isec
Politécnico de Coimbra

Licenciatura em Engenharia Informática – 2023/24

Programação

4: Estruturas Dinâmicas

4.2: Listas Ligadas Simples

Francisco Pereira (xico@isec.pt)

Problema

- Criar um programa para gerir os livros de uma biblioteca
  - Estrutura provisória

```
typedef struct objeto livro;

struct objeto{
   char titulo[100], autor[100];
   int cota;
};
```

Problema

- Operações
  - Listar, Adicionar, Eliminar livros

- Requisitos
  - O número de livros varia ao longo da execução

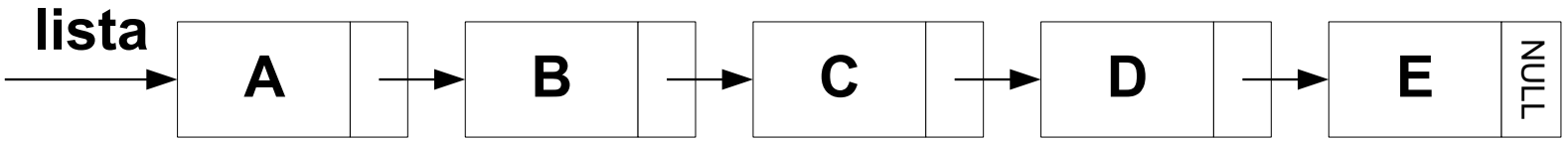
Gestão dinâmica de memória

  - Os livros estão ordenados por cota
    - Operações de inserção e eliminação num vetor dinâmico são algo complexas e demoradas

Listas Ligadas

Listas ligadas

- Lista ligada:



  - Estrutura de dados dinâmica constituída por um conjunto variável de elementos (i.e., **estruturas**).
  - Cada estrutura contém:
    - Campos com informação
    - Ponteiro para o próximo elemento da lista.
  - Principal vantagem: Flexibilidade

Lista ligadas simples: Características

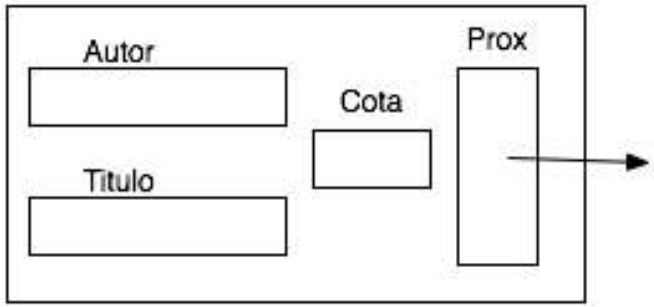
isec
Politécnico de Coimbra

- **Dinâmica**
  - Número de elementos varia ao longo do tempo
  - No início, a lista está vazia
- **Organização**
  - Ponteiro de lista aponta para o primeiro elemento
  - Única variável declarada.
  - Cada elemento da lista aponta para o seguinte
- **Acesso**
  - A partir do início
  - Sequencial

Gestão dos livros da biblioteca

- Definição do tipo de dados a utilizar
  - Campos com informação: Título, autor e cota
  - **Novo campo:** Ponteiro para o próximo elemento da lista

```
typedef struct objeto livro, *plivro;

struct objeto{
   char titulo[100], autor[100];
   int cota;
   plivro prox;
};
```



Listas ligadas: Operações básicas

isec
Politécnico de Coimbra

1. Criar uma lista.
2. Verificar se uma lista está vazia.
3. Listar/Pesquisar informação:
   a) Mostrar toda a informação armazenada.
   b) Procurar um elemento específico.
4. Adicionar um elemento.
5. Retirar um elemento.
6. Destruir uma lista ligada.

Operação 1: Criar uma lista ligada

- Arranjar um ponteiro de lista:
  - No início, a lista está vazia.

```
int main()
{
   plivro lista = NULL;

   ...
```

Variável local da função `main( )`

Operação 2: Verificar se a lista está vazia

```
int lista_vazia(plivro p);
```

- Recebe como argumento o ponteiro de lista.
- Devolve 1 se a lista estiver vazia (0, caso contrário).

```
int lista_vazia(plivro p)
{
   if(p == NULL)
       return 1;
   else
       return 0;
}
```

Operação 3A: Percorrer uma lista ligada

```
void mostra_info(plivro p);
```

- Recebe como argumento o ponteiro da lista.
  - Escreve o autor e o título de todos os livros.

```
void mostra_info(plivro p){
   while(p != NULL)
   {
       printf("%s\t%s\t%d\n",
              p->autor, p->titulo, p->cota);
       p = p->prox;
   }
}
```

Salto para o próximo elemento da lista

Operação 3B: Procurar um elemento

```
void procura_cota(plivro p, int c);
```

- Procura o livro que tenha a cota passada por argumento.

```
void procura_cota(plivro p, int c)
{
   while(p != NULL && p->cota != c)
       p = p->prox;
   if(p != NULL)
       printf("%s\t%s\n",p->autor,p->titulo);
   else
       printf("Cota inexistente\n");
}
```

Operação 4: Adicionar um elemento

isec
Politécnico de Coimbra

- Inserir um novo elemento numa lista ligada

- Três etapas:
  1. Arranjar espaço em memória para o novo nó.
  2. Preencher o novo nó com informação.
  3. Inserir o novo nó na lista.

Operação 4: Adicionar um elemento

- Tipos de inserção:
  - No início.

```
plivro insere_inicio(plivro p);
```

  - No final.

```
plivro insere_final(plivro p);
```

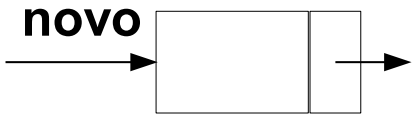
  - Entre dois elementos (inserção ordenada).

```
plivro insere_ord(plivro p);
```

Passo 1: Arranjar espaço em memória

```
plivro insere_inicio(plivro p)
{
   plivro novo;

   novo = malloc(sizeof(livro));
   if(novo == NULL)
   {
       printf("Erro na alocacao de memoria\n");
       return p;
   }
   ...
```

Se alocação de memória falhar, o processo termina



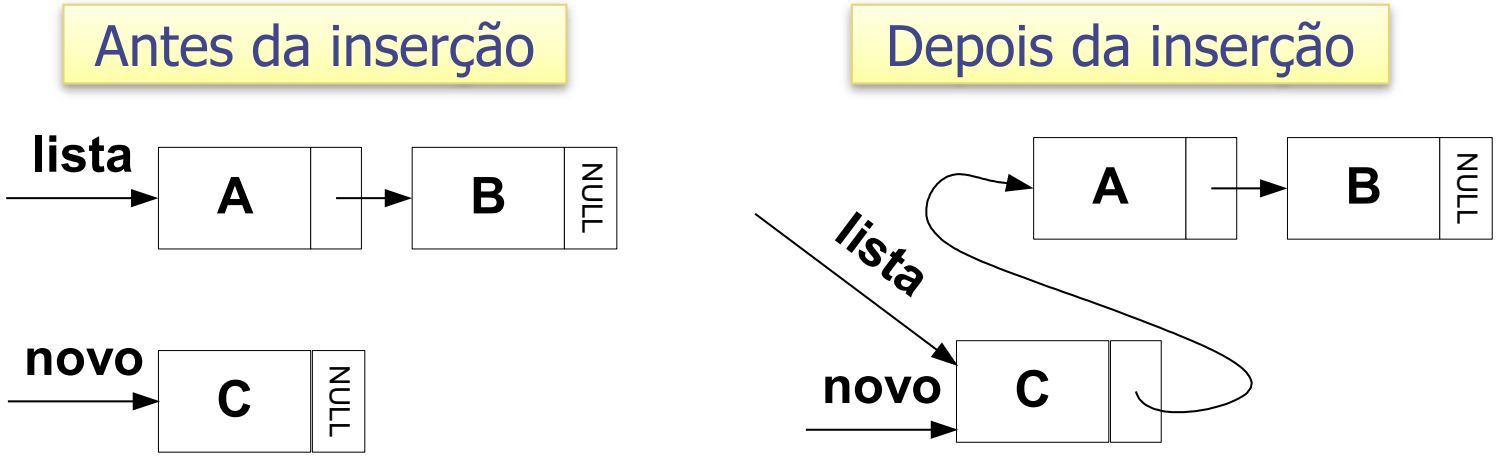
Passo 2: Preencher nó com informação

Ponteiro para o nó a preencher

```
void preenche(plivro p)
{
   printf("Titulo: ");
   scanf(" %99[^\n]", p->titulo);
   printf("Autor: ");
   scanf(" %99[^\n]", p->autor);
   printf("Cota: ");
   scanf("%d", &p->cota);
   p->prox = NULL;
}
```

Passo 3A: Inserir novo nó no início

- Exemplo:



- Caso particular:
  - E se a lista estiver vazia?

Passo 3A: Inserir novo nó no início

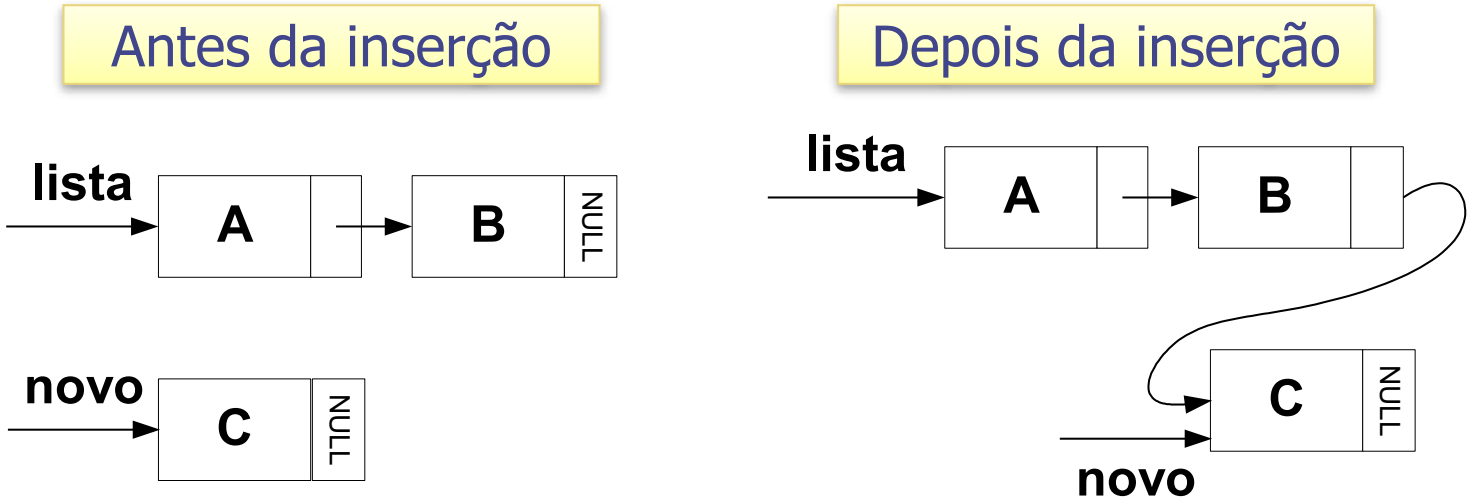
```
plivro insere_inicio(plivro p)
{
   plivro novo;

   if((novo = malloc(sizeof(livro))) == NULL)
       printf("Erro na alocacao de memoria\n");
   else
   {
       preenche(novo);
       novo->prox = p;
       p = novo;
   }
   return p;
}
```

Ponteiro para o início da lista modificada

Ponteiro para o início da lista

Passo 3B: Inserir novo nó no final

- Exemplo:



- Caso particular:
  - E se a lista estiver vazia?

Passo 3B: Inserir novo nó no final

```
plivro insere_final(plivro p){
   plivro novo, aux;

   novo = malloc(sizeof(livro));
   if(novo == NULL)
   {
       printf("Erro na alocacao de memoria\n");
       return p;
   }
   preenche(novo);
   if(p == NULL)
       p = novo;
   else
   {
       aux = p;
       while(aux->prox != NULL)
              aux = aux->prox;
       aux->prox = novo;
   }
   return p;
}
```

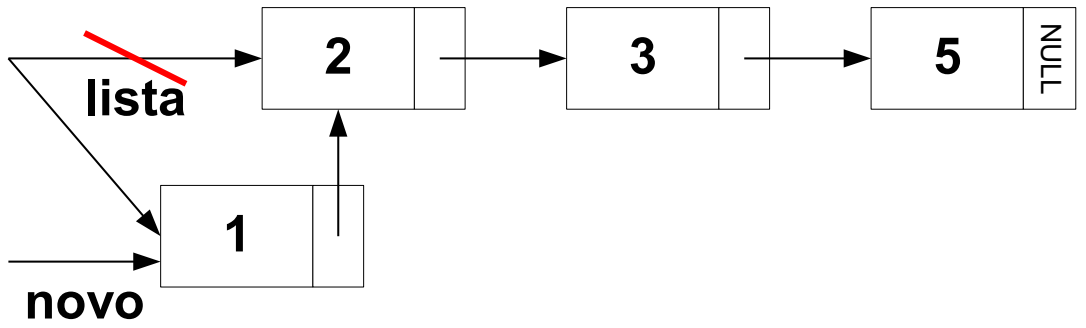
Caso particular

Caso geral

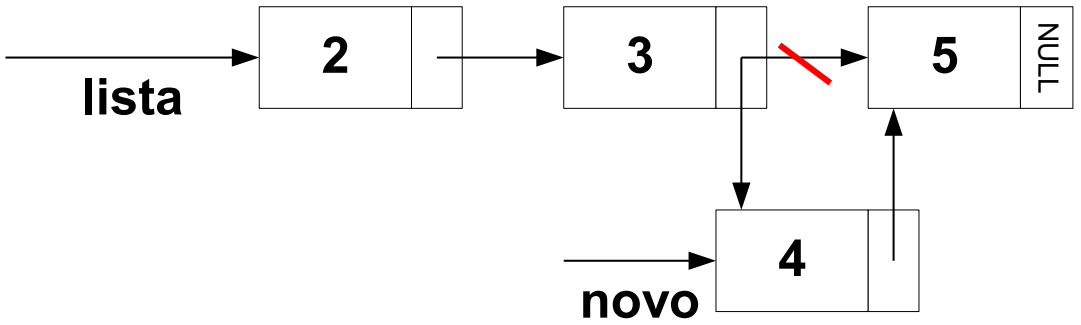
Passo 3C: Inserção numa lista ordenada

- Considerar que os livros se encontram ordenados por ordem crescente de cota.

Inserção à cabeça da lista



Inserção entre dois elementos



Passo 3C: Inserção numa lista ordenada

```
plivro insere_ord(plivro p){
   plivro novo, aux;

   novo = malloc(sizeof(livro));
   if(novo == NULL)
   {
       printf("Erro na alocacao de memoria\n");
       return p;
   }
   preenche(novo);
   if(p == NULL || novo->cota < p->cota)
   {
       novo->prox = p;
       p = novo;
   }
   else
   {
       aux = p;
       while(aux->prox != NULL &&
             novo->cota > aux->prox->cota)
                 aux = aux->prox;
       novo->prox = aux->prox;
       aux->prox = novo;
   }
   return p;
}
```

Caso particular

Caso geral

Operação 5: Eliminar um elemento

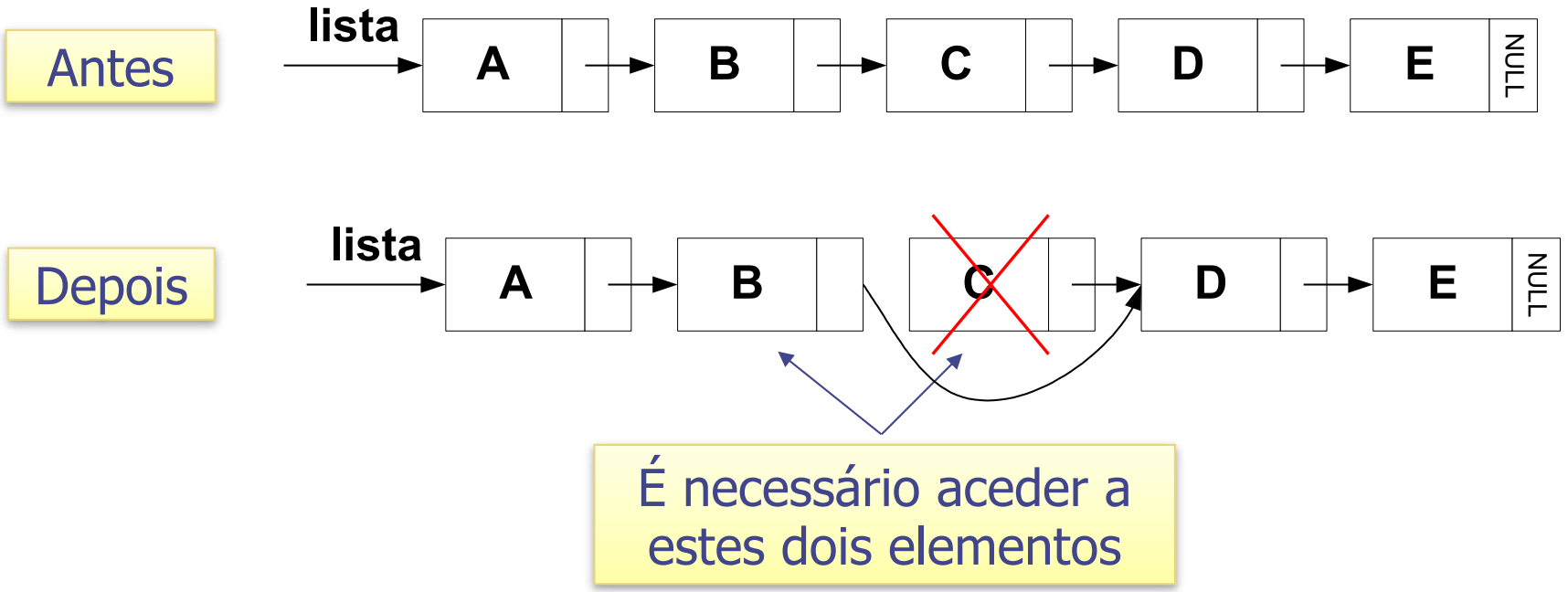
- Eliminar um elemento:
  - Localizar o elemento a eliminar.
  - Alterar a lista de modo a que este nó deixe de ser necessário.
  - Libertar o espaço ocupado pelo nó.

```
plivro elimina(plivro p, int c);
```

- Retira da lista o livro com cota `c` passada como argumento.

Operação 5: Eliminar um elemento

- Exemplo: o livro `C` possui a cota procurada



- Caso particular:
  - E se o elemento a eliminar estiver no início da lista?

Operação 5: Eliminar um elemento

```
plivro elimina(plivro p, int c)
{
   plivro atual, anterior = NULL;

   atual = p;
   while(atual != NULL && atual->cota != c)
   {
        anterior = atual;
        atual = atual->prox;
   }
   if(atual == NULL)
        return p;
   if(anterior == NULL)
        p = atual->prox;
   else
        anterior->prox = atual->prox;
   free(atual);
   return p;
}
```

Nó não encontrado

Primeiro nó da lista

Caso geral

Operação 6: Destruir a lista

- Quando uma lista já não é necessária, o espaço ocupado pelos seus elementos deve ser libertado.

```
void liberta_lista(plivro p)
{
   plivro aux;

   while(p != NULL)
   {
       aux = p;
       p = p->prox;
       free(aux);
   }
}
```

Exercício 1

isec
Politécnico de Coimbra

Contar o número de nós de uma lista ligada

```
int contaNos(plivro lista);
```

Exercício 2

Confirmar se a lista está ordenada pelo valor da cota. Devolve 1 se estiver ordenada, ou 0, caso contrário

```
int confirmaOrdem(plivro lista);
```

Exercício 3

isec
Politécnico de Coimbra

Inverter a ordem pela qual os nós surgem numa lista ligada

```
plivro inverter(plivro lista);
```

Exercício 4

isec
Politécnico de Coimbra

Eliminar o primeiro e último elementos de uma lista ligada

```
plivro eliminaPrimUlt(plivro lista);
```

Exercício 5

isec
Politécnico de Coimbra

Retirar o último elemento da lista e colocá-lo no início

```
plivro promoveUlt(plivro lista);
```