AULA 05
ESTRUTURA DE DADOS

Lista ligada (implementação estática)

Norton T. Roman & Luciano A. Digiampietri

Lista linear sequencial

Na última aula aprendemos listas lineares sequenciais.

Realizamos a inserção ordenada pela chave:

- A busca era feita de maneira eficiente (busca binária);
- Porém a inserção e a exclusão eram custosas, pois potencialmente precisariam deslocar vários elementos.

Lista ligada

Para evitar o deslocamento de elementos durante a inserção e a exclusão utilizaremos uma lista ligada:

- É uma estrutura linear (cada elemento possui no máximo um predecessor e um sucessor);
- A ordem lógica dos elementos (a ordem “vista” pelo usuário) não é a mesma ordem física (em memória principal) dos elementos.
- Cada elemento precisa indicar quem é o seu sucessor.

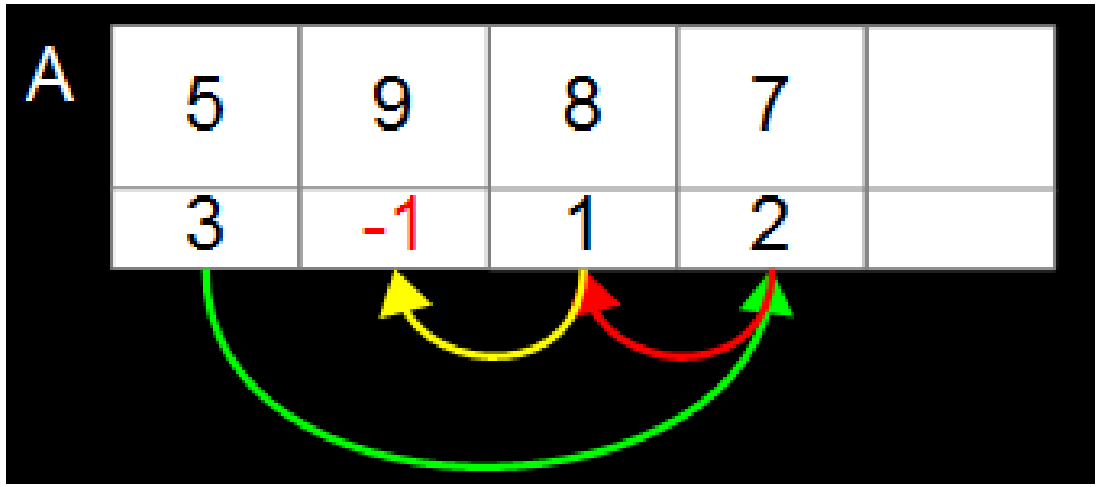
Lista ligada (implementação estática)

Chamaremos de lista ligada implementação estática, porque nossos registros serão armazenados em um arranjo criado inicialmente.

Adicionalmente, cada elemento da nossa lista terá um campo para indicar a posição (no arranjo) de seu sucessor.

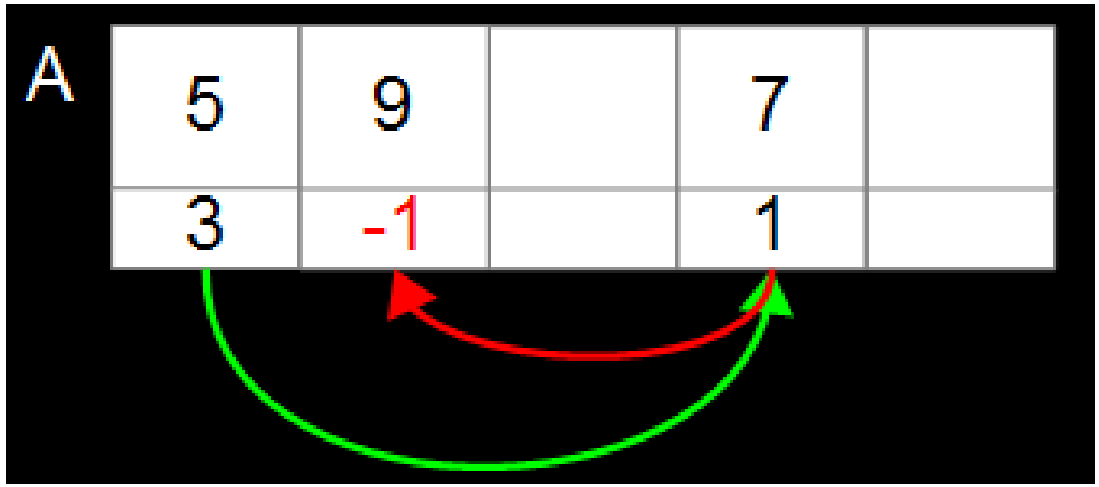
Lista ligada (ideia geral)

Temos um arranjo de elementos
Cada elemento indica seu sucessor



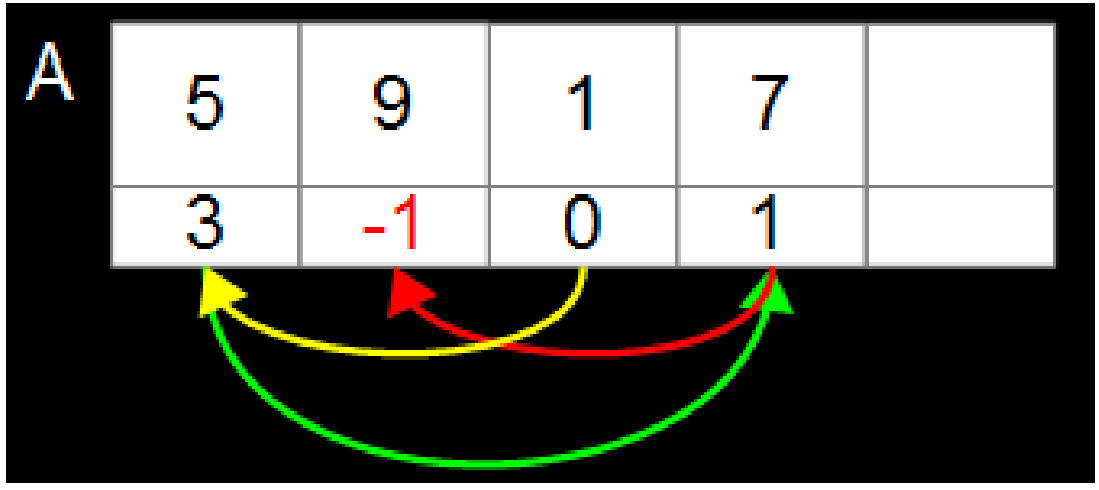
Lista ligada (ideia geral)

Temos um arranjo de elementos
Cada elemento indica seu sucessor
Como excluímos o elemento 8?



Lista ligada (ideia geral)

Temos um arranjo de elementos
Cada elemento indica seu sucessor
Como excluímos o elemento 8?
Como inserimos o elemento 1?



Lista ligada (ideia geral)

Precisamos tomar alguns cuidados:

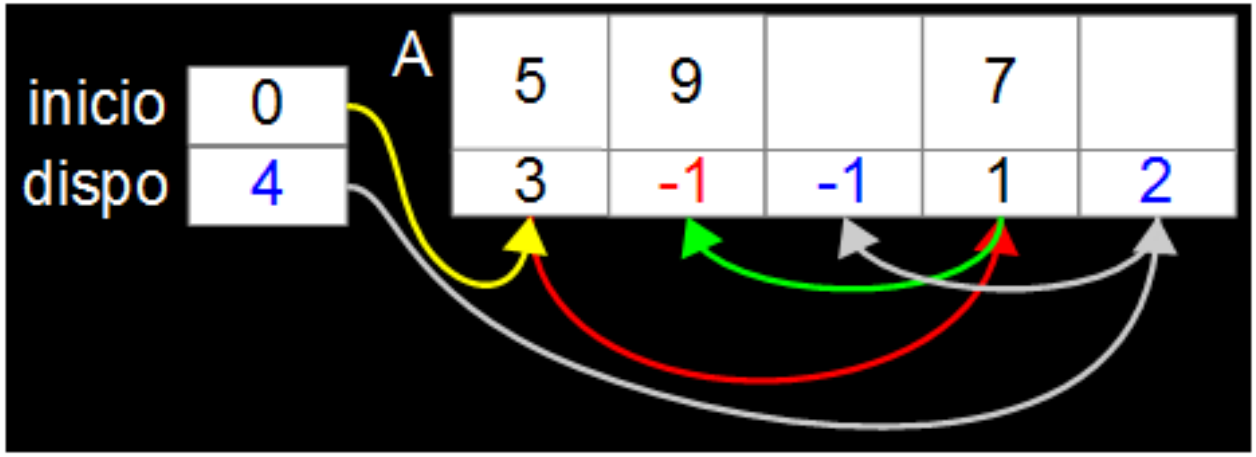
- Precisamos saber onde está o primeiro elemento;
- Precisamos saber quais são os elementos disponíveis.

Modelagem

```
#include <stdio.h>
#define MAX 50
#define INVALIDO -1
#define true 1
#define false 0
typedef int bool;

typedef int TIPOCHAVE;

typedef struct{
  TIPOCHAVE chave;
  // outros campos...
} REGISTRO;
```

```
typedef struct{
  REGISTRO reg;
  int prox;
} ELEMENTO;

typedef struct {
  ELEMENTO A[MAX];
  int inicio;
  int dispo;
} LISTA;
```

Modelagem



Funções de gerenciamento

Implementaremos funções para:

- Inicializar a estrutura
- Retornar a quantidade de elementos válidos
- Exibir os elementos da estrutura
- Buscar por um elemento na estrutura
- Inserir elementos na estrutura
- Excluir elementos da estrutura
- Reinicializar a estrutura

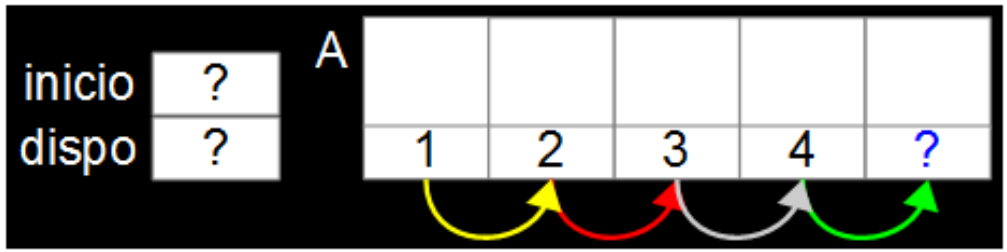
Inicialização

Para inicializarmos nossa lista ligada, precisamos:

- Colocar todos os elementos na “lista” de disponíveis;
- Acertar a variável *dispo* (primeiro item disponível);
- Acertar a variável *inicio* (para indicar que não há nenhum item válido);

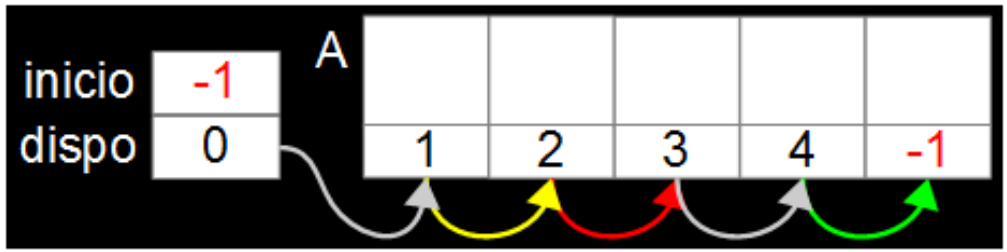
Inicialização

```
void inicializarLista(LISTA* l) {
  int i;
  for (i=0; i<MAX-1; i++)
    l->A[i].prox = i + 1;



}
```



Inicialização

```
void inicializarLista(LISTA* l) {
  int i;
  for (i=0; i<MAX-1; i++)
    l->A[i].prox = i + 1;
  l->A[MAX-1].prox=INVALIDO;
  l->inicio=INVALIDO;
  l->dispo=0;
}
```



Retornar número de elementos

Já que optamos por não criar um campo com o número de elementos na lista, precisaremos percorrer todos os elementos válidos para contar quantos são.

Retornar número de elementos

```
int tamanho(LISTA* l) {
  int i = l->inicio;
  int tam = 0;
  while (i != INVALIDO) {
    tam++;
    i = l->A[i].prox;
  }
  return tam;
}
```

Exibição/Impressão

Para exibir os elementos da estrutura precisaremos iterar pelos elementos válidos e, por exemplo, imprimir suas chaves.

Exibição/Impressão

```
void exibirLista(LISTA* l) {
  int i = l->inicio;
  printf("Lista: \" ");
  while (i != INVALIDO) {
    printf("%i ", l->A[i].reg.chave);
    i = l->A[i].prox;
  }
  printf("\"\n");
}
```

Buscar por elemento

A função de busca deverá:

- Receber uma chave do usuário
- Retornar a posição em que este elemento se encontra no arranjo (caso seja encontrado)
- Retornar *INVALIDO* caso não haja um registro com essa chave na lista

Busca sequencial

```
int buscaSequencial(LISTA* l, TIPOCHAVE ch) {
  int i = l->inicio;
  while (i != INVALIDO) {
    if (l->A[i].reg.chave == ch) return i;
    i = l->A[i].prox;
  }
  return INVALIDO;
}
```

Busca sequencial (lista ordenada)

```
int buscaSequencialOrd(LISTA* l, TIPOCHAVE ch) {
  int i = l->inicio;
  while (i != INVALIDO && l->A[i].reg.chave < ch)
     i = l->A[i].prox;
  if (i != INVALIDO && l->A[i].reg.chave == ch)
     return i;
  else return INVALIDO;
}
```

Buscar por elemento

É possível fazer uma busca mais eficiente (como a busca binária)?

Não.

Neste tipo de estrutura ligada não é possível acessar de maneira eficiente um elemento arbitrário (por exemplo, o elemento do meio da lista).

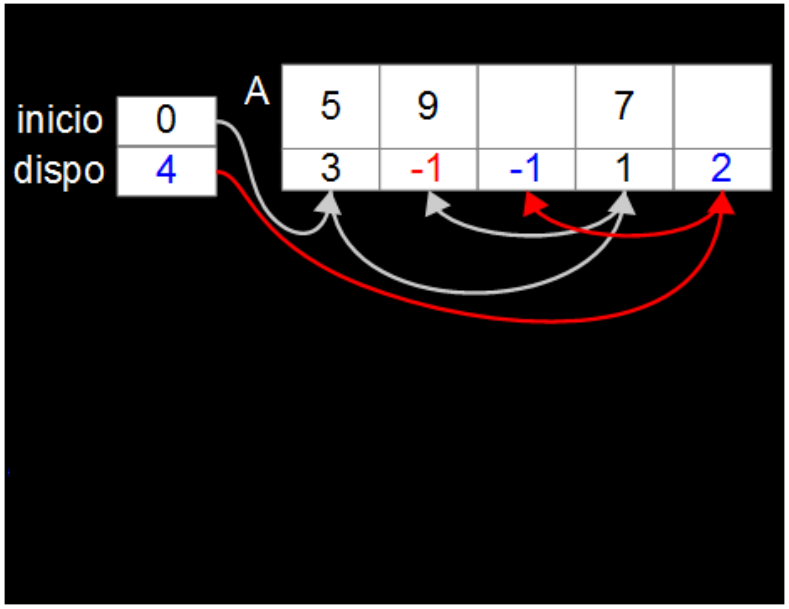
Inserção de um elemento

O usuário passa como parâmetro um registro a ser inserido na lista

- Realizaremos a inserção ordenada pelo valor da chave do registro passado e não permitiremos a inserção de elementos repetidos;
- Na inserção precisamos identificar entre quais elementos o novo elemento será inserido;
- O novo elemento será inserido no lugar do primeiro que estiver na lista de disponíveis.

Inserção ordenada

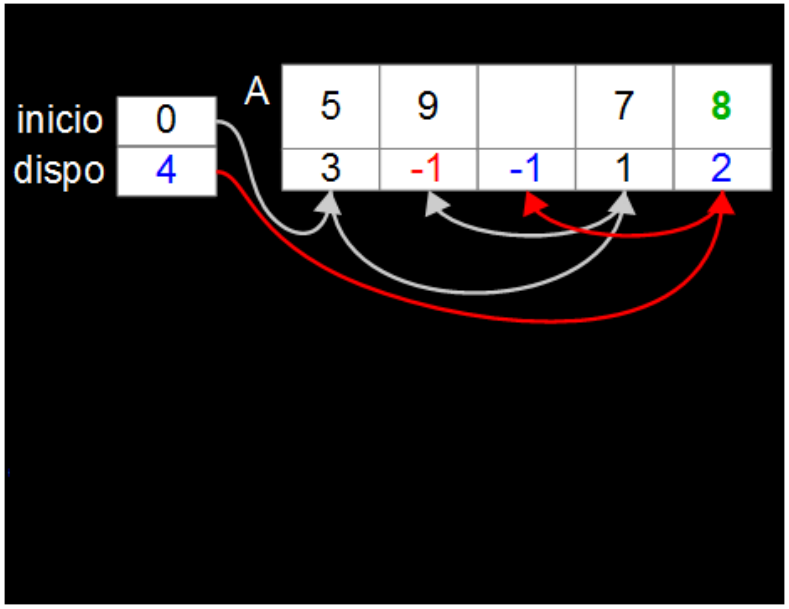
Queremos inserir o 8



Inserção ordenada

Queremos inserir o 8

Ele será inserido na primeira posição disponível (posição física)

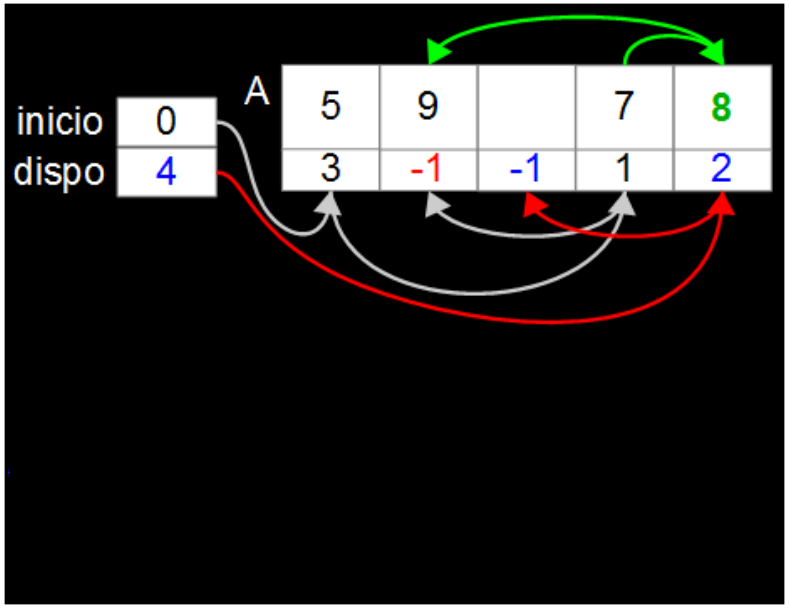


Inserção ordenada

Queremos inserir o 8

Ele será inserido na primeira posição disponível (posição física)

Temos que descobrir entre quais elementos será inserido (ordem lógica)



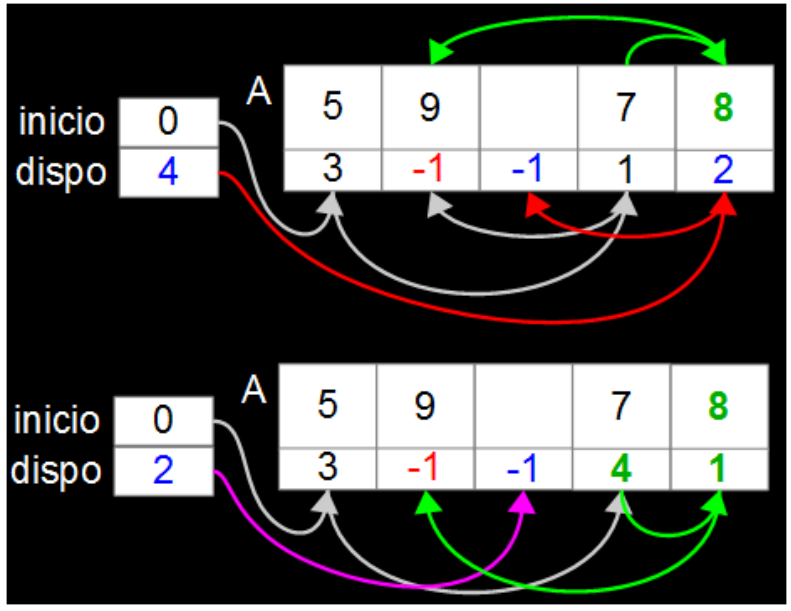
Inserção ordenada

Queremos inserir o 8

Ele será inserido na primeira posição disponível (posição física)

Temos que descobrir entre quais elementos será inserido (ordem lógica)

Temos que acertar os “ponteiros”



Inserção ordenada

Iniciaremos por uma função auxiliar que retira o primeiro elemento da lista de disponíveis e retorna sua posição no arranjo.

Inserção ordenada - função auxiliar

```
int obterNo(LISTA* l) {
  int resultado = l->dispo;
  if (l->dispo != INVALIDO)
    l->dispo = l->A[l->dispo].prox;
  return resultado;
}
```

Inserção ordenada - parte 1

```
bool inserirElemListaOrd(LISTA* l, REGISTRO reg) {
  if (l->dispo == INVALIDO) return false;
  int ant = INVALIDO;
  int i = l->inicio;
  TIPOCHAVE ch = reg.chave;
  while ((i != INVALIDO) && (l->A[i].reg.chave<ch)){
    ant = i;
    i = l->A[i].prox;
  }
  if (i!=INVALIDO && l->A[i].reg.chave==ch) return false;
```

Inserção ordenada - parte 2

```
  i = obterNo(l);
  l->A[i].reg = reg;
  if (ant == INVALIDO) {
    l->A[i].prox = l->inicio;
    l->inicio = i;
  } else {
    l->A[i].prox = l->A[ant].prox;
    l->A[ant].prox = i;
  }
  return true;
}
```

Exclusão de um elemento

O usuário passa a chave do elemento que ele quer excluir
Se houver um elemento com esta chave na lista, "exclui este elemento" da lista de elementos válidos e o insere na lista de disponíveis. Adicionalmente, acerta os ponteiros envolvidos e retorna *true*.
Caso contrário, retorna *false*

Exclusão de um elemento

```
bool excluirElemLista(LISTA* l, TIPOCHAVE ch) {
  int ant = INVALIDO;
  int i = l->inicio;
  while ((i != INVALIDO) && (l->A[i].reg.chave<ch)) {
    ant = i;
    i = l->A[i].prox;
  }
  if (i==INVALIDO || l->A[i].reg.chave!=ch) return false;
  if (ant == INVALIDO) l->inicio = l->A[i].prox;
  else l->A[ant].prox = l->A[i].prox;
  devolverNo(l,i);
  return true;
}
```

Exclusão de um elemento - função auxiliar

Desejamos devolver um elemento para a lista de disponíveis

Em que posição da lista iremos colocar esse elemento?

Na que é mais fácil de inserir: no início

Exclusão de um elemento - função auxiliar

```
void devolverNo(LISTA* l, int j) {
     l->A[j].prox = l->dispo;
     l->dispo = j;
}
```

Reinicialização da lista

Para reinicializar a estrutura basta chamarmos a função de inicialização.

Reinicialização da lista

```
void reinicializarLista(LISTA* l) {
  inicializarLista(l);
}
```

AULA 05
ESTRUTURA DE DADOS

Lista ligada (implementação estática)

Norton T. Roman & Luciano A. Digiampietri