UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS CURSO DE **SISTEMA DE INFORMAÇÃO** ESTRUTURA DE DADOS 1	UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS | UEMG UNIDADE ITUIUTABA

LISTAS LINEARES

Prof. Walteno Martins Parreira Júnior

www.waltenomartins.com.br

waltenomartins@yahoo.com

2015

SUMÁRIO

1 - LISTAS LINEARES

1.1 - Introdução

Uma lista é uma forma de agrupar itens com a finalidade de melhorar sua manipulação. Em nosso dia-a-dia é comum utilizarmos as listas como forma de organizarmos algumas tarefas.

É a propriedade seqüencial de uma lista linear que é a base para a sua definição e para o seu uso. Observamos que em uma lista linear existe um início, onde está o primeiro elemento; e um final, onde encontramos o último elemento. A disciplina de acesso, ou seja, a forma pela qual se realizam as operações de inserção e de remoção de elementos nas listas é o que determinam algumas classificações das listas existentes.

1.2 - Definição de lista

Uma lista linear é uma coleção L: [a_1, a_2, ..., a_n] com $n \geq 0$, cuja propriedade estrutural baseia-se apenas na posição relativa dos elementos, que são dispostos linearmente.

Se $n \geq 0$, onde n representa o número de elementos, temos:

- a_1 é o primeiro elemento da lista;
- a_n é o último elemento da lista;
- para cada i, $1< i < n$, o elemento a_i é precedido por a_{i-1} e seguido por a_{i+1}.

Quando n = 0, dizemos que a lista é vazia.

Em outras palavras, a característica fundamental de uma lista linear é o sentido de ordem unidimensional dos elementos que a compõem. Uma ordem que nos permite dizer com precisão onde a coleção inicia e onde termina, sem nenhuma possibilidade de dúvida.

Entre as diversas operações que podemos realizar sobre listas, temos:

- acessar um elemento qualquer da lista;
- inserir um elemento em uma posição específica da lista;
- remover um elemento de uma posição específica da lista;
- combinar duas listas em uma única lista;
- dividir uma lista em duas novas listas;
- obter cópia de uma lista;
- calcular o total de elementos na lista;
- ordenar os elementos da lista;
- apagar uma lista

1.3 - Lista Seqüencial

Uma lista é seqüencial se para cada componente da lista, o sucessor deste componente estiver armazenado na posição física seguinte na lista.

Exemplo:

Seja L uma lista de números pares dispostos na ordem crescente de seus valores.

L = [0, 4, 10, 18]

0	4	10	18

Armazenamento físico da lista L

para inserir o elemento 14 na lista L, temos:

0	4	10	14	18

para remover o elemento 4 da lista L, temos:

0	10	14	18

No exemplo acima podemos observar que:

- A ordem lógica dos dados coincide com a ordem física dos mesmos;
- A inserção e remoção de elementos exigem considerável movimentação de dados;
- A implementação de listas seqüenciais é realizada utilizando-se vetores (Arrays) ou arquivos (Files);
- Nestas implementações, o tamanho da lista precisa ser conhecido e alocado antecipadamente.

1.4 - Listas Lineares Ligadas ou Listas Encadeadas

São listas formadas por seqüências de elementos, e que estão organizadas em uma determinada ordem, de tal forma, que o armazenamento lógico não coincide necessariamente com o armazenamento físico. Neste caso, em vez de manter os elementos em células consecutivas, podem-se utilizar qualquer célula para guardar os elementos da lista. Para preservar a relação de ordem linear da lista, cada elemento armazena sua informação e também o endereço da próxima célula de memória válida.

1.4.1 – Lista com Inserção na Cauda e Remoção na Cabeça

Exemplo:

Frutas = [Banana, Laranja, Caqui, Uva]

1		
2	Caqui	7
3	Laranja	2
4		
5	Banana	3
6		
7	Uva	0

Frutas: 5
Disp = 1

Controle da Lista

Área de memória para armazenamento da lista

Para inserir Melão no final da lista:

Frutas = [Banana, Laranja, Caqui, Uva, Melão]

1	Melão	0
2	Caqui	7
3	Laranja	2
4		
5	Banana	3
6		
7	Uva	1

Frutas: 5
Disp = 4

Para remover o primeiro elemento da lista:

Frutas = [Laranja, Caqui, Uva, Melão]

1	Melão	0
2	Caqui	7
3	Laranja	2
4		
5		
6		
7	Uva	1

Frutas: 3
Disp = 4

No exemplo pode-se observar:

- A ordem lógica dos dados não coincide necessariamente com a ordem física dos mesmos;
- A ordem lógica dos dados é feita através de ponteiros;
- As operações de inserção e remoção não requerem movimentação de elementos;

- O endereço do primeiro elemento é essencial para a localização do ponto inicial da lista;
- Existe um endereço fictício que indica o final da lista;
- É trabalhoso encontrar um determinado elemento.

1.5 - Definição Recursiva de Listas Ligadas

Uma lista é vazia ou possui 2 componentes:

a) Cabeça – é o primeiro elemento da lista;

b) Cauda – é a lista sem a cabeça.

Exemplos:

a) L = [A, B, C] onde temos: Cabeça = A e Cauda = [B, C]

b) L = [B, C] onde temos: Cabeça = B e Cauda = [C]

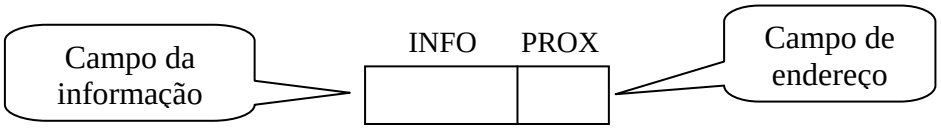
c) L = [C] onde temos: Cabeça = C e Cauda = [ ]

1.6 - Estrutura da Lista Ligada

Listas ligadas utilizam a denominada alocação encadeada, que é composta de elementos chamados NÓS (ou nodos ou nódulos). Cada nó contém duas partes distintas, chamadas de campos:

a) O primeiro campo contém a informação;

b) O segundo campo contém o endereço do próximo nó.



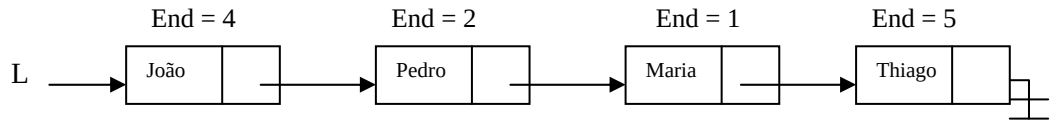
O campo INFO armazena a informação armazenada e o campo PROX armazena o endereço do próximo nó da lista.

Exemplo: L = [João, Pedro, Maria, Thiago]

1	Maria	5
2	Pedro	1
3		6
4	João	2
5	Thiago	0
6		0

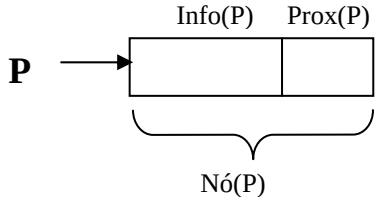
L = 4

Disp = 3



No exemplo pode-se observar:

- A lista é acessada através de seu ponteiro externo que aponta para a cabeça da lista, que no exemplo é L;
- O acesso aos elementos da lista é seqüencial, elemento após elemento;
- O campo Prox do último nó contém um valor especial para indicar o fim da lista;
- A lista vazia é representada por L ou L = [ ] ou L = NULL;
- Dado um nó apontado por P, tem-se:



1.7 - Implementação de Listas Ligadas utilizando vetores

Pode-se implementar uma lista ligada utilizando-se vetores (Arrays) com gerenciamento do armazenamento disponível.

a) Definição da estrutura de dados em algoritmo

```
Constantes
   N=30;                    Capacidade máxima da memória
   Lv=0;                        Lista vazia
Tipo
   Tipo_Info=String[15];    Tipo de informação da lista
   Pont=0..N;
   No = Registro
        Info : Tipo_info;
        Prox : Pont;
     Fim;
   Vet = vetor[1..n] de No;
Variaveis
   Mem : Vet;                   Área para armazenar as listas
   L, L1 : Pont;                Ponteiros externos das Listas
   Disp : Pont;                 Variável global
```

Exemplo:

L2 = [João, Pedro, Maria, Thiago] e L1 = [André, Sara]

Representação gráfica:

	Info	Prox
1	Thiago	0
2	Pedro	3
3	Maria	1
4		8
5	João	2
6	Sara	0
7	Andre	6
8		9
...		
N		0

Memória

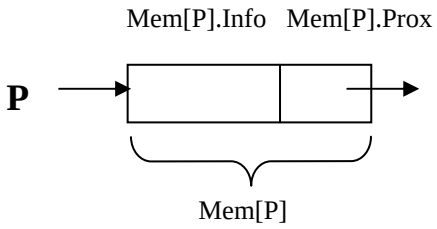
L2 = 5
L1 = 7
Disp = 4

Fazer a representação em forma de caixas.

b) Acesso ao Nó apontado por P

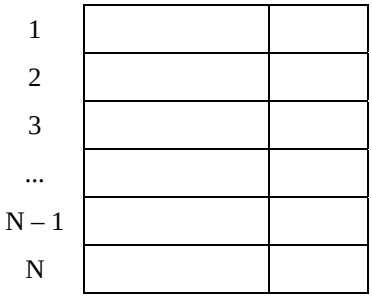
Exemplos: Mem[6].Info = Sara

Mem[6].Prox = 0

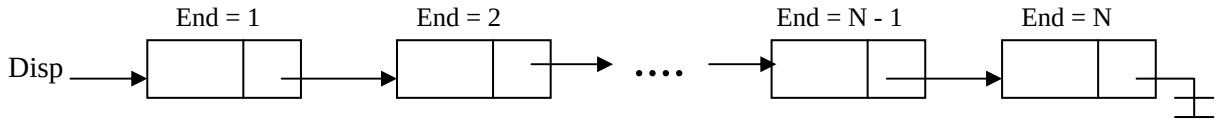


1.8 - Gerenciamento da memória disponível para armazenar as listas

Inicialmente temos somente a alocação da área, portanto temos uma área disponível.



Memória



a) Alocação da lista de Nós disponíveis

Este procedimento aloca a lista DISP de nós disponíveis

```
Procedimento Aloca_memoria;
Variaveis
  I:Inteiro;
Inicio
  Para I de 1 até (N-1) faça
    Mem[I].prox <- I+1;
  Fim_para;
  Mem[N].prox <- LV;
  Disp <- 1;
Fim;
```

b) Inserção e remoção de elementos

Para manipular um nó, precisamos de um nó livre. A função Pega_no retorna o endereço de um nó livre e requer que DISP seja diferente de lista vazia.

```
Função Pega_No:Pont;
Inicio
  Pega_no <- Disp;
  Disp <- Mem[Disp].prox;
Fim;
```

Este procedimento torna disponível o nó apontado por P, ou seja insere o nó P na lista DISP, liberando-o para futura utilização. Requer o endereço de P.

```
Procedimento Libera_No(P:Pont);
Inicio
  Mem[P].prox <- Disp;
  Disp <- P;
Fim;
```

Desenvolver as passagens:

- Situação inicial
- Armazenar na memória a lista L = [a, b, c]
- Inserir **z** na cabeça da lista L
- Remover b da lista L

c) Inserção na Cabeça da lista

Este procedimento insere uma informação lida X na cabeça de uma lista L.

```
Função Insere_na_cabeca(L:pont; X:Tipo_Info):pont;
Variaveis
  Aux:Pont;
```

```
Inicio
  Aux <- Pega_no;
  Mem[aux].info <- X;
  Mem[aux].prox <- L;
  Insere_na_cabeca <- aux;
Fim;
```

d) Impressão da Lista

O procedimento imprime as informações contidas nos nós de L. Requer a lista L.

```
Procedimento Imprime(L:pont);
Inicio
  Escreva('[');
  Enquanto (L <> LV) faça
    Escreva(Mem[L].info,' ');
    L <- Mem[L].prox;
  Fim-Enquanto;
  escreva(']');
Fim;
```

e) Inserir uma informação no final da lista

O módulo insere uma informação lida X no final da lista, observando a situação da lista.

```
função insere_final(L:pont; x:tipoinfo):pont;
variaveis p, aux:pont;
Inicio
    P <- L;;
    Aux <- pega_no;
    men[aux].info <- x;
    men[aux].prox <- lv;
    Se (p = lv)
       então L <- aux;
       senão
          Enquanto (men[p].prox<>lv) faça
             P <- men[p].prox;
          Fim-Enquanto;
          men[p].prox <- aux;
        Fim-Se;
    insere_final <- L;
Fim;
```

f) Remover uma informação qualquer da lista

O módulo remove (apaga) uma informação lida X na lista, observando a situação da lista.

```
função remove_da_lista(L:pont; x:tipoinfo):pont;
variaveis p, aux:pont;
Inicio
    p <- L;
    aux <- lv;
    Enquanto (p <> lv) e (x <> men[p].info) faça
      Aux <- p;
      p <- men[p].prox;
    Fim-enquanto;
    Se (p = lv)
      Então escreva(x,‘ não pertence a lista’);
      Senão
       Se p = L
         Então
           L <- mem[p].prox;
           Libera_no(p);
         Senão
           Mem[aux].prox <- mem[p].prox;
           Libera_no(p);
         Fim-se;
      Fim-se;
    Remove_da_lista <- L;
Fim;
```

Se o campo **info** for uma string, na programação em linguagem C, tem-se que usar a função STRCMP(S1,S2) que retorna zero quando forem iguais.

g) Programa Principal

Chama os procedimentos.

```
Variaveis
  L1, i : pont;
  Nome : Tipo_Info;
Inicio
  Aloca_Memoria;
  L1 <- lv;
  Para i de 1 até 5 faça
    Escreva('Entre com o Nome: ');
    leia(Nome);
    L1 <- Insere_na_cabeca(L1,Nome);
  Fim-Para
  Imprime(L1);
  Escreva('Entre com o Nome: ');
```

```
    leia(Nome);
    L1 <- Insere_final(L1,Nome)
    Imprime(L1);
    Escreva('Entre com o Nome: ');
    leia(Nome);
    L1 <- Remove_da_Lista(L1,Nome);
    Imprime(L1);
  Fim.
```

h) Remover uma informação no final da lista

O módulo remove (apaga) a informação que está no último nó da lista, retornando a informação para o programa principal.

```
  procedimento remove_final(L:pont);
  variaveis ant:pont;
  Inicio
      Ant <- lv;
      Enquanto (men[L].prox <> lv faça
        Ant <- L;
        L <- men[L].prox;
      Fim-enquanto;
      Libera_no(L);
      men[ant].prox <- lv;
  Fim;
```

1.9 - Implementação em Linguagem C

Codificação em linguagem C do turbo C que manipula uma lista simplesmente ligada usando vetor.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#define nroNo 100
#define lv -1
/* definicao das estruturas */
struct tNo {
      int info;
      int prox;
};
struct tNo no[nroNo];
int disp = 0;
int p;
```

```
/* rotina que faz a alocacao da memoria */
void aloca_memoria() {
  int k;
  for (k=0; k < nroNo - 1; k++)
  {
      no[k].prox = k + 1;
      printf("%d ",no[k].prox);
      }
  no[nroNo - 1].prox = lv;
}
```

```
/* rotina que insere o no */
int pega_no() {
  int x;
  if(disp == lv) {
       printf("lista cheia\n");
       getch();
       exit(1);
      }
  x = disp;
  no[x].prox = lv;
  disp = no[disp].prox;
  return(x);
}
/* rotina que remove um no da lista */
void remove_no(int x) {
      no[x].prox = disp;
      disp = x;
      return;
      }
/* rotina que insere um no no final */
void insere_fim(int p, int x) {
      int q, aux;
      q = p;
      aux = pega_no();
      no[aux].info = x;
      no[aux].prox = lv;
      if (q == p) {
            q = aux;
          }
        else    {
            while(no[q].prox != lv) {
            q = no[q].prox;
            }
          }
   }
/* programa principal */
void main() {
      clrscr();
      getch();
      aloca_memoria();
      p = lv;
      insere_fim(p,10);
      insere_fim(p,20);
      insere_fim(p,30);
      insere_fim(p,40);
      printf("-- fim --");
      getch();

}
```

1.10 - Alocação Dinâmica de Memória

As listas estudadas até o momento são organizadas de maneira fixa. Isto é, criamos as variáveis e estas contam com um tamanho fixo disponível em memória. Arquivos permitem uma estrutura com um número indeterminado de elementos, porém sempre arrumados na forma de uma seqüência.

Quando tanto o número de elementos quanto sua forma de organização variam dinamicamente? Para resolver este problema tem-se necessidade de um mecanismo que permita:

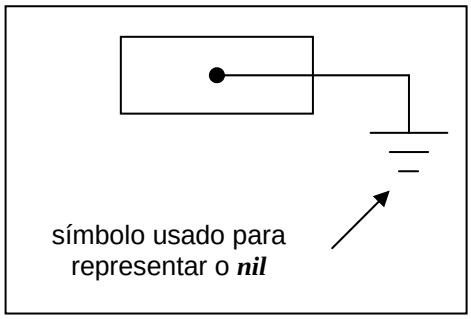
- criar espaço para novas variáveis em tempo de execução;
- definir “ligações” entre estas variáveis, de uma forma dinâmica.

Variáveis dinâmicas não possuem nome próprio, portanto não são referenciadas por seus nomes. A referência a uma variável dinâmica é feita por ponteiros. Um ponteiro é uma variável cujo conteúdo é o endereço de uma posição de memória. Um ponteiro é declarado fornecendo-se o tipo de variável por ele apontada. Ou seja, “P” é um ponteiro para um tipo “T” se houver a declaração:

```
P : ^T;
```

Ao iniciar o programa, o valor de “P” estará indefinido. Existe uma constante predefinida, do tipo ponteiro, chamada *nil* que não aponta para objeto algum. Note que o significado de *nil*: não apontar para objeto algum é diferente de indefinido que significa variável não inicializada.

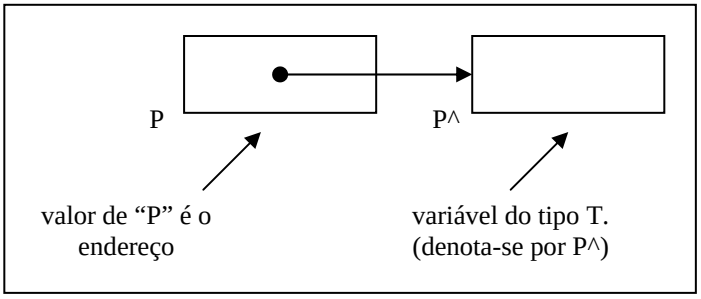
P ← nil;



A criação de uma variável dinâmica do tipo T é feita pelo operador aloque. Assim, o procedimento padrão:

aloque(P)

cria uma variável do tipo T, sem nome, e coloca em “P” o endereço desta variável. Graficamente podemos indicar a geração de uma variável dinâmica da seguinte forma:



Note que a variável dinâmica anterior é referenciada como **P^**, que significa variável apontada por “**P**”.

A remoção de uma variável criada dinamicamente, apontada por “**P**”, pode ser realizada através do seguinte comando:

desaloque(P);

1.11 - Implementação de Listas Ligadas utilizando Ponteiros

Podemos implementar uma lista ligada utilizando-se de ponteiros (apontadores) com armazenamento na memória disponível. As variáveis são criadas e destruídas em tempo de execução.

a) Definição da estrutura da lista em algoritmo

```
Const Lv = Nil;
Tipo Tipo_Info = String[15];
Tipo Pont = ^No;
tipo No = registro
            Info : Tipo_info;
            Prox : Pont;
          Fim-registro;
Variável
   L : Pont;
```

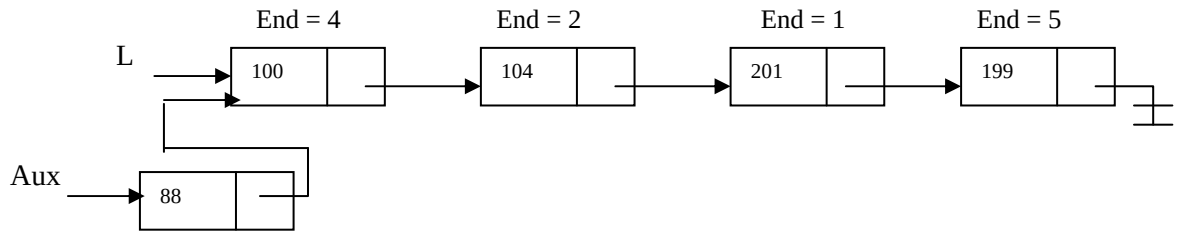
b) criar um novo Nó para a lista

```
Função Pega_no : Pont
Variável P : Pont;
Inicio
    aloque(P);
    Pega_no <- P;
Fim;
```

c) Liberar uma área

```
Procedimento Libera_No ( P : Pont)
Inicio
   Desaloque (P);
Fim;
```

d) Este procedimento insere uma informação lida X na cabeça de uma lista L.




```
Função Insere_Cabeca (var L: Pont; x: tipo_info) : Pont
variavel
    Aux : Pont;
Inicio
   Aux <- Pega_no;
   Aux^.Info <- x;
   Aux^.Prox <- L;
   Insere_cabeca <- Aux;
```

```
fim;
```

e) Impressão da Lista

O procedimento imprime as informações contidas nos nós de L. Requer a lista L.

```
Procedimento Imprime(L:pont);
Inicio
  Escreva('[');
  Enquanto (L <> LV) faça
   Escreva(L^.Info,' ');
   L <- L^.Prox;
  Fim-Enquanto;
  escreva(']');
Fim;
```

f) Este procedimento insere uma informação lida X no final de uma lista L.

```
Função Insere_final(L:pont; x:Tipo_Info) : pont;
Variáveis
    Aux, P : pont;
inicio
   Aux <- pega_no;
   Aux^.info <- x;
   Aux^.prox <- Lv;
   Se L = Lv
     então
       L <- Aux
     Senão
       P <- L;
       Enquanto ( P^.Prox <> LV ) faça
          P <- P^.Prox;
       Fim_enquanto;
       P^.prox:=Aux;
     Fim_se;
   Insere_final <- L;
Fim;
```

g) Remover uma informação qualquer da lista

O módulo remove (apaga) uma informação lida X na lista, observando a situação da lista.

```
Função Remove (L:pont ; x:Tipo_info) : Pont;
```

```
Variavel
   Ant , Q : Pont;
Inicio
   Ant <- Lv;
   Q <- L;
   Enquanto ( Q <> Lv ) faça
    Se ( Q^.info <> x)
     Então
       Ant <- Q;
       Q <- Q^.prox;
     Senão
      Se ( Q = L )
       Então
         L <- L^.prox;
         Libera_no(Q);
       Senão
         Ant^.prox <- Q^.prox;
         libera_no(Q);
      Fim_se;
    Fim_se;
   Remove <- L;
Fim;
```

h) Programa Principal

Chama os procedimentos.

```
Variaveis
  L1, i : pont;
  Nome : Tipo_Info;
Inicio
  Para i de 1 até 5 faça
    Escreva('Entre com o Nome: ');
    leia(Nome);
    L1 <- Insere_cabeca( L1, Nome );
  Fim-Para
  Imprime(L1);
  Escreva('Entre com o Nome: ');
  leia(Nome);
  L1 <- Insere_final( L1, Nome );
  Imprime(L1);
  Escreva('Entre com o Nome: ');
  leia(Nome);
```

```
    L1 <- Remove( L1, Nome );
    Imprime(L1);
  Fim.
```

2 - LISTAS DUPLAMENTE ENCADEADAS

2.1 - Introdução

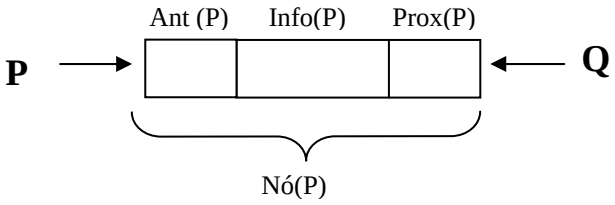
Uma lista linear duplamente encadeada é aquela em que cada nó possui dois ponteiros, ao invés de um só. O primeiro é usado para indicar o nó predecessor, enquanto que o segundo aponta para o nó sucessor.

Listas duplamente encadeadas utilizam a denominada alocação encadeada, que é composta de elementos chamados NÓS (ou nodos ou nódulos). Cada nó contém três partes distintas, chamadas de campos:

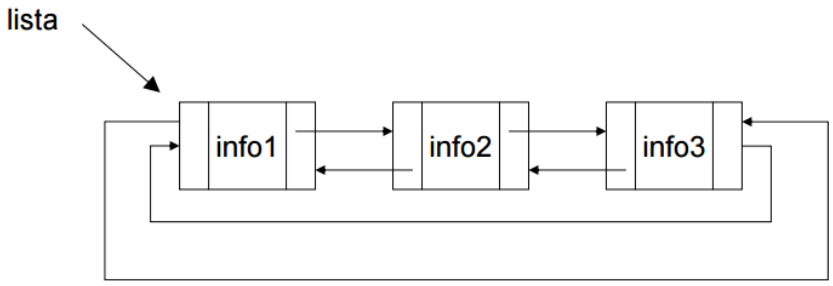
a) O primeiro campo contém o endereço do nó antecessor;

b) O segundo campo contém a informação;

c) O terceiro campo contém o endereço do próximo nó.

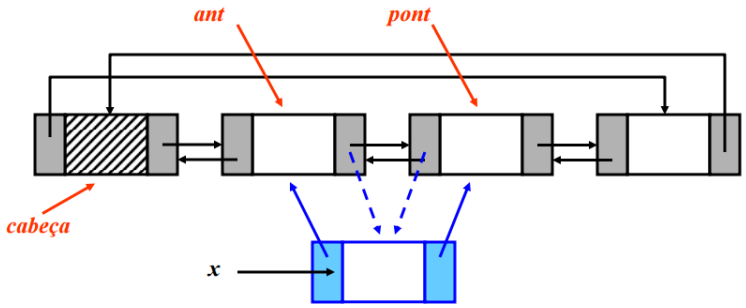


Exemplo:

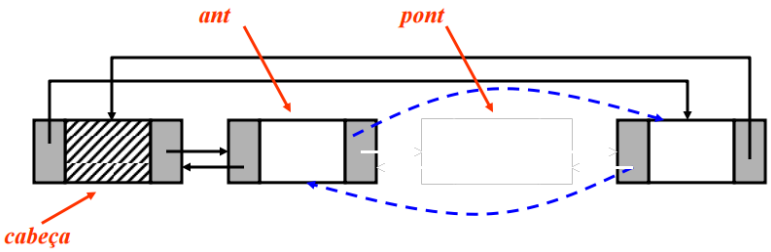


Na figura acima observe que na lista duplamente encadeada, o campo **prox** de um nó faz referência ao próximo nó da lista, e o campo **ant** faz referência ao nó anterior ao nó analisado.

2.2 – Inserção de um nó no meio da lista



2.3 – Remoção de um nó no meio da lista



2.4 – Codificação de Lista Duplamente Encadeada

a) Definição da estrutura da lista em algoritmo

```
Const Lv = Nil;
Tipo Tipo_Info = String[15];
Tipo Pont = ^No;
tipo No = registro
            Ant : Pont;
            Info : Tipo_info;
            Prox : Pont;
          Fim-registro;
Variável
   L : Pont;
```

b) criar um novo Nó para a lista

```
Função Pega_no : Pont
Variável P : Pont;
Inicio
    aloque(P);
    Pega_no <- P;
```

```
Fim;
```

c) Liberar uma área

```
Procedimento Libera_No ( P : Pont)
Inicio
   Desaloque (P);
Fim;
```

d) Este procedimento insere uma informação lida X na cabeça de uma lista L.

```
Função Insere_Cabeca (var L: Pont; x: tipo_info) : Pont
variavel
    Aux : Pont;
Inicio
   Aux <- Pega_no;
   Aux^.Ant <- Lv;
   Aux^.Info <- x;
   Aux^.Prox <- L;
   Se ( L <> Lv)
     Então L^.Ant <- Aux;
     Senão Aux^.Prox <- Lv;
   Fim_se;
   Insere_cabeca <- Aux;
fim;
```

e) Impressão da Lista

O procedimento imprime as informações contidas nos nós de L. Requer a lista L.

```
Procedimento Imprime(L:pont);
Inicio
  Escreva('[');
  Enquanto (L <> LV) faça
    Escreva(L^.Info,' ');
    L <- L^.Prox;
  Fim-Enquanto;
  escreva(']');
Fim;
```

f) Este procedimento procura uma informação lida X em uma lista L e devolve a sua posição.

```
Função Busca(L:pont; x:Tipo_Info) : pont;
```

```
Variáveis
    P : inteiro;
inicio
   Pos <- 0;
   Enquanto (L <> Lv) e (x <> L^.Info) faça
       L <- L^.Prox;
       Pos <- Pos + 1;
   Fim_enquanto;
   Se (Pos > 0)
     Então Busca <- L;
     Senão Busca <- Lv;
   Fim_se;
Fim;
```

g) Remover uma informação qualquer da lista

O módulo remove (apaga) uma informação lida X na lista, observando a situação da lista.

```
Função Remove (L:pont ; x:Tipo_info) : Pont;
Variavel
   P : Pont;
Inicio
   P <- Busca(L,x);
   Se ( P = Lv)
     Então
       Escreva(x,' não pertence a lista');
     Senão
        Se ( P = L )
          Então
            L <- L^.prox;
            Libera_no(P);
            Se (L <> Lv)
              Então L^.Ant <- Lv;
            Fim_se;
          Senão
            P^.Ant^.prox <- P^.prox;
            Se (P^.Prox <> Lv)
              Então P^.Prox.Ant <- P^.Ant;
            Fim_se;
            libera_no(P);
        Fim_se;
     Fim_se;
```

```
    Fim_se;
    Remove <- L;
Fim;
```

h) Programa Principal

Chama os procedimentos.

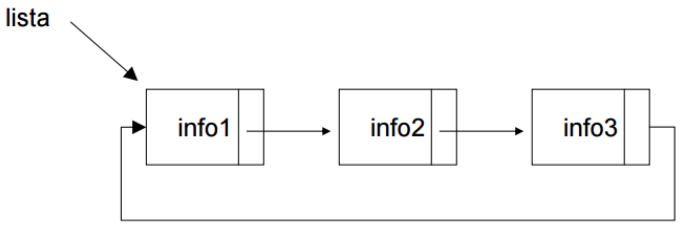
```
Variaveis
  L1, i : pont;
  Nome : Tipo_Info;
Inicio
  Para i de 1 até 5 faça
    Escreva('Entre com o Nome: ');
    leia(Nome);
    L1 <- Insere_cabeca( L1, Nome );
  Fim-Para
  Imprime(L1);
  Escreva('Entre com o Nome: ');
  leia(Nome);
  L1 <- Insere_final( L1, Nome );
  Imprime(L1);
  Escreva('Entre com o Nome: ');
  leia(Nome);
  L1 <- Remove( L1, Nome );
  Imprime(L1);
Fim.
```

3 - LISTAS CIRCULARES

3.1 - Introdução

Uma lista circular pode ser simples ou duplamente encadeada. O que caracteriza as listas circulares é o fato do sucessor do último elemento ser o primeiro elemento da lista.

No caso de uma lista duplamente encadeada, o predecessor do primeiro elemento é o último elemento da lista.



Referencias

DROZDEK, A. *Estrutura de Dados e Algoritmos em C++***.** São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2002.

MORAES, C.R. *Estruturas de Dados e Algoritmos* **–** Uma abordagem didática. São Paulo: Editora Berkeley Brasil, 2001.

PEREIRA, S. do L. *Estrutura de Dados Fundamentais***.** São Paulo: Ed. Érica,1996

SALVETTI, D. D.; BARBOSA L. M. *Algoritmos***.** São Paulo: Makron Books, 1998

WIRTH, N. *Algoritmos e Estruturas de Dados***.** Rio de Janeiro: LTC Editora. 1999.

Nota do Professor:

Este trabalho é um resumo do conteúdo da disciplina, para facilitar o desenvolvimento das aulas, devendo sempre ser complementado com estudos nos livros recomendados e o desenvolvimento dos exercícios indicados em sala de aula e a resolução das listas de exercícios propostas.