Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

INF 1007 – Programação II

Aula 10 – Listas Encadeadas

Edirlei Soares de Lima
<elima@inf.puc-rio.br>

visionlab
visualization laboratory

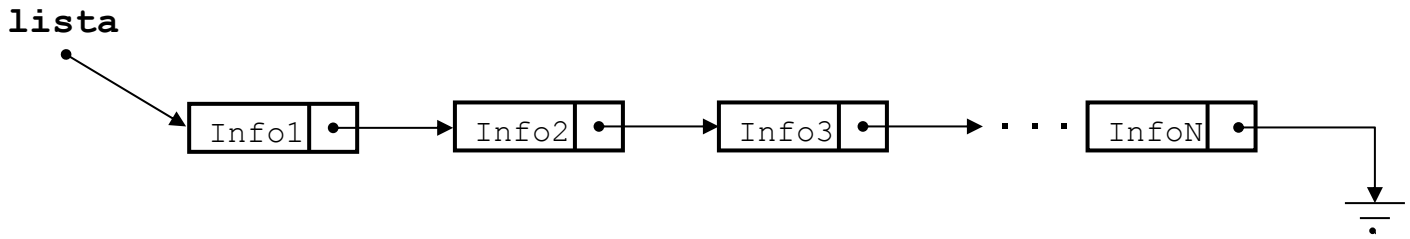
Introdução

- **Vetores:**
  - Ocupa um espaço contínuo de memória;
  - Permite acesso randômico;
  - Requer pré-dimensionamento de espaço de memória;

- **Estruturas de Dados Dinâmicas:**
  - Crescem (ou decrescem) à medida que elementos são inseridos (ou removidos);
  - Exemplo: Listas Encadeadas;
  - Outras estruturas: pilhas, filas...

Listas Encadeadas

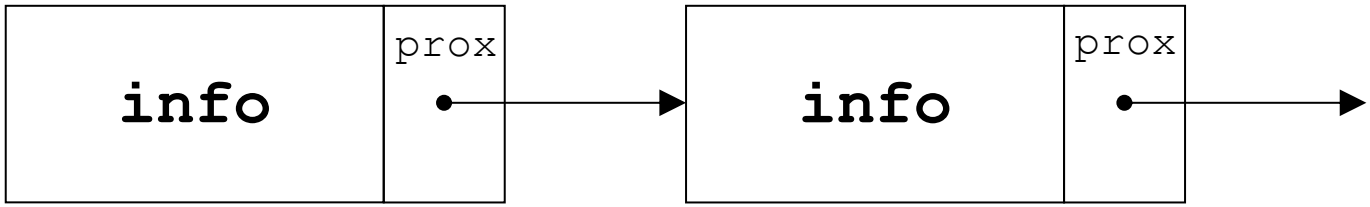
- Uma **Lista Encadeada** é uma sequência de elementos, onde cada elemento tem uma informação armazenada e um ponteiro para o próximo elemento da sequência:



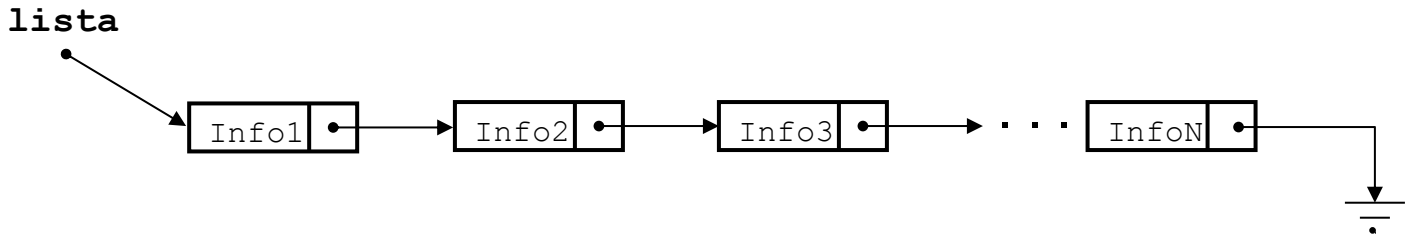
  - sequência encadeada de elementos, chamados de nós da lista;
  - nó da lista é representado por dois campos:
    - informação armazenada;
    - ponteiro para o próximo elemento da lista;
  - a lista é representada por um ponteiro para o primeiro nó;
  - o ponteiro do último elemento é NULL;

Listas Encadeadas

```
struct elemento
{
  int info;
  struct elemento *prox;
};
typedef struct elemento Elemento;
```



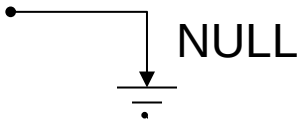
Listas Encadeadas



- Operações em listas encadeadas:
  - Criação;
  - Inserção;
  - Impressão;
  - Teste de vazia;
  - Busca;
  - Remover um elemento;
  - Libera a lista;
  - Manter lista ordenada;
  - Igualdade;

Listas Encadeadas – Criação

```
/* função de criação: retorna uma lista vazia */
Elemento* lista_cria()
{
   return NULL;
}
```



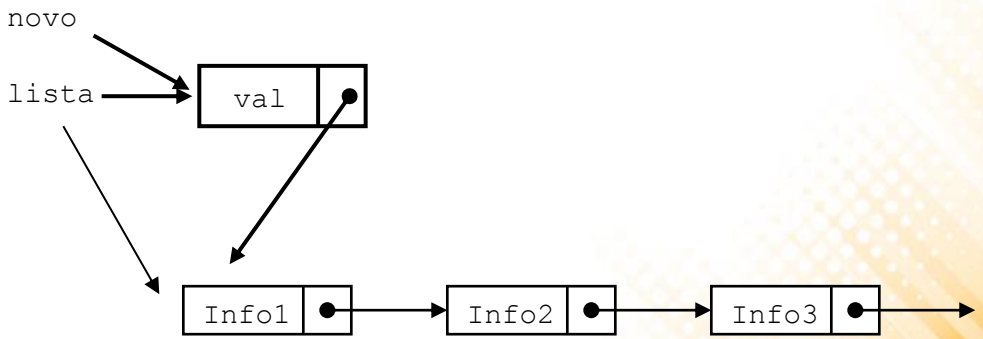
Cria uma lista vazia, representada pelo ponteiro NULL

Listas Encadeadas – Inserção

```
/* inserção no início: retorna a lista atualizada */
Elemento* lista_insere(Elemento* lista, int val)
{
   Elemento* novo = (Elemento*) malloc(sizeof(Elemento));
   novo->info = val;
   novo->prox = lista;
   return novo;
}
```

1. Aloca memória para armazenar o elemento;

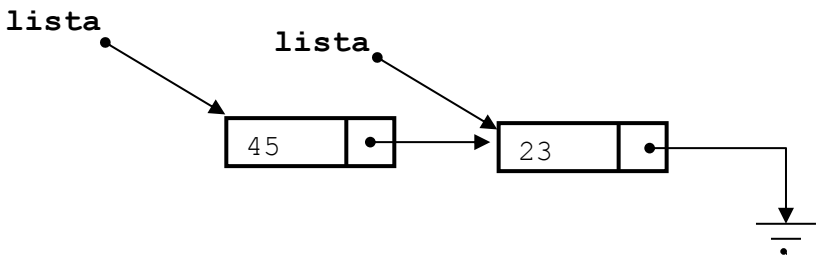
2. Encadeia o elemento na lista existente;



Listas Encadeadas – Exemplo

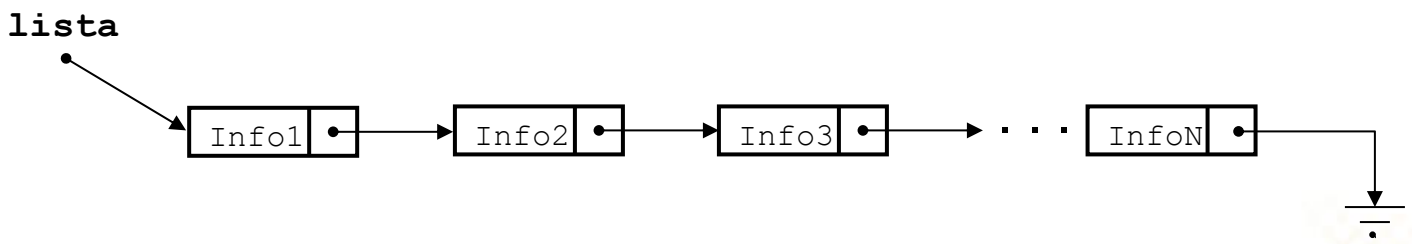
```
int main(void)
{
   Elemento* lista;       /* declara uma lista não inicializada */
   lista = lista_cria(); /* cria e inicializa lista como vazia */

   lista = lista_insere(lista, 23); /* insere o elemento 23 */
   lista = lista_insere(lista, 45); /* insere o elemento 45 */
   ...
   return 0;
}
```



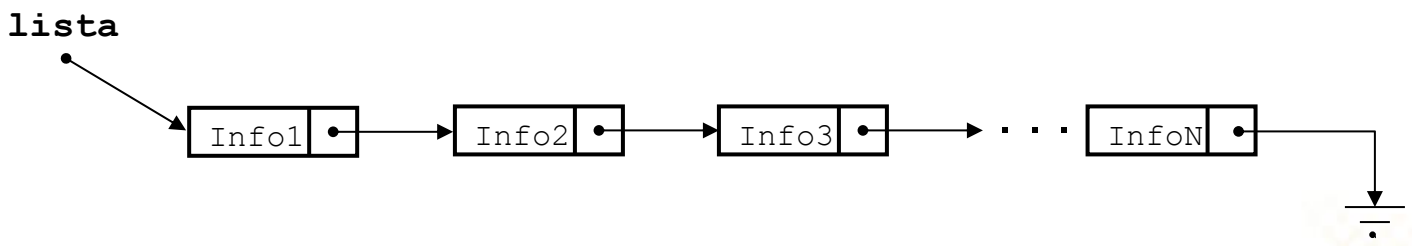
Listas Encadeadas – Impressão

```
/* função imprime: imprime valores dos elementos */
void lista_imprime(Elemento* lista)
{
   Elemento* p;
   for (p = lista; p != NULL; p = p->prox)
      printf("info = %d\n", p->info);
}
```



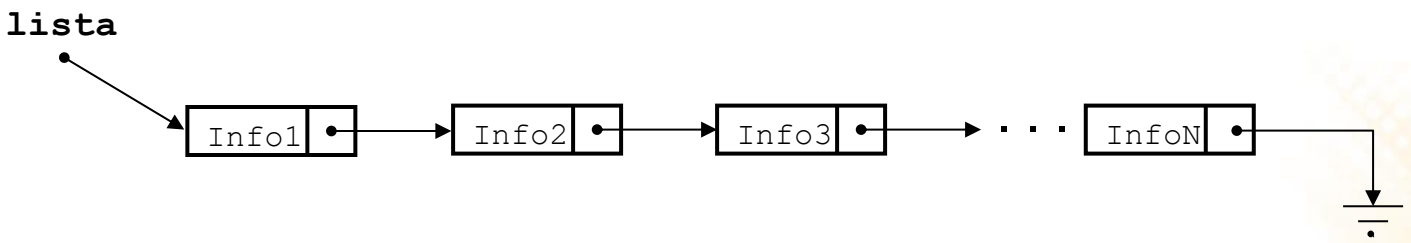
Listas Encadeadas – Teste Vazia

```
/* função vazia: retorna 1 se vazia ou 0 se não vazia */
int lista_vazia(Elemento* lista)
{
   if (lista == NULL)
      return 1;
   else
      return 0;
}
```



Listas Encadeadas – Busca

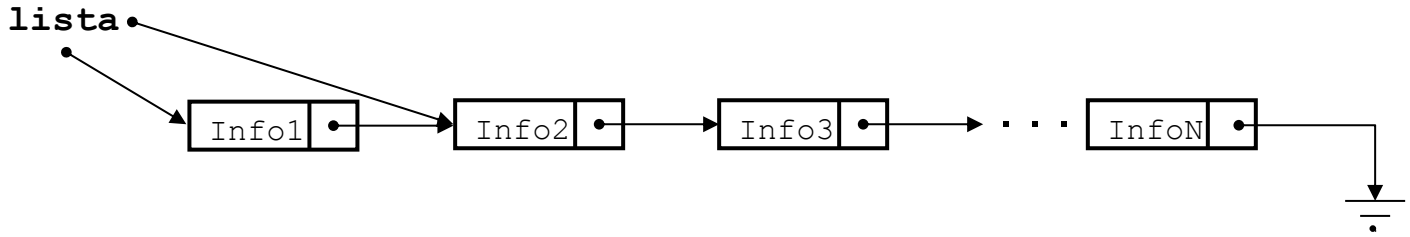
```
/* função busca: busca um elemento na lista */
Elemento* busca (Elemento* lista, int v)
{
   Elemento* p;
   for (p = lista; p != NULL; p = p->prox)
   {
      if (p->info == v)
         return p;     /* achou o elemento */
   }
   return NULL;        /* não achou o elemento */
}
```



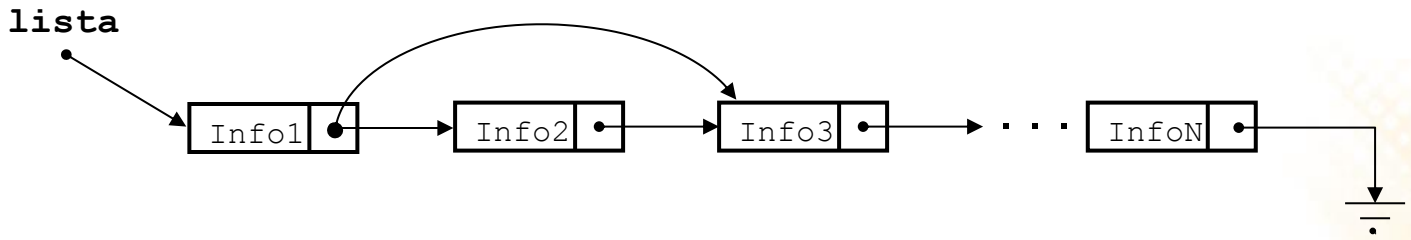
Listas Encadeadas – Remover

- Recebe como entrada a lista e o valor do elemento a retirar

- Se o elemento a ser removido for o primeiro, atualiza o ponteiro da lista:



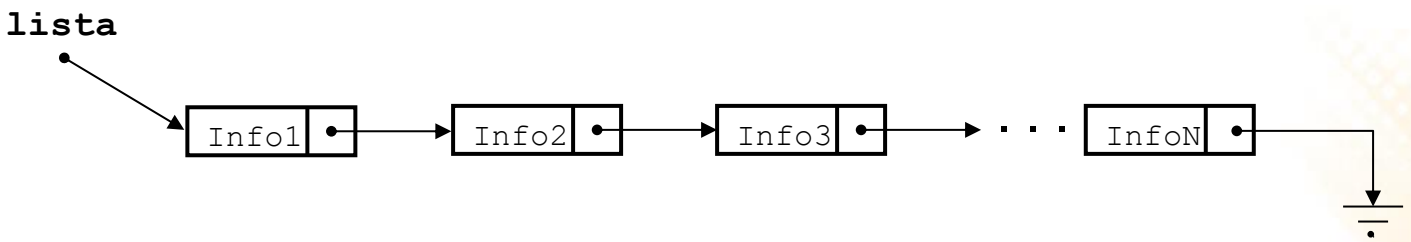
- Caso contrário, apenas remove o elemento da lista:



```c
/* função retira: retira elemento da lista */
Elemento* lista_retira(Elemento* lista, int val)
{
   Elemento* a = NULL;     /* ponteiro para elemento anterior */
   Elemento* p = lista;    /* ponteiro para percorrer a lista */
   while ((p != NULL) && (p->info != val))
   {
      a = p;
      p = p->prox;
   }
   if (p == NULL)          /* não achou: retorna lista original */
      return lista;
   if (a == NULL)          /* retira elemento do inicio */
      lista = p->prox;
   else
      a->prox = p->prox; /* retira elemento do meio da lista */
   free(p);
   return lista;
}
```

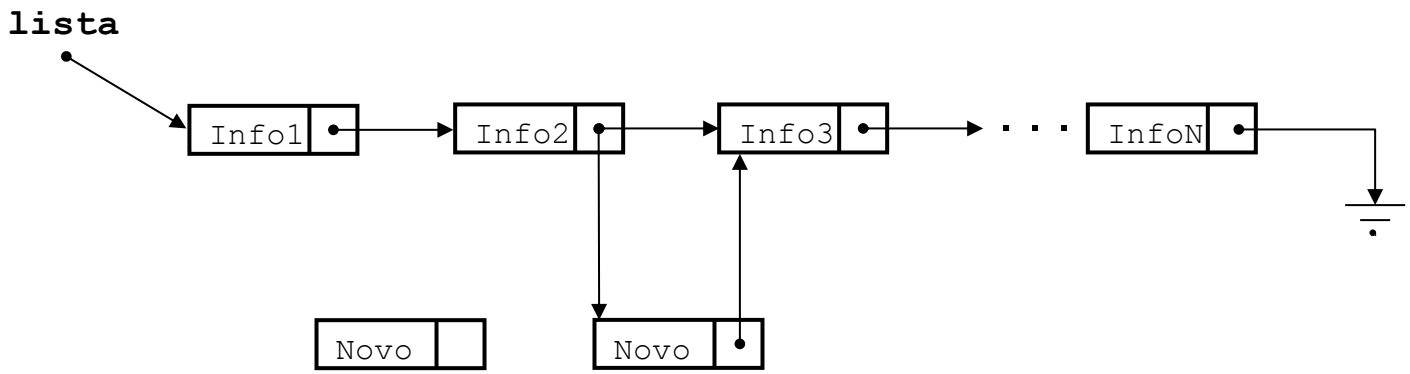
Listas Encadeadas – Libera Lista

```
/* funcao libera: libera todos os elementos alocados da lista */
void lista_libera(Elemento* lista)
{
   Elemento* p = lista;
   Elemento* t;
   while (p != NULL)
   {
      t = p->prox;
      free(p);
      p = t;
   }
}
```



Listas Encadeadas – Manter Ordenação

- A função de inserção percorre os elementos da lista até encontrar a posição correta para a inserção do novo:



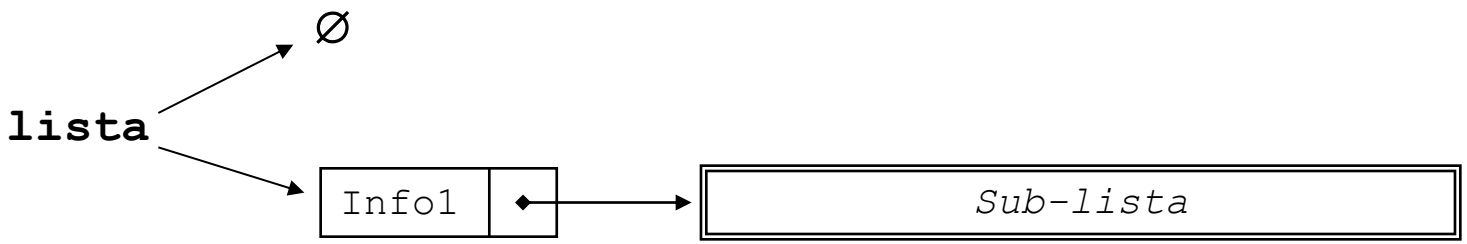
```c
/* função insere_ordenado: insere elemento em ordem */
Elemento* lista_insere_ordenado(Elemento* lista, int val){
   Elemento* novo;
   Elemento* a = NULL;    /* ponteiro para elemento anterior */
   Elemento* p = lista;   /* ponteiro para percorrer a lista */
   while ((p != NULL) && (p->info < val)){
      a = p;              /* procura posição de inserção */
      p = p->prox;
   }
   novo = (Elemento*) malloc(sizeof(Elemento));
   novo->info = val;
   if (a == NULL){
      novo->prox = lista;       /* insere no início da lista */
      lista = novo;
   }else {
      novo->prox = a->prox;     /* insere no meio da lista */
      a->prox = novo;
   }
   return lista;
}
```

Listas Encadeadas – Igualdade

```
/* funcao igualdade: compara se duas listas são iguais */
int lista_igual(Elemento* lista1, Elemento* lista2)
{
   Elemento* p1;        /* ponteiro para percorrer lista1 */
   Elemento* p2;        /* ponteiro para percorrer lista2 */
   for (p1=lista1, p2=lista2; p1 != NULL && p2 != NULL;
                          p1 = p1->prox, p2 = p2->prox)
   {
      if (p1->info != p2->info)
         return 0;
   }
   if (p1 == p2)  /* se ambos forem NULL as listas são iguais */
      return 1;
   else
      return 0;
}
```

Listas Encadeadas: Definição Recursiva

- Uma lista encadeada é:
  - Uma lista vazia; ou
  - Um elemento seguido de uma (sub-)lista.



Listas Encadeadas – Impressão Recursiva

- Se a lista for vazia:
  - não imprima nada
- Caso contrário:
  - imprima a informação associada ao primeiro nó, dada por lista->info;
  - imprima a sub-lista, dada por lista>prox, chamando recursivamente a função;

```
/* Função imprime recursiva */
void lista_imprime_rec(Elemento* lista)
{
   if (lista_vazia(lista) == 0) {
      printf("info: %d\n", lista->info);
      lista_imprime_rec(lista->prox);
   }
}
```

Listas Encadeadas – Impressão Invertida Recursiva

```
/* Função imprime invertido recursiva */
void lista_imprime_inv_rec(Elemento* lista)
{
   if (lista_vazia(lista) == 0) {
      lista_imprime_inv_rec(lista->prox);
      printf("info: %d\n", lista->info);
   }
}
```

Listas Encadeadas – Retira Recursiva

- retire o elemento, se ele for o primeiro da lista (ou da sub-lista);
- caso contrário, chame a função recursivamente para retirar da sub-lista.

```
Elemento* lista_retira_rec(Elemento* lista, int val){
   Elemento* temp;
   if (lista_vazia(lista) == 0){
      if (lista->info == val) {   /* se for o primeiro */
         temp = lista;
         lista = lista->prox;
         free(temp);
      }
      else    /* retira de sub-lista */
         lista->prox = lista_retira_rec(lista->prox,val);
   }
   return lista;
}
```

Listas Encadeadas – Igualdade Recursiva

- Se as duas listas dadas são vazias, são iguais;
- Se não forem ambas vazias, mas uma delas é vazia, são diferentes;
- Se ambas não forem vazias, teste:
    - Se informações associadas aos primeiros nós são iguais; e
    - Se as sub-listas são iguais .

```
int lista_igual_rec(Elemento* lista1, Elemento* lista2)
{
   if (lista_vazia(lista1)==1 && lista_vazia(lista2)==1)
      return 1;
   else if (lista_vazia(lista1)==1 || lista_vazia(lista2)==1)
      return 0;
   else
      return (lista1->info == lista2->info) &&
             lista_igual_rec(lista1->prox, lista2->prox);
}
```

Listas de Tipos Estruturados

- A informação associada a cada nó de uma lista encadeada pode ser mais complexa, sem alterar o encadeamento dos elementos;

- As funções apresentadas para manipular listas de inteiros podem ser adaptadas para tratar listas de outros tipos;

- O campo da informação pode ser representado por um ponteiro para uma estrutura, em lugar da estrutura em si independente da informação armazenada na lista, a estrutura do nó é sempre composta por:
  - um ponteiro para a informação; e
  - um ponteiro para o próximo nó da lista.

Listas de Tipos Estruturados

- Exemplo: Lista Encadeada de Pontos

```
struct ponto{
   float x;
   float y;
};
typedef struct ponto Ponto;

struct elemento {
   Ponto* info;
   struct elemento *prox;
};
typedef struct elemento Elemento;
```

Listas de Tipos Estruturados

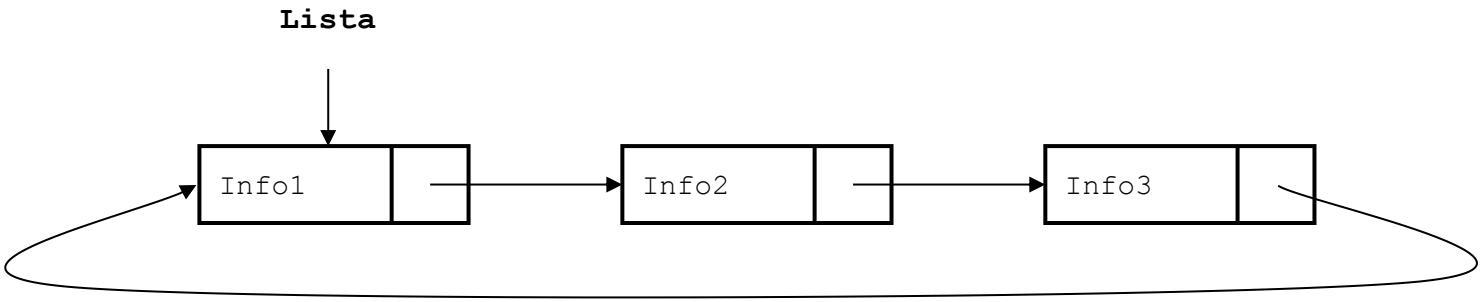
- Exemplo: Inserção em uma lista de pontos

```
/* inserção no início: retorna a lista atualizada */
Elemento* lista_insere(Elemento* lista, float px, float py)
{
   Elemento* p = (Elemento*) malloc(sizeof(Elemento));
   p->info = (Ponto*) malloc(sizeof(Ponto));
   p->info->x = px;
   p->info->y = py;
   p->prox = lista;
   return p;
}
```

Listas Circulares

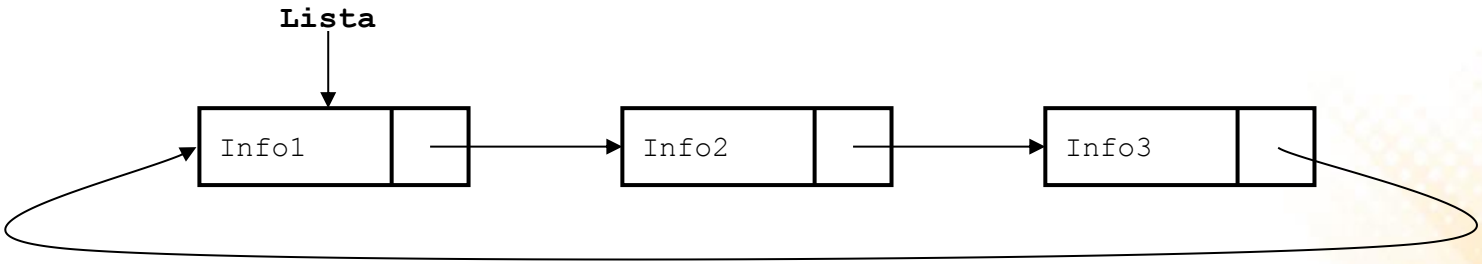
- O último elemento da lista tem como próximo o primeiro elemento da lista, formando um ciclo;

- A lista pode ser representada por um ponteiro para um elemento inicial qualquer da lista;



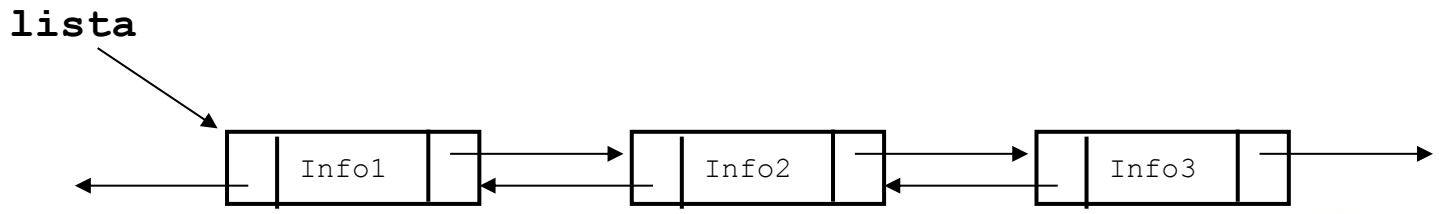
Listas Circulares – Impressão

```
/* função imprime: imprime valores dos elementos */
void listacircular_imprime(Elemento* lista)
{
   Elemento* p = lista;
   if (p != NULL){
      do {
         printf("%d\n", p->info);
         p = p->prox;
      } while (p != lista);
   }
}
```



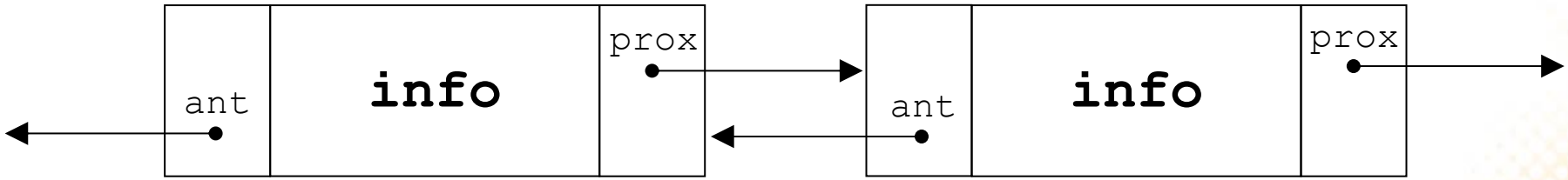
Listas Duplamente Encadeadas

- Cada elemento tem um ponteiro para o próximo elemento e um ponteiro para o elemento anterior;
- Dado um elemento, é possível acessar o próximo e o anterior;
- Dado um ponteiro para o último elemento da lista, é possível percorrer a lista em ordem inversa ;



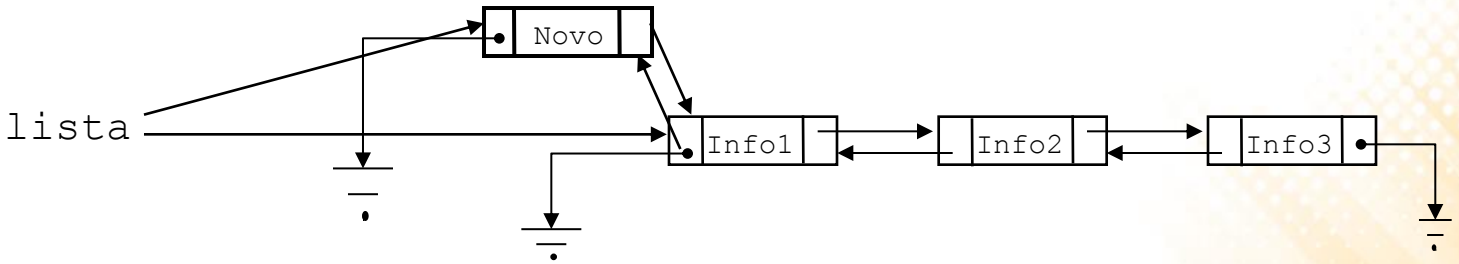
Listas Duplamente Encadeadas

```
struct lista2 {
   int info;
   struct lista2* ant;
   struct lista2* prox;
};
typedef struct lista2 Lista2;
```



Listas Duplamente Encadeadas – Inserção

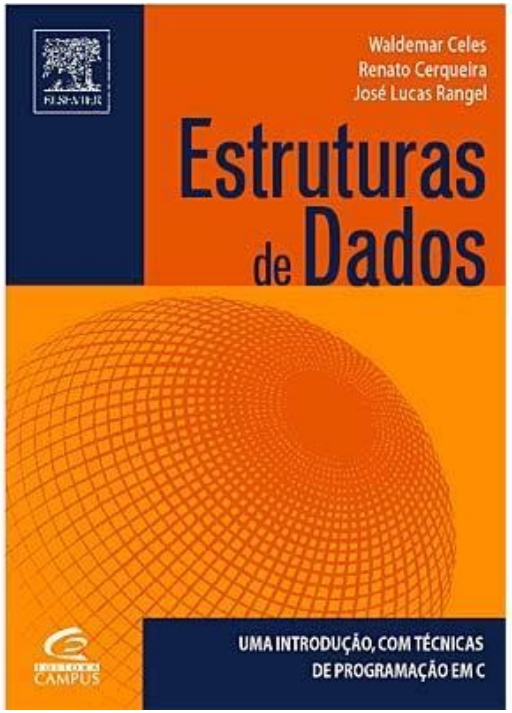
```
/* inserção no início: retorna a lista atualizada */
Lista2* lista2_insere(Lista2* lista, int val)
{
   Lista2* novo = (Lista2*) malloc(sizeof(Lista2));
   novo->info = val;
   novo->prox = lista;
   novo->ant = NULL;
   if (lista != NULL)
      lista->ant = novo;
   return novo;
}
```



Leitura Complementar

- Waldemar Celes, Renato Cerqueira, José Lucas Rangel, **Introdução a Estruturas de Dados**, Editora Campus (2004).

- **Capítulo 10 – Listas Encadeadas**



Exercícios

Lista de Exercícios 09 – Listas Encadeadas

http://www.inf.puc-rio.br/~elima/prog2/