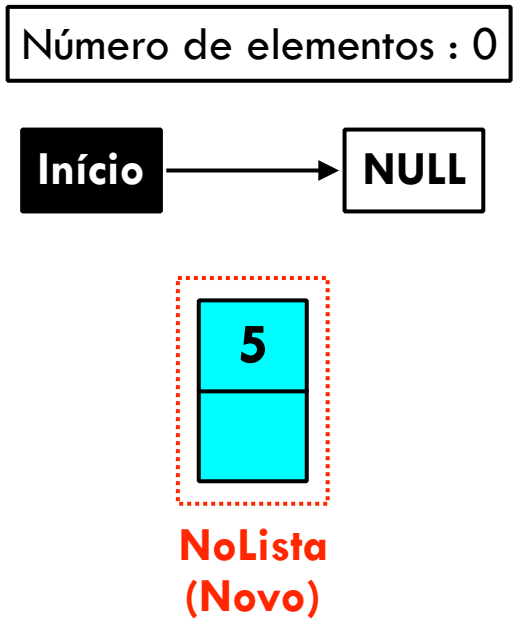
Inserção (Insert)

a) primeira inserção (elemento x = 5)



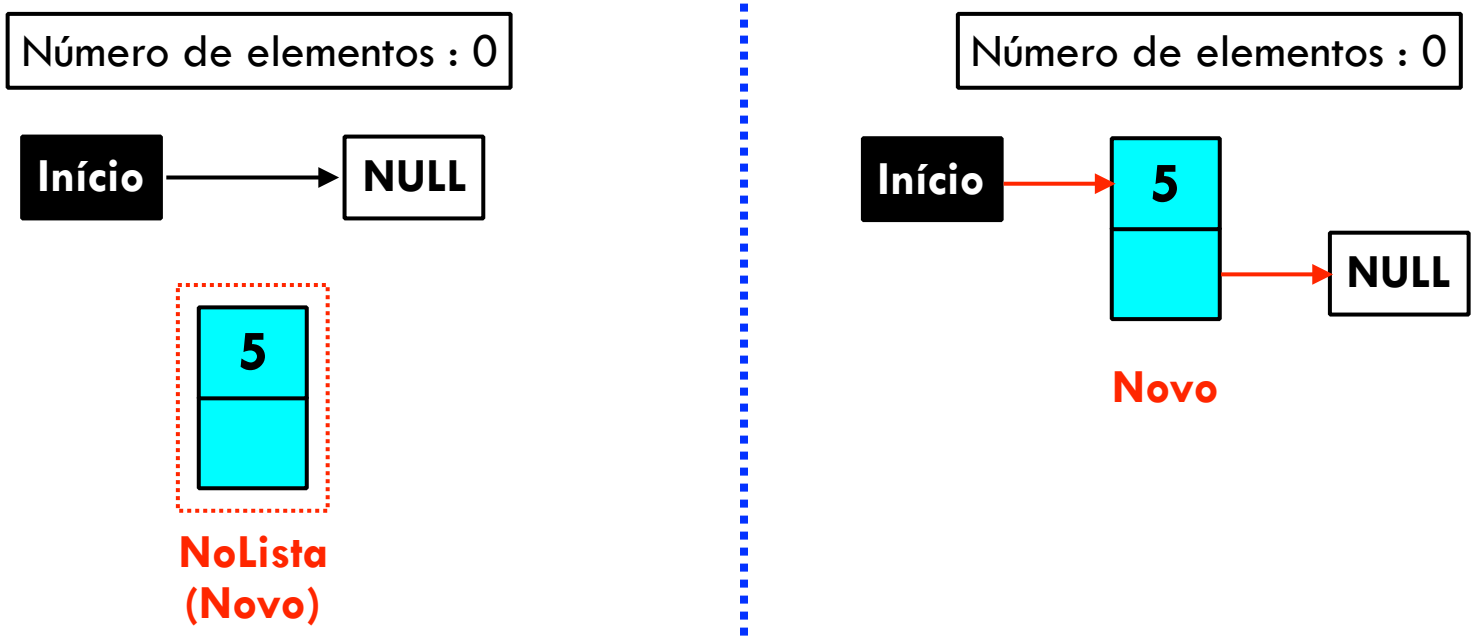
Inserção (Insert)

a) primeira inserção (elemento x = 5)



Inserção (Insert)

a) primeira inserção (elemento x = 5)



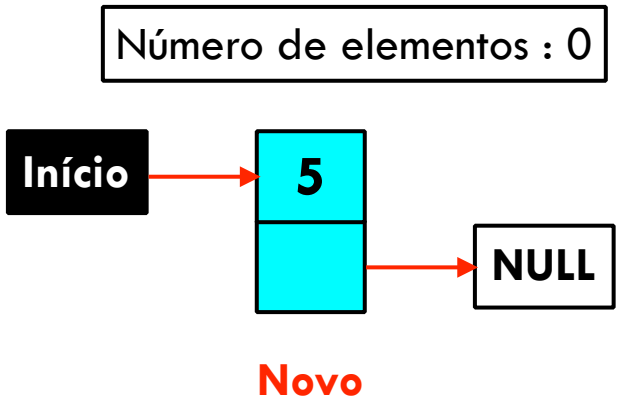
Inserção (Insert)

a) primeira inserção (elemento x = 5)

01

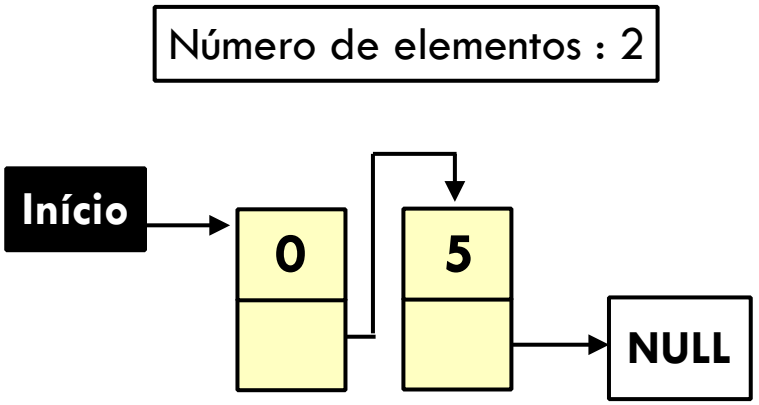
1. Criar ponteiro **Novo** e alocar memória para o nó
2. **Início** aponta para **Novo** (novo nó)
3. **Novo** aponta para NULL
4. Contador é incrementado

NoLista (Novo)



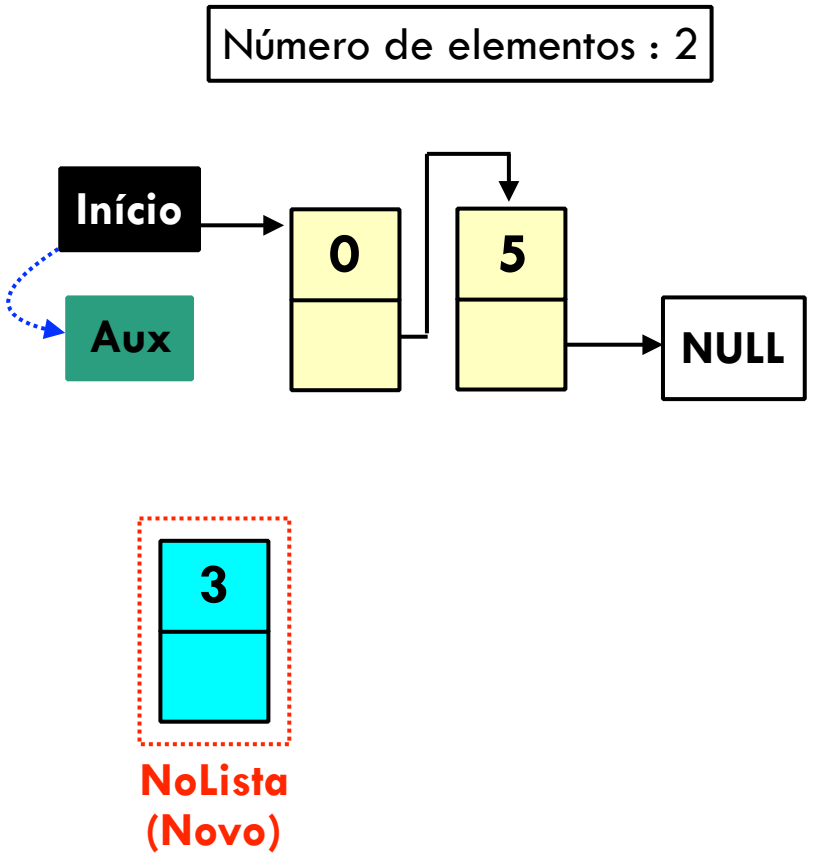
Inserção (Insert)

b) não é primeira inserção (elemento x = 3)



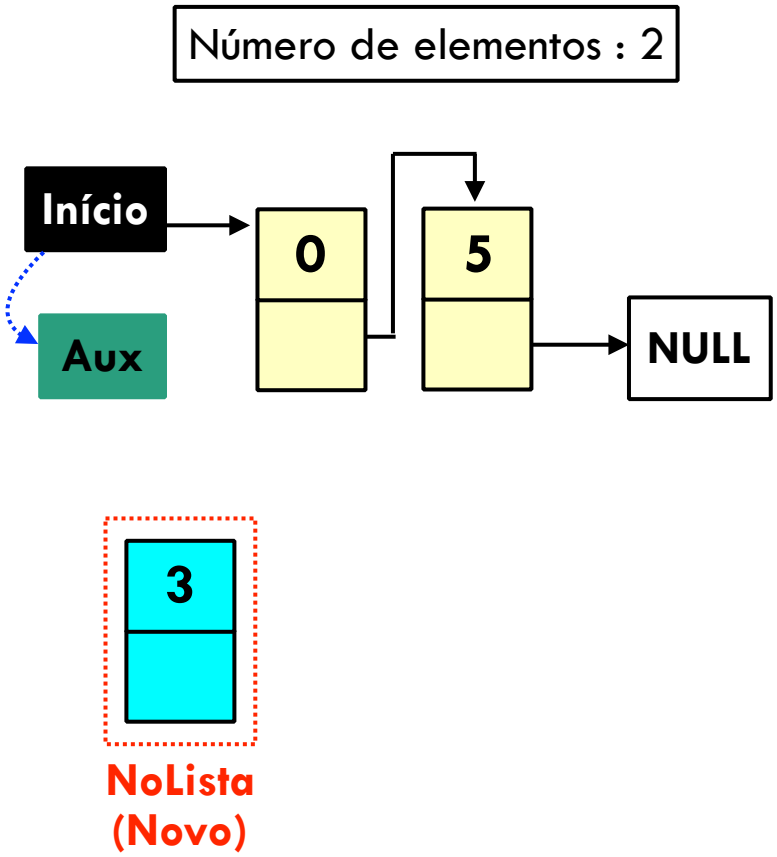
Inserção (Insert)

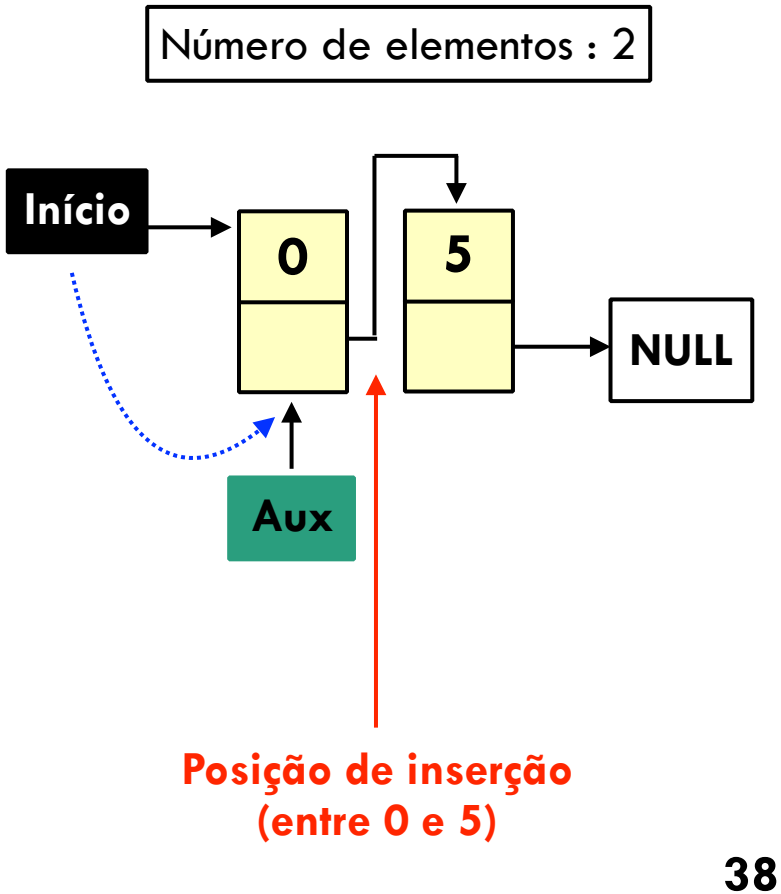
b) não é primeira inserção (elemento x = 3)



Inserção (Insert)

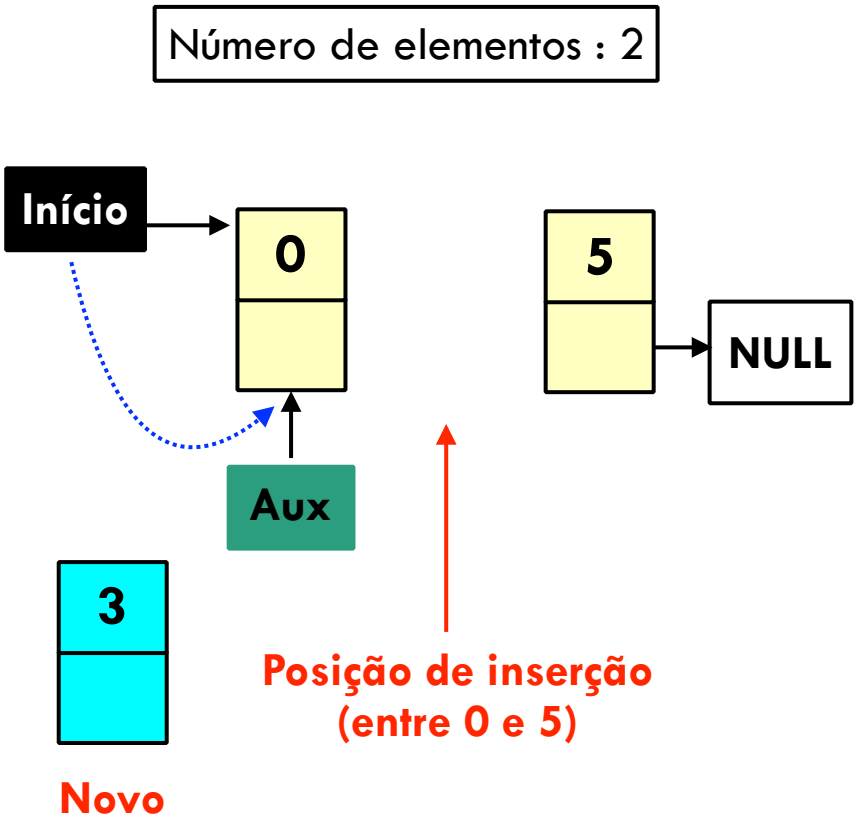
b) não é primeira inserção (elemento x = 3)





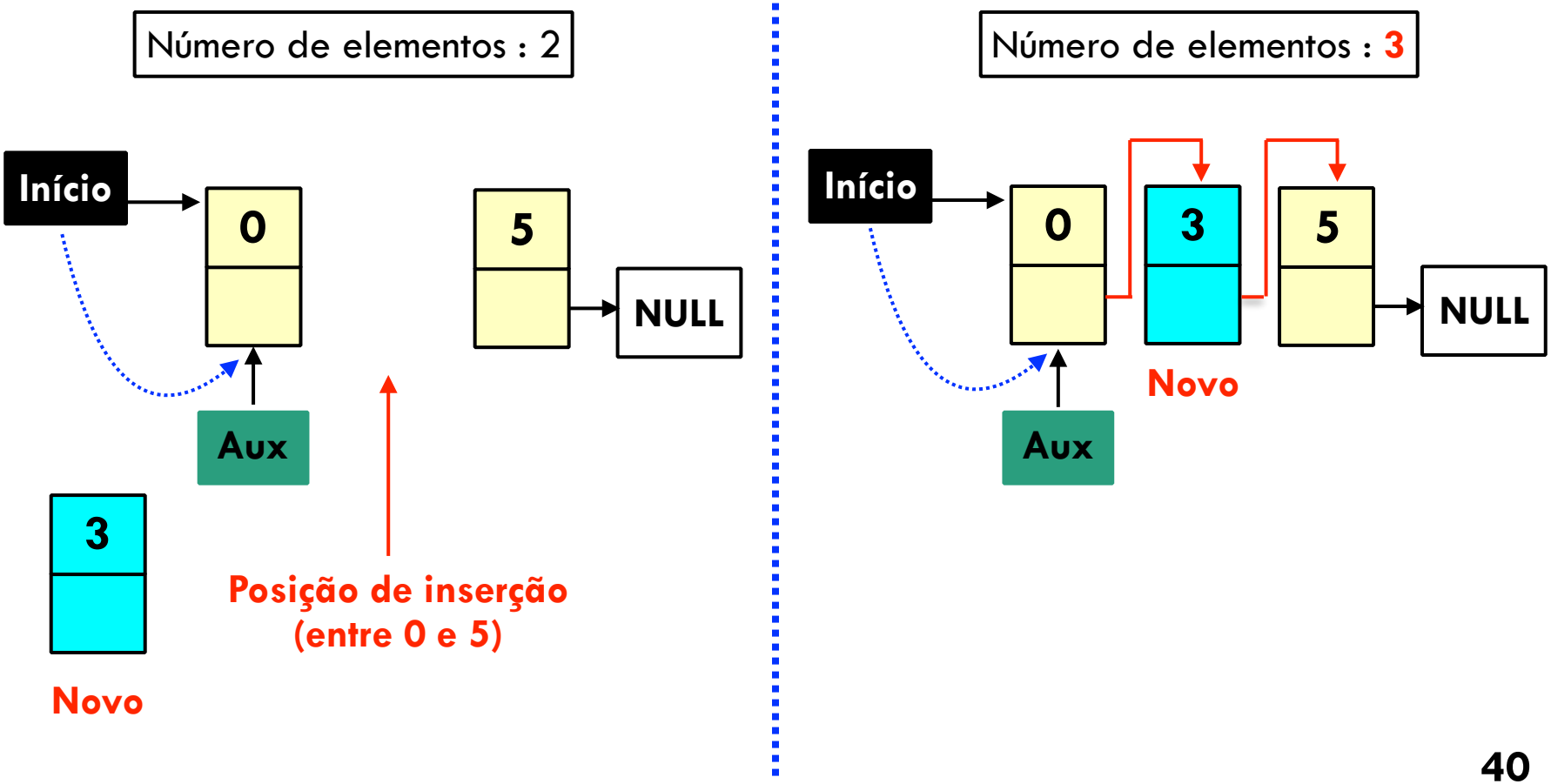
Inserção (Insert)

b) não é primeira inserção (elemento x = 3)



Inserção (Insert)

b) não é primeira inserção (elemento x = 3)



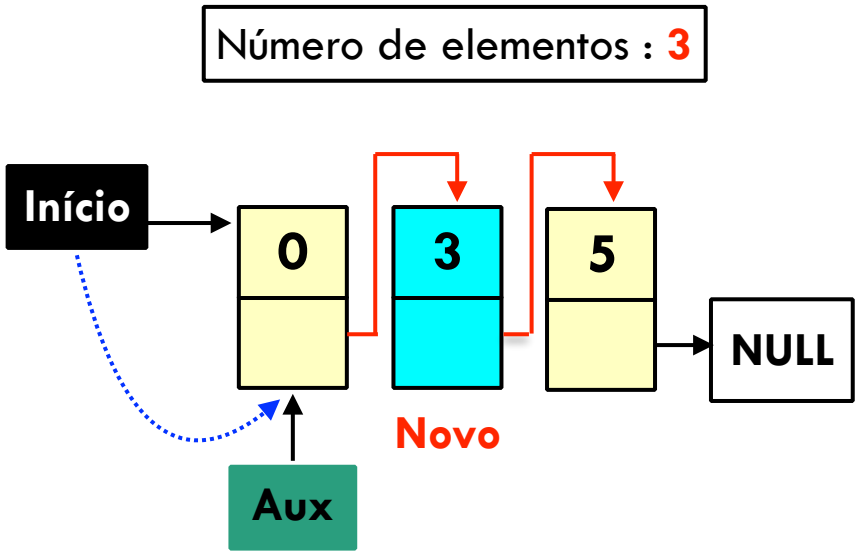
Inserção (Insert)

b) não é primeira inserção (elemento x = 3)

02

Número de elementos : 2

1. Percorrer a lista, usando **Aux** (Ponteiro)
   Enquanto (**Aux**→proximo != NULL && x > **Aux**→proximo.chave)
   Aux = **Aux**→Proximo
2. Proximo do **Novo** recebe Proximo de **Aux**
3. Proximo de **Aux** recebe **Novo**
4. Contador é incrementado



Inserção (Insert)

```
Insert (L, x)
1. Criar novo nó Novo //malloc
2. Novo.chave = x
3. Se for a primeira inserção ou x < Inicio.chave:
4.    Novo->proximo = L->primeiro // Novo->proximo = NULL
5.    L->primeiro = Novo
6. Senão:
7.    Criar ponteiro Aux = L->primeiro
8.    // percorrendo a lista ordenada
9.    Enquanto (Aux->proximo != NULL & x > Aux->proximo.chave)
10.       Aux = Aux->proximo
11.   Novo->proximo = Aux->proximo
12.   Aux->proximo = Novo
13. incrementa contador de elementos
```

Inserção (Insert)

```
Insert (L, x)
1. Criar novo nó Novo //malloc
2. Novo.chave = x
3. Se for a primeira inserção ou x < Inicio.chave:
4.    Novo->proximo = L->primeiro // Novo->proximo = NULL
5.    L->primeiro = Novo
6. Senão:
7.    Criar ponteiro Aux = L->primeiro
8.    // percorrendo a lista ordenada
9.    Enquanto (Aux->proximo != NULL & x > Aux->proximo.chave)
10.       Aux = Aux->proximo
11.   Novo->proximo = Aux->proximo
12.   Aux->proximo = Novo
13. incrementa contador de elementos
```

Obs: precisaremos de dois ponteiros do tipo NoLista
- um para o novo elemento (**Novo**)
- um para percorrer a lista (**Aux**)

Exercício 02

- Implementar a função de inserção de uma lista ordenada

Roteiro

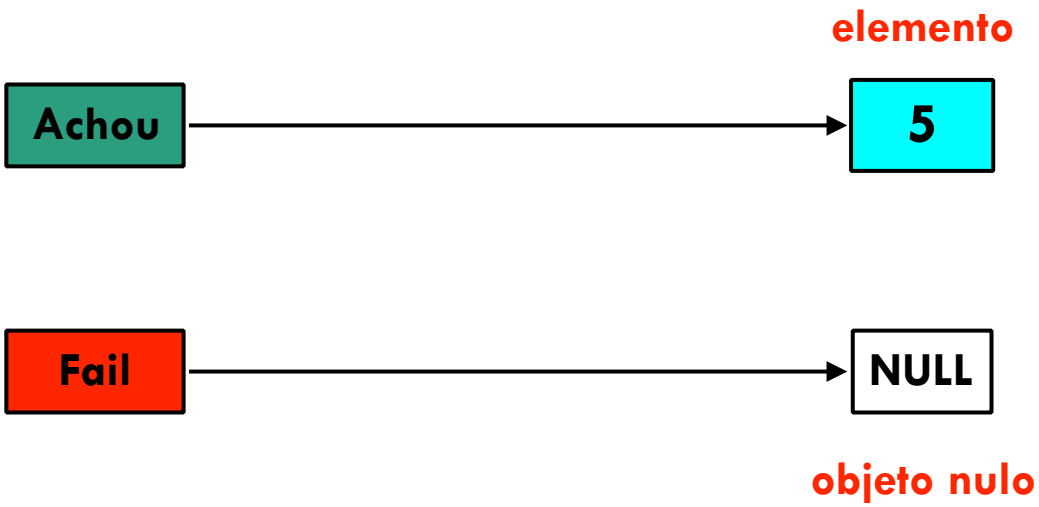
1. Listas Ordenadas
2. Operações gerais
3. Inserção de elementos
4. Pesquisa de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

Pesquisa (Search)

- Procura a primeira ocorrência de um elemento
  - se achar: ?
  - se não achar?

Pesquisa (Search)

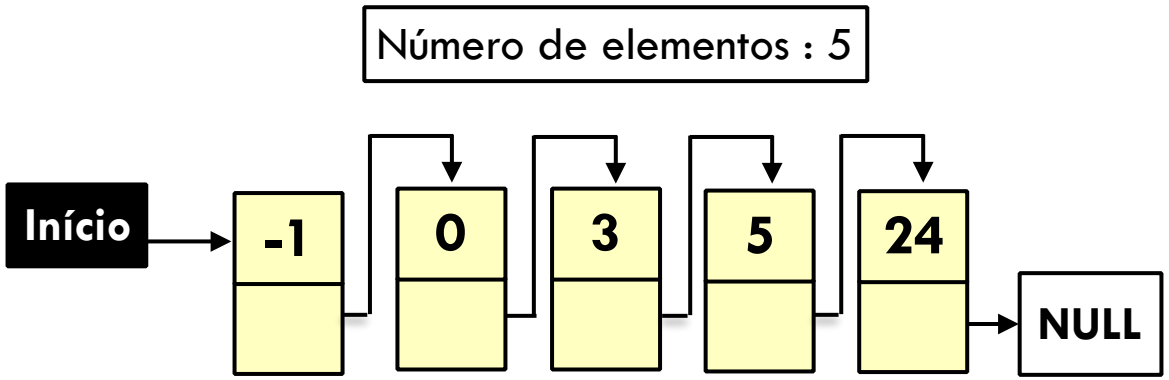
- Procura a primeira ocorrência de um elemento
  - se achar: ?
  - se não achar?



Pesquisa (Search)

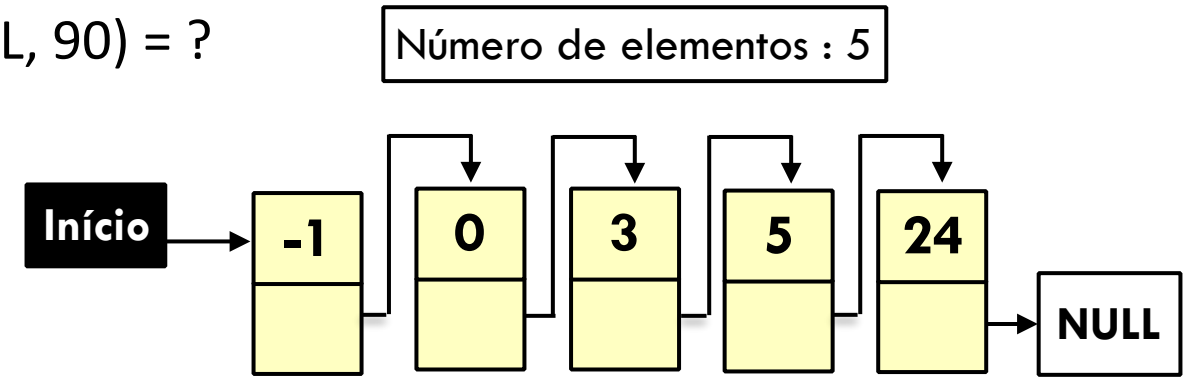
- Pergunta: como implementar se eu quiser fazer a função search do tipo **bool**?

Pesquisa (Search)



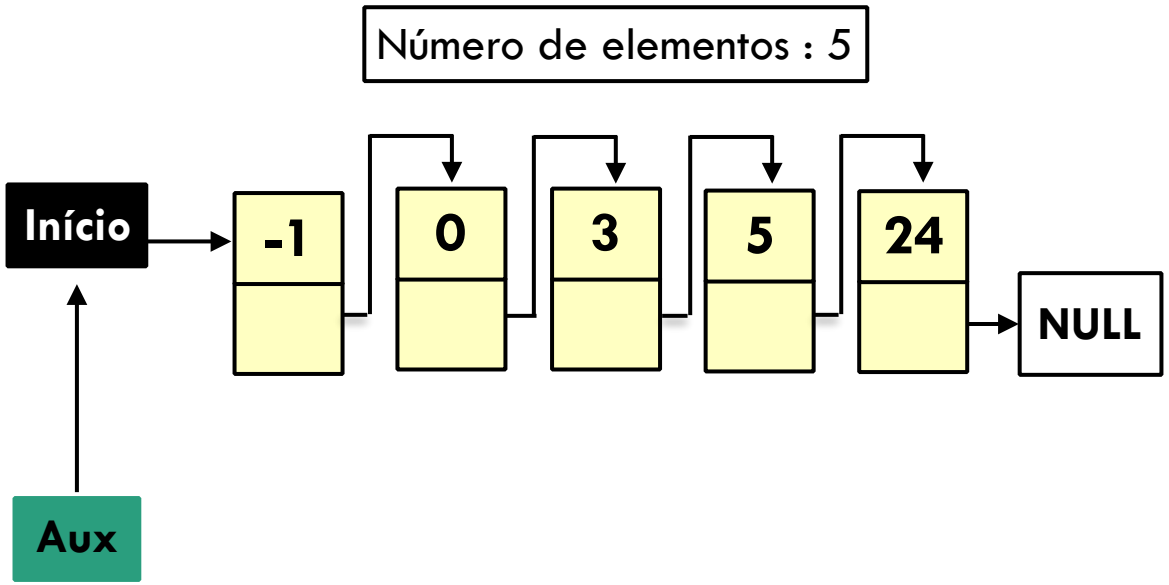
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = ?
- Search(L, 4) = ?
- Search(L, -2) = ?
- Search(L, 90) = ?



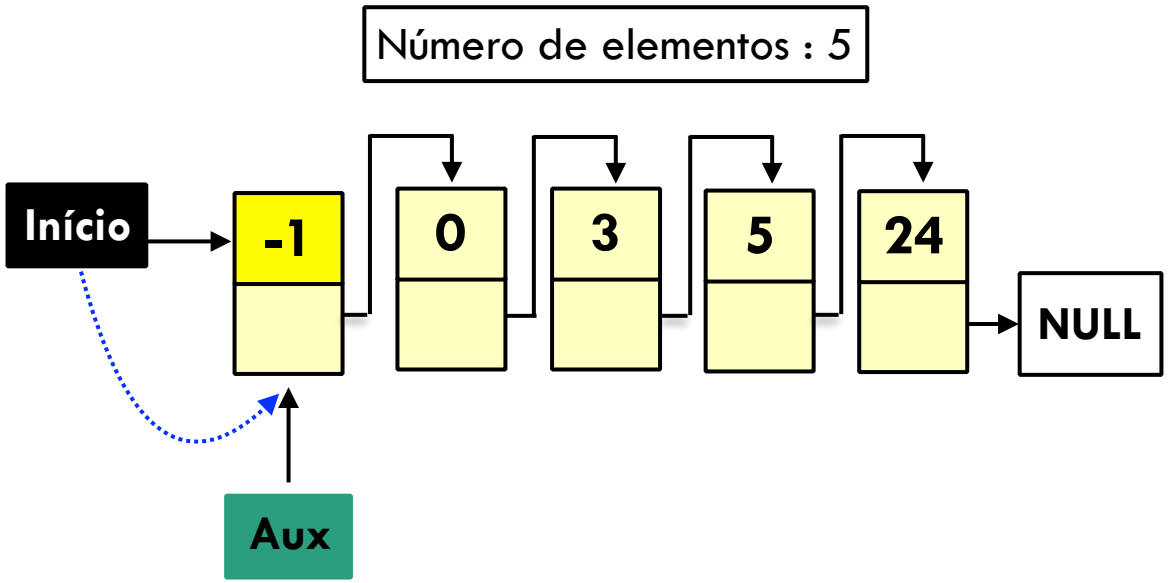
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = ?



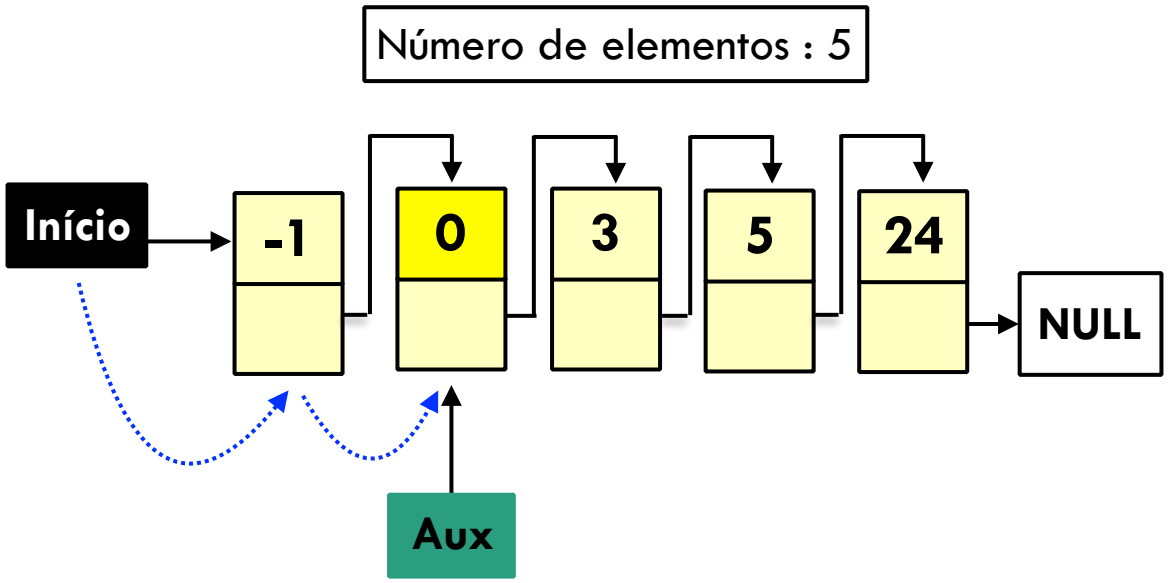
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = ?



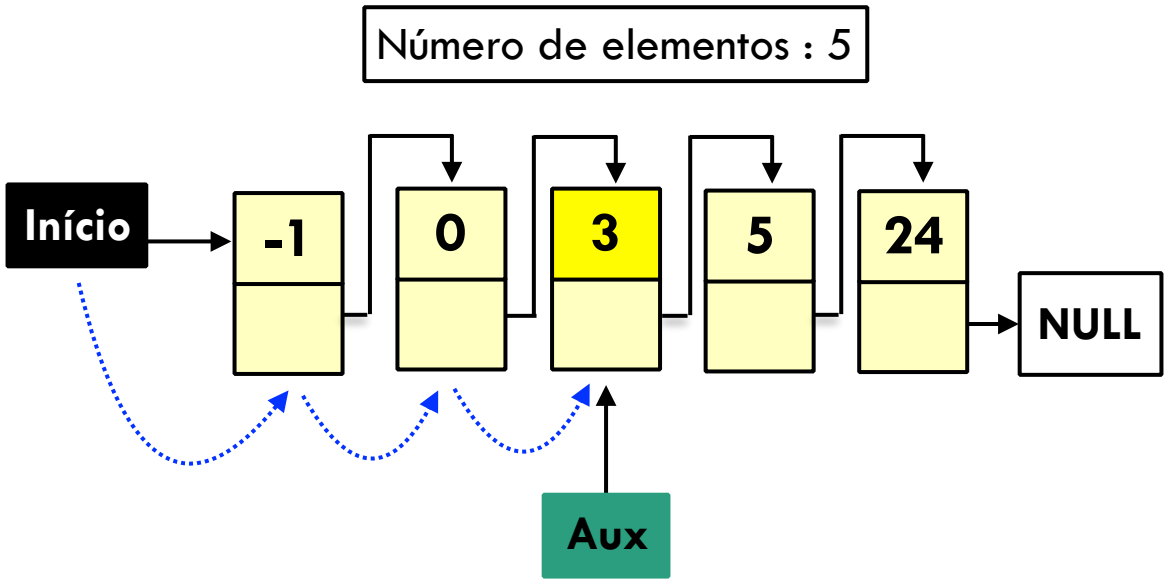
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = ?



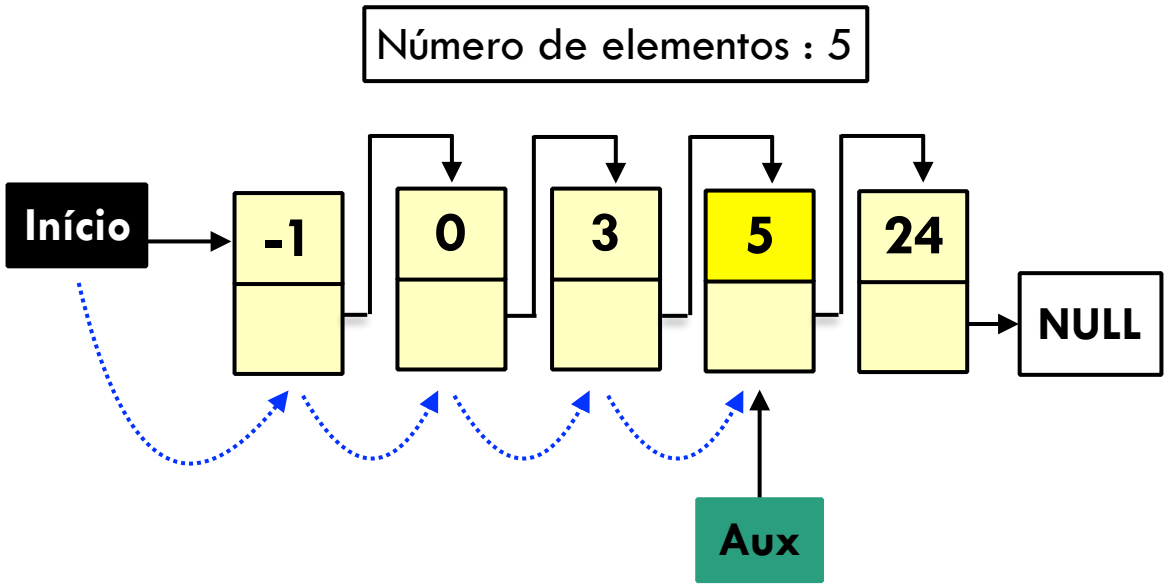
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = ?



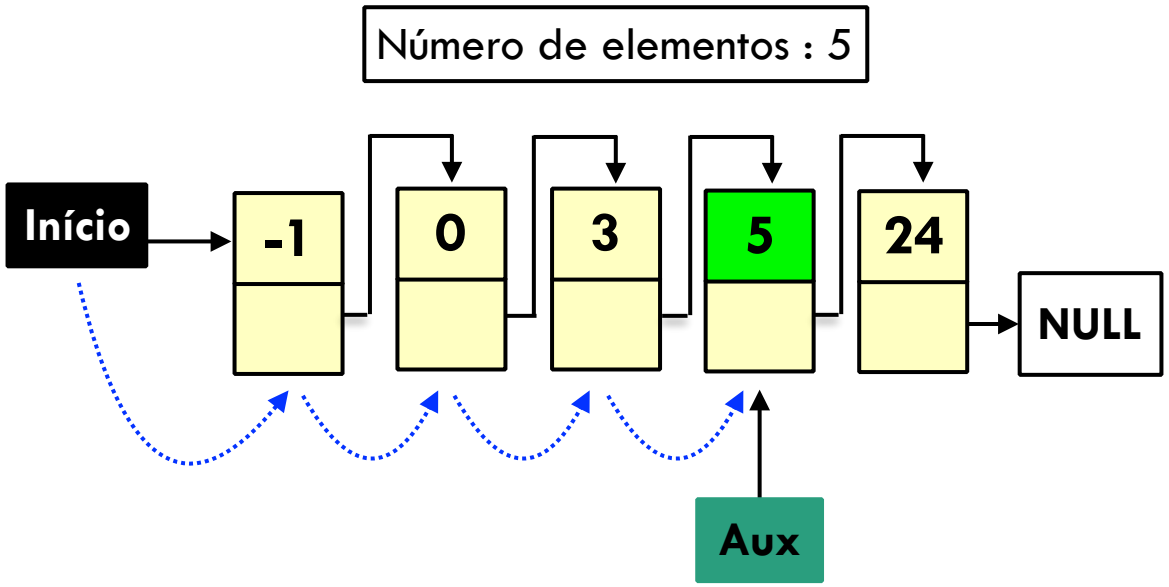
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = ?



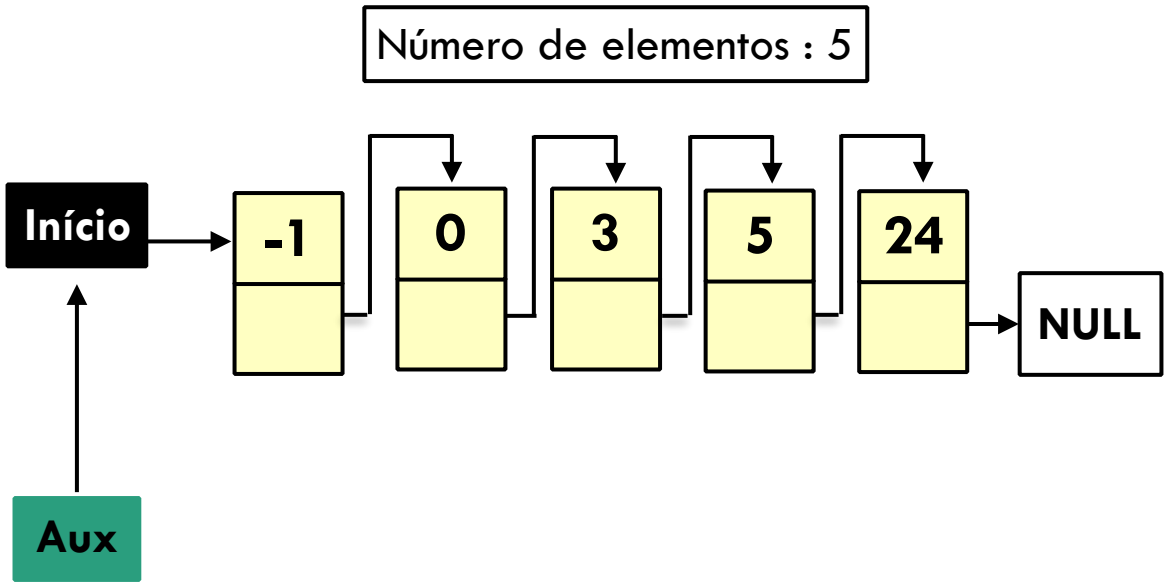
Pesquisa (Search)

- Search(L, 5) = **Sucesso :)**



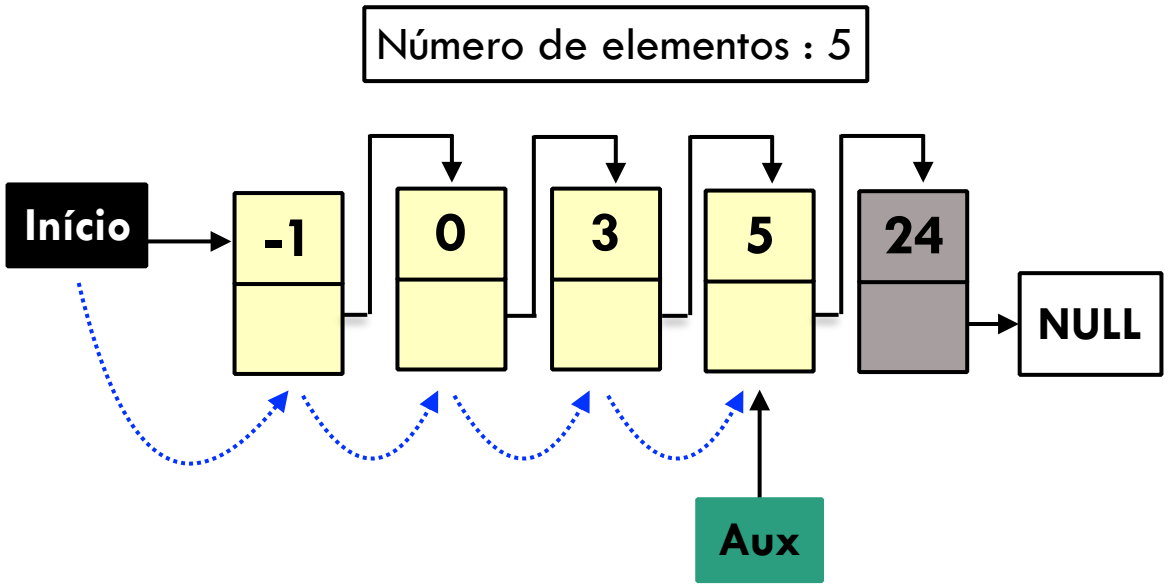
Pesquisa (Search)

- Search(L, 4) = ?



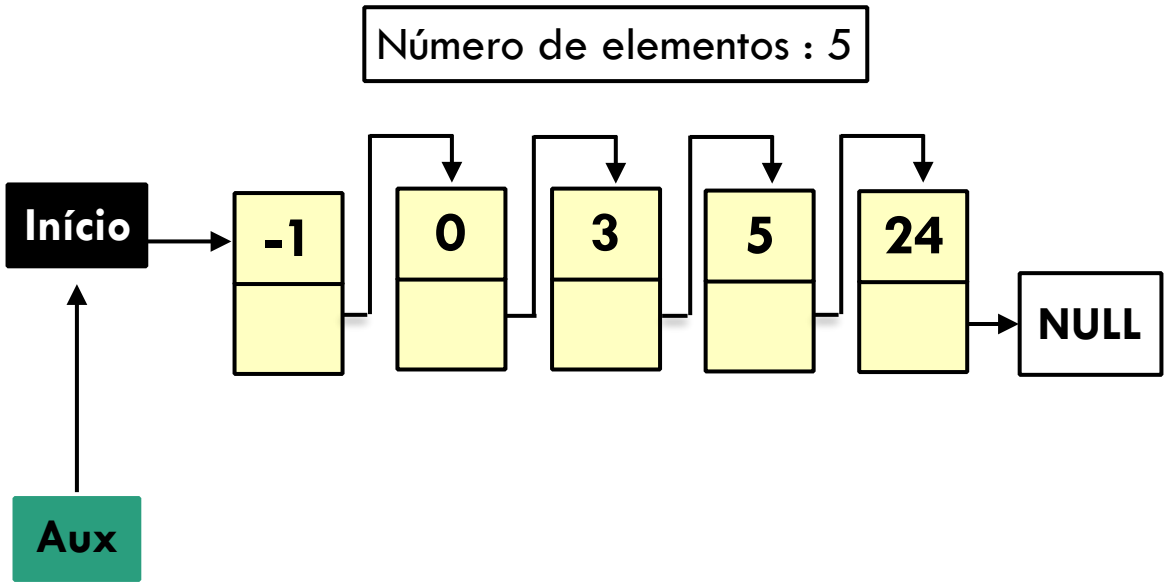
Pesquisa (Search)

- Search(L, 4) = **Fail !**



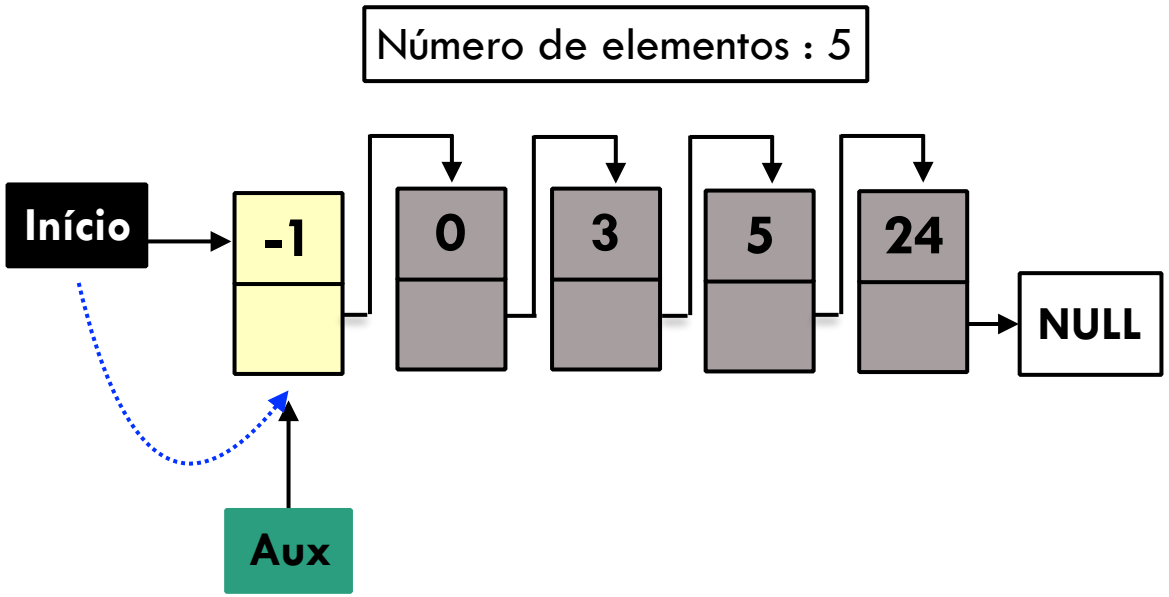
Pesquisa (Search)

- Search(L, 2) = ?



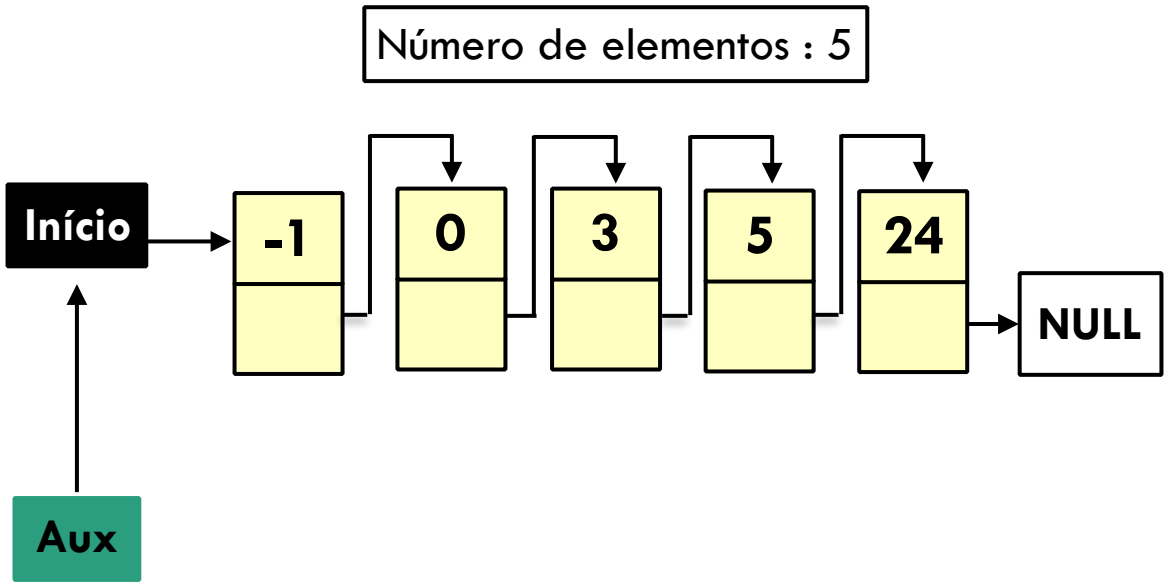
Pesquisa (Search)

- Search(L,-2) = **Fail !**



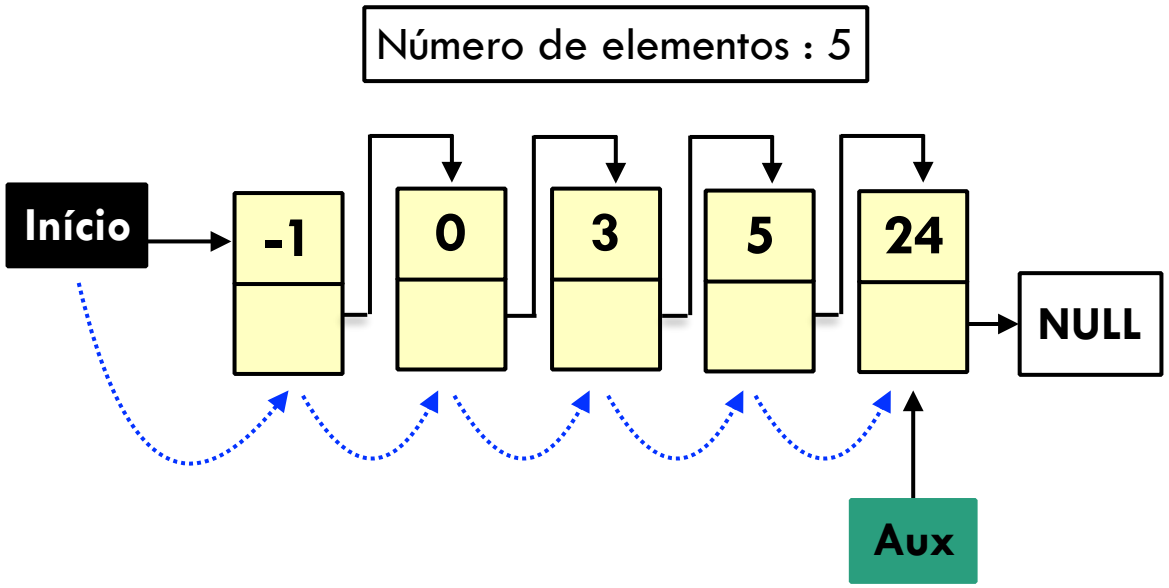
Pesquisa (Search)

- Search(L, 90) = ?



Pesquisa (Search)

- Search(L, 90) = **Fail !**



Pesquisa (Search)

- Podemos fazer de várias formas

Pesquisa (Search)

- Podemos fazer de várias formas

```
Pesquisa(L, x)
1. criar ponteiro Aux
2. Repetir (Aux = L->primeiro; Aux != NULL; Aux = Aux->proximo)
3.      se Aux->x == x
4.          return True;
5. return False;
```

Pesquisa (Search)

- Podemos fazer de várias formas

```
Pesquisa(L, x)
1. criar ponteiro Aux
2. Repetir (Aux = L->primeiro; Aux != NULL; Aux = Aux->proximo)
3.      se Aux->x == x
4.          return True;
5. return False;
```

Boa implementação?

Pesquisa (Search)

- Podemos fazer de várias formas

```
Pesquisa(L, x)
1. criar ponteiro Aux
2. Repetir (Aux = L->primeiro; Aux != NULL; Aux = Aux->proximo)
3.      se Aux->x == x
4.          return True;
5. return False;
```

Boa implementação? Não, pois percorre todos os elementos no pior caso.

Pesquisa (Search)

- Podemos fazer de várias formas

```
Pesquisa (L, x)
1. Se a Lista esta vazia
2.     return False;
3. criar ponteiro Aux = L->primeiro
4. Enquanto (Aux != NULL && x > Aux->x)
5.     Aux = Aux->next
6. Se Aux == NULL || Aux->x > x   // não existe elemento
7.     return False;
8. return True;
```

Melhor! Evita comparações desnecessárias.

Exercício 03

- Implementar a função de pesquisa de uma lista ordenada

Roteiro

1. Listas Ordenadas
2. Operações gerais
3. Inserção de elementos
4. Pesquisa de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

B **elemento a ser removido é menor que o primeiro da lista**

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

B **elemento a ser removido é menor que o primeiro da lista**

C **elemento a ser removido é o primeiro**

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

B **elemento a ser removido é menor que o primeiro da lista**

C **elemento a ser removido é o primeiro**

D **elemento a ser removido não é o primeiro (percorrer a lista)**

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

B **elemento a ser removido é menor que o primeiro da lista**

C **elemento a ser removido é o primeiro**

D **elemento a ser removido não é o primeiro (percorrer a lista)**

D1 **elemento não está na lista depois de percorrer**

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

B **elemento a ser removido é menor que o primeiro da lista**

C **elemento a ser removido é o primeiro**

D **elemento a ser removido não é o primeiro (percorrer a lista)**

D1 **elemento não está na lista depois de percorrer**

D2 **elemento está na lista depois de percorrer**

Remover (remove)

- 5 casos diferentes para se checar

A **Lista vazia**

B **elemento a ser removido é menor que o primeiro da lista**

C **elemento a ser removido é o primeiro**

D **elemento a ser removido não é o primeiro (percorrer a lista)**

D1 **elemento não está na lista depois de percorrer**

D2 **elemento está na lista depois de percorrer**

Remoção (Remove)

```
Remove (L, x)
//casos 1 e 2
1. Se a lista está vazia, e o x é menor do que o primeiro elemento:
2.       return False; // NULL
3. Se x == primeiro elemento: //caso 3
4.      remove o primeiro // dequeue
5.      decrementa o contador
6.      return elemento;
7. // casos 4 e 5
8. Percorrer a lista:
9.    Se achar o elemento:
10.          remove o elemento;
11.         decrementa o contador
12.         return elemento;
13. Senão, chegou até o último elemento e ele o valor não existe
14. return False; //NULL
```

Exercício 04

- Implementar a função de remoção de uma lista ordenada

Complexidade das operações

- Custo (O)
  - pesquisa/busca =
  - inserção (ordenada) =
  - remoção do ultimo =
  - remoção do primeiro =
  - remoção de k =

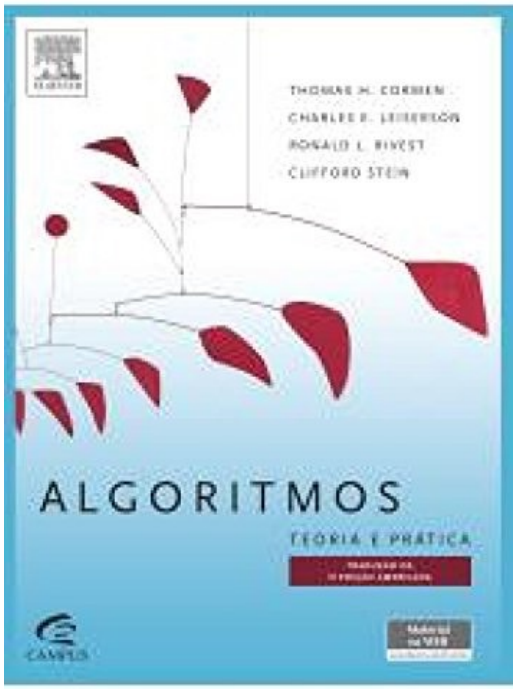
Complexidade das operações

- Custo (O)
  - pesquisa/busca = O(n) // percorrer lista
  - inserção (ordenada) = O(n) // percorrer lista
  - remoção do ultimo = O(n) // percorrer lista
  - remoção do primeiro = O(1) // como na fila
  - remoção de k = O(n) // percorrer lista

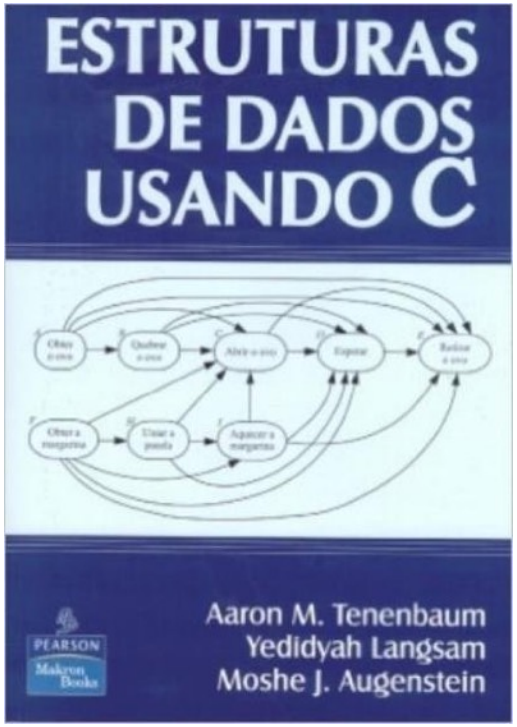
Roteiro

1. Introdução
2. Filas
3. Operações gerais
4. Inserção de elementos
5. Remoção de elementos
6. Referências

Referências sugeridas

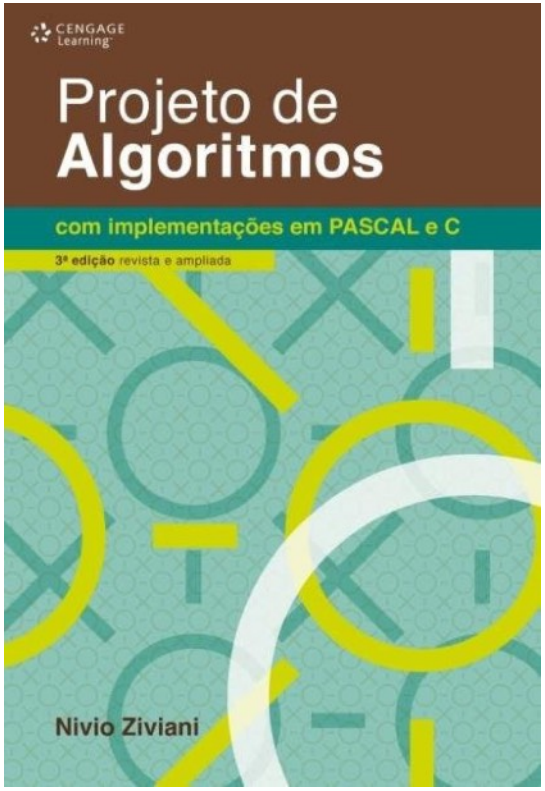


[Cormen et al, 2018]



[Tenenbaum et al, 1995]

Referências sugeridas



[Ziviani, 2010]

[Drozdek, 2017]

Perguntas?

Prof. Rafael G. **Mantovani**

rafaelmantovani@utfpr.edu.br