Estrutura de Dados

Implementação Estática/Sequencial de Listas Lineares

Prof. Luiz Gustavo Almeida Martins

Lista Estática/Sequencial

- Implementada através de um **vetor**

- Apresenta as seguintes características:
  - Elementos armazenados em **posições consecutivas**

  - **Inserção** de um elemento **na posição *i*** causa o **deslocamento à direita** desde o elemento a_i até o último

  - **Remoção** do elemento **na posição *i*** causa o **deslocamento à esquerda** desde o elemento a_{i+1} até o último

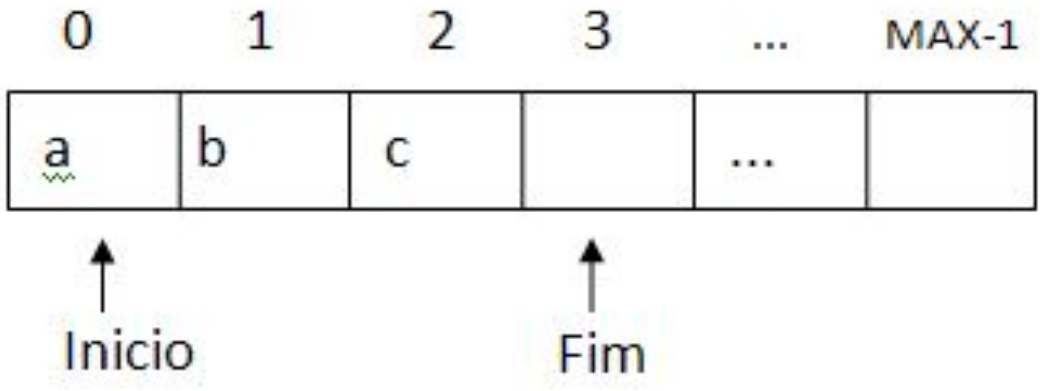
Lista Estática/Sequencial

- **Vantagem:**
  - **Acesso direto** (indexado) aos elementos da lista
- **Desvantagens:**
  - **Movimentação de elementos** na inserção e remoção
  - Possibilidade de **super ou subestimação**
- **Recomendação de uso:**
  - Listas pequenas
  - Inserção e remoção no fim da lista
  - Tamanho máximo pré-definido
  - Aplicações fortemente baseadas em consultas

Lista Estática/Sequencial

- **Estrutura de representação**:

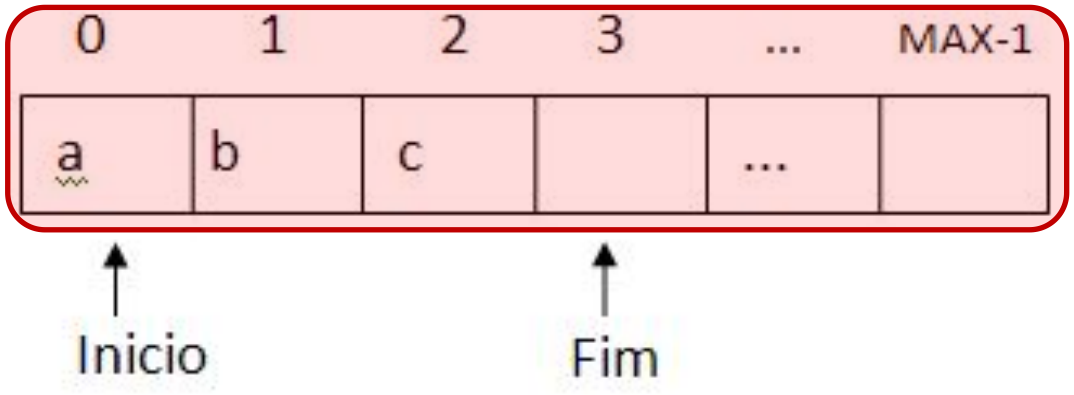
Ex: L = {a,b,c}



Lista Estática/Sequencial

- **Estrutura de representação**:
  - Um **vetor de elementos** (**ex:** *int no[MAX]*)

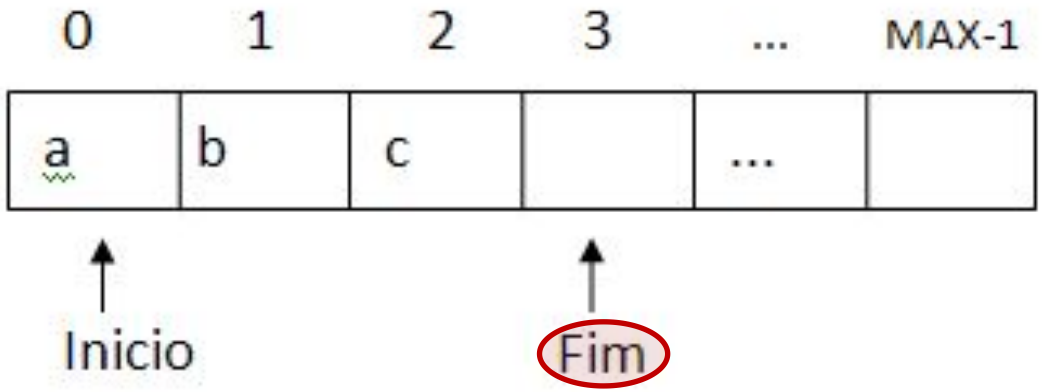
Ex: L = {a,b,c}



Lista Estática/Sequencial

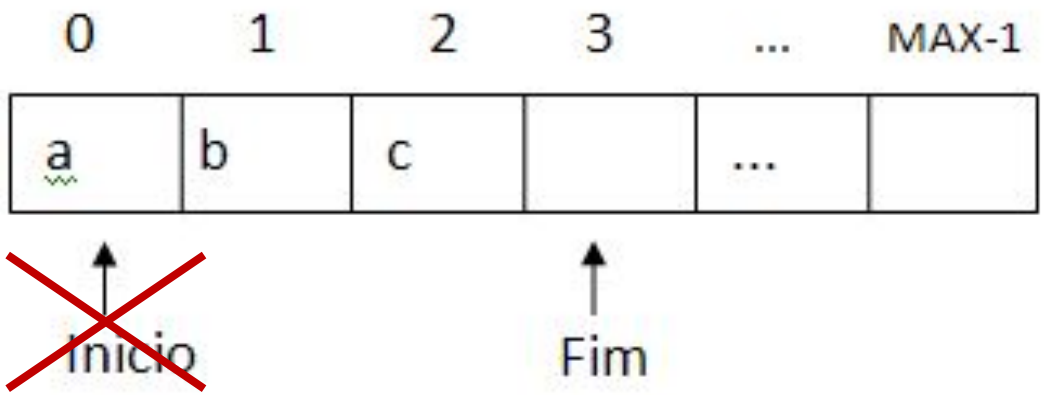
- **Estrutura de representação**:
  - Um **vetor de elementos** (**ex:** *int no[MAX]*)
  - Um campo p/ indicar o **final da lista** (**ex:** *int Fim*)
    - Pode indicar **a última posição ocupada OU a primeira posição livre**

Ex: L = {a,b,c}



Lista Estática/Sequencial

- **Estrutura de representação**:
  - Um **vetor de elementos** (**ex:** *int no[MAX]*)
  - Um campo p/ indicar o **final da lista** (**ex:** *int Fim*)
    - Pode indicar **a última posição ocupada OU a primeira posição livre**



Estrutura de Representação em C

- Declaração de uma lista de inteiros no **lista.c**:

```
#define max 10 // Tamanho máximo
struct lista {
        int no[max];
        int Fim;
};
```

- Definição da interface da estrutura no **lista.h**:

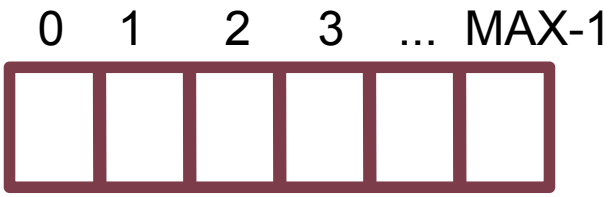
```
typedef struct lista * Lista;
```

Operação cria_lista

- **Criar uma lista**
  - Aloca uma instância da estrutura lista (***malloc***)

Operação cria_lista

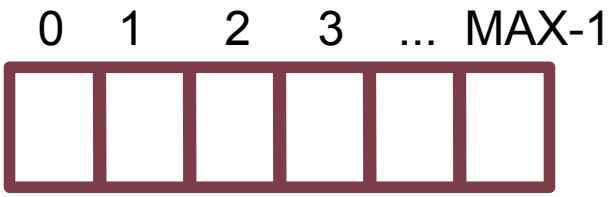
- **Criar uma lista**
  - Aloca uma instância da estrutura lista (***malloc***)



Fim = ?

Operação cria_lista

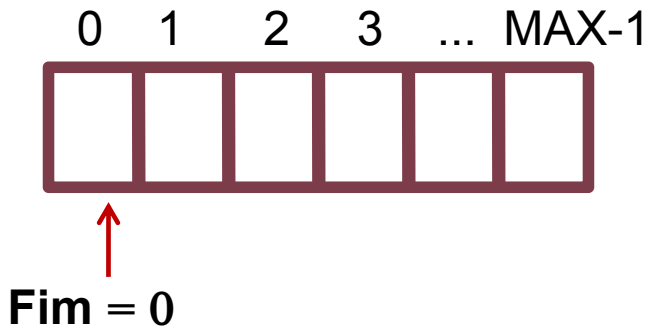
- **Criar uma lista**
  - Aloca uma instância da estrutura lista (***malloc***)
- **Colocar a lista no estado de vazia**
  - Campo ***Fim*** **deve ser igual a 0**
    - Estratégia que indica a próxima posição disponível



Fim = ?

Operação cria_lista()

- **Criar uma lista**
  - Aloca uma instância da estrutura lista (***malloc***)
- **Colocar a lista no estado de vazia**
  - Campo ***Fim*** **deve ser igual a 0**
    - Estratégia que indica a próxima posição disponível



Operação cria_lista()

- **Implementação em C:**

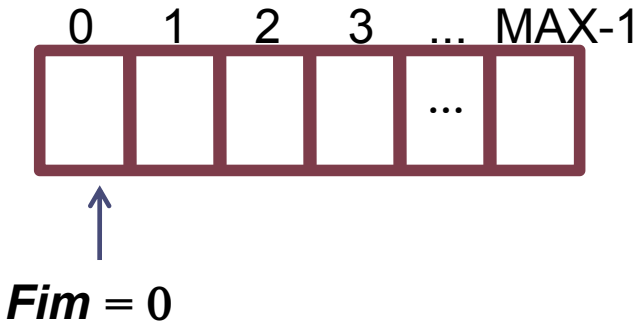
```
Lista cria_lista() {
        Lista lst;
        lst = (Lista) malloc(sizeof(struct lista));

        if (lst != NULL)
                lst->Fim = 0; // Lista vazia

        return lst;
}
```

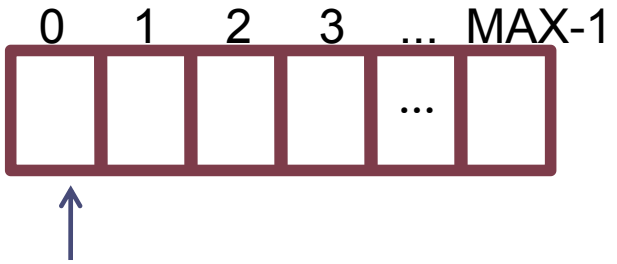
Operação lista_vazia()

- Verifica se a lista está na condição de vazia:
  - Campo ***Fim*** deve ser igual a 0



Operação lista_vazia()

- Verifica se a lista está na condição de vazia:
  - Campo ***Fim*** deve ser igual a 0

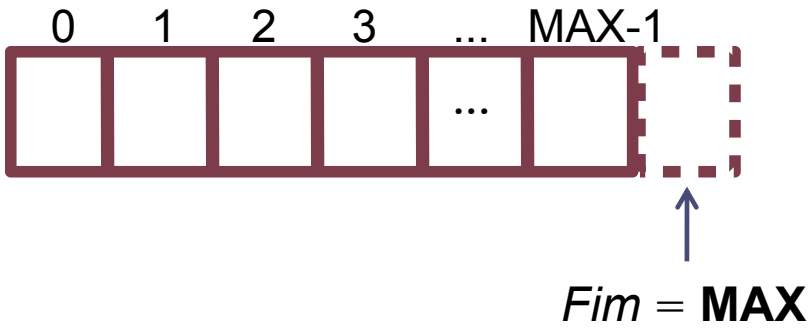


- **Implementação em C:**

```
int lista_vazia(Lista lst) {
        if (lst->Fim == 0)
                return 1; // Lista vazia
        else
                return 0; // Lista NÃO vazia
}
```

Operação lista_cheia()

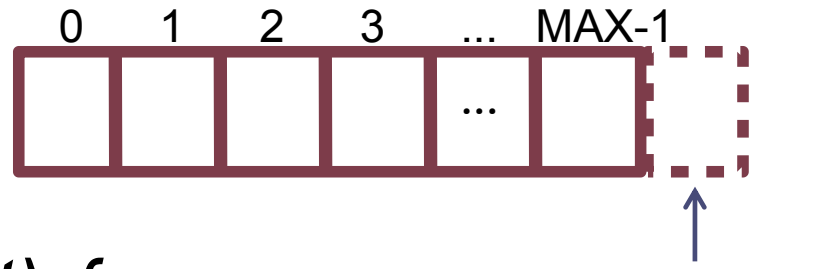
- Verifica se a lista está na condição de cheia:
  - Campo ***Fim*** deve ser igual a **MAX**



Operação lista_cheia()

- Verifica se a lista está na condição de cheia:
  - Campo ***Fim*** deve ser igual a **MAX**

- **Implementação em C:**




```
int lista_cheia(Lista lst) {
        if (lst->Fim == MAX)
                return 1; // Lista cheia
        else
                return 0; // Lista NÃO cheia
}
```

Operação de Inserção

- Afetada pelo **critério de ordenação**
  - **Lista não ordenada:**
    - Inserção na ordem de chegada
    - Insere no final da lista (**mais simples**)
    - Função: ***insere_elem()***
  - **Lista ordenada:**
    - Deve garantir que a lista permaneça ordenada
    - Inserção envolve **percorrimento da lista** para buscar a posição correta (**mais complexo**)
    - Função: ***insere_ord()***

Operação de Inserção (Lista NÃO Ordenada)

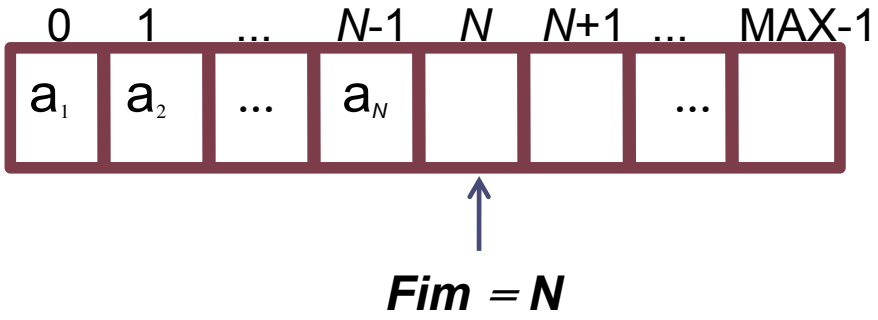
- Usa a forma mais simples de inserção (**final da lista**)
  - Campo ***Fim*** já indica a posição a ser utilizada
  - Não envolve de percorrimento ou deslocamento

- A lista não pode estar cheia
  - ***Fim*** indica uma posição inválida (***Fim=MAX***)

- Campo ***Fim*** deve ser incrementado ao final da inserção

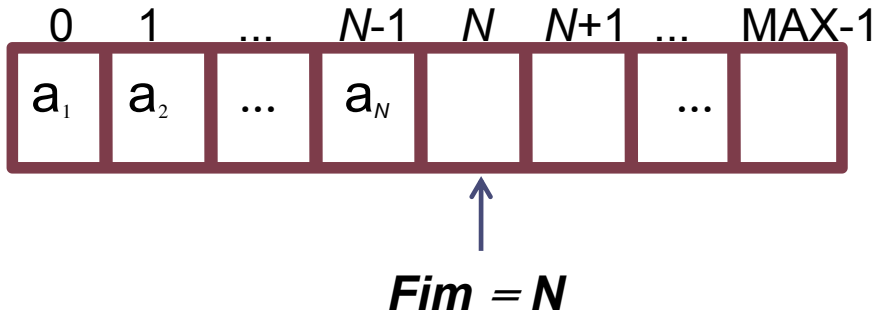
Operação de Inserção (Lista NÃO Ordenada)

- Seja uma lista com ***N*** elementos:

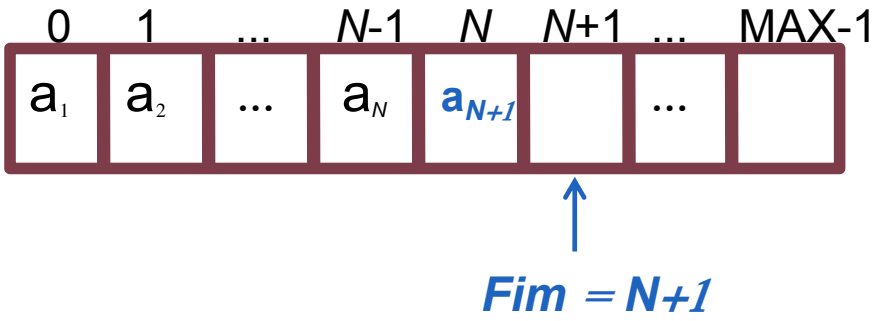


Operação de Inserção (Lista NÃO Ordenada)

- Seja uma lista com ***N*** elementos:



- Após a inserção do elemento a_{N+1} a lista fica:



Operação de Inserção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int insere_elem(Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_cheia(lst) == 1)
        return 0;

    lst->no[lst->Fim] = elem; // Insere elemento
    lst->Fim++; // Avança o Fim
    return 1;
}
```

Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- Inserção na posição correta
  - Envolve percorrimento

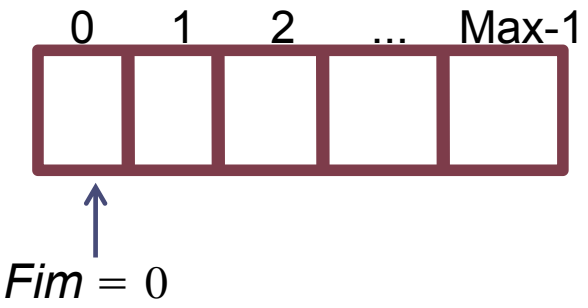
- Existem 5 casos possíveis de inserção:
  - Lista está cheia
  - Lista está vazia
  - Novo elemento < 1º nó da lista
  - Novo elemento ≥ último nó da lista
  - Novo elemento entre o 1º e o último nó da lista

Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Lista está cheia:**
  - Não é possível incluir novos elementos
  - Operação **falha**
  - Função retorna **ZERO**

Operação de Inserção (Lista Ordenada)

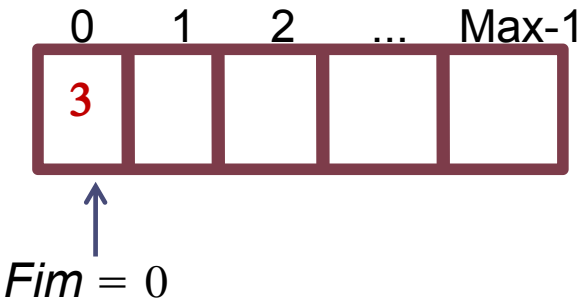
- **Lista está vazia:**
  - Não precisa se preocupar com ordenação
  - Insere elemento no 1º nó da lista (**posição 0**)



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Lista está vazia:**
  - Não precisa se preocupar com ordenação
  - Insere elemento no 1º nó da lista (**posição 0**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***

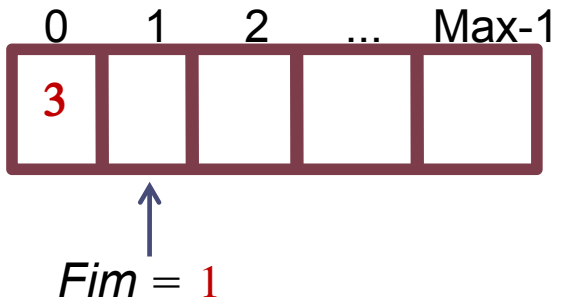
Ex: inserir 3



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Lista está vazia:**
  - Não precisa se preocupar com ordenação
  - Insere elemento no 1º nó da lista (**posição 0**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***
    - Incrementa o campo ***Fim***

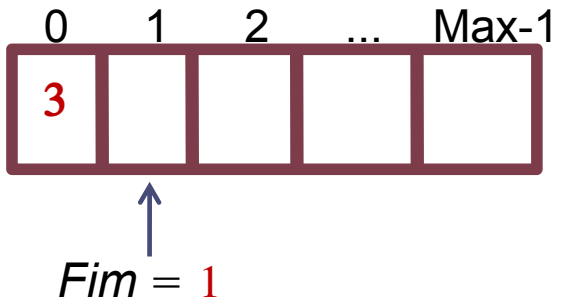
Ex: inserir 3



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Lista está vazia:**
  - Não precisa se preocupar com ordenação
  - Insere elemento no 1º nó da lista (**posição 0**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***
    - Incrementa o campo ***Fim***
    - Retorna 1 (**sucesso**)

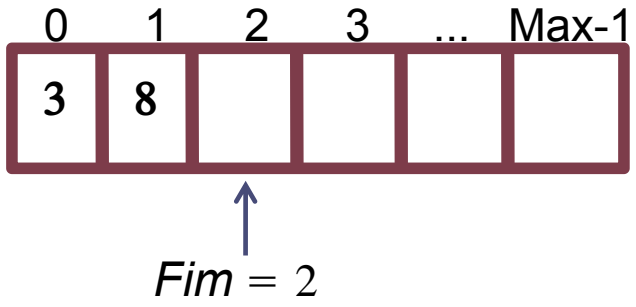
Ex: inserir 3



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento < 1º nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Necessita **deslocar todos os elementos** da lista

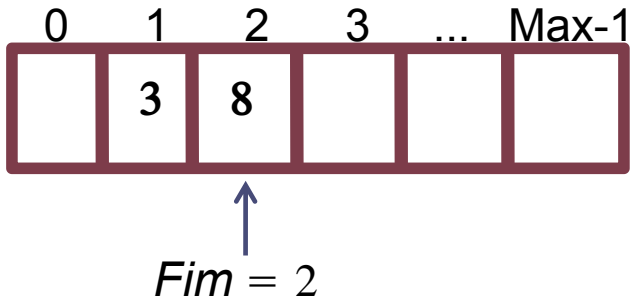
Ex: inserir 2



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento < 1º nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Necessita **deslocar todos os elementos** da lista
    - Deslocar todos os nós **uma posição à direita**

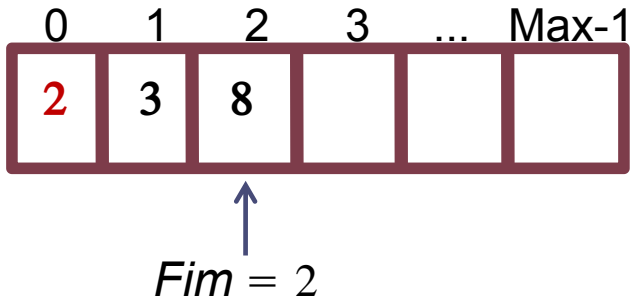
Ex: inserir 2



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento < 1º nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Necessita **deslocar todos os elementos** da lista
    - Deslocar todos os nós **uma posição à direita**
    - Atribuir ao 1º nó da lista o valor do elemento

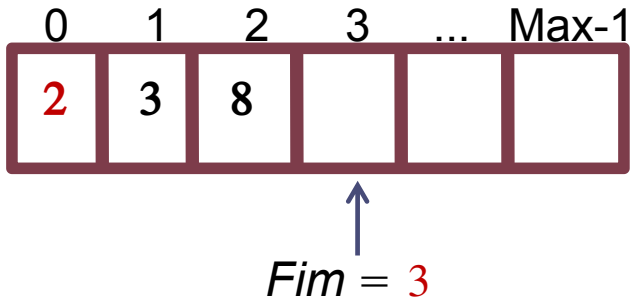
Ex: inserir 2



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento < 1º nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Necessita **deslocar todos os elementos** da lista
    - Deslocar todos os nós **uma posição à direita**
    - Atribuir ao 1º nó da lista o valor do elemento
    - Incrementa ***Fim***

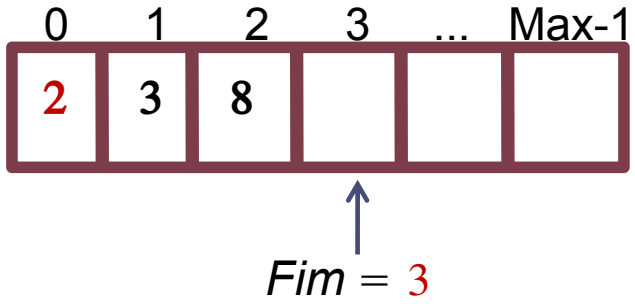
Ex: inserir 2



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento < 1º nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Necessita **deslocar todos os elementos** da lista
    - Deslocar todos os nós **uma posição à direita**
    - Atribuir ao 1º nó da lista o valor do elemento
    - Incrementa ***Fim***
    - Retorna 1 (**sucesso**)

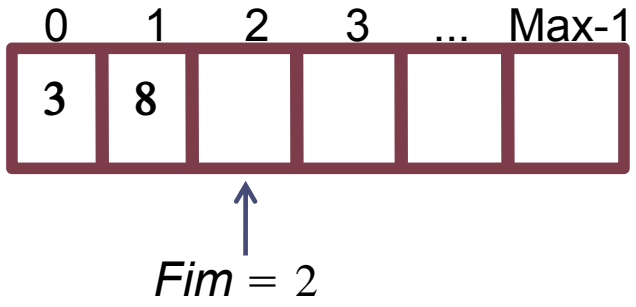
Ex: inserir 2



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento ≥ último nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Não envolve deslocamento (**insere no final**)

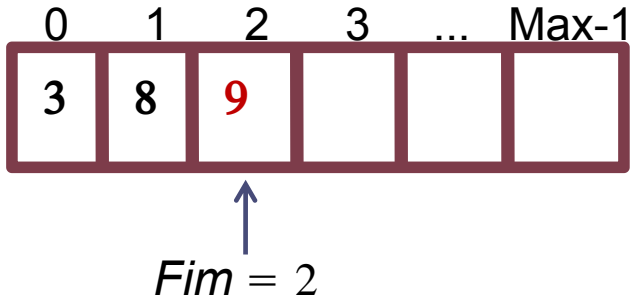
Ex: inserir 9



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento ≥ último nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Não envolve deslocamento (**insere no final**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***

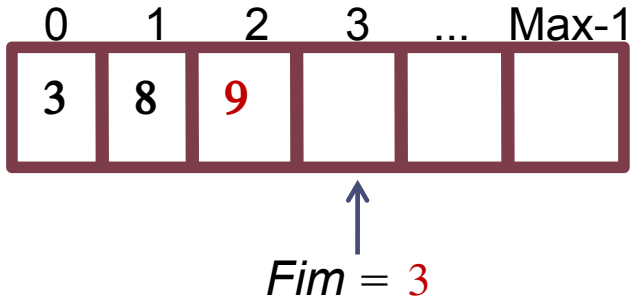
Ex: inserir 9



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento ≥ último nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Não envolve deslocamento (**insere no final**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***
    - Incrementa o campo ***Fim***

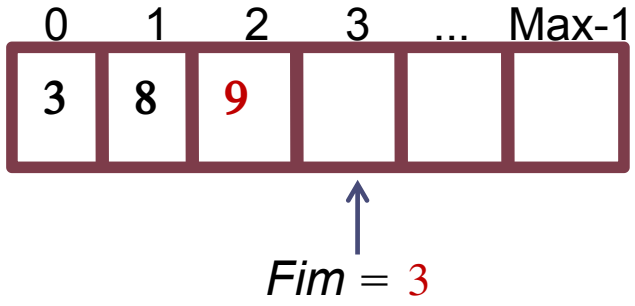
Ex: inserir 9



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento ≥ último nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Não envolve deslocamento (**insere no final**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***
    - Incrementa o campo ***Fim***
    - Retorna 1 (**sucesso**)

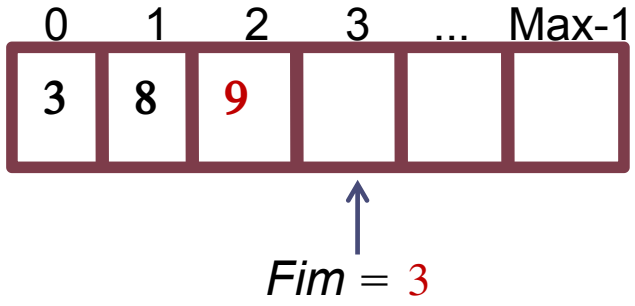
Ex: inserir 9



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento ≥ último nó da lista:**
  - Pode verificar **SEM percorrimento** da lista
  - Não envolve deslocamento (**insere no final**)
    - Atribui o elemento ao vetor na posição indicada por ***Fim***
    - Incrementa o campo ***Fim***
    - Retorna 1 (**sucesso**)

Ex: inserir 9

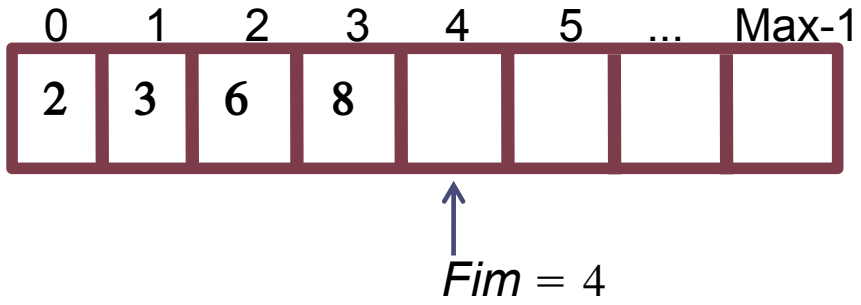


Similar ao lista vazia

Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores

Ex: inserir 5

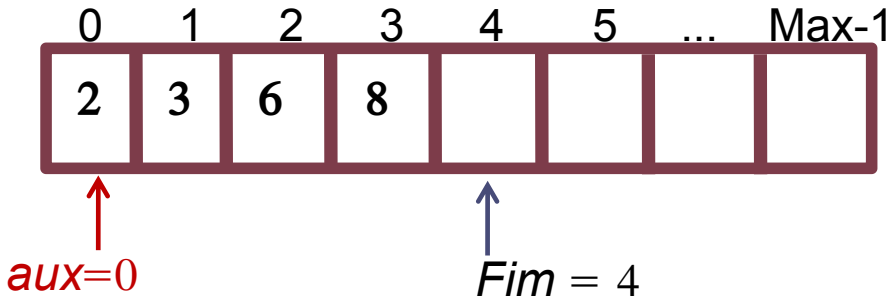


Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento

Ex: inserir 5

2 > 5 ? Não (avançar)

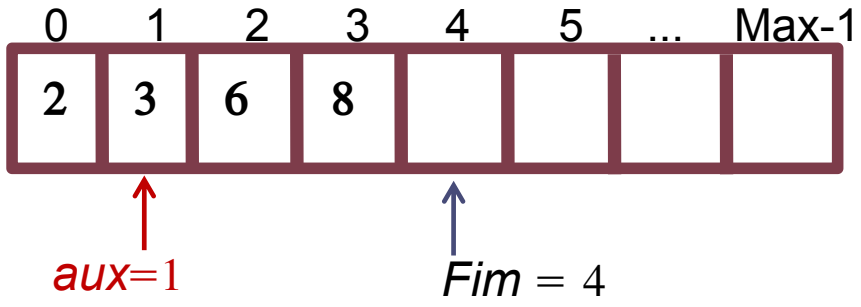


Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento

Ex: inserir 5

3 > 5 ? Não (avançar)



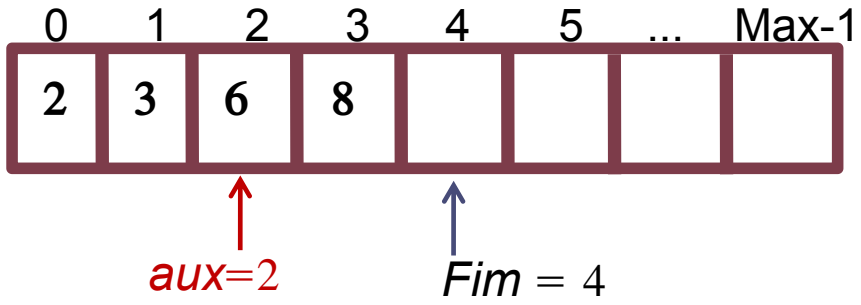
Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento

Ex: inserir 5

6 > 5 ? Sim

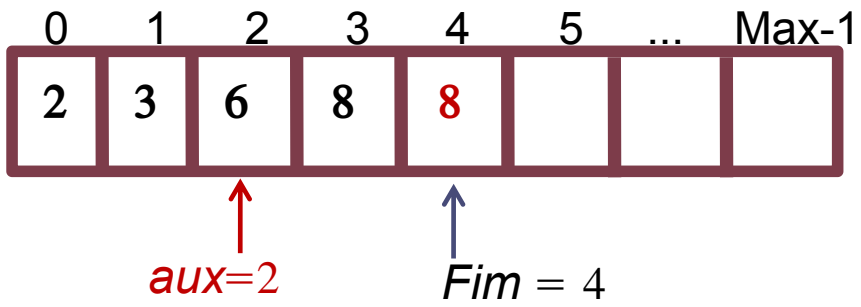
(parar)



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento
    - Desloca nós 1 posição à direita do fim até a posição atual

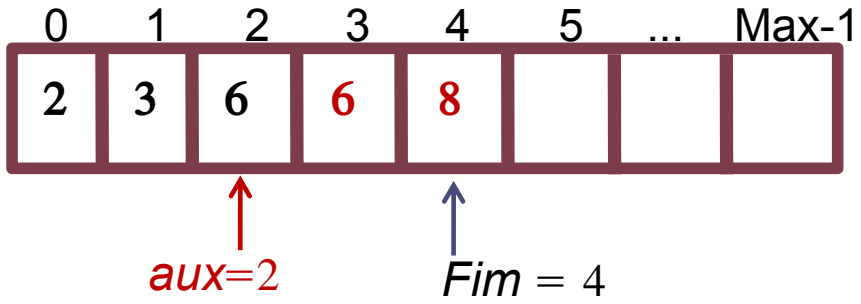
Ex: inserir 5



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento
    - Desloca nós 1 posição à direita do fim até a posição atual

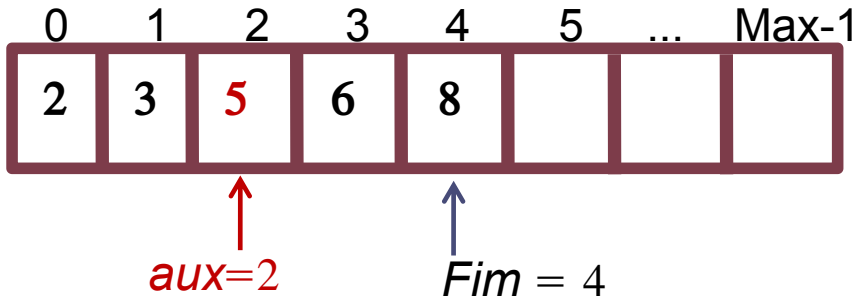
Ex: inserir 5



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento
    - Desloca nós 1 posição à direita do fim até a posição atual
    - Atribui o elemento ao vetor na posição encontrada (***aux***)

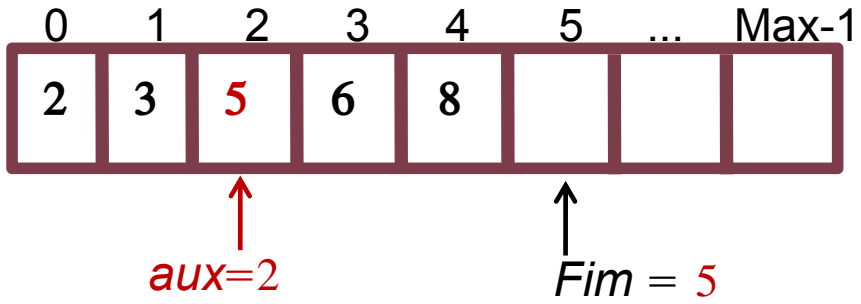
Ex: inserir 5



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento
    - Desloca nós 1 posição à direita do fim até a posição atual
    - Atribui o elemento ao vetor na posição encontrada (***aux***)
    - Incrementa o campo ***Fim***

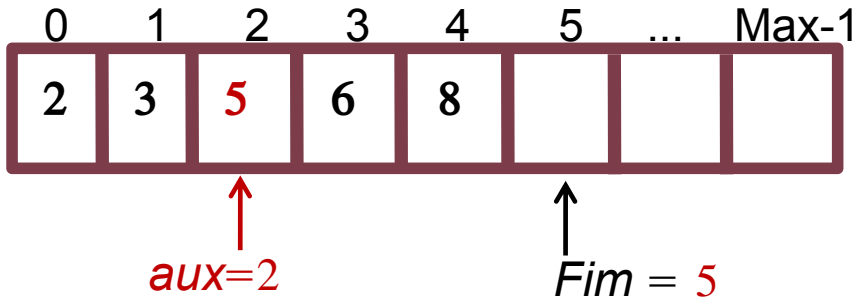
Ex: inserir 5



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Novo elemento entre 1º e último nó da lista:**
  - Necessita de **percorrimento** da lista
  - Deslocamento dos nós da lista que são maiores
    - Busca o 1º nó da lista maior que o novo elemento
    - Desloca nós 1 posição à direita do fim até a posição atual
    - Atribui o elemento ao vetor na posição encontrada (***aux***)
    - Incrementa o campo ***Fim***
    - Retorna 1 (**sucesso**)

Ex: inserir 5



Operação de Inserção (Lista Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int insere_ord(Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_cheia(lst) == 1)
        return 0; // Falha

    // Trata lista vazia ou elemento ≥ último da lista
    if (lista_vazia(lst) == 1 || elem >= lst->no[lst->Fim-1]) {
        lst->no[lst->Fim] = elem; // Insere no final
    }
    ...
```

Operação de Inserção (Lista Ordenada)

```
...
    else {
        int i, aux = 0;
        while (elem >= lst->no[aux]) // Percorrimento
            aux++;
        for (i = lst->Fim; i > aux; i--) // Deslocamento
            lst->no[i] = lst->no[i-1];
        lst->no[aux] = elem; // Inclui o elemento na lista
    }
    lst->Fim++; // Avança o Fim
    return 1;  // Sucesso
}
```

Operação de Remoção

- Necessita de percorrimento da lista
  - Busca pelo elemento a ser removido

- Remoção no meio envolve movimentação dos nós (**deslocamento à esquerda**)

- **Critério de ordenação** afeta quando não existe o elemento na lista
  - **Lista não ordenada:** tem que percorrer **até o final da lista**
  - **Lista ordenada:** percorre **até achar nó maior**

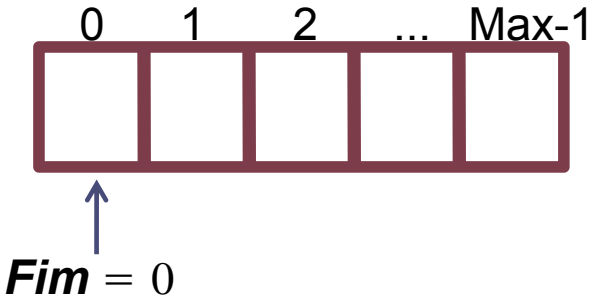
Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- Existem 4 casos possíveis de remoção:
  - Lista está vazia
  - Elemento não está na lista
  - Elemento é o último nó da lista
  - Elemento está entre o 1º e o penúltimo nó da lista

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Lista vazia:**

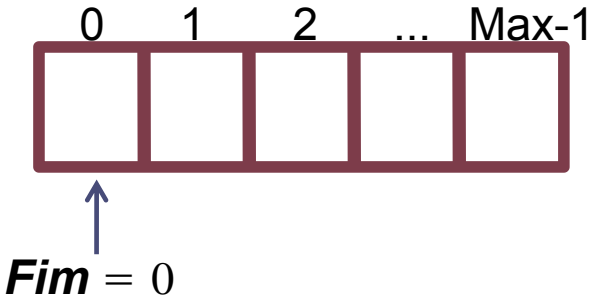
Ex: remover 5



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Lista vazia:**
  - Não existe o elemento

Ex: remover 5

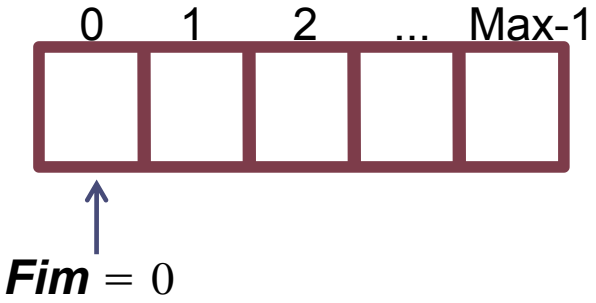


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Lista vazia:**
  - Não existe o elemento
  - Retorna 0 (**operação falha**)

Ex: remover 5

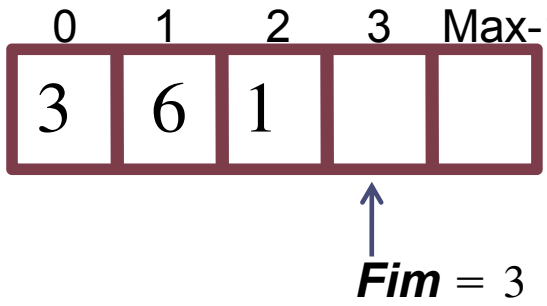
Retorna 0



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento não está na lista:**

Ex: remover 5

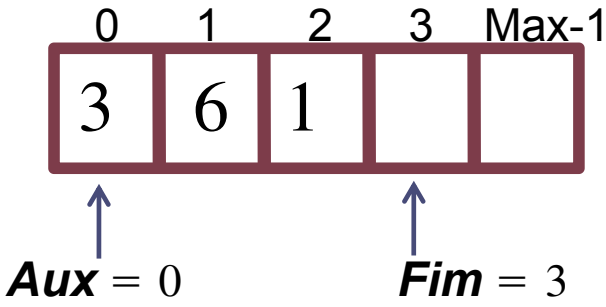


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento não está na lista:**
  - Lista é percorrida até seu final (***Aux* = *Fim***)
    - Elemento é comparado com cada nó da lista para verificar sua existência

Ex: remover 5

3 ≠ 5 ? Sim
(avançar)

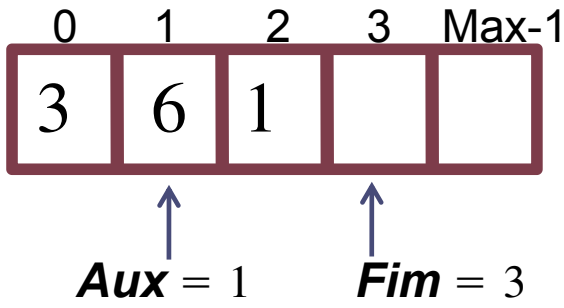


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento não está na lista:**
  - Lista é percorrida até seu final (***Aux* = *Fim***)

Ex: remover 5

6 ≠ 5 ? Sim
(avançar)

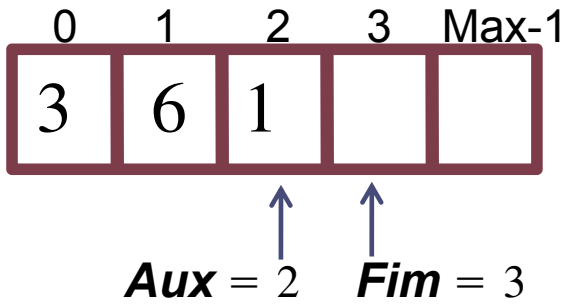


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento não está na lista:**
  - Lista é percorrida até seu final (***Aux* = *Fim***)

Ex: remover 5

1 ≠ 5 ? Sim
(avançar)

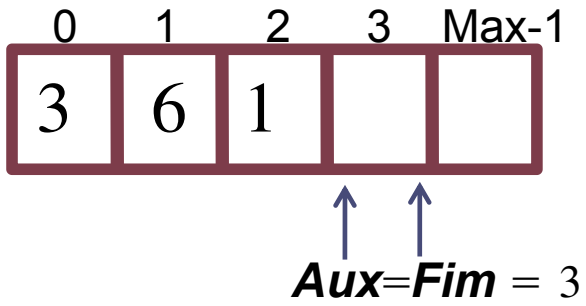


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento não está na lista:**
  - Lista é percorrida até seu final (***Aux* = *Fim***)
  - Não existe o elemento

Ex: remover 5

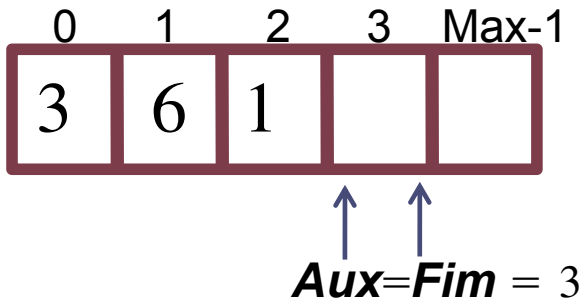
Aux* = *Fim*? *Sim
(Fim da Lista)



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento não está na lista:**
  - Lista é percorrida até seu final (***Aux* = *Fim***)
  - Não existe o elemento
  - Retorna 0 (**operação falha**)

Ex: remover 5



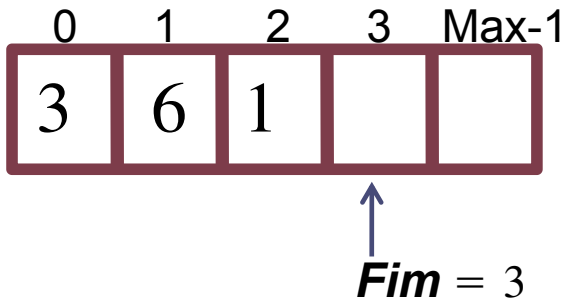
Aux = Fim? Sim
(Fim da Lista)

Retorna 0

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento é o último da lista:**

Ex: remover 1

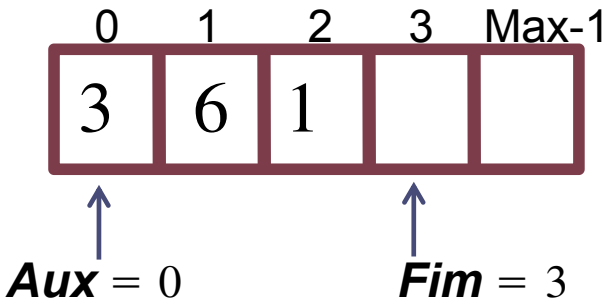


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento é o último da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)

Ex: remover 1

3 ≠ 1 ? Sim
(avançar)

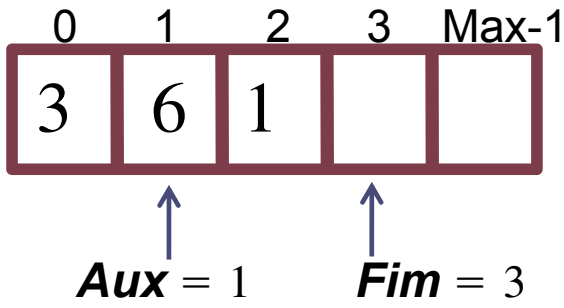


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento é o último da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)

Ex: remover 1

6 ≠ 1 ? Sim
(avançar)

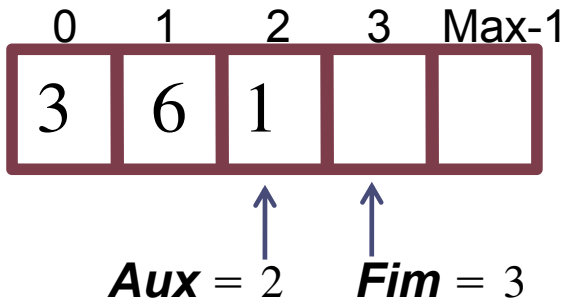


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento é o último da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)

Ex: remover 1

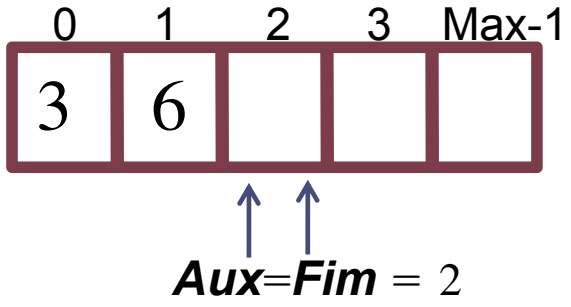
1 ≠ 1 ? Não (parar)



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento é o último da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)
  - Decrementar ***Fim*** (remoção do elemento)

Ex: remover 1

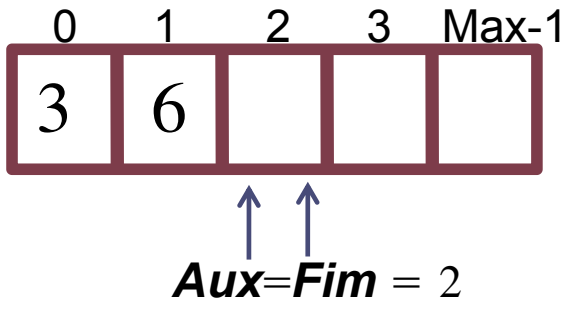


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento é o último da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)
  - Decrementar ***Fim*** (remoção do elemento)
  - Retornar 1 (**operação bem sucedida**)

Ex: remover 1

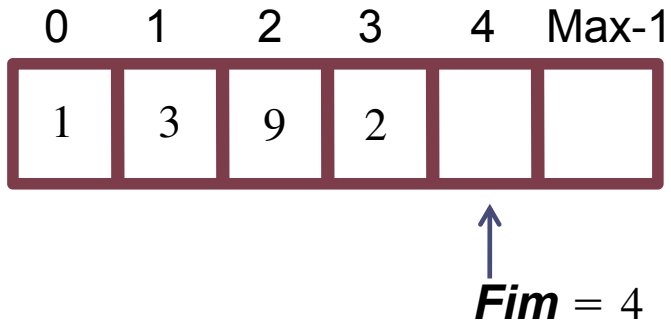
Retorna 1



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**

Ex: remover 3

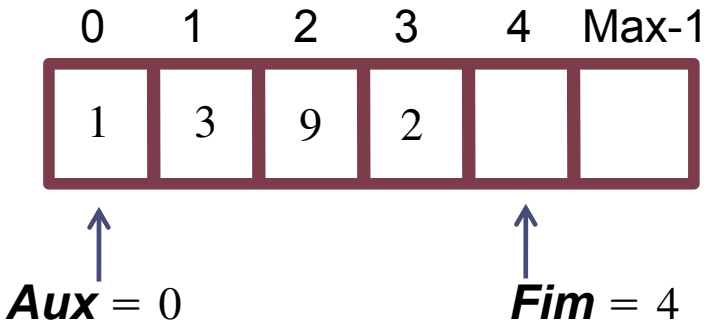


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)

Ex: remover 3

1 ≠ 3 ? Sim
(avançar)



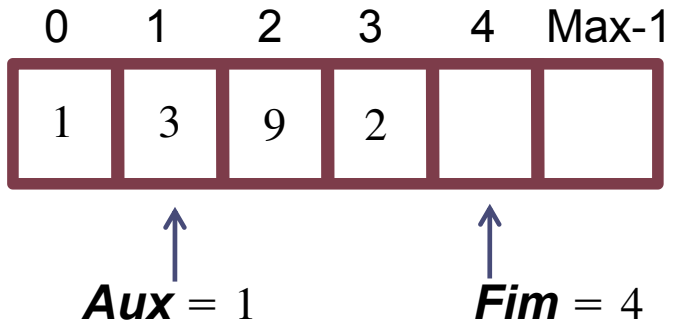
Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)

Ex: remover 3

3 ≠ 3 ? Não (parar)

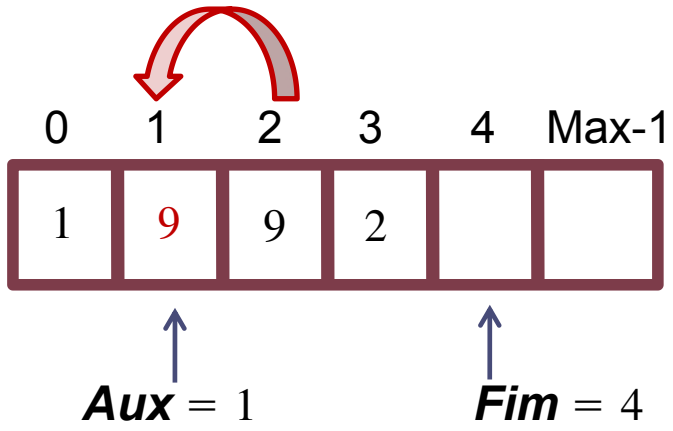
∃ 3



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)
  - **Deslocar para a esquerda** do sucessor de ***Aux*** até o final da lista (de ***Aux+1*** até ***Fim-1***)

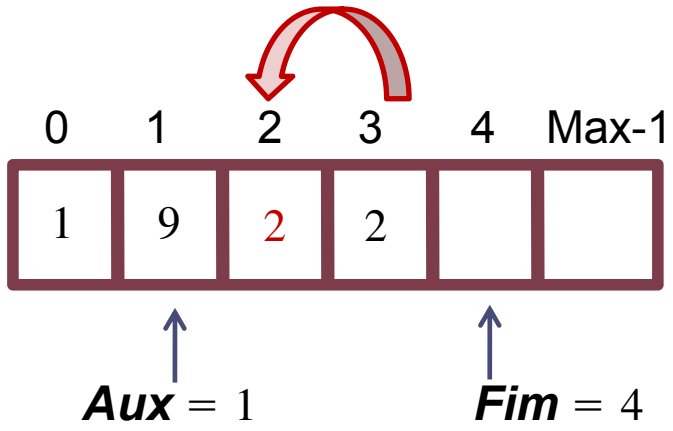
Ex: remover 3



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)
  - **Deslocar para a esquerda** do sucessor de ***aux*** até o final da lista (de ***Aux+1*** até ***Fim-1***)

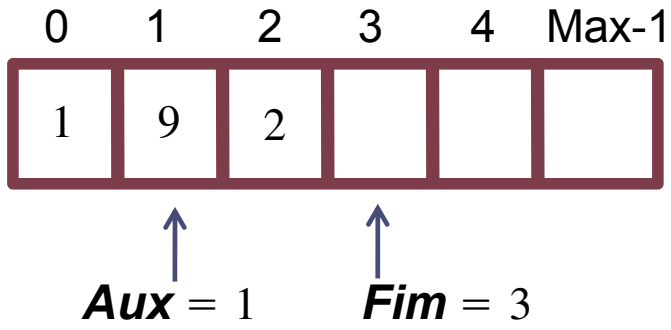
Ex: remover 3



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)
  - **Deslocar para a esquerda** do sucessor de ***aux*** até o final da lista (de ***Aux+1*** até ***Fim-1***)
  - Decrementar ***Fim***

Ex: remover 3

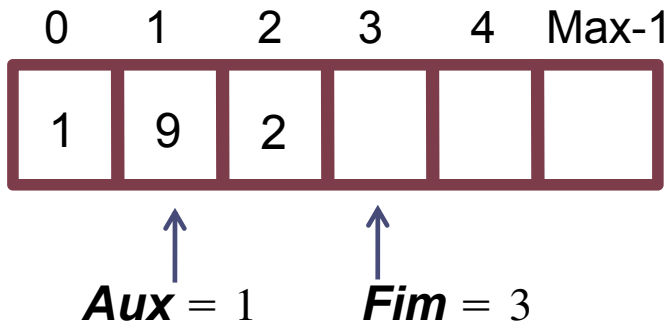


Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Elemento entre o 1º e o penúltimo nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar o elemento (***lst->no[Aux] = elem***)
  - **Deslocar para a esquerda** do sucessor de ***aux*** até o final da lista (de ***Aux+1*** até ***Fim-1***)
  - Decrementar ***Fim***
  - Retornar 1 (**operação bem sucedida**)

Ex: remover 3

Retorna 1



Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int remove_elem (Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_vazia(lst) == 1)
        return 0; // Falha
    int i, Aux = 0;

    // Percorrimento até achar o elem ou final de lista
    while (Aux < lst->Fim && lst->no[Aux] != elem)
        Aux++;
    ...
```

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int remove_elem (Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_vazia(lst) == 1)
        return 0; // Falha
    int i, Aux = 0;

    // Percorrimento até achar o elem ou final de lista
    while (Aux < lst->Fim && lst->no[Aux] != elem)
        Aux++;
    ...
```

Teste invertido

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int remove_elem (Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_vazia(lst) == 1)
        return 0; // Falha
    int i, Aux = 0;

    // Percorrimento até achar o elem ou final de lista
    while (Aux < lst->Fim && lst->no[Aux] != elem)
        Aux++;
    ...
```

Teste invertido

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int remove_elem (Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_vazia(lst) == 1)
        return 0; // Falha
    int i, Aux = 0;

    // Percorrimento até achar o elem ou final de lista
    while (Aux < lst->Fim && lst->no[Aux] != elem)
        Aux++;
    ...
```

Teste invertido

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
    ...
    if (Aux == lst->Fim) // Final de lista (∄ elem)
        return 0; // Falha

    // Deslocamento à esq. do sucessor até o final da lista
    for (i = Aux+1; i < lst->Fim; i++)
        lst->no[i-1] = lst->no[i];

    lst->Fim--; // Decremento do campo Fim
    return 1; // Sucesso
}
```

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
    ...
    if (Aux == lst->Fim) // Final de lista (∄ elem)
        return 0; // Falha

    // Deslocamento à esq. do sucessor até o final da lista
    for (i = Aux+1; i < lst->Fim; i++)
        lst->no[i-1] = lst->no[i];

    lst->Fim--; // Decremento do campo Fim
    return 1; // Sucesso
}
```

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
...
if (Aux == lst->Fim) // Final de lista (∄ elem)
    return 0; // Falha

// Deslocamento à esq. do sucessor até o final da lista
for (i = Aux+1; i < lst->Fim; i++)
    lst->no[i-1] = lst->no[i];

lst->Fim--; // Decremento do campo Fim
return 1; // Sucesso
}
```

Operação de Remoção (Lista NÃO Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
...
if (Aux == lst->Fim) // Final de lista (∄ elem)
    return 0; // Falha

// Deslocamento à esq. do sucessor até o final da lista
for (i = Aux+1; i < lst->Fim; i++)
    lst->no[i-1] = lst->no[i];
                   Atual      Sucessor
lst->Fim--; // Decremento do campo Fim
return 1; // Sucesso
}
```

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- Existem 6 casos possíveis de remoção:
  - Lista está vazia
  - Elemento é o último nó da lista
  - Elemento está entre o 1º e o penúltimo nó da lista
  - Elemento não está na lista

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- Existem 6 casos possíveis de remoção:
  - Lista está vazia
  - Elemento é o último nó da lista
  - Elemento está entre o 1º e o penúltimo nó da lista
  - Elemento não está na lista

similar ao TAD Lista NÃO Ordenada

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- Existem 6 casos possíveis de remoção:
  - Lista está vazia
  - Elemento é o último nó da lista
  - Elemento está entre o 1º e o penúltimo nó da lista
  - ~~Elemento não está na lista~~

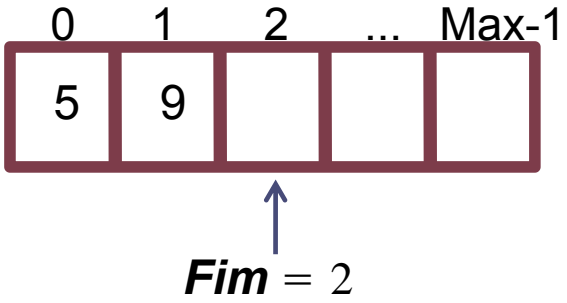
Dividido
(critério de ordenação)

  - Elemento < 1º nó da lista
  - Elemento > último nó da lista
  - 1º < Elemento < último nó da lista

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento < 1º nó da lista:**

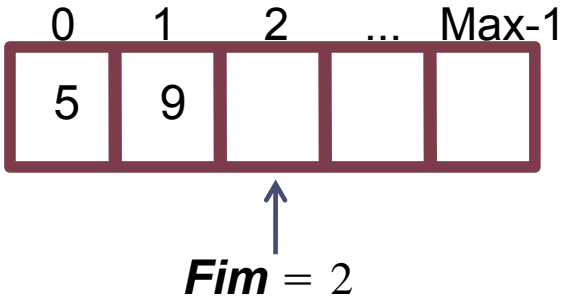
Ex: remover 2



Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento < 1º nó da lista:**
  - Não existe o elemento

Ex: remover 2

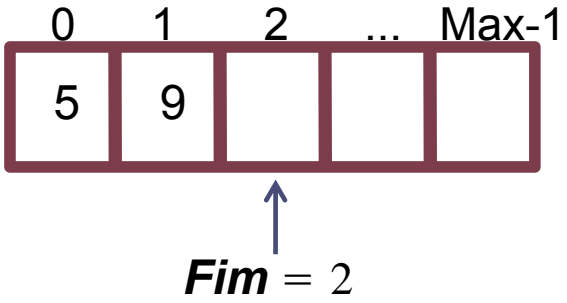


≠ 2

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento < 1º nó da lista:**
  - Não existe o elemento
  - Retorna 0 (**operação falha**)

Ex: remover 2

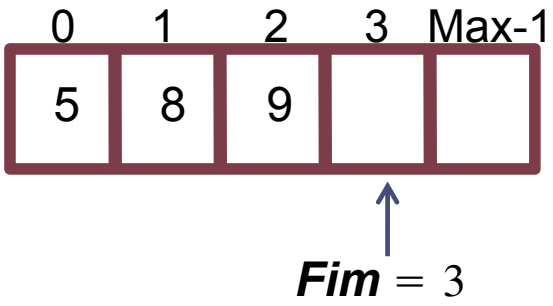


Retorna 0

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento > último nó da lista:**

Ex: remover 12

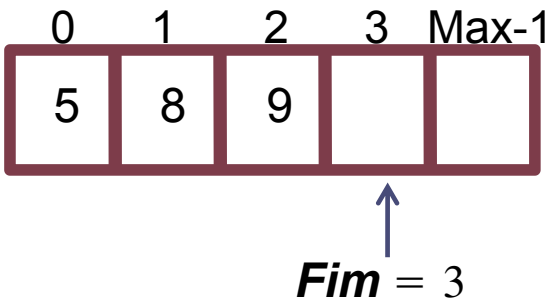


Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento > último nó da lista:**
  - Compara elemento com o **último da lista**
    (***elem > lst->no[lst->fim-1]***)

Ex: remover 12

9 < 12 ?

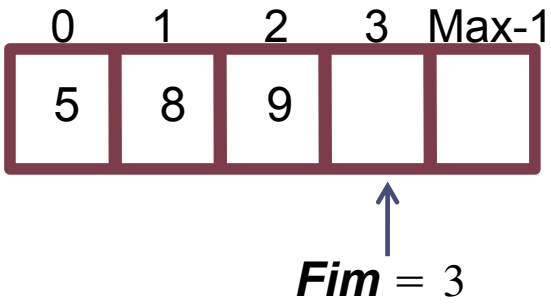


Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento > último nó da lista:**
  - Compara elemento com o **último da lista**
    (***elem > lst->no[lst->fim-1]***)
  - Não existe o elemento

Ex: remover 12

9 < 12 ? Sim
(≠ 12)

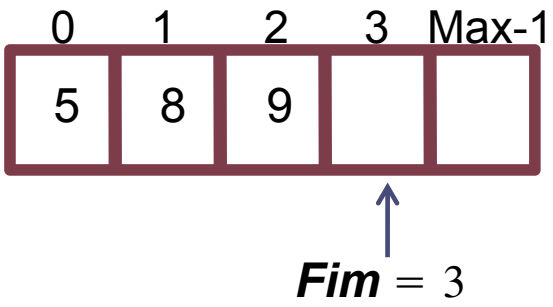


Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Elemento > último nó da lista:**
  - Compara elemento com o **último da lista** (***elem > lst->no[lst->fim-1]***)
  - Não existe o elemento
  - Retorna 0 (**operação falha**)

Ex: remover 12

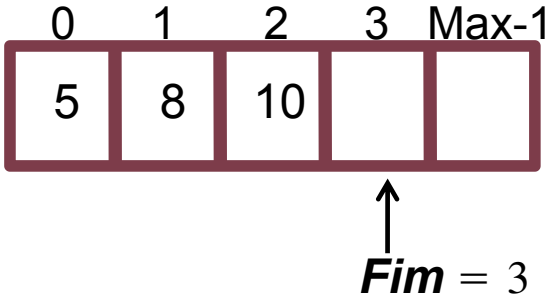
retorna 0



Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **1o < Elemento < último nó da lista:**

Ex: remover 9



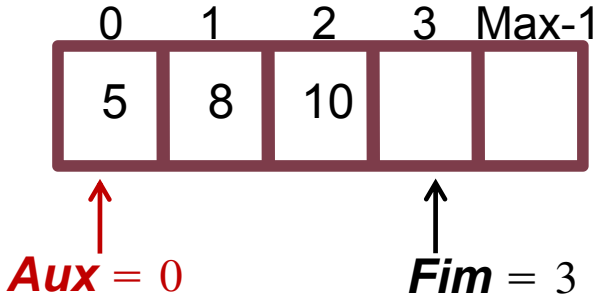
Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **1o < Elemento < último nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar um nó na lista maior que o elemento desejado (***lst->no[Aux] > elem***)

Ex: remover 9

9 ≤ 5 ? Não

(avançar)



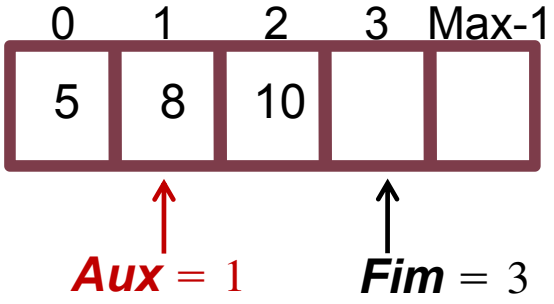
Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **1o < Elemento < último nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar um nó na lista maior que o elemento desejado (***lst->no[Aux] > elem***)

Ex: remover 9

9 ≤ 8 ? Não

(avançar)



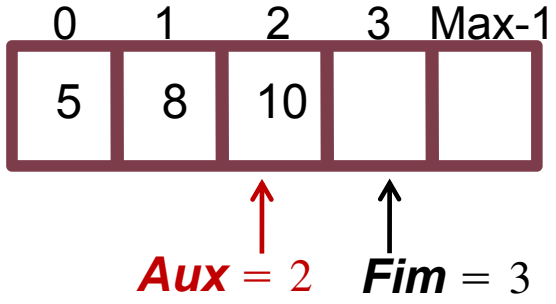
Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **1o < Elemento < último nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar um nó na lista maior que o elemento desejado (***lst->no[Aux] > elem***)

Ex: remover 9

9 ≤ 10 ? Sim

(parar)



Operação de Remoção (Lista Ordenada)

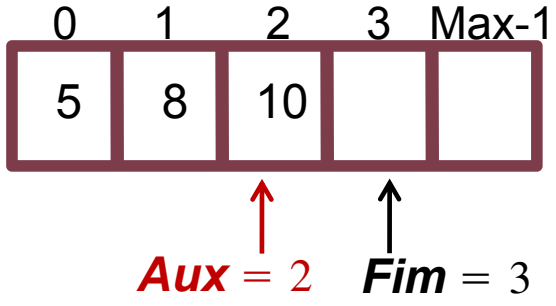
- **1o < Elemento < último nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar um nó na lista maior que o elemento desejado (***lst->no[Aux] > elem***)
  - Não existe o elemento

Ex: remover 9

9 ≤ 10 ? Sim

(parar)

∄ 9

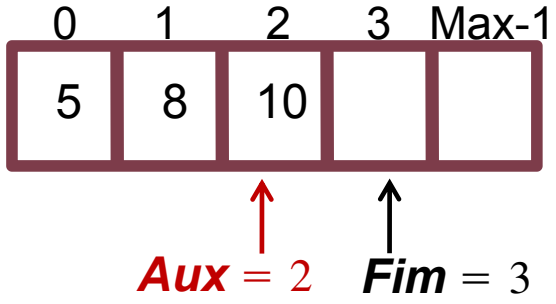


Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **1o < Elemento < último nó da lista:**
  - Lista é percorrida até encontrar um nó na lista maior que o elemento desejado (***lst->no[Aux] > elem***)
  - Não existe o elemento
  - Retorna 0 (**operação falha**)

Ex: remover 9

retorna 0



Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int remove_ord (Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_vazia(lst) == 1 ||
       elem < lst->no[0] || elem > lst->no[lst->fim-1])
        return 0; // Falha
    int i, Aux = 0;

   // Percorre até achar o elem ou nó maior, ou final de lista
    while (Aux < lst->Fim && lst->no[Aux] < elem)
       Aux++;
```

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
int remove_ord (Lista lst, int elem) {
    if (lst == NULL || lista_vazia(lst) == 1 ||
       elem < lst->no[0] || elem > lst->no[lst->fim-1])
        return 0; // Falha
    int i, Aux = 0;

   // Percorre até achar o elem ou nó maior, ou final de lista
    while (Aux < lst->Fim && lst->no[Aux] < elem)
        Aux++;
```

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
    ...
    if (Aux == lst->Fim || lst->no[Aux] > elem) // ∄ elem
        return 0; // Falha

    // Deslocamento à esq. do sucessor até o final da lista
    for (i = Aux+1; i < lst->Fim; i++)
        lst->no[i-1] = lst->no[i];

    lst->Fim--; // Decremento do campo Fim
    return 1; // Sucesso
}
```

Operação de Remoção (Lista Ordenada)

- **Implementação em C:**

```
    ...
    if (Aux == lst->Fim || lst->no[Aux] > elem) // ∄ elem
        return 0; // Falha

    // Deslocamento à esq. do sucessor até o final da lista
    for (i = Aux+1; i < lst->Fim; i++)
        lst->no[i-1] = lst->no[i];

    lst->Fim--; // Decremento do campo Fim
    return 1; // Sucesso
}
```

Exercícios

1. *Implementar, utilizando a alocação estática e o acesso seqüencial, o TAD lista linear não ordenada de números inteiros. Nessa implementação a lista deve ter no máximo 20 elementos e deve contemplar as operações básicas: criar_lista, lista_vazia, lista_cheia, insere_elem, remove_elem e obtem_valor_elem. Além disso, desenvolva um programa aplicativo que permita ao usuário inicializar uma lista, inserir e remover elementos e imprimir a lista.*

   Teste este programa com a seguinte seqüencia de operações:

   - *Inicialize a lista*
   - *Imprima a lista*
   - *Insira os elementos {4,8,-1,19,2,7,8,5,9,22,45};*
   - *Imprima a lista*
   - *Remova o elemento 8*
   - *Imprima a lista*
   - *Inicialize a lista*
   - *Imprima a lista*

2. *Repita a implementação acima para o TAD lista ordenada.*

Exercícios

3. *Altere a implementação do exercício 1 para contemplar uma lista não ordenada de bebibas, com a seguinte estrutura:*

Nome	Volume (ml)	Preço
char[20]	int	float

Crie um programa aplicativo similar àquele desenvolvido nos exercícios de alocação dinâmica, ou seja, com as seguintes opções:

[1] Inserir registro

[2] Apagar último registro

[3] Imprimir tabela

[4] Sair

Referências

- *Backes, André, Linguagem C Descomplicada, portal de vídeo-aulas, https://programacaodescomplicada.wordpress.com/, acessado em 09/03/2016.*

- *Celes, W., Cerqueira, R. e Rangel, J. L. Introdução a estruturas de dados. Ed. Campus Elsevier, 2004.*