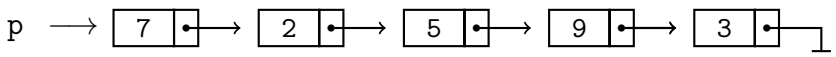
Estruturas de Dados

aula 06: Manipulando listas encadeadas

1 Introdução

Na aula passada, nós vimos as listas encadeadas



E vimos algoritmos que percorriam a lista encadeada para inspecionar os seus elementos.

Hoje nós vamos aprender a fazer modificações na lista.

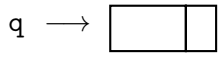
E a tarefa mais simples de todas é inserir um novo elemento na lista.

Mas para isso, é preciso aprender a criar um novo registro.

Só que isso é uma coisa bem fácil

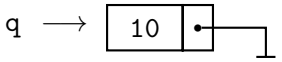
Quer dizer, basta utilizar o comando `Novo()`, que nos dá um ponteiro para um registro vazio

```
q = Novo(RegInt)
```



Daí, nós podemos preencher o registro como nós quisermos

```
q->num = 10
q->prox = Nulo
```

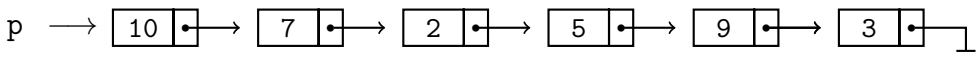


Legal.

Isso já é suficiente para inserir um novo registro na lista do exemplo acima

```
q = Novo(RegInt)
q->num = 10
q->prox = p                    // aponta para o 1o elemento
p = q                          // esse é o novo 1o elemento
```

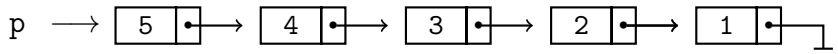
O que nos dá



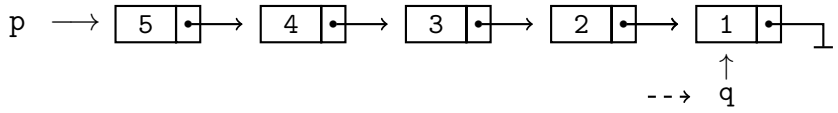
Agora, a gente também pode criar uma lista de qualquer tamanho a partir do zero

```
p = Nulo
Para k=1 Ate 5
    q = Novo(RegInt)
    q->num = k
    q->prox = p
    p = q
```

O que produz a lista



E agora, a gente também pode escrever uma função que insere um novo elemento no fim da lista. Para isso, a gente leva um ponteiro auxiliar até o último elemento

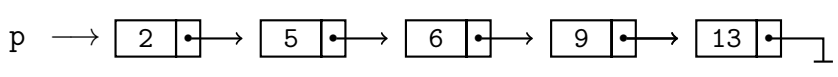


E daí, a gente realiza a operação de inserção

```
func insercaoFim (k, p)

    Se ( p == Nulo )                    // a lista ainda está vazia
        r = Novo(RegInt)
        r->num = k
        r->prox = Nulo
        Retorna(r)

    q = p                               //
    Enquanto ( q->prox != Nulo )        // vai até o último elemento
        q = q->prox                     //

    r = Novo(RegInt)
    r->num = k                          //
    r->prox = Nulo                      // insere o registro no fim
    q->prox = r                         //
    Retorna (p)
```

2 Manipulando a lista encadeada

Agora imagine que nós temos uma lista encadeada ordenada



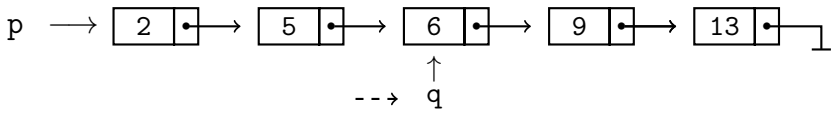
E imagine que a gente quer inserir um novo elemento `k` na lista.

Como é que a gente faz isso?

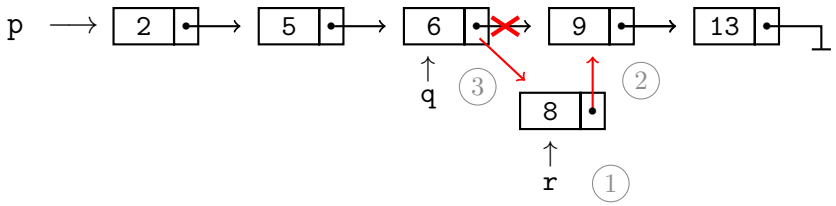
Bom, é quase a mesma coisa.

Quer dizer, imagine que a gente quer inserir o 8 na lista acima.

Então, a gente vai até o último elemento que ainda é menor que o 8



E daí, a gente faz a inserção assim



— (*você viu que a ordem em que a gente faz as coisas é importante?*)

Abaixo nós temos o código da função que implementa a inserção na lista ordenada

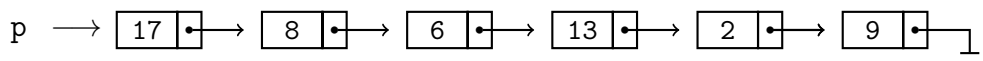
```
func insercaoOrd (k, p)

      Se ( p == Nulo  OU  p->num > k)                    // inserção na primeira posição
            r = Novo (RegInt)
            r->num = k
            r->prox = Nulo
            Retorna (r)

      q = p                                              //
      Enquanto (q->prox != Nulo  E  (q->prox)->num < k)  // vai até o último menor que k
            q = q->prox                                  //

      r = Novo (RegInt)
      r->num = k                                         //
      r->prox = q->prox                                  // insere o registro no fim
      q->prox = r                                        //
      Retorna (p)
```

A seguir, nós vamos ver mais exemplos.

Exemplos

a. Movendo o primeiro para o fim

Imagine que o ponteiro p aponta para uma lista encadeada

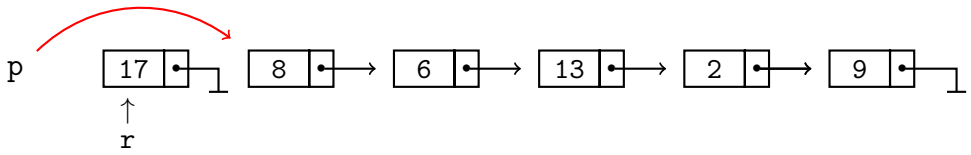


A tarefa é

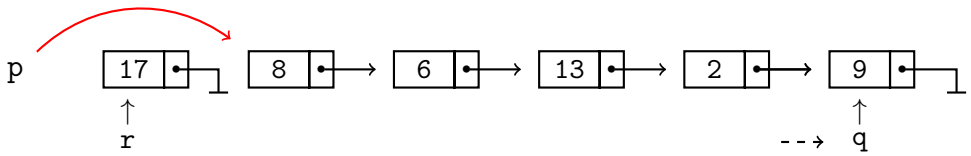
→ *Mover o primeiro elemento para o final da lista*

Bom, aqui a gente vai fazer a coisa em 3 etapas

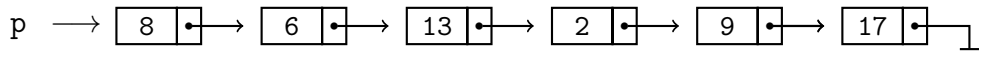
- primeiro a gente remove o primeiro elemento da lista



- daí a gente leva um ponteiro auxiliar até o último elemento



- e daí a gente faz a inserção no fim



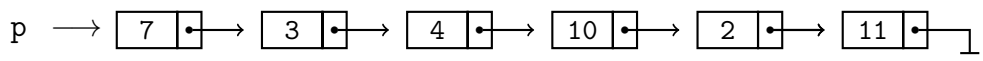
A coisa fica assim

```
func primeiroFim (p)

     Se ( p == Nulo )          Retorna (p)          // lista vazia
     Se ( p->prox == Nulo )    Retorna (p)          // o 1o já é o último

     r = p                                          //
     p = p->prox                                    // 1a Etapa
     r->prox = Nulo                                 //

     q = p                                          //
     Enquanto (q->prox != Nulo )                    // 2a Etapa
          q = q->prox                               //

     q->prox = r                                    // 3a Etapa
     Retorna (p)                                    //
```

◇

b. Removendo o elemento k

Imagine que o ponteiro `p` aponta para uma lista encadeada

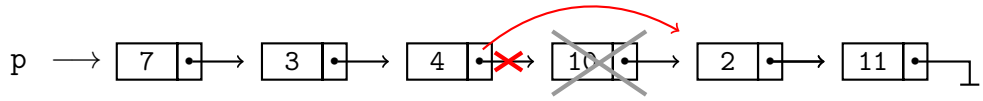


A tarefa é

→ *Remover o elemento* `k` *da lista*

Bom, aqui a gente precisa ter algum cuidado.

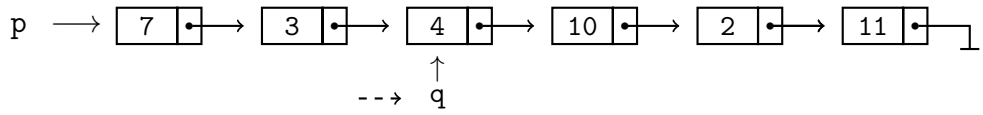
Abaixo nós temos o que precisa ser feito para remover o 10 da lista



Quer dizer, para remover o 10 é preciso modificar o registro do elemento que vem antes do 10.

E para modificar esse registro é preciso ter um ponteiro apontado para ele.

Então, para fazer a remoção do elemento `k`, a gente precisa levar um ponteiro auxiliar até o registro que fica antes do `k`



E daí, a gente realiza a operação de remoção.

A coisa fica assim

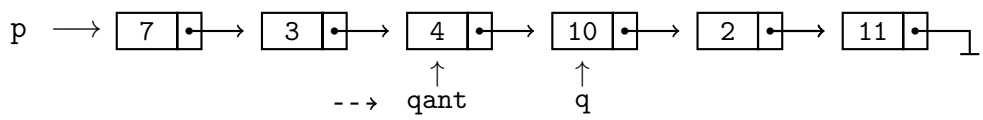
```
func opRemoção ( k, p )

     Se ( p == Nulo )     Retorna (p)          // o k não está lá ...

     Se ( p->num == k )                        // o k é o primeiro elemento
          r = p                                // segura ...
          p = p->prox                          //
          free (r)                             // e libera o registro do k
          Retorna (p)                          //

     q = p;    achei = 0
     Enquanto (q->prox != Nulo )               // procura o k
          Se ( q->num == k )
               achei = 1;    Quebra
          q = q->prox

     Se ( achei == 0 )                         // o k não está lá ...
          Retorna (p)
```

```
Senão
      r = p->prox                          // segura ...
      q->prox = r->prox
      free (r)                             // e libera o registro do k
      Retorna (p)
```

Legal.

Mas, essa não é a única maneira de fazer as coisas.

Quer dizer, a gente também pode percorrer a lista com dois ponteiros, para chegar até o `k` e o elemento que fica atrás dele



E agora, é fácil fazer a remoção.

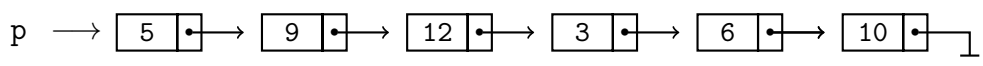
A coisa fica assim

```
func opRemoção2 ( k, p )

      Se ( p == Nulo )     Retorna (p)                  // lista vazia

      q = p;    qant = Nulo
      Enquanto (q->prox != Nulo )                       // procurando o k
            Se ( q->num == k )
                  achei = 1;    Quebra
            q = q->prox

      Se ( q == Nulo )   Retorna (p)                    // o k não está lá ...
      Senão
            Se ( qant == Nulo )    p = q->prox          // o k é o 1o elemento
            Senão                 qant-prox = q->prox
            free (q)
            Retorna (p)
```

◇

c. Movendo o maior para o fim

Imagine que o ponteiro p aponta para uma lista encadeada



A tarefa é

→ *Mover o maior elemento para o fim da lista*

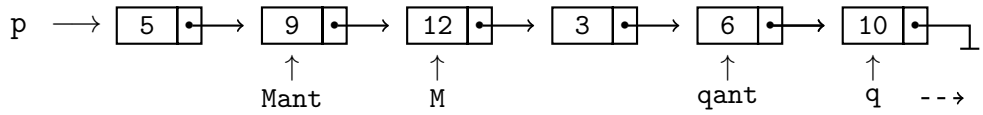
Bom, aqui a gente precisa fazer a coisa em etapas

1. primeiro, a gente encontra o maior elemento
2. daí, a gente remove esse elemento da lista
3. e daí, o maior elemento é recolocado no final da lista

Certo.

Para encontrar o maior, a gente vai utilizar a técnica de percorrer a lista com dois ponteiros.

E daí, sempre que o ponteiro para o maior é atualizado, nós também atualizamos o ponteiro que aponta para o elemento que fica antes do maior.



A coisa fica assim

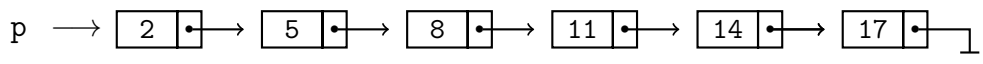
```
func maiorFim ( p )

     Se ( p == Nulo  OU  p->prox == Nulo)   Retorna (p)

     M = p;    Mant = Nulo
                                                  // o maior até aqui
     q = p-prox;    qant = p
     Enquanto (q != Nulo )                        // procurando o maior
          Se ( q->num > M->num )
               M= q;    Mant = qant
          qant = q;    q = q->prox

     Se ( M->prox == Nulo )   Retorna (p)         // o maior já é o último

     Se ( Mant == Nulo )    p = M->prox           // o maior é o 1o elemento
     Senão                  Mant-prox = M->prox
     M->prox = Nulo

     qant->prox = M                               // 3a etapa
     Retorna (p)
```

Nota: Depois que a gente termina de percorrer a lista (1a etapa), o ponteiro `qant` fica posicionado no último elemento. E é por isso que a 3a etapa fica tão simples.

◇

d. A operação de atualização

Imagine que o ponteiro `p` aponta para uma lista encadeada ordenada



A tarefa é

→ *encontrar o elemento* `x`
modificar o seu valor para `y`
e colocá-lo no seu lugar correto na lista ordenada

Aqui mais uma vez, a gente precisa fazer a coisa em etapas

1. encontrar o elemento `x`
2. atualizar o seu valor e remove-lo da lista
3. colocar o registro no lugar correto

Para encontrar e remover o elemento, a gente vai utilizar a técnica de percorrer a lista com dois ponteiros.

Daí, se `y` > `x`, a gente continua percorrendo a lista para encontrar o novo lugar do registro.

E se `y` < `x`, a gente precisa percorrer a lista desde o início outra vez.

A coisa fica assim

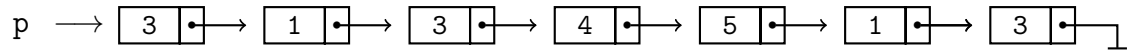
```
func opAtualização ( x, y, p )

     q = p;   qant = Nulo;   achei = 0              //
     Enquanto (q != Nulo )                          //
          Se ( q->num = x )                         // 1a Etapa
               achei = 1;   Quebra                  //
          qant = q;   q = q->prox                   //

     Se ( achei == 0 )   Retorna (p)

     Se ( qant == Nulo )   p = p->prox              //
     Senão                 qant-prox = q->prox      // 2a Etapa
     q->num = y                                     //

     Se ( y > x )                                   //
          Enquanto ( qant->prox != Nulo)            //
               Se ( (qant-prox)->num > y )          // 3a Etapa (a)
                    Quebra                          //
               qant = qant->prox                    //
          q->prox = qant->prox                      //
          qant->prox = q                            //

     Senão                                          //
          Se ( p->num > y )                         //
               q->prox = p                          // 3a etapa (b)
               p = q                                //
```

```
        Senão
              qant = p
              Enquanto ( qant->prox != Nulo)
                    Se ( (qant-prox)->num > y )
                          Quebra
                    qant = qant->prox
              q->prox = quant->prox
              qant->prox = q

    Retorna (p)
```

◇

e. Todas as cópias do primeiro no início

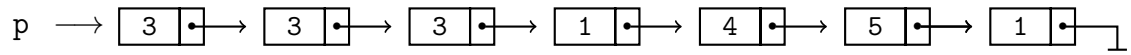
Imagine que o ponteiro p aponta para uma lista encadeada que contém elementos repetidos



A tarefa é

→ *Mover todas as cópias do primeiro elemento para o início da lista*

No exemplo acima, isso nos daria



Essa tarefa não é realmente difícil.

É só percorrer a lista com dois ponteiros.

E daí, a cada vez que uma cópia do primeiro elemento é encontrada, ela é removida da lista e colocada na primeira posição.

A coisa fica assim

```
func CPI ( p )                                    // Cópias do Primeiro no Início

      Se ( p == Nulo  OU  p->prox == Nulo)   Retorna (p)

      q = p-prox;    qant = p
      Enquanto (q != Nulo )
            Se ( q->num == p->num )               // Você é cópia do primeiro?
                  qant->prox = q->prox;           // remove da lista
                  q->prox = p;                    // reinsere ...
                  p = q;                          // no início
                  q = qant->prox;
            Senão
                  qant = q;    q = q->prox

      Retorna (p)
```

◇