Programação de Computadores II

Cap. 10 – Listas Encadeadas

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

Slides adaptados dos originais dos profs.: Marco Antonio Casanova e Marcelo Gattass (PUC-Rio)

Referências

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

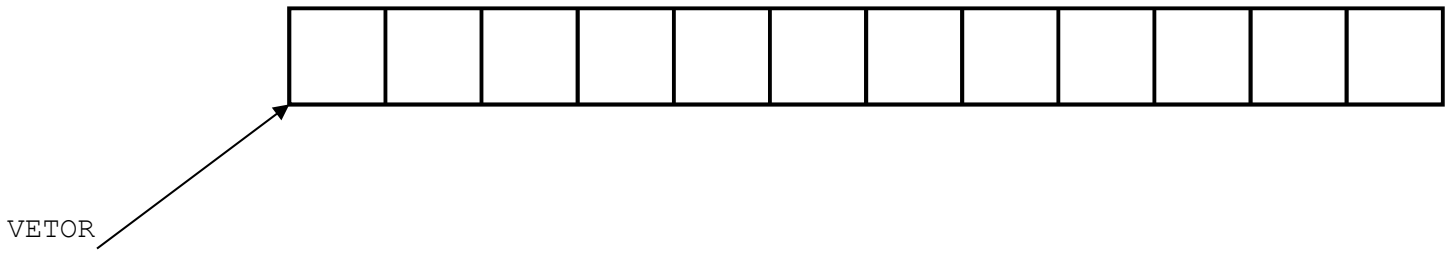
Capítulo 10 – Listas encadeadas

Tópicos

- Motivação
- Listas encadeadas

Motivação

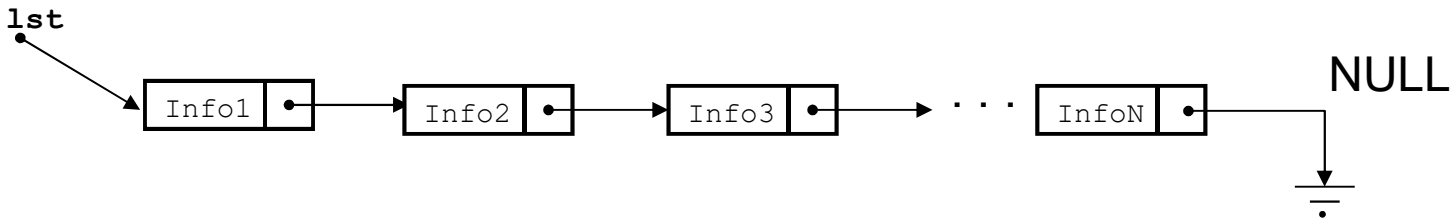
- Vetor
  - ocupa um espaço contíguo de memória
  - permite acesso randômico aos elementos
  - deve ser dimensionado com um número máximo de elementos



Motivação

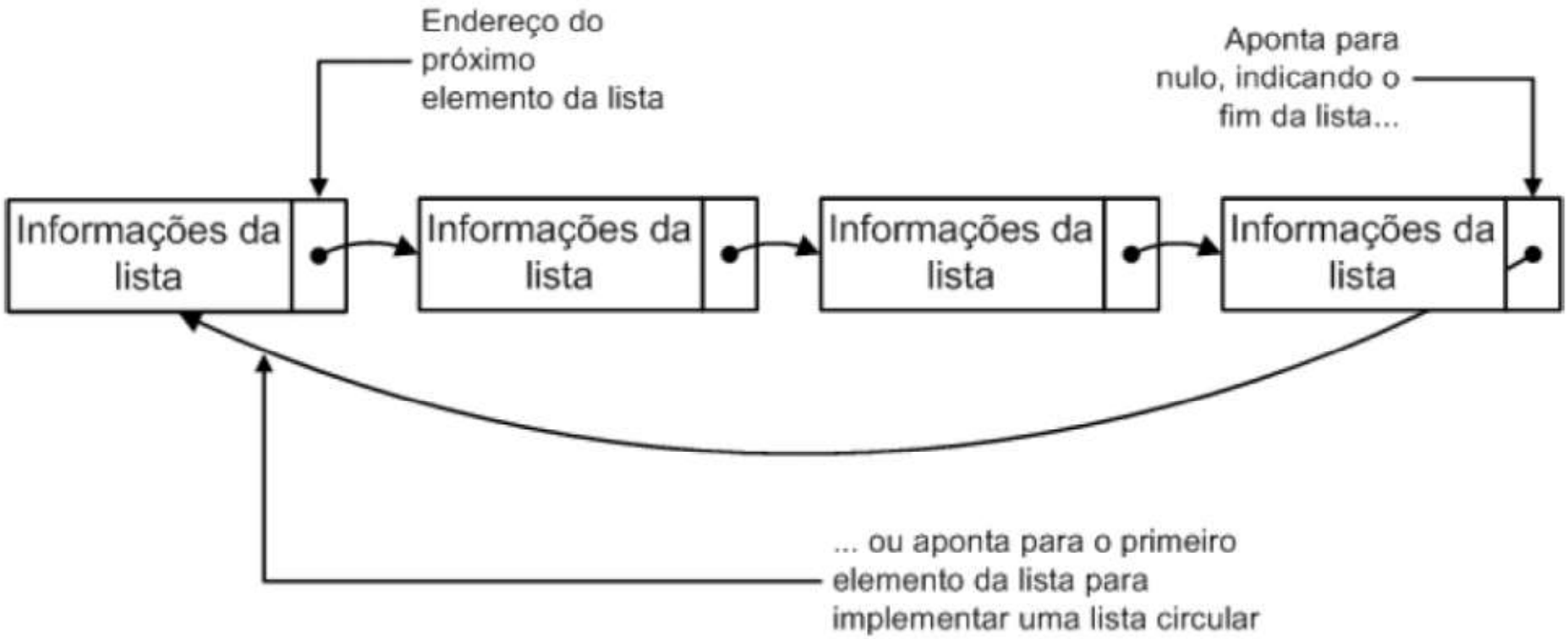
- Estruturas de dados dinâmicas:
  - crescem (ou decrescem) à medida que elementos são inseridos (ou removidos)
  - Exemplo:
    - listas encadeadas:
      - amplamente usadas para implementar outras estruturas de dados

Listas Encadeadas



- Lista encadeada:
  - sequência encadeada de elementos, chamados de *nós da lista*
  - nó da lista é representado por dois campos:
    - a informação armazenada e
    - o 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



(Estrutura de Dados com Algoritmos e C, Marcos Laureano, 2012)

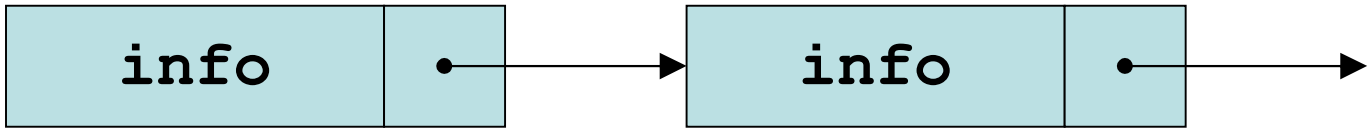
Listas Encadeadas

- Estruturas encadeadas dinâmicas possuem tamanho variável, pois diferentemente de vetores dinâmicos, sua memória é reservada por elemento e não para toda a estrutura

- Listas encadeadas podem ser simplesmente ou duplamente encadeadas
  - uma lista simplesmente encadeada contém um elo (endereço) com o próximo item da lista
  - uma lista duplamente encadeada contém elos (endereços) com o elemento anterior e com o elemento posterior a ele

Estrutura com ponteiro para ela mesma

```
struct lista {
    int info;
    struct lista* prox;
};
typedef struct lista Lista;
```



Exemplo: Lista de inteiros

```
struct lista {
   int info;
   struct lista* prox;
};
typedef struct lista Lista;
```

1. **`Lista`** é uma estrutura auto-referenciada, pois o campo **`prox`** é um ponteiro para uma próxima estrutura do mesmo tipo.

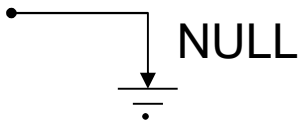
2. uma lista encadeada é representada pelo ponteiro para seu primeiro elemento, do tipo **`Lista*`**

Exemplo: Lista de inteiros (outra forma)

```
typedef struct lista Lista;

struct lista {
   int info;
   Lista *prox;
};
```

Listas Encadeadas de inteiros: Criação

```
/* função de criação: retorna uma lista vazia */
Lista* lst_cria (void)
{
   return NULL;
}
```

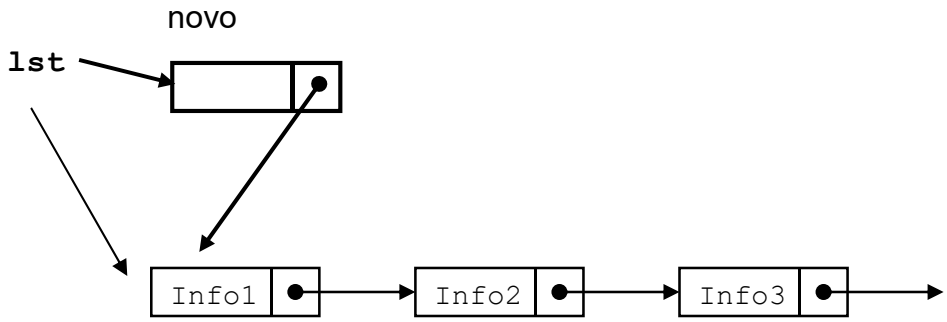


Cria uma lista vazia, representada pelo ponteiro NULL

Listas encadeadas de inteiros: Inserção

- aloca memória para armazenar o elemento

- encadeia o elemento na lista existente



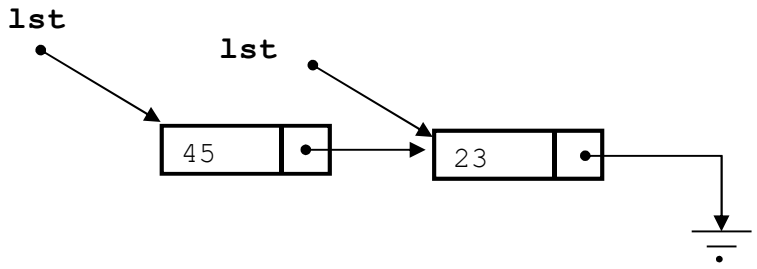

```
/* inserção no início: retorna a lista atualizada */
Lista* lst_insere (Lista* lst, int val)
{
   Lista* novo = (Lista*) malloc(sizeof(Lista));
   novo->info = val;
   novo->prox = lst;
   return novo;
}
```

Listas Encadeadas: exemplo

- cria uma lista inicialmente vazia e insere novos elementos

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

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

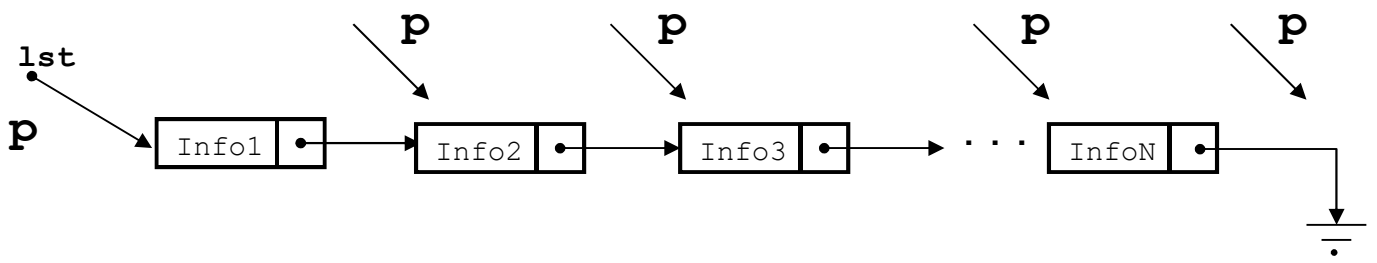
deve-se atualizar a variável que representa a lista a cada inserção de um novo elemento.



Listas Encadeadas: impressão

- Imprime os valores dos elementos armazenados

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



Listas Encadeadas: Teste de vazia

- Retorna 1 se a lista estiver vazia ou 0 se não estiver vazia

```
/* função vazia: retorna 1 se vazia ou 0 se não vazia */
int lst_vazia (Lista* lst)
{
   return (lst == NULL);
}
```

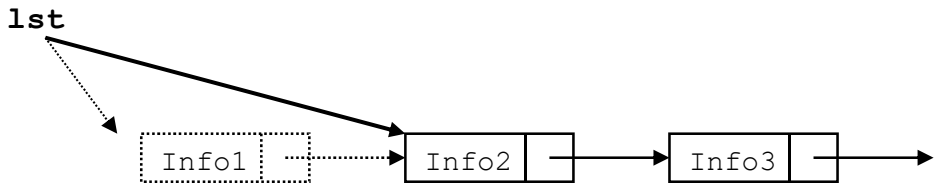
Listas Encadeadas: busca

- recebe a informação referente ao elemento a pesquisar
- retorna o ponteiro do nó da lista que representa o elemento, ou NULL, caso o elemento não seja encontrado na lista

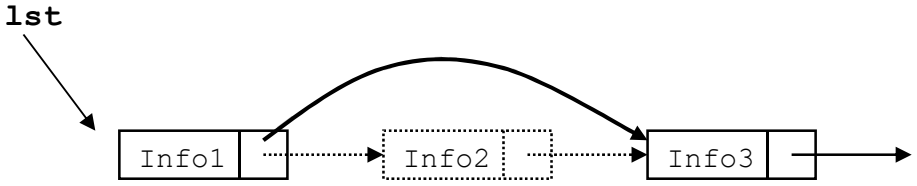
```
/* função busca: busca um elemento na lista */
Lista* busca (Lista* lst, int v)
{ Lista* p;
   for (p=lst; p!=NULL; p = p->prox) {
      if (p->info == v)
         return p;
   }
   return NULL;        /* não achou o elemento */
}
```

Listas Encadeadas: remover um elemento

- recebe como entrada a lista e o valor do elemento a retirar
- atualiza o valor da lista, se o elemento removido for o primeiro



- caso contrário, apenas remove o elemento da lista



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

Listas Encadeadas: Libera a lista

- destrói a lista, liberando todos os elementos alocados

```
void lst_libera (Lista* lst)
{
   Lista* p = lst; Lista* t;
   while (p != NULL) {
      t = p->prox;   /* guarda referência p/ próx. elemento      */
      free(p);              /* libera a memória apontada por p          */
      p = t;                /* faz p apontar para o próximo             */
   }
}
```

TAD Listas Encadeadas de Inteiros

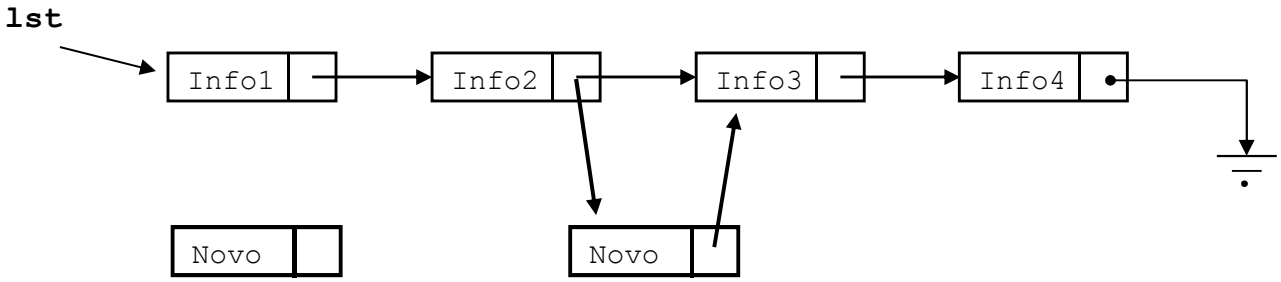
```
/* TAD: lista de inteiros */

typedef struct lista Lista;

Lista* lst_cria (void);
void lst_libera (Lista* lst);

Lista* lst_insere (Lista* lst, int val);
Lista* lst_retira (Lista* lst, int val);

int lst_vazia (Lista* lst);
Lista* lst_busca (Lista* lst, int val);
void lst_imprime (Lista* lst);
```

programa que utiliza as funções de lista exportadas

```
#include <stdio.h>
#include "lista.h"
int main (void)
{
   Lista* lst;                /* declara uma lista não iniciada */
   lst=lst_cria();            /* inicia lista vazia             */
   lst=lst_insere(lst,23);    /* insere na lista o elemento 23  */
   lst=lst_insere(lst,45);    /* insere na lista o elemento 45  */
   lst=lst_insere(lst,56);    /* insere na lista o elemento 56  */
   lst=lst_insere(lst,78);    /* insere na lista o elemento 78  */
   lst_imprime(lst);          /* imprimirá: 78 56 45 23         */
   lst=lst_retira(lst,78);
   lst_imprime(lst);          /* imprimirá: 56 45 23            */
   lst=lst_retira(lst,45);
   lst_imprime(lst);          /* imprimirá: 56 23               */
   lst_libera(lst);
   return 0;
}
```

Listas Encadeadas

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



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

Igualdade de listas

```
int lst_igual (Lista* lst1, Lista* lst2);
```

- implementação não recursiva
  - percorre as duas listas, usando dois ponteiros auxiliares:
    - se duas informações forem diferentes,
      as listas são diferentes
  - ao terminar uma das listas (ou as duas):
    - se os dois ponteiros auxiliares são NULL,
      as duas listas têm o mesmo número de elementos e são iguais

Listas iguais: não recursiva

```
int lst_igual (Lista* lst1, Lista* lst2)
{
   Lista* p1;      /* ponteiro para percorrer l1 */
   Lista* p2;      /* ponteiro para percorrer l2 */
   for (p1=lst1, p2=lst2;
          p1 != NULL && p2 != NULL;
          p1 = p1->prox, p2 = p2->prox)
   {
      if (p1->info != p2->info) return 0;
   }
   return p1==p2;
}
```

Exercício

Considere listas encadeadas que armazenam estruturas do tipo Compromisso. Cada elemento da lista é do tipo Elemento, descrito abaixo:

```
typedef struct elemento {
   Compromisso compr;      /*  Compromisso armazenado          */
   struct elemento *prox;  /*  Ponteiro para o próximo elemento  */
} Elemento;
```

Escreva uma função que busque em uma lista encadeada a quantidade de elementos (nodos) que são de um determinado mês. A função recebe como parâmetro o ponteiro para a lista e o mês de interesse e retorna o número de compromissos no mês. O protótipo da função é:

```
int busca(Elemento* lst, int mes);
```

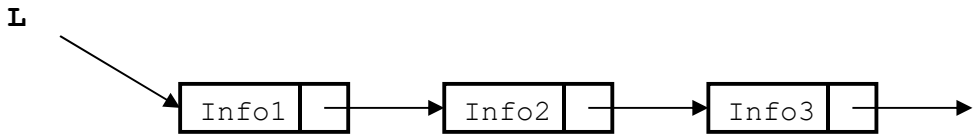
```
typedef struct data {
   int dd, mm, aa;        /*  Dia, mes e ano              */
} Data;

typedef struct compromisso {
   char descricao[81];    /*  Descricao do compromisso    */
   Data dta;              /*  Data do compromisso         */
} Compromisso;

typedef struct elemento {
   Compromisso compr;         /*  Compromisso armazenado          */
   struct elemento *prox;   /*  Ponteiro para o próximo elemento    */
}  Elemento;
```

```
int busca(Elemento* lst, int mes);
Elemento* lista_insere (Elemento* lst, char *descricao, int dia, int mes, int ano);

int busca(Elemento* lst, int mes){
    Elemento *ptr;
    int cont=0;
     for (ptr = lst; ptr != NULL; ptr = ptr->prox) {
        if (ptr->compr.dta.mm == mes)
            cont++;
    }
    return cont;
}
Elemento* listaInsere (Elemento* lst, char *descricao, int dia, int mes, int ano)  {
   Elemento* novo = (Elemento*) malloc(sizeof(Elemento));
   strcpy(novo->compr.descricao, descricao);
   novo->compr.dta.dd = dia;
   novo->compr.dta.mm = mes;
   novo->compr.dta.aa = ano;
   novo->prox = lst;
   return novo;
}
```

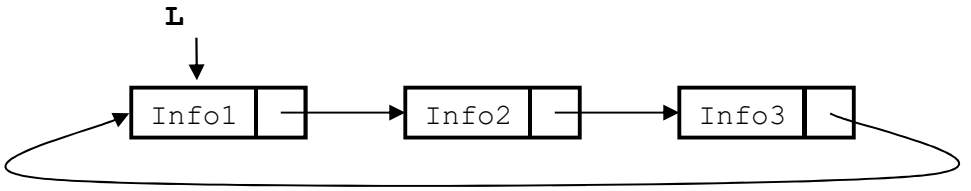
```
main(void) {
   Elemento *lista=NULL;
   Elemento *primeiro;
   lista = listaInsere(lista, "compromisso um",25,11,10);
   lista = listaInsere(lista, "compromisso dois",30,11,10);
   lista = listaInsere(lista, "compromisso tres",01,12,10);
   printf("\nNumero de compromissos no mes 11=%d\n",busca(lista,11));
}
```

Outras implementações

Listas encadeadas



Listas circulares



Listas duplamente encadeadas