

AULA 7

Hoje

- ▶ listas encadeadas em C



Fonte: <http://onlinefungags.com/>

Lista encadeadas - Motivação

Manter uma **lista** em um vetor sujeita a **remoções** e **inserções** pode dar muito trabalho com **movimentações**.

Listas encadeadas. Maneira alternativa que pode dar **menos trabalho** com **movimentações**, se estivermos disposto a gastar um pouco **mais de espaço**.

Listas encadeadas em C

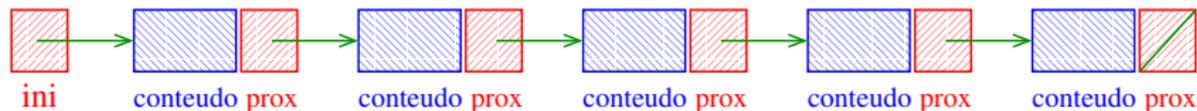
PF 4, S 3.3

<http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/lista.html>

Listas encadeadas

Uma **lista encadeada** (= *linked list* = lista ligada) é uma sequência de **células**; cada **célula** contém um **objeto** de algum tipo e o **endereço** da célula seguinte.

Ilustração de uma **lista encadeada** (“sem cabeça”)



Estrutura para listas encadeadas em C

```
struct celula {  
    int conteudo;  
    struct celula *prox;  
};  
typedef struct celula Celula;  
  
Celula *ini;  
/* inicialmente a lista esta vazia */  
ini = NULL;
```



ini

Endereços e listas encadeadas

O endereço de uma lista encadeada é o endereço de sua primeira célula.

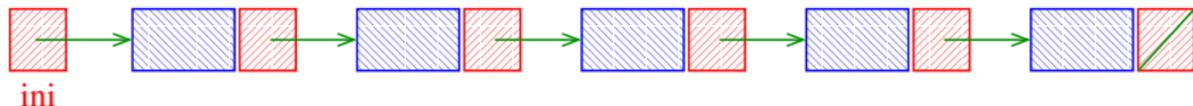
Se p é o endereço de uma lista, às vezes dizemos que “ p é uma lista”.

Se p é uma lista então

- ▶ $p == \text{NULL}$ ou
- ▶ $p \rightarrow \text{prox}$ é uma lista.

Imprime conteúdo de uma lista

Esta função **imprime** o **conteudo** de cada célula de uma lista encadeada **ini**.



```
void imprima (Celula *ini)
{
    Celula *p;
    for (p = ini; p != NULL; p = p->prox)
        printf("%d\n", p->conteudo);
}
```

Busca em listas encadeadas

Esta função **recebe** um inteiro **x** e uma lista **ini**. A função **devolve** o endereço de uma célula que contém **x**. Se tal célula não existe, a função **devolve** **NULL**.

```
Celula *busca (int x, Celula *ini)
{
    Celula *p;
    p = ini;
    while (p != NULL && p->conteudo != x)
        p = p->prox;
    return p;
}
```

Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento `x` e insere esta célula no início da lista `ini`.

```
void insere (int x, Celula *ini)
{
    Celula nova;
    nova.conteudo = x;
    nova.prox = ini;
    ini = &nova;
}
```

Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento `x`
e insere esta célula no início da lista `ini`.

```
void insere (int x, Celula *ini)
{
    Celula nova;
    nova.conteudo = x;
    nova.prox = ini;
    ini = &nova;
}
```

ERRADO!

A estrutura `nova` é uma **variável local**
(=automática). Ela será devolvida ao sistema
no final da execução da função.

Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento `x` e insere esta célula no início da lista `ini`.

```
void insere (int x, Celula *ini)
{
    Celula *nova;
    nova = mallocSafe(sizeof(Celula));
    nova->conteudo = x;
    nova->prox = ini;
    ini = nova;
}
```

Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento `x` e insere esta célula no início da lista `ini`.

```
void insere (int x, Celula *ini)
{
    Celula *nova;
    nova = mallocSafe(sizeof(Celula));
    nova->conteudo = x;
    nova->prox = ini;
    ini = nova;
}
```

ERRADO!

Mesmo erro! O parâmetro `ini` é uma **variável local** (=automática) inicializada com valor do argumento.

Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento `x`
e `insere` esta célula no início da lista `ini`.

```
Celula *insere (int x, Celula *ini) {  
    Celula *nova;  
    nova = mallocSafe(sizeof(Celula));  
    nova->conteudo = x;  
    nova->prox = ini;  
    return nova;  
}
```

Certo! Exemplos de chamadas da função:

```
ini = insere(11, ini);  
ini = insere(valor+3, ini);
```

Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento **x**
e **insere** esta célula no início da lista **ini**.

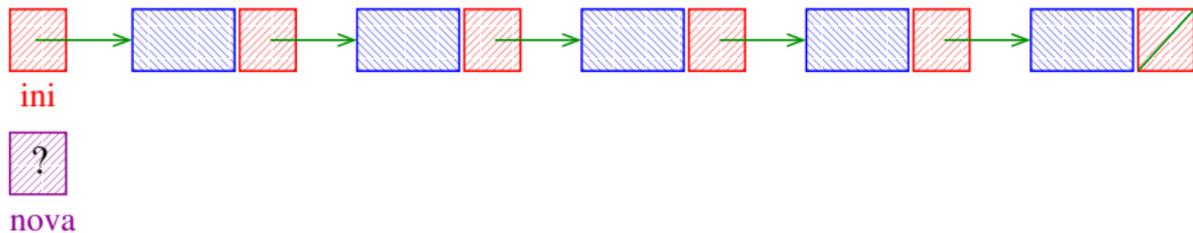
```
void insere (int x, Celula **ini) {  
    Celula *nova;  
    nova = mallocSafe(sizeof(Celula));  
    nova->conteudo = x;  
    nova->prox = *ini;  
    *ini = nova;  
}
```

Certo! Exemplos de chamadas da função:

```
insere(11,&ini);  
insere(valor+3,&ini);
```

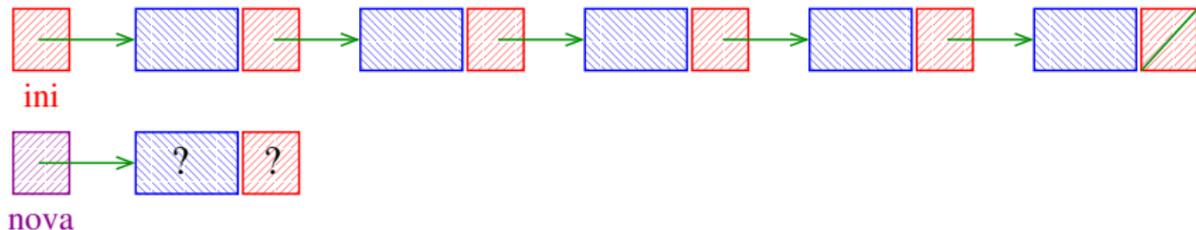
Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento **x**
e **insere** esta célula no início da lista **ini**.



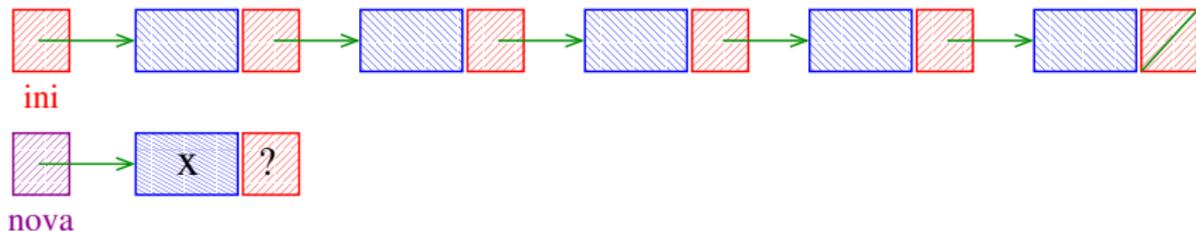
Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento x
e insere esta célula no início da lista `ini`.



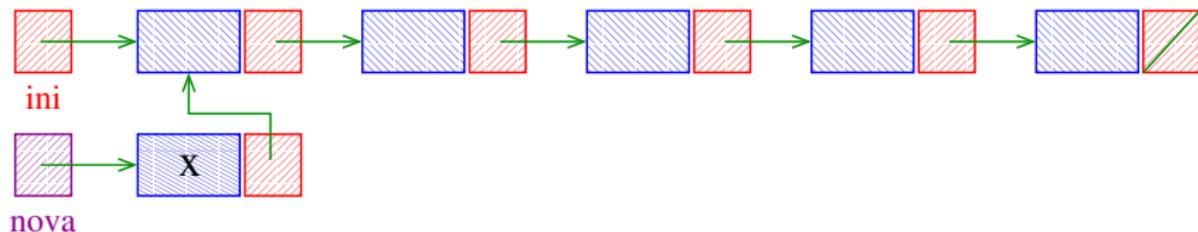
Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento **x**
e **insere** esta célula no início da lista **ini**.



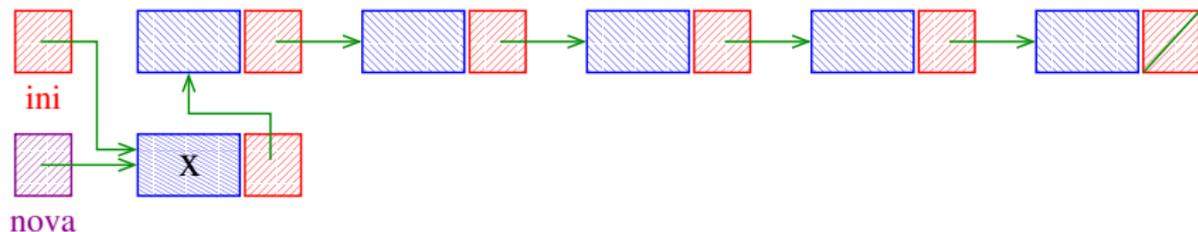
Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento x
e insere esta célula no início da lista `ini`.



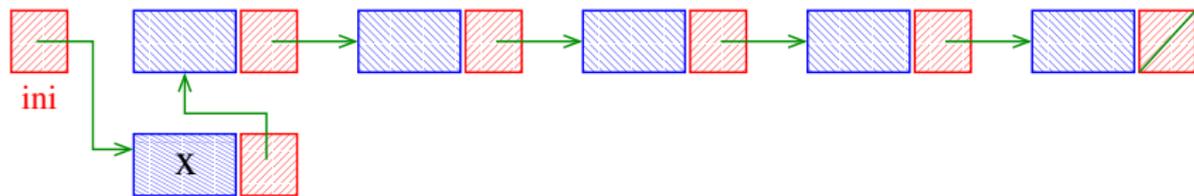
Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento **x**
e **insere** esta célula no início da lista **ini**.



Inserção no início de uma lista encadeada

Cria uma célula para guardar um elemento x
e insere esta célula no início da lista `ini`.



Remoção em uma lista encadeada

Recebe o endereço `p` de uma célula de uma lista encadeada e `remove` da lista a célula `p->prox`.

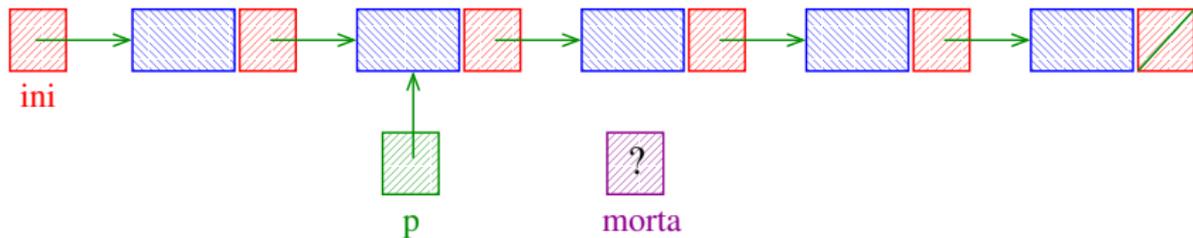
A função supõe que `p != NULL` e
`p->prox != NULL`.

```
void remove (Celula *p)
{
    Celula *morta;
    morta = p->prox;
    p->prox = morta->prox;
    free(morta);
}
```

Remoção em uma lista encadeada

Recebe o endereço p de uma célula de uma lista encadeada e remove da lista a célula $p \rightarrow \text{prox}$.

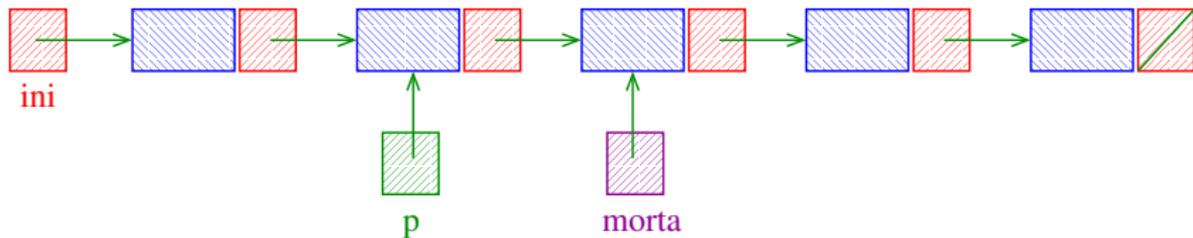
A função supõe que $p \neq \text{NULL}$ e
 $p \rightarrow \text{prox} \neq \text{NULL}$.



Remoção em uma lista encadeada

Recebe o endereço p de uma célula de uma lista encadeada e remove da lista a célula $p \rightarrow \text{prox}$.

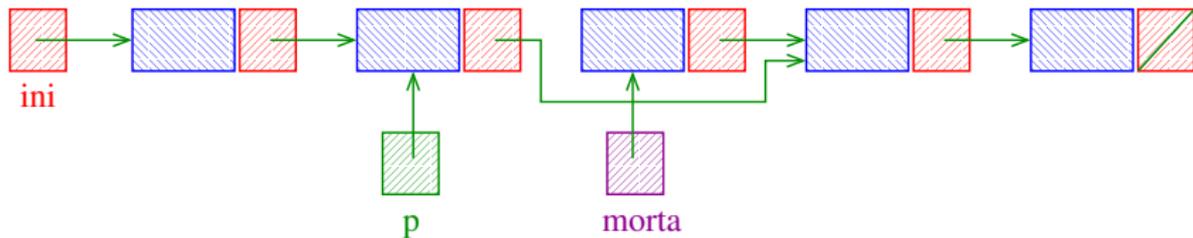
A função supõe que $p \neq \text{NULL}$ e
 $p \rightarrow \text{prox} \neq \text{NULL}$.



Remoção em uma lista encadeada

Recebe o endereço p de uma célula de uma lista encadeada e remove da lista a célula $p \rightarrow \text{prox}$.

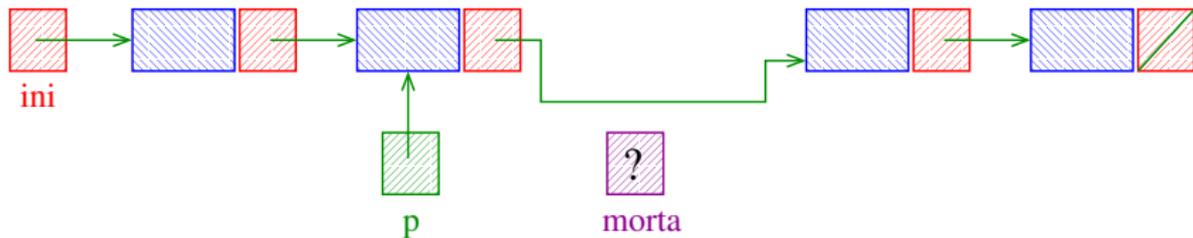
A função supõe que $p \neq \text{NULL}$ e
 $p \rightarrow \text{prox} \neq \text{NULL}$.



Remoção em uma lista encadeada

Recebe o endereço p de uma célula de uma lista encadeada e remove da lista a célula $p \rightarrow prox$.

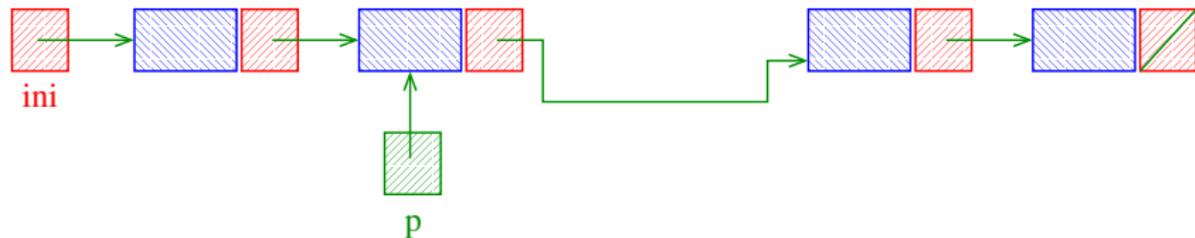
A função supõe que $p \neq NULL$ e
 $p \rightarrow prox \neq NULL$.



Remoção em uma lista encadeada

Recebe o endereço p de uma célula de uma lista encadeada e remove da lista a célula $p \rightarrow \text{prox}$.

A função supõe que $p \neq \text{NULL}$ e
 $p \rightarrow \text{prox} \neq \text{NULL}$.



Busca e Inserção em uma lista

Recebe lista `ini` e insere célula de conteúdo `x` antes da primeira célula de conteúdo `y`. Se nenhuma célula contém `y`, insere a célula com `y` no final da lista.

`Celula *`

```
buscaInsere(int x, int y, Celula *ini) {  
    Celula *p, *q, *nova;  
    nova = mallocSafe(sizeof(Celula));  
    nova->conteudo = x;  
    if (ini == NULL || ini->conteudo == y){  
        nova->prox = ini;  
        ini = nova;  
    }  
}
```

Busca e Inserção em uma lista

```
else {  
    p = ini;  
    q = p->prox;  
    while (q!=NULL && q->conteudo!=y){  
        p = q;  
        q = p->prox;  
    }  
    p->prox = nova;  
    nova->prox = q;  
}  
return ini;  
}
```

Chamadas de buscaInsere

```
Celula *ini, *ini2;  
ini = ini2 = NULL;
```

[...manipulação das listas ...]

```
ini = buscaInsere(22, 33, ini);  
ini2 = buscaInsere(x+1, y, ini2);  
ini2 = buscaInsere(x, 2*y, ini2);  
ini = buscaInsere(valor, meio, ini);
```

Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



ini

Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



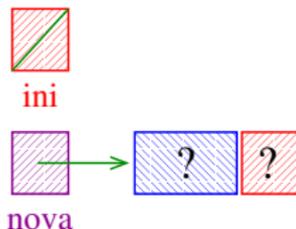
ini



nova

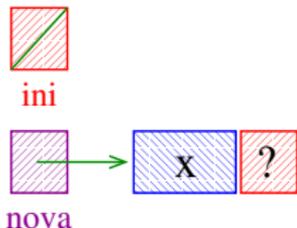
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



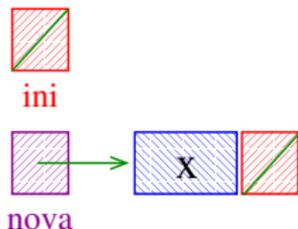
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



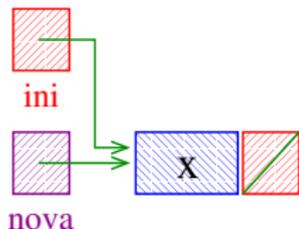
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



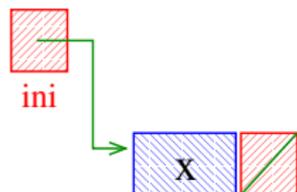
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



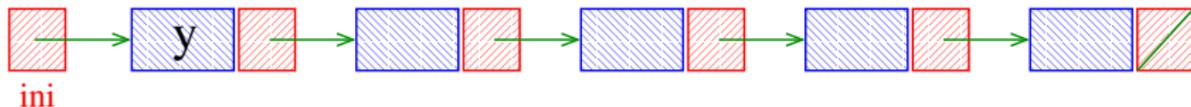
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



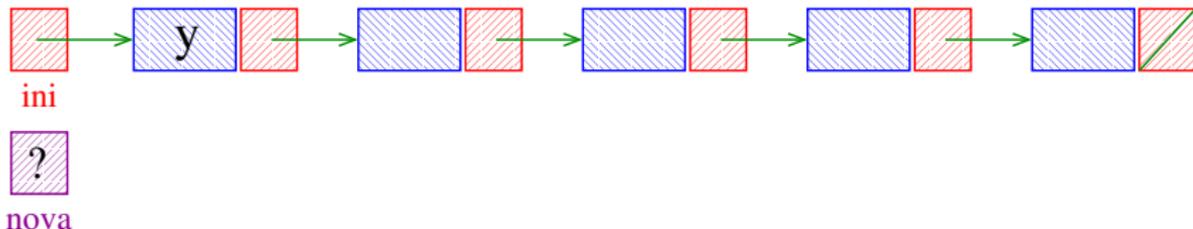
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



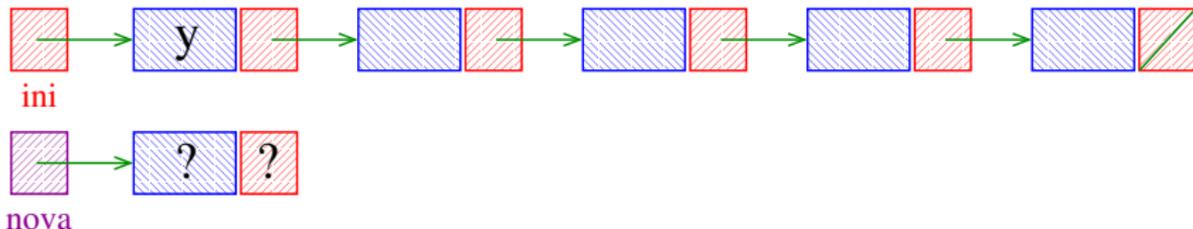
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



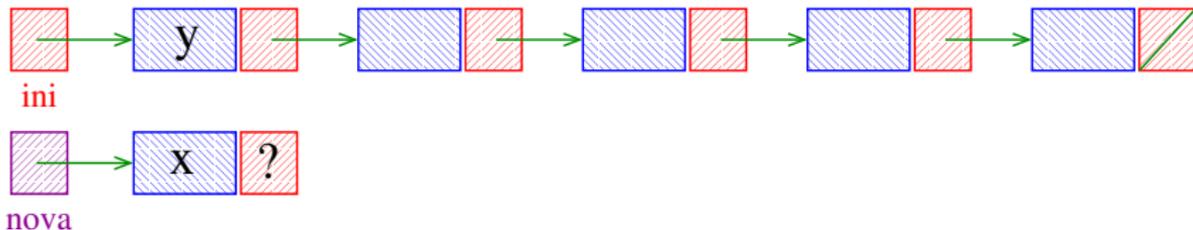
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo x antes da primeira célula de conteúdo y . Se nenhuma célula contém y , insere a célula com y no final da lista.



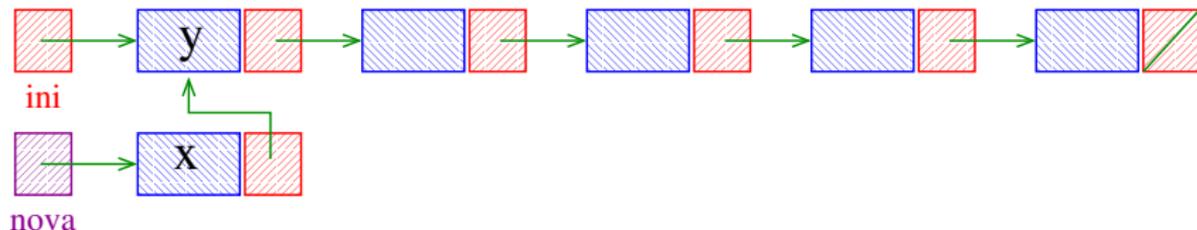
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



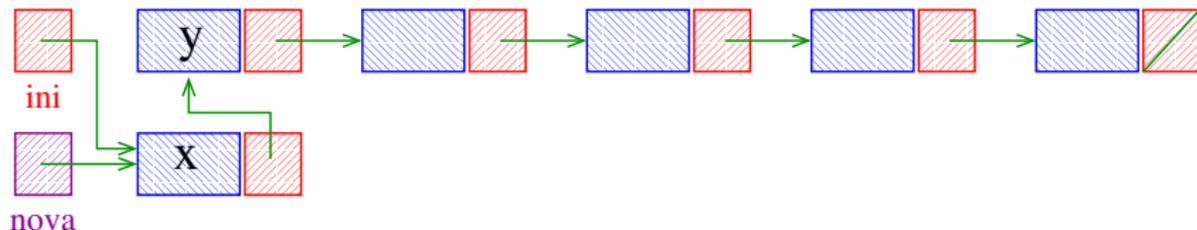
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



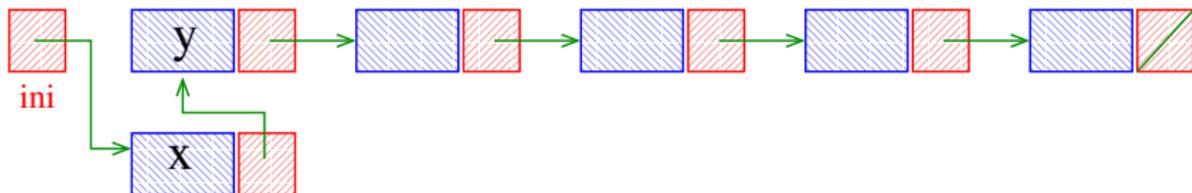
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



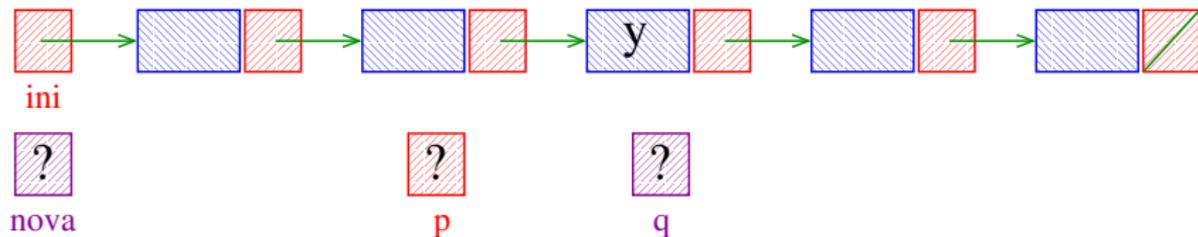
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



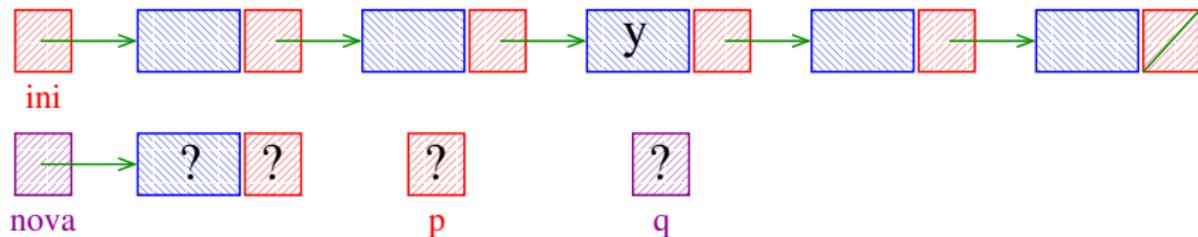
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



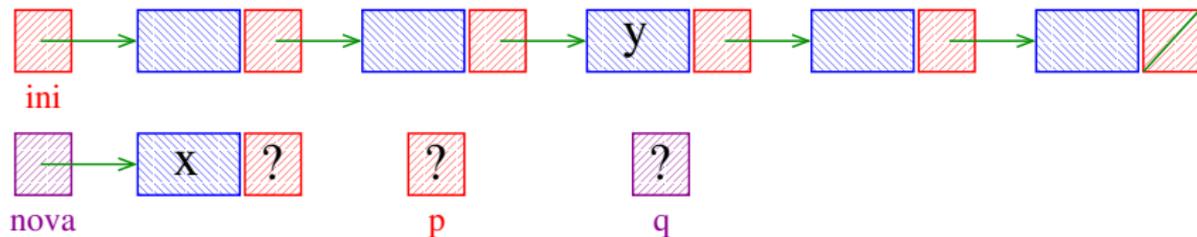
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



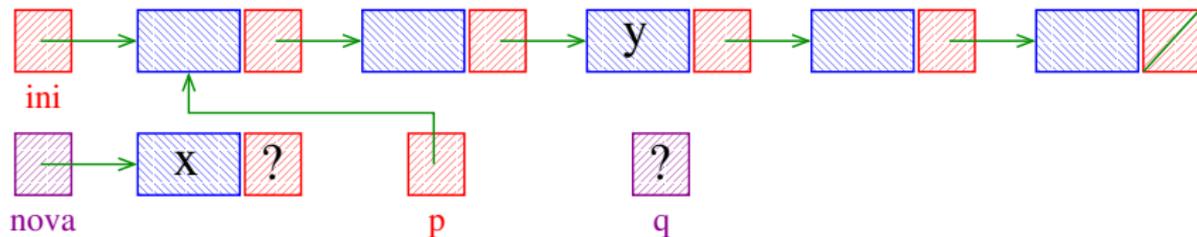
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



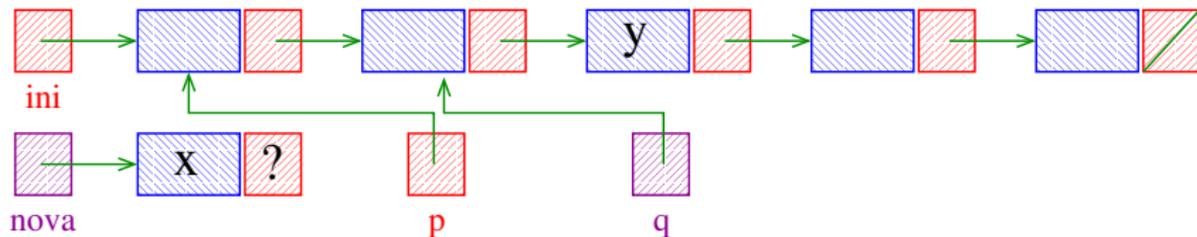
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



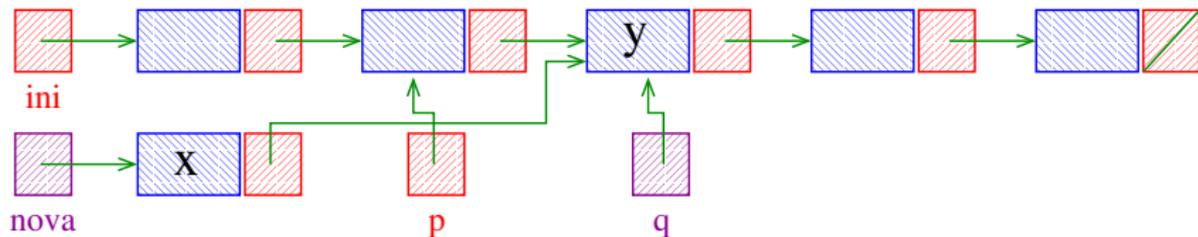
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



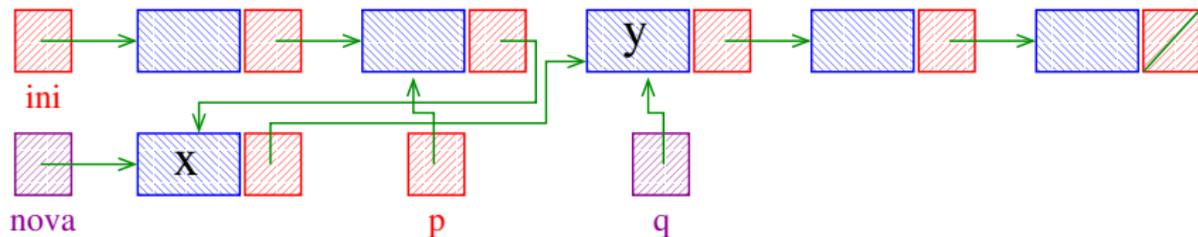
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



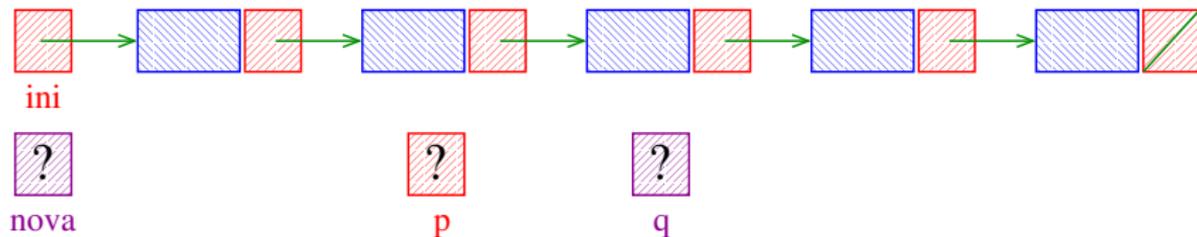
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



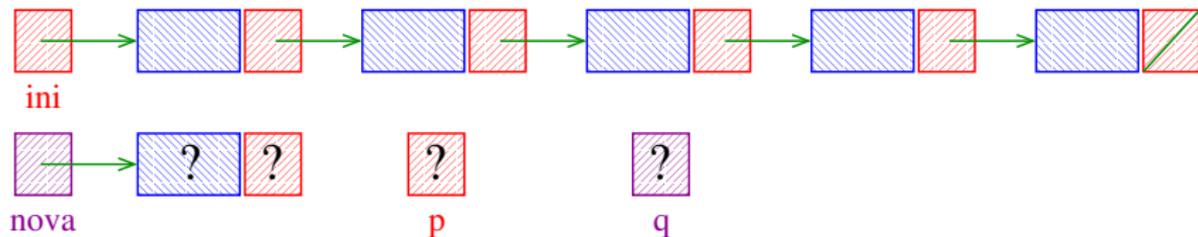
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



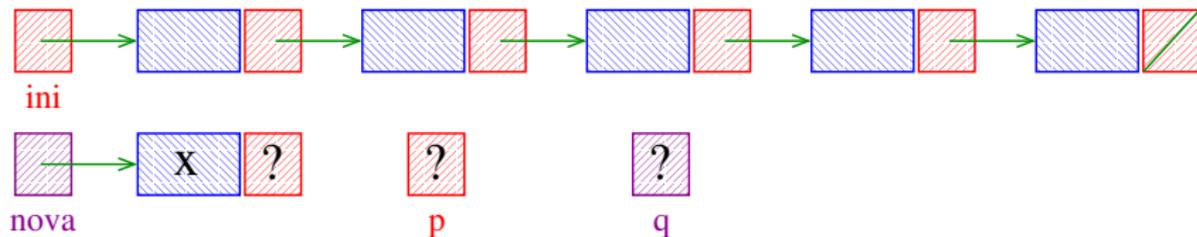
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



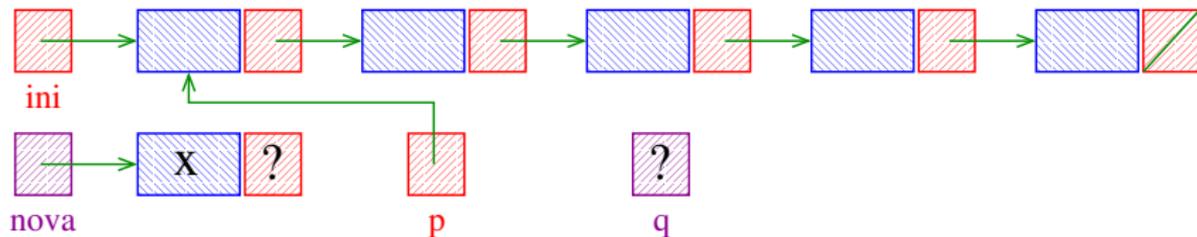
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



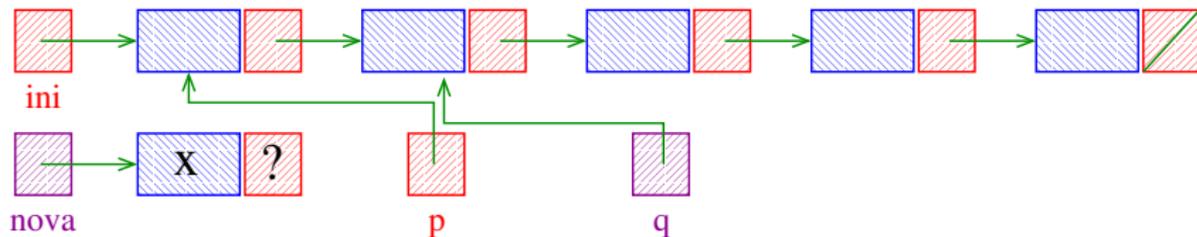
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



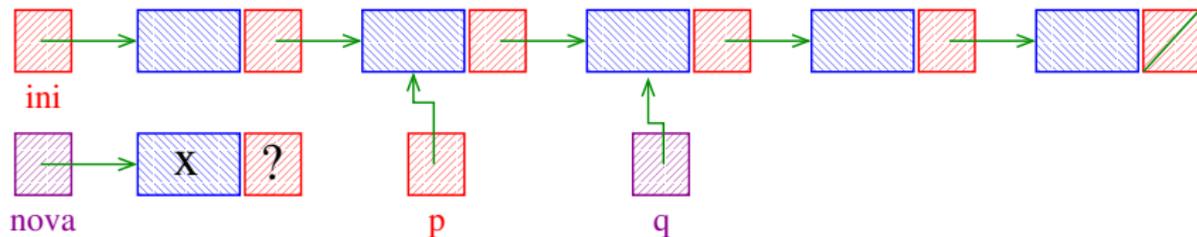
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



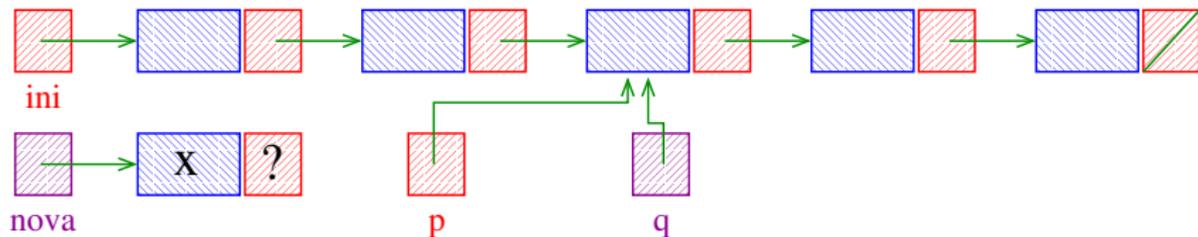
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



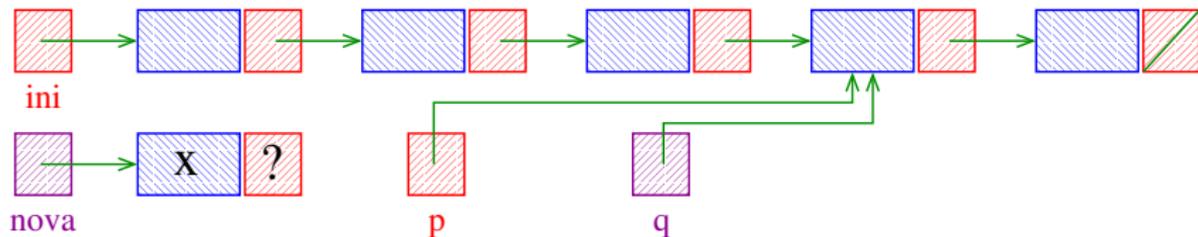
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



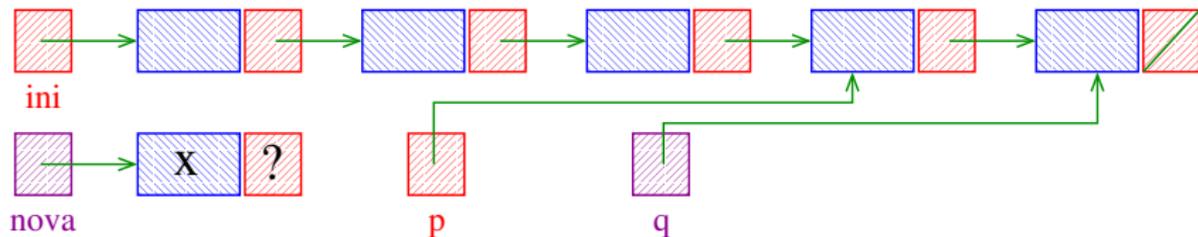
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



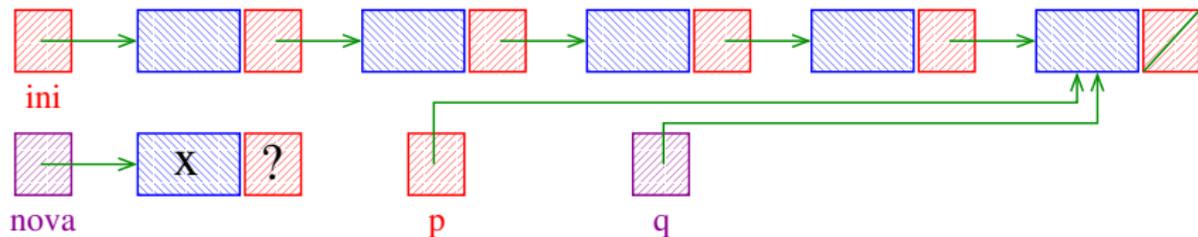
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



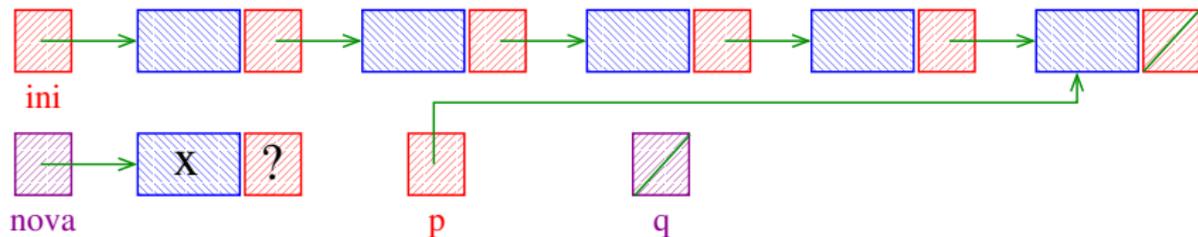
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



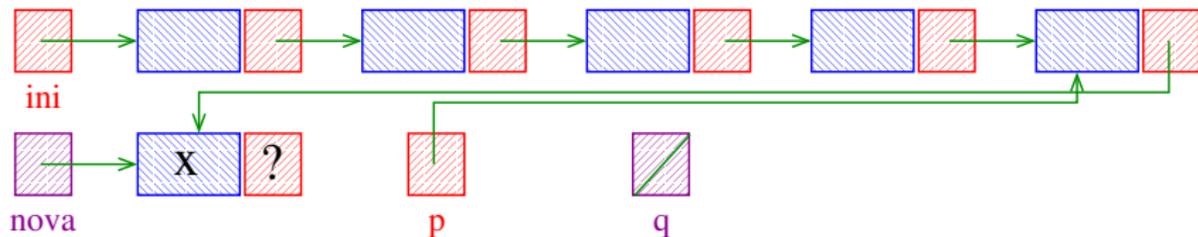
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



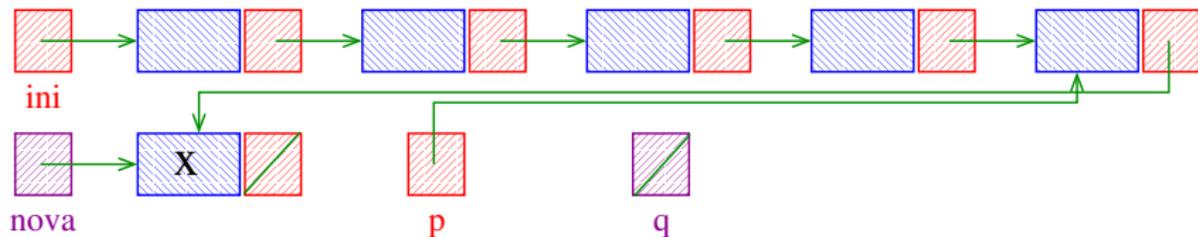
Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.



Busca e Inserção em uma lista

Inserir uma célula de conteúdo **x** antes da primeira célula de conteúdo **y**. Se nenhuma célula contém **y**, insere a célula com **y** no final da lista.

