

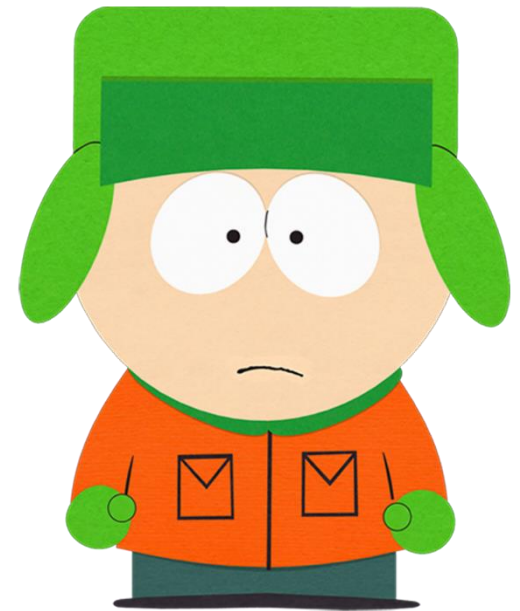
Estruturas de Dados 3

Alocação dinâmica e Listas

Mailson de Queiroz Proença

Alocação de Memória

- Existem dois tipos de alocação de memória:
 - Estática
 - Dinâmica



Alocação de Memória

- Variáveis são alocadas na memória do computador;
- As variáveis declaradas pelos nossos programas, são alocadas de acordo com seus tamanhos e tipos;
- Obviamente, cada variável tem um tamanho definido. Conforme a tabela abaixo:

Tipo	Tamanho em Bytes	Faixa Mínima
char	1	-127 a 127
int	4	-2.147.483.648 a 2.147.483.647
float	4	6 dígitos de precisão
double	8	15 dígitos de precisão

Alocação de Memória

Estática:

- Alocação estática é controlada pelo compilador;
- Não é possível alterar o espaço da alocação de memória;
- Na alocação estática, a área de memória ocupada por ela se mantém constante durante toda a execução.

Alocação de Memória Estática

- Para o nosso exemplo, vamos efetuar a alocação estática, simplesmente declarando uma variável.

```
int valor;
```

Alocação de Memória

- **Dinâmica:**

- Alocação dinâmica é controlada pelo desenvolvedor;
- A memória pode ser desalocada durante o decorrer do programa;
- O tamanho da alocação é sob demanda, ou seja, em tempo de execução;
- Vamos utilizar alocação dinâmica de memória principalmente com struct;
- Não se esqueça: um computador tem memória limitada;
- **Não se esqueça de desalocar a memória da variável quando não for mais necessário o uso.**

Alocação de Memória Dinâmica

Alocando memória

- Para o nosso exemplo, vamos efetuar a alocação dinâmica de memória utilizando a palavra reservada **new**.

```
alunos *novo_aluno = new alunos;
```



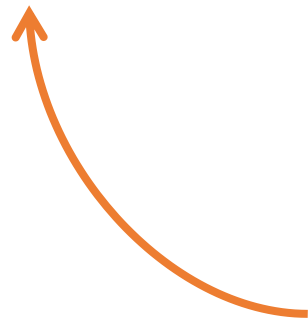
Efetutando a alocação de memória

Alocação de Memória Dinâmica

Desacolando memória

- Para o nosso exemplo, vamos efetuar a desalocação dinâmica de memória utilizando a palavra reservada delete.

```
delete lista_alunos;
```



Efetuando a desalocação de memória

LISTAS

Listas

Uma Lista é uma estrutura que permite representar um conjunto de dados de forma a preservar a relação de ordem existente entre eles.

- Exemplo de aplicações de listas:
 - Lista de Compra
 - Notas de alunos
 - Cadastro de funcionários de uma empresa
 - Itens em estoque em uma empresa
 - Letras de uma palavra
 - Cartas de baralho

Tipos de Listas

As listas podem ser classificadas da seguinte maneira:

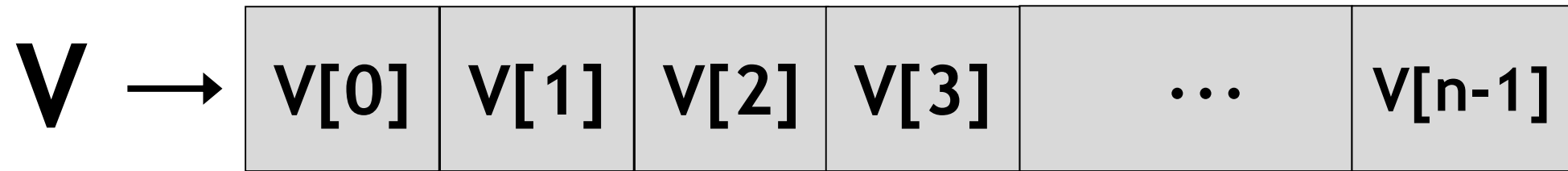
- Listas Estáticas (Vetores)
- Listas Dinâmicas (Listas Encadeadas)

Listas Estáticas: Vetores

- Estruturas que armazenam uma quantidade fixa de elementos do mesmo tipo;
- Alocação estática de memória;
- Também chamada de Lista Sequencial;
- Nós em posições contíguas de memória;
- Geralmente representado por **vetores**.

Listas Estáticas: Vetores

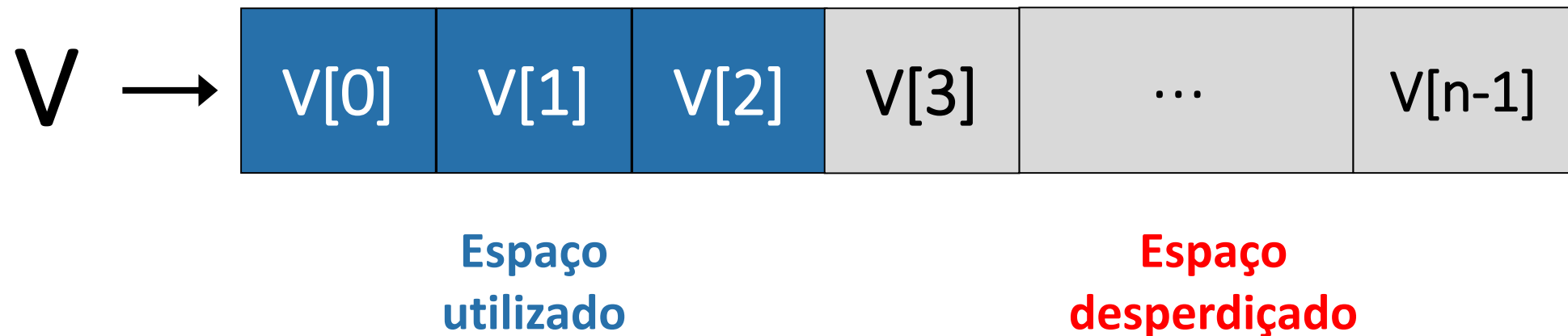
O acesso a um elemento é feito a partir do índice do elemento desejado.



Vetores não podem armazenar mais elementos do que o seu tamanho, logo, o tamanho deve ser o máximo necessário.

Listas Estáticas: Vetores

Quando a quantidade de elementos é variável, o uso de vetores pode desperdiçar memória, já que nem todas as suas posições são necessariamente ocupadas.

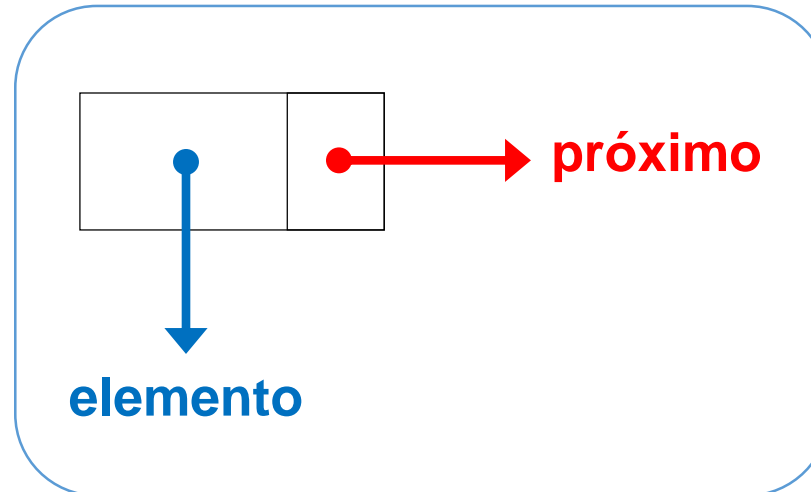


Listas Dinâmicas

- O tamanho e a capacidade **variam** de acordo com a demanda, a medida que o programa vai sendo executado.
- As posições de memória são alocadas a medida que são necessárias.
- As células encontram-se **aleatoriamente** dispostas na memória e são interligadas por ponteiros, que indicam onde encontra-se a próxima célula.
- Também chamadas de **Listas Encadeadas**.

Listas Encadeadas

- Uma lista encadeada é uma estrutura de dados dinâmica formada por um conjunto de **Células**.
- Cada célula armazena:
 - Um ou mais elementos (int, float, char, string, ...);
 - Uma ligação para a próxima célula.

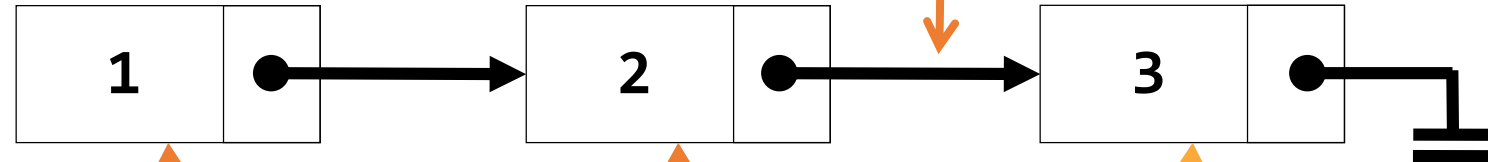


Estrutura da célula

Listas Encadeadas

Um elemento de uma lista, possui o endereço do próximo. O último elemento da lista tem o valor **NULL**.

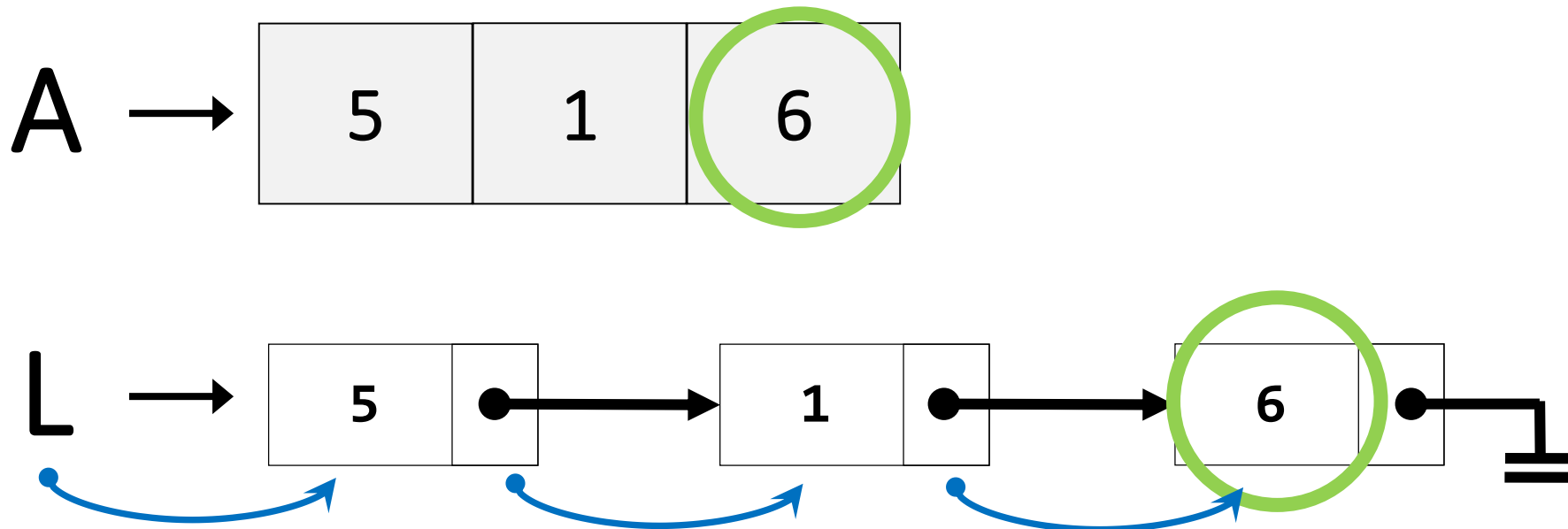
Endereço de memória para o próximo elemento



Elementos da lista ligada simples

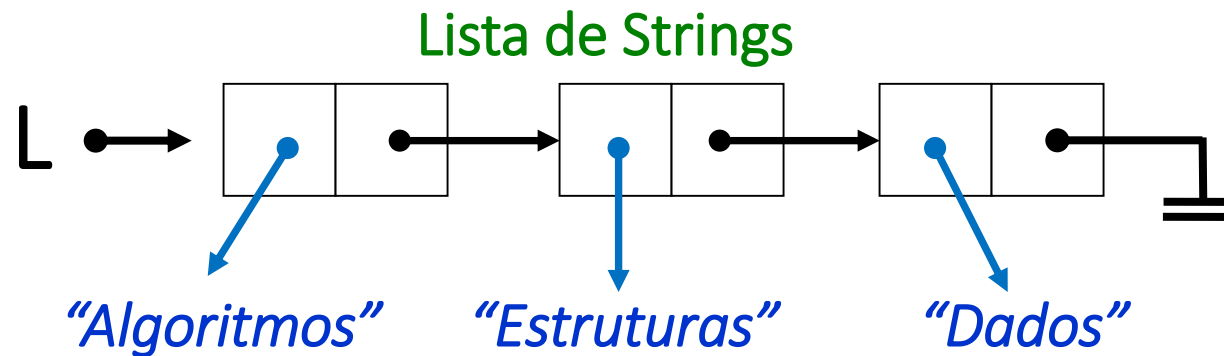
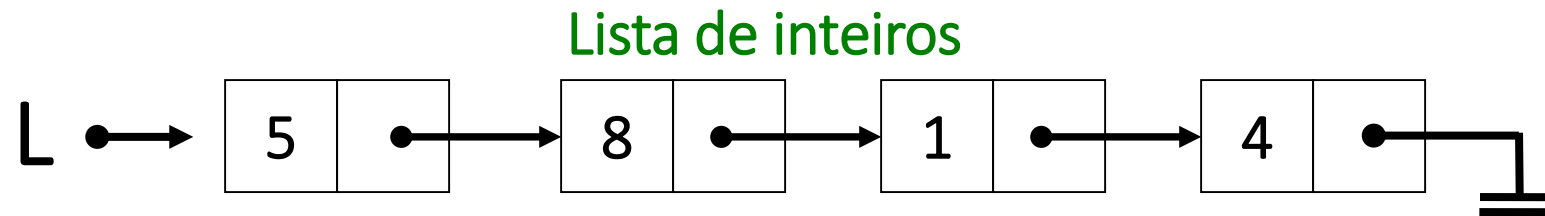
Vetor x Listas Encadeadas

Ao contrário de um vetor, uma lista não pode acessar seus elementos de modo direto, e sim, de modo sequencial, ou seja, um por vez.



Listas Simplesmente Encadeadas

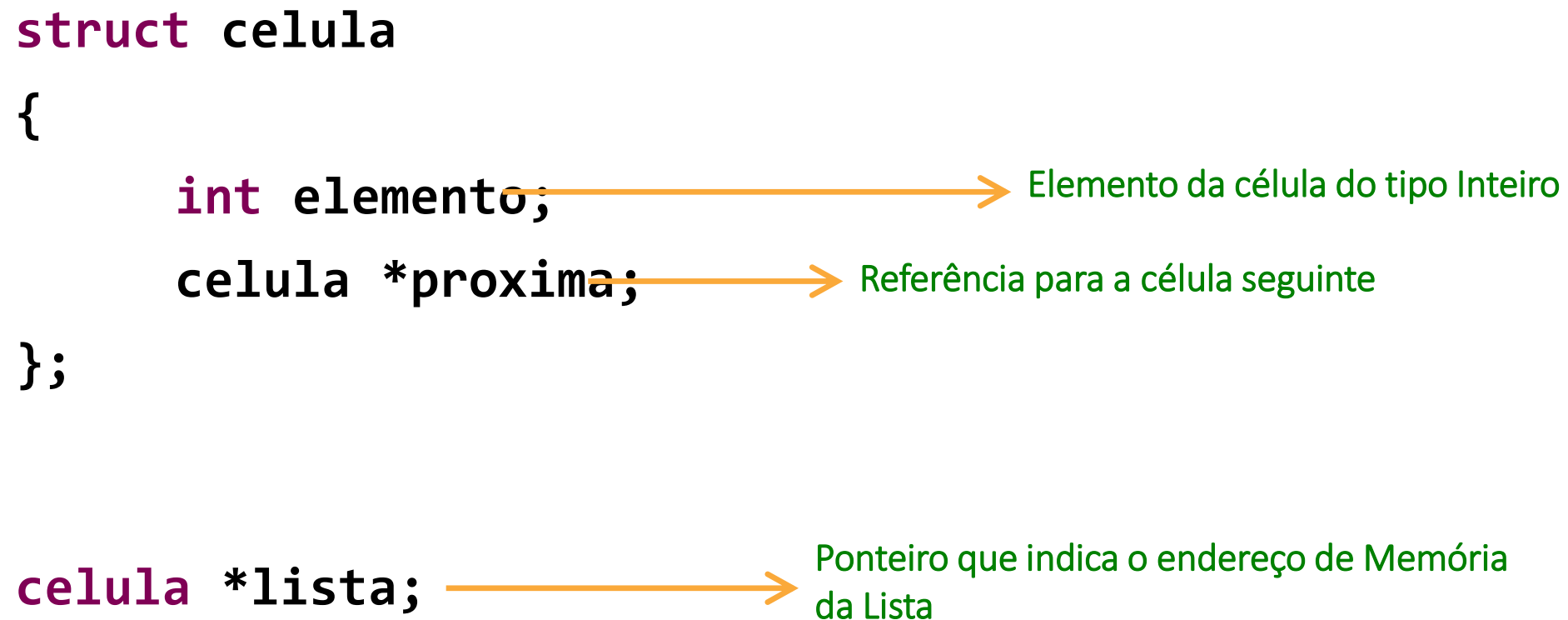
São Listas formadas por células que possuem **uma referência** para outra estrutura do mesmo tipo.



Listas Simplesmente Encadeadas

Ex.: Definição de um célula para uma Lista de inteiros

```
struct celula
{
    int elemento;
    celula *proxima;
};
```

The diagram illustrates the structure of a singly linked list. It shows the C code for defining a 'celula' (cell) structure, which contains an integer 'elemento' and a pointer 'proxima' to the next cell. A separate line shows a pointer 'lista' of type 'celula*' that points to the first cell in the list. Orange arrows connect the code variables to their descriptions: 'elemento' points to 'Elemento da célula do tipo Inteiro', 'proxima' points to 'Referência para a célula seguinte', and '*lista' points to 'Ponteiro que indica o endereço de Memória da Lista'.

Elemento da célula do tipo Inteiro

Referência para a célula seguinte

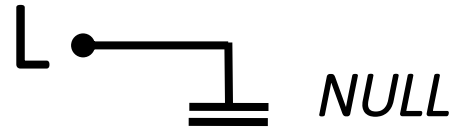
Ponteiro que indica o endereço de Memória da Lista

Listas Simplesmente Encadeadas

Principais operações:

- Criar uma estrutura de lista;
- Verificar se a lista está vazia;
- Listar todas as Células;
- Inserir uma Célula no início da lista;
- Inserir uma Célula no final da lista;
- Remover uma Célula;
- Inserir ordenado na lista;
- Esvaziar a lista.

Criar uma Estrutura de Lista



```
celula *CriarLista(){  
    return NULL; // Lista Inicia Vazia  
}
```

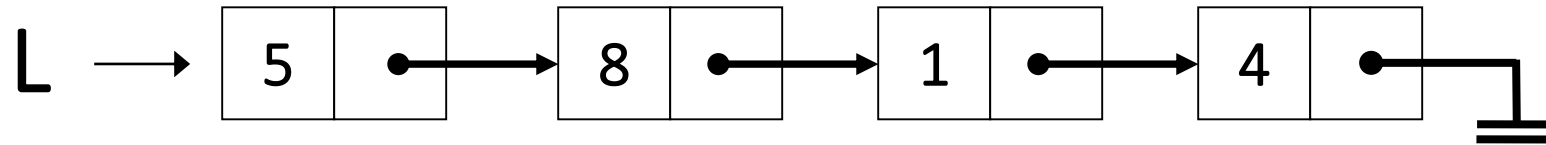
Obs.: O fim de uma lista é indicada por uma referência nula, ou seja, a última célula de uma lista aponta para nulo (elemento **NULL**).

Verificar se a lista está vazia

```
bool ListaVazia(celula *lista)
{
    if(lista == NULL)
        return true;
    else return false;
}
```

Se a Lista (variável “lista”) for nula então a lista está vazia, ou seja, a lista não possui nenhuma célula.

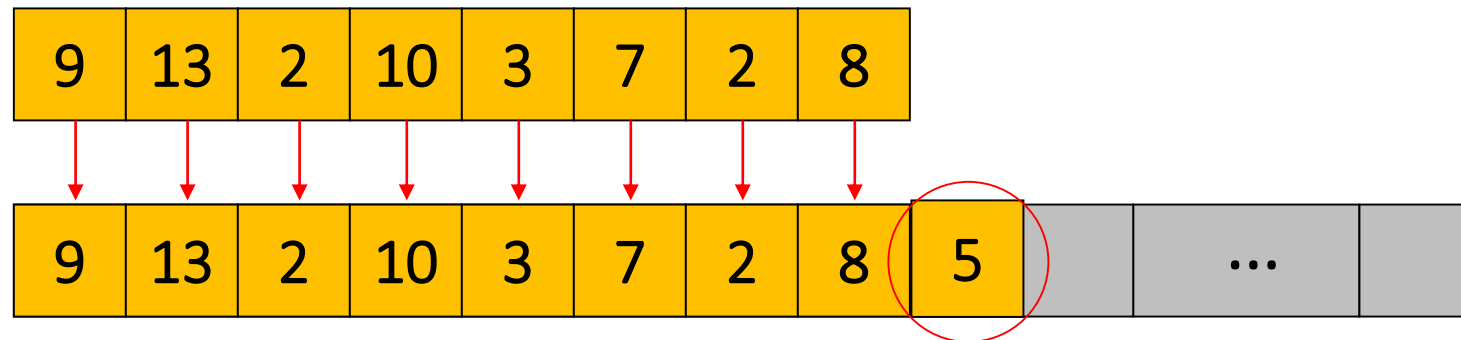
Imprimir todos os elementos de uma Lista



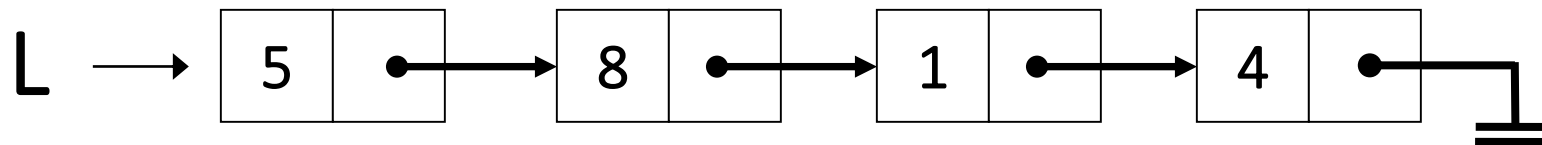
```
void ImprimirLista(celula *lista)
{
    celula *aux = lista;
    if(ListaVazia(lista))
        cout << "Lista vazia";
    else
    {
        while(aux != NULL)
        {
            cout << aux->elemento << endl;
            aux = aux->proximo;
        }
    }
}
```


Inserir uma Célula em uma Lista

Para inserir um elemento em um array, pode ser necessário expandi-lo e copiar os elementos um a um:

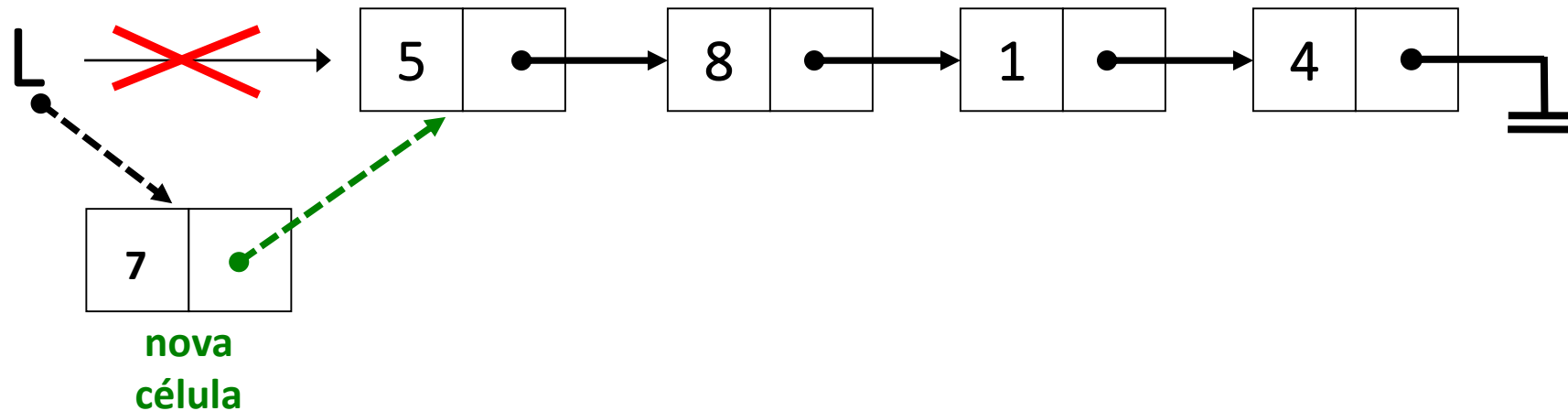


Em uma lista, basta criar um nó, encontrar a posição desejada e inseri-lo.

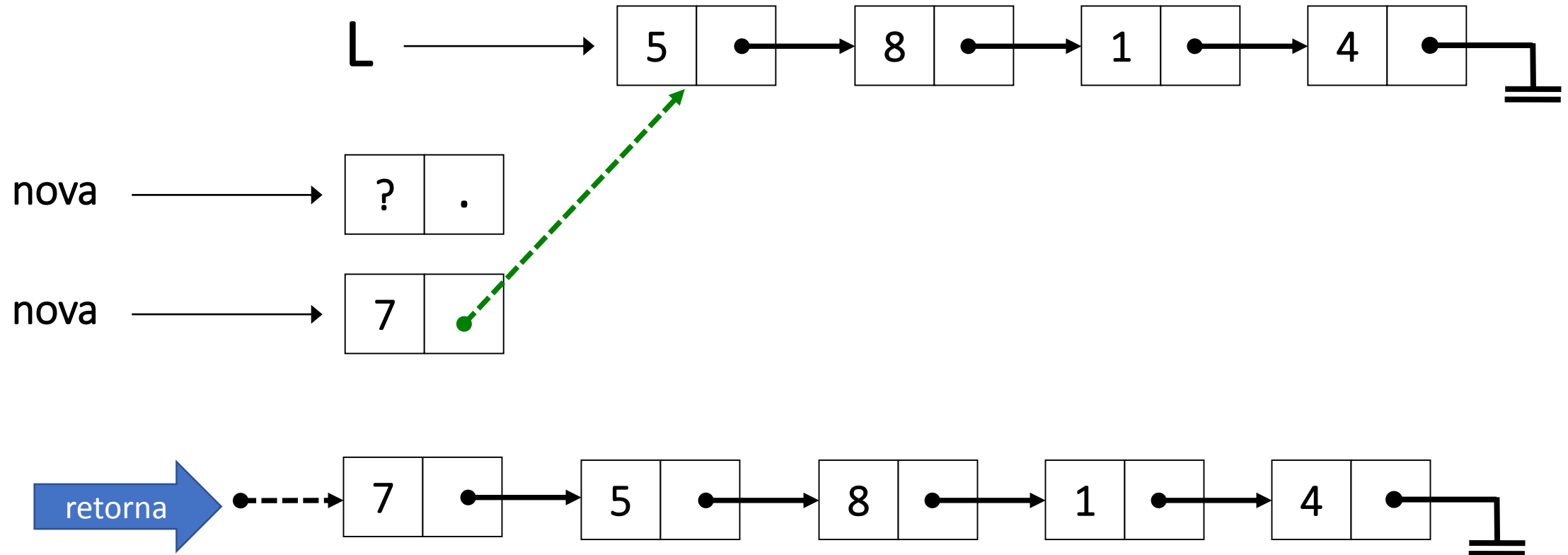


Inserir uma Célula no início de uma Lista

- Aloca espaço para a nova Célula;
- Define os valores dos elementos da Célula;
- Nova Célula aponta para a primeira Célula da Lista;
- Retorna o ponteiro para a nova primeira Célula da Lista.



Inserir um Nó no Início de uma Lista



Inserir um Nó no Início de uma Lista

```
celula *InserirCelula(celula *lista, int elemento)
{
    celula *nova = new celula;
    nova->elemento = elemento;
    nova->proximo = lista;
    return nova;
}
```

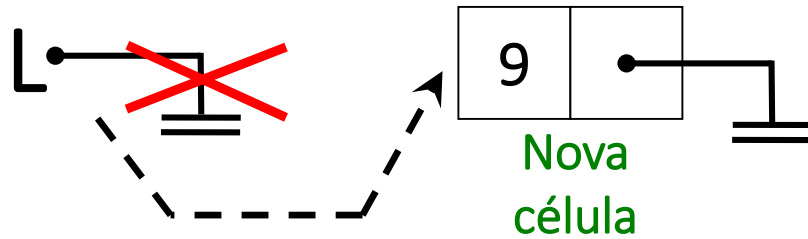
1. Aloca espaço para o novo Nó
2. Define os valores dos elementos do Nó
3. Aponta para o primeiro Nó da Lista
4. Retorna o ponteiro para o novo primeiro Nó da Lista

Testando a Lista

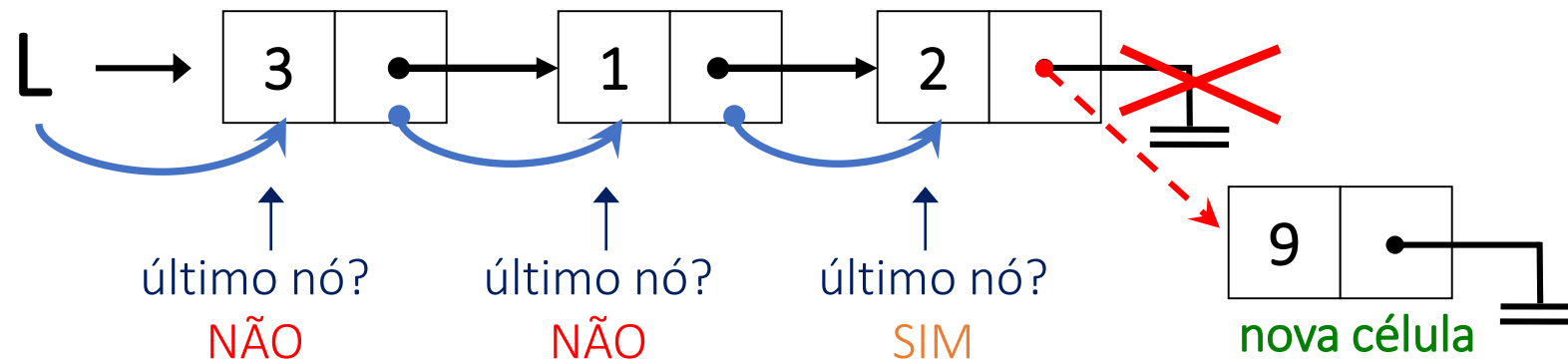
```
int main()
{
    celula *lista; //declara lista não inicializada
    lista = CriarLista(); //cria e inicia lista vazia
    lista = InserirCelula(lista, 20); //insere o nro 20
    lista = InserirCelula(lista, 15); //insere o nro 15
    ImprimirLista(lista);
    return 0;
}
```

Inserir um Nó no Final de uma Lista

Se a lista estiver vazia:



Caso contrário, inserindo no fim da lista teremos:



Inserir um Nó no Final de uma Lista

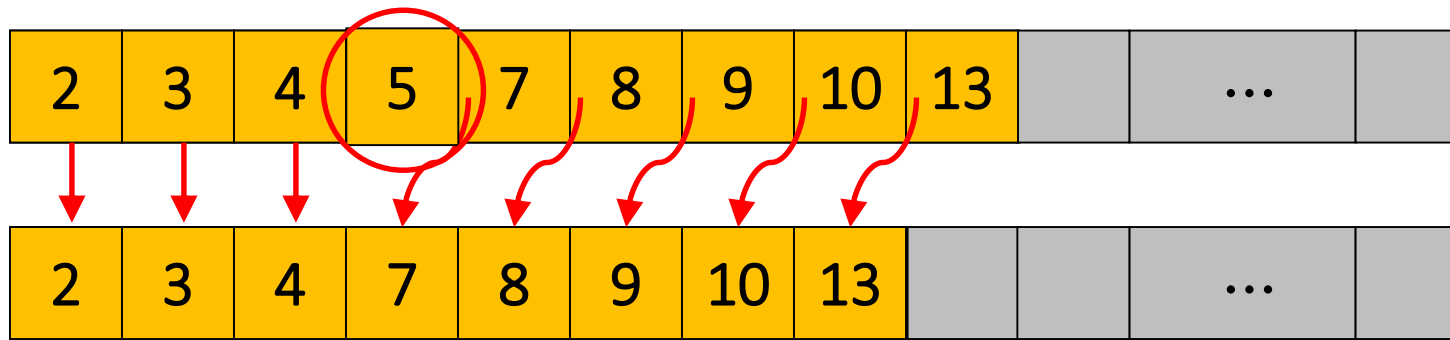
```
celula *InserirNoFim(celula *lista, int valor)
{
    celula *nova = new celula;
    nova->elemento = valor;
    if (ListaVazia(lista)) //lista == NULL
    {
        nova->proxima = lista;
        return nova;
    }
    else
    {
        celula *aux = lista; //procura pelo fim da lista
        while (aux->proxima != NULL)
        {
            aux = aux->proxima;
        }
        aux->proxima = nova;
        nova->proxima = NULL;
        return lista;
    }
}
```

Testando a Lista

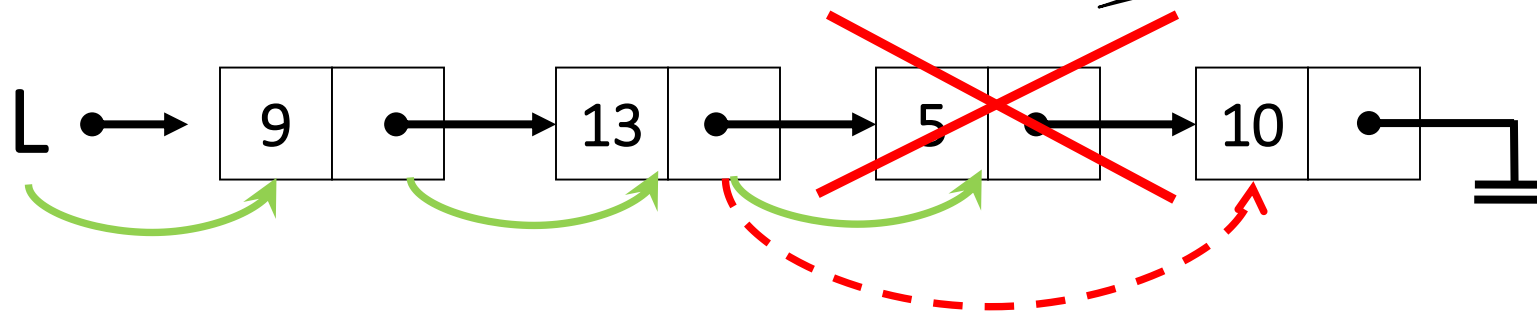
```
int main()
{
    celula *lista; //declara lista não inicializada
    lista = CriarLista(); //cria e inicia lista vazia
    lista = InserirCelula(lista, 20); //insere o nro 20
    lista = InserirCelula(lista, 15); //insere o nro 15
    lista = InserirNoFim(lista, 10); //insere o nro 10
    ImprimirLista(lista);
    return 0;
}
```


Remover um Nó de uma Lista

Para remover um elemento de uma posição qualquer do *vetor*, pode ser necessário mover vários elementos:

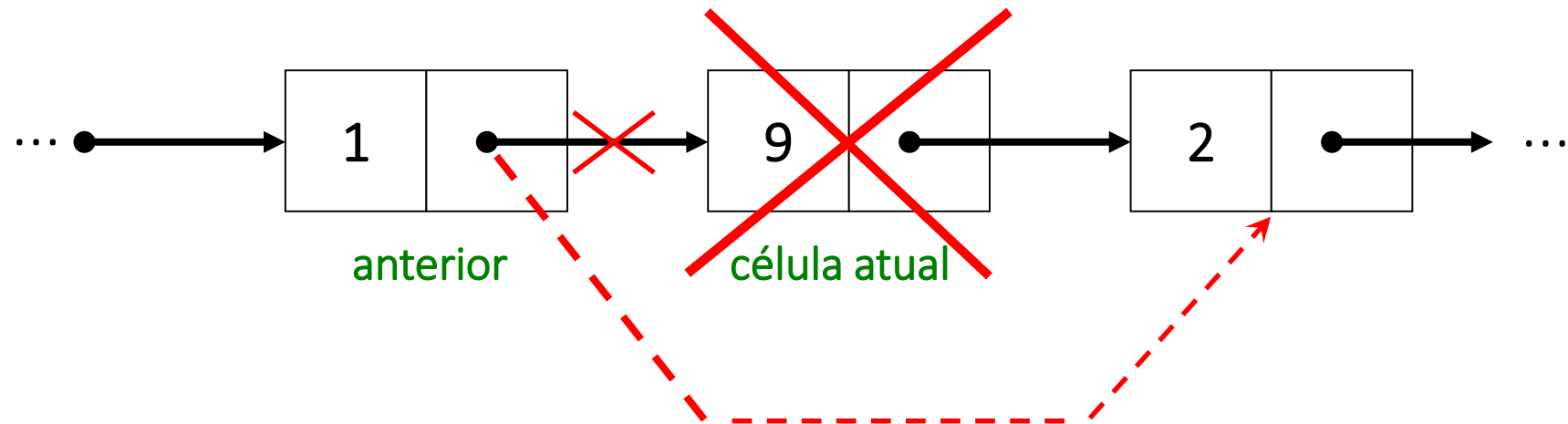


Para remover um elemento de uma lista, basta encontrar o elemento correspondente e alterar os ponteiros



Remover um Nó de uma Lista

Para excluir uma célula entre duas outras células:



Remover um Nó de uma Lista

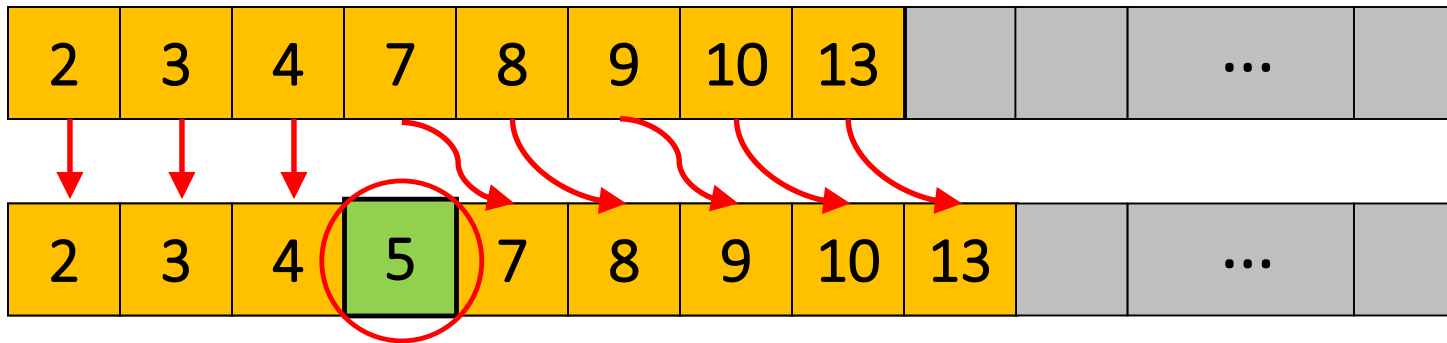
```
celula *RemoverCelula(celula *lista, int valor)
{
    celula *aux = lista; //ponteiro para percorrer a lista
    celula *ant = NULL; // ponteiro para elem anterior
    while (aux != NULL && aux->elemento != valor)
    {
        ant = aux;
        aux = aux->proxima;
    }
    if (aux == NULL)
    {
        cout << "\nElemento nao encontrado.";
        return lista; // retorna lista original
    }
    else if (ant == NULL) //retira elemento do inicio
    {
        lista = aux->proxima;
    }
    else //retira elem do meio ou do final da lista
    {
        ant->proxima = aux->proxima;
    }
    delete aux;
    return lista;
}
```

Testando a Lista

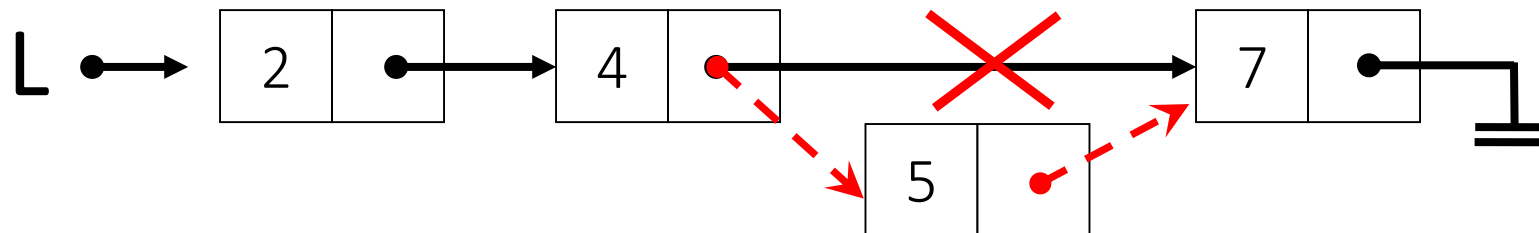
```
int main()
{
    celula *lista; //declara lista não inicializada
    lista = CriarLista(); //cria e inicia lista vazia
    lista = InserirCelula(lista, 20); //insere o nro 20
    lista = InserirCelula(lista, 15); //insere o nro 15
    lista = InserirNoFim(lista, 10); //insere o nro 10
    lista = RemoverCelula(lista, 15); //remove o nro 15
    ImprimirLista(lista);
    return 0;
}
```

Inserção ordenada em uma Lista (1/4)

Para inserir um elemento num vetor em uma posição qualquer, pode ser necessário mover vários elementos:

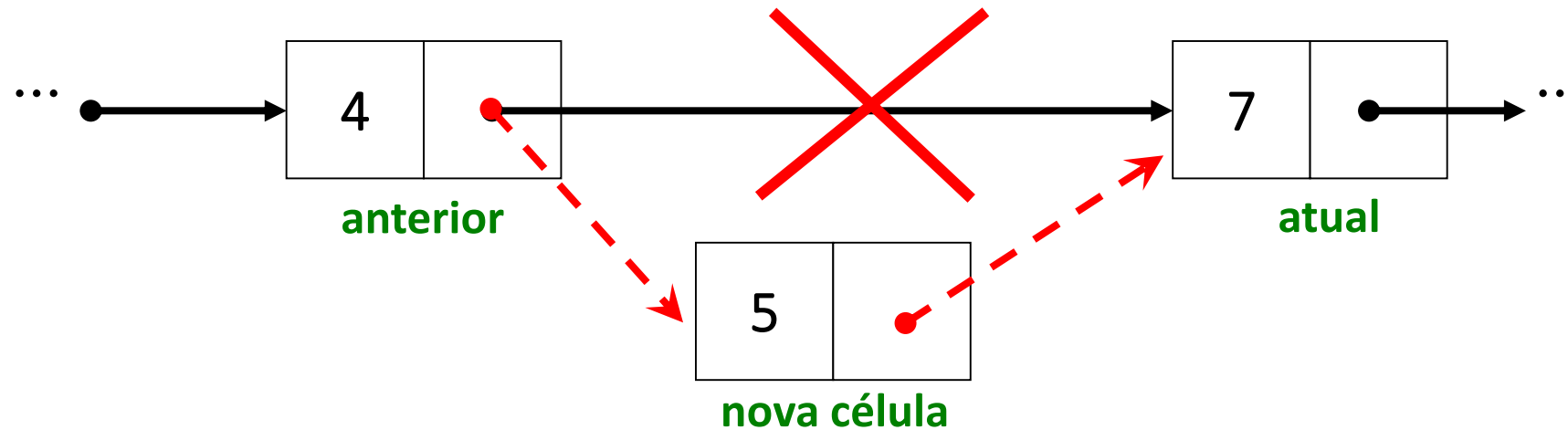


Da mesma maneira, em uma lista, basta criar um nó, encontrar a posição desejada e inseri-lo.



Inserção ordenada em uma Lista (2/4)

Para inserir uma célula entre duas células:



Inserção ordenada em uma Lista (3/4)

```
celula *InserirOrdenado(celula *lista, int valor)
{
    celula *nova = new celula;
    nova->elemento = valor;
    celula *aux = lista; //Ponteiro que percorre a lista
    celula *ant = NULL; //Ponteiro para o Nó anterior
    if (aux == NULL) // A lista está vazia
    {
        nova->proxima = NULL;
        lista = nova;
    }
    else // Existe(m) Nó(s) na Lista
    {
        //Percorre a Lista
        while (aux != NULL && nova->elemento > aux->elemento)
        {
            ant = aux;
            aux = aux->proxima;
        }
    }
}
```

Inserção ordenada em uma Lista (4/4)

```
// O novo nro é menor que todos os nros da Lista
if (ant == NULL) // Insere celula Inicio da Lista
{
    nova->proxima = lista;
    lista = nova;
}
else //Insere célula no Meio ou no Fim da Lista
{
    ant->proxima = nova;
    nova->proxima = aux;
}
}
return lista;
}
```



```

celula *InserirOrdenado(celula *lista, int valor)
{
    celula *nova = new celula;
    nova->elemento = valor;
    celula *aux = lista; //Ponteiro que percorre a lista
    celula *ant = NULL; //Ponteiro para o Nó anterior
    if (aux == NULL) // A lista está vazia
    {
        nova->proxima = NULL;
        lista = nova;
    }
    else // Existe(m) Nó(s) na Lista
    {
        //Percorre a Lista
        while (aux != NULL && nova->elemento > aux->elemento)
        {
            ant = aux;
            aux = aux->proxima;
        }
        // O novo nro é menor que todos os nros da Lista
        if (ant == NULL) // Insere celula Inicio da Lista
        {
            nova->proxima = lista;
            lista = nova;
        }
        else //Insere célula no Meio ou no Fim da Lista
        {
            ant->proxima = nova;
            nova->proxima = aux;
        }
    }
    return lista;
}

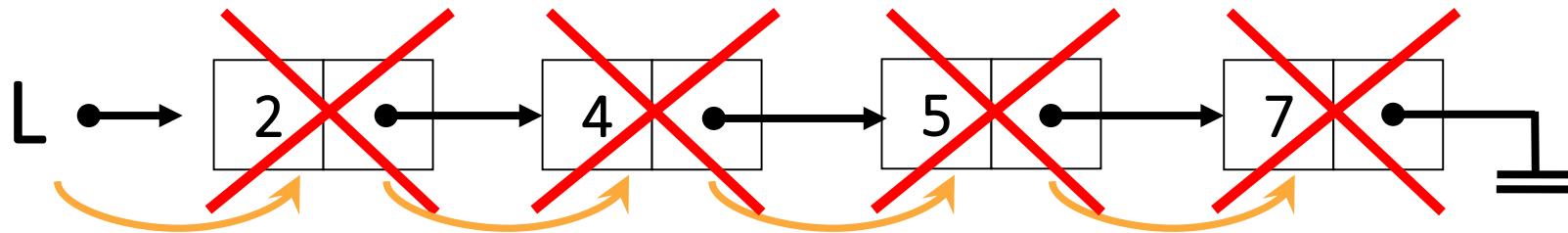
```

Testando a Lista

```
int main()
{
    celula *lista; //declara lista não inicializada
    lista = CriarLista(); //cria e inicia lista vazia
    lista = InserirOrdenado(lista, 1);
    ImprimirLista(lista);
    lista = InserirOrdenado(lista, 45);
    ImprimirLista(lista);
    lista = InserirOrdenado(lista, 18);
    ImprimirLista(lista);
    return 0;
}
```

Esvaziar uma Lista

Para esvaziar uma lista em C++ é necessário eliminar cada célula da lista:



Esvaziar uma Lista

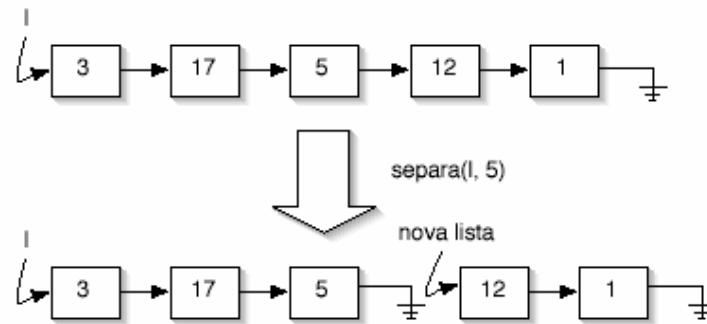
```
celula *EsvaziarLista(celula *lista)
{
    celula *aux = lista; //Ponteiro que percorre a lista
    celula *atual = NULL; //Ponteiro para o Nó que será
removido
    while (aux != NULL) // Percorre a Lista
    {
        atual = aux;
        aux = aux->proxima;
        delete atual;
    }
    return NULL;
}
```

Testando a Lista

```
int main()
{
    celula *lista; //declara lista não inicializada
    lista = CriarLista(); //cria e inicia lista vazia
    lista = InserirOrdenado(lista, 1);
    ImprimirLista(lista);
    lista = InserirOrdenado(lista, 45);
    ImprimirLista(lista);
    lista = InserirOrdenado(lista, 18);
    ImprimirLista(lista);
    lista = EsvaziarLista(lista);
    ImprimirLista(lista);
    return 0;
}
```

Exercício

- Considerando listas de valores inteiros, implemente uma função que receba como parâmetro uma lista encadeada e um valor inteiro n e divida a lista em duas, de tal forma que a segunda lista comece no primeiro nó logo após a primeira ocorrência de n na lista original. A figura a seguir ilustra essa separação:



- A função deve retornar um ponteiro para a segunda sub-divisão da lista original, enquanto l deve continuar apontando para o primeiro elemento da primeira subdivisão da lista

Exercício

- Considere estruturas de listas encadeadas que armazenam valores reais. O tipo que representa um nó da lista é dados por:

```
struct celula{  
    int info;  
    celula *prox;  
};
```

- Implemente uma função que receba um vetor de valores inteiros com n elementos e construa uma lista encadeada armazenando os elementos do vetor nos nós da lista. Assim, se for recebido o vetor $v[5] = \{3, 8, 1, 7, 2\}$, a função deve retornar uma nova lista cujo primeiro nó tem a informação 3, o segundo a informação 8, e assim por diante. Se o vetor tiver zero elementos, a função deve ter como valor de retorno uma lista vazia. O protótipo da função é dado por:

```
celula *constroi(int n, int *vetor);
```

Exercício

- Considere uma lista simplesmente encadeada que armazena os seguintes dados de alunos de uma disciplina:
 - Número de matrícula: número inteiro
 - Nome: string
 - Média na disciplina: número de ponto flutuante
- a) Defina a estrutura denominada célula, que tenha os campos apropriados para guardar as informações de um aluno na lista, conforme descrito acima;
- b) Implemente uma função que insira, em ordem crescente de número de matrícula, os dados de um novo aluno na lista. Essa função deve obedecer ao seguinte protótipo, retornando o ponteiro para o primeiro elemento:

```
celula *inserirOrdenado(celular *lista, int matricula, string nome, float nota)
```


Exercícios (1/2)

- Crie um menu de opções para acessar cada operação do programa;
- Altere a Função “RemoverCelula” verificando se a Lista não é vazia. Peça para o usuário digitar um valor para remover da Lista;
- Crie uma Função que retorne o maior valor da Lista de Inteiros;
- Crie uma Função que imprima na tela todos os números maiores que o número passado como parâmetro;

Exercícios (2/2)

- Crie uma Função que receba dois números e faça as seguintes operações:
 - Caso o 1º número existir na lista, troque esse número pelo 2º número
 - Caso o 1º número não existir na lista, informe ao usuário que o número não foi encontrado na lista
- Crie uma Função que insira os números ordenados (em ordem decrescente) na lista.

Exercício

- Desenvolva uma função que gere uma lista encadeada (L3) a partir da concatenação de duas listas encadeadas (L1 e L2).

Exercício

- Desenvolva uma função para remover elementos repetidos de uma lista encadeada.

Exercício

- Escreva uma função que, dada uma lista com um número qualquer de elementos, acha o menor elemento da lista e o move para o começo da lista. (Obs. Não vale trocar apenas os campos elementos. Você deverá fazer a manipulação dos apontadores para trocar as células de posição).