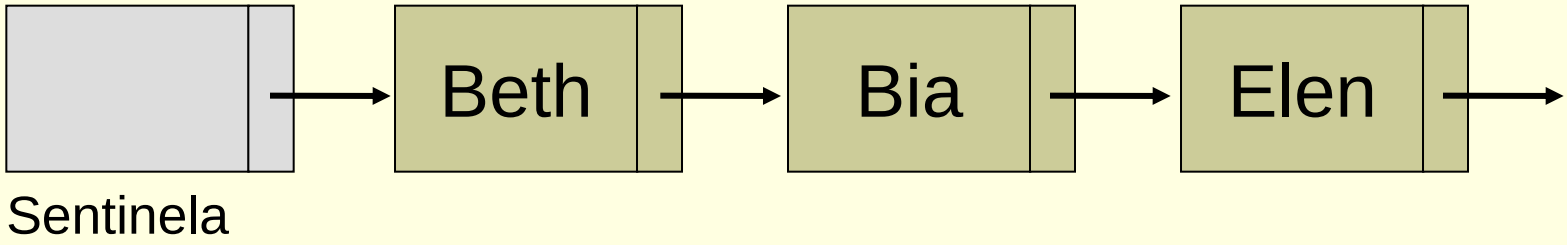
Listas: nós de cabeçalho, listas não homogêneas, listas generalizadas

SCC-502 – Algoritmos e Estruturas de Dados I

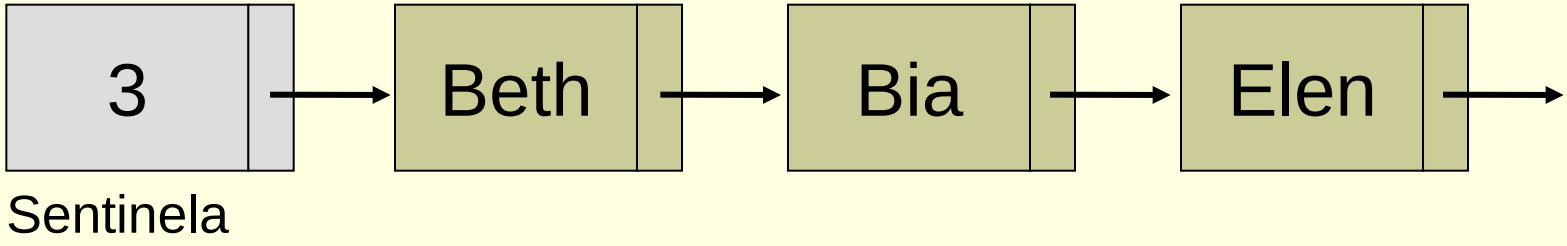
Lista com nó de cabeçalho

- Nó de cabeçalho
  - *Header*, sentinela, etc.
- Para que?



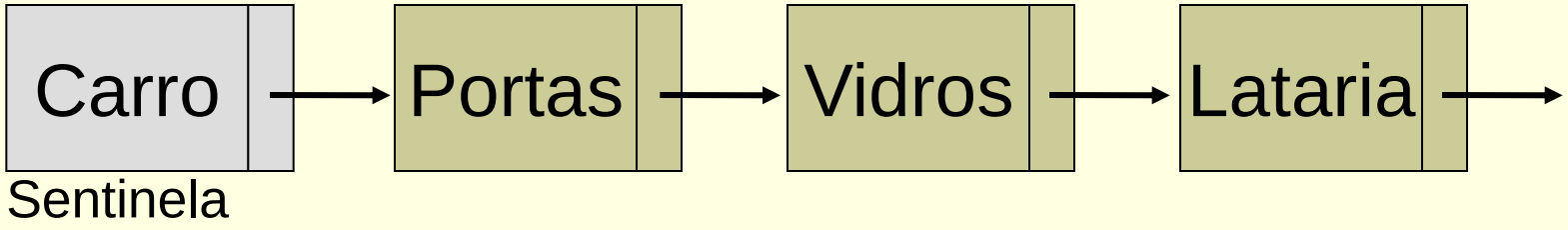
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Informação global sobre a lista que possa ser necessária na aplicação
    - Armazenar número de elementos da lista, para que não seja necessário atravessá-la contando seus elementos



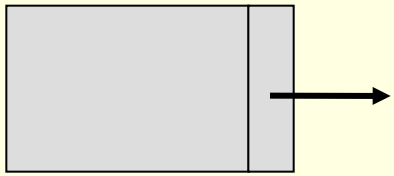
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Informação global sobre a lista que possa ser necessária na aplicação
    - Em uma fábrica, guarda-se as peças que compõem cada equipamento produzido, sendo este indicado pelo nó sentinela
    - Informações do vôo correspondente a uma fila de passageiros



Lista com nó de cabeçalho

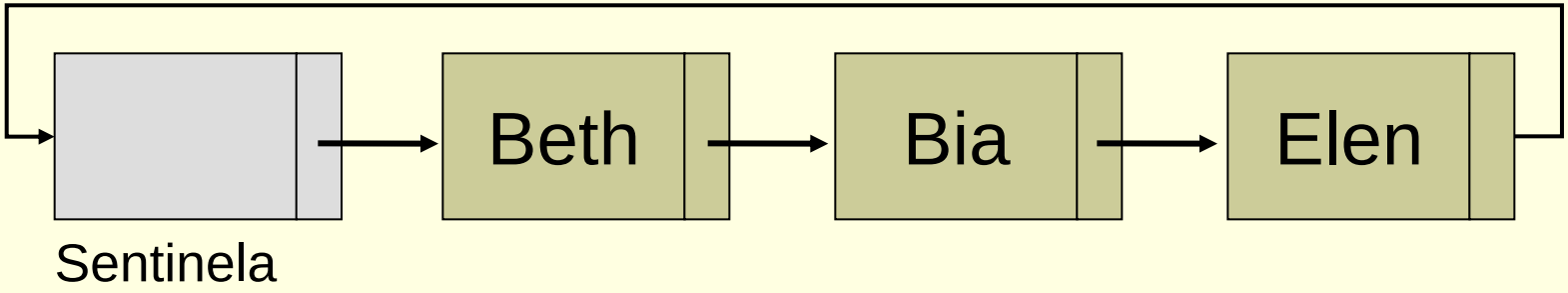
- Possibilidades de uso
  - Informação global sobre a lista que possa ser necessária na aplicação
    - Lista vazia contém somente o nó sentinela



Sentinela

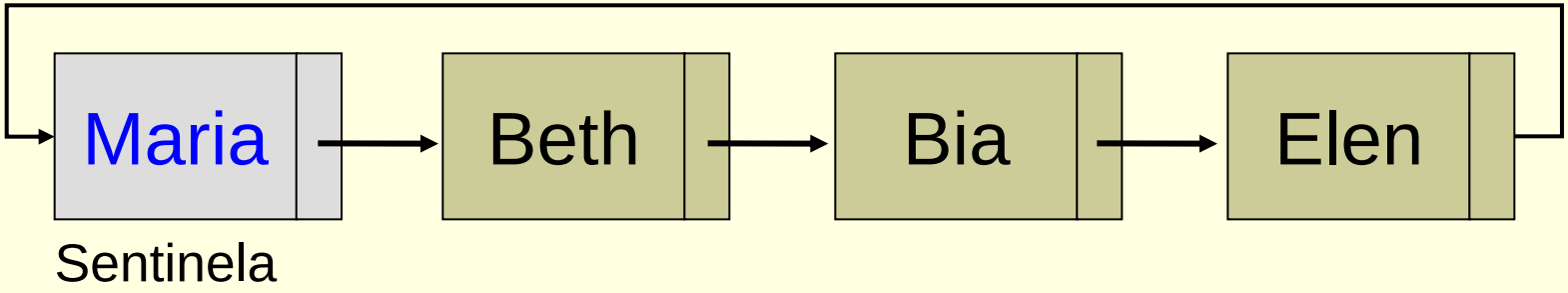
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Lista circular
    - Não existe mais NULL no fim da lista, eliminando-se o risco de acessar uma posição inválida de memória



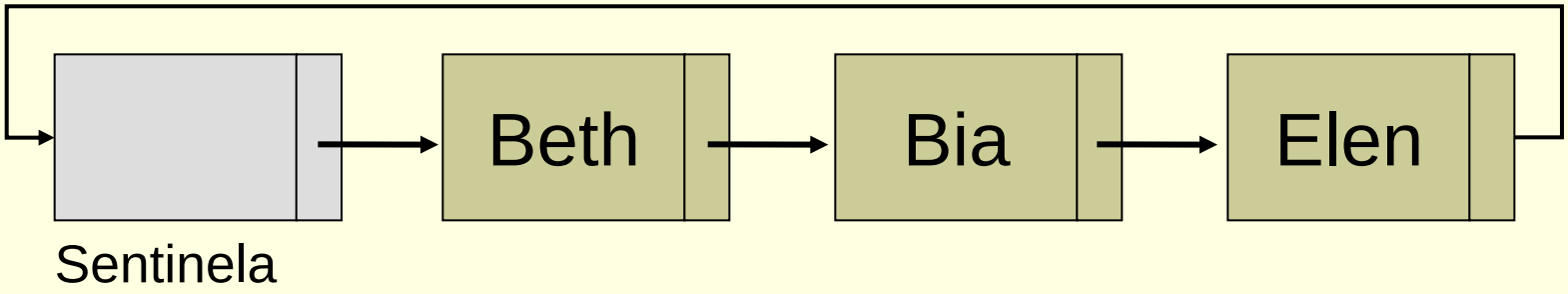
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Lista circular
    - Uso da sentinela para simplificar Busca
      - Sempre vai encontrar a chave: se sentinela, então chave não estava na lista.



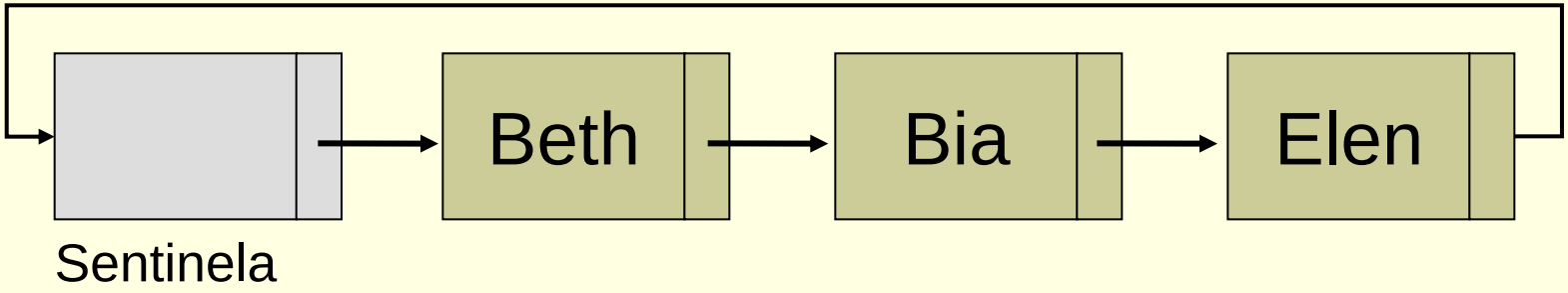
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Lista circular
    - Como saber qual é o último elemento da lista?



Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Lista circular
    - Como saber qual é o último elemento da lista?
      - Ele aponta para o nó sentinela

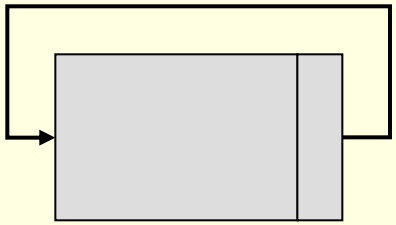


Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Lista circular
    - Como representar a lista vazia?

Lista com nó de cabeçalho

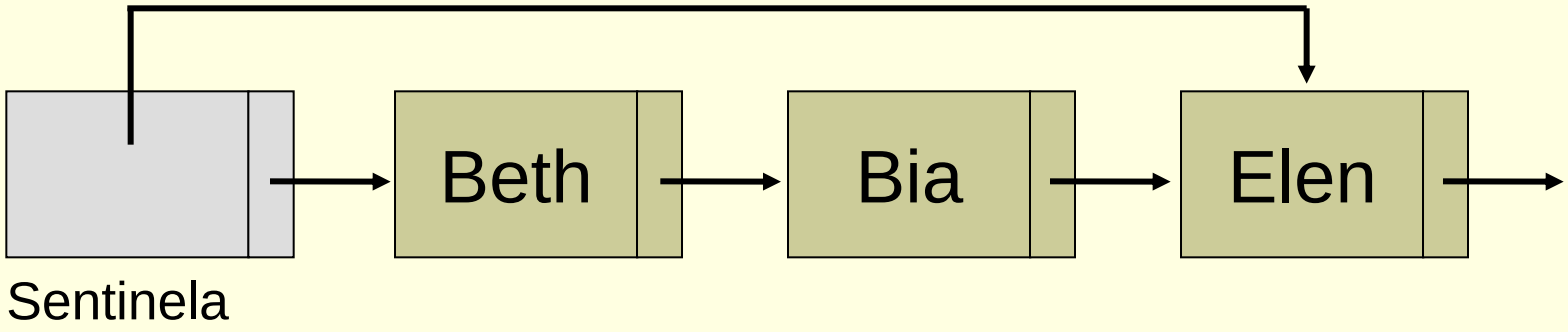
- Possibilidades de uso
  - Lista circular
    - Como representar a lista vazia?



Sentinela

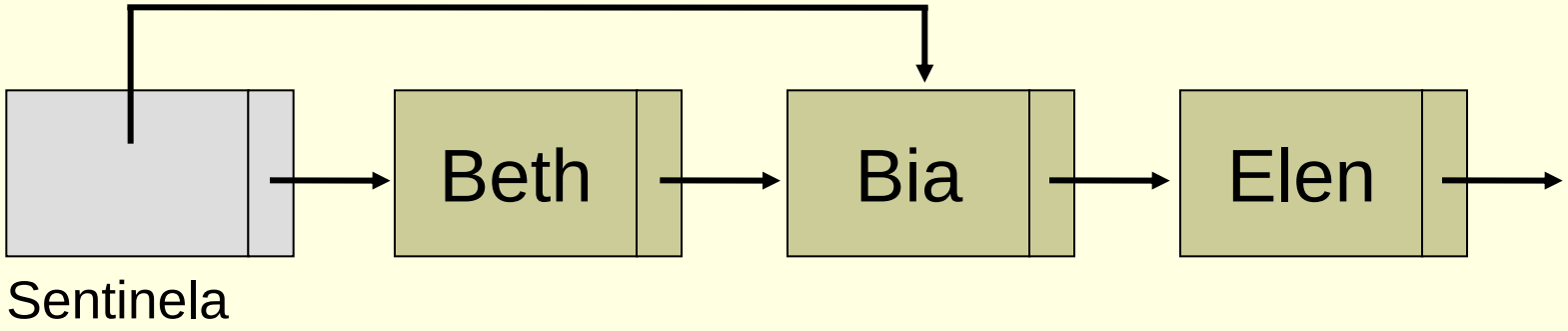
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Informações para uso da lista como pilha, fila, etc.
    - Exemplo: em vez de um ponteiro de fim da fila, o nó sentinela pode apontar o fim
      - O campo info do nó sentinela passa a ser um ponteiro
      - Acaba por indicar o início da fila também



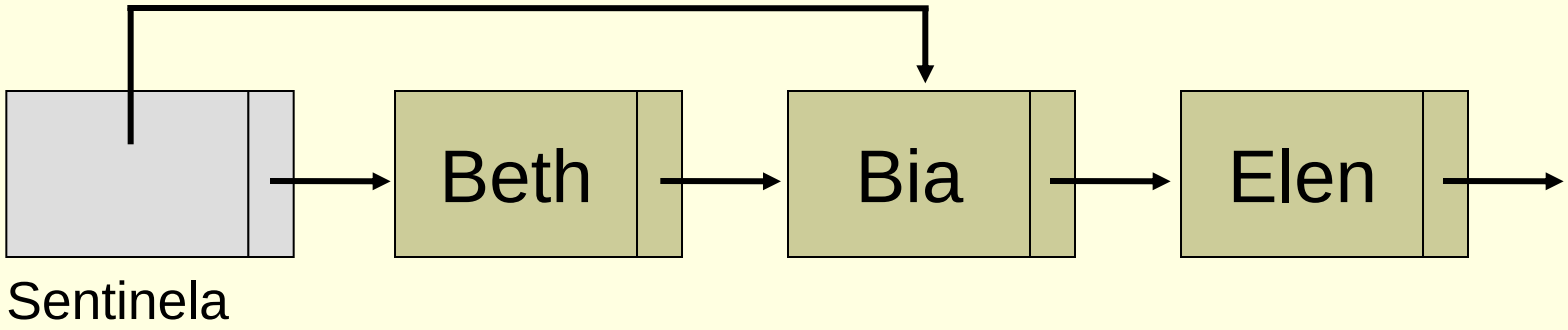
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Indica um nó específico da lista
    - Por exemplo, em buscas que são constantemente interrompidas
      - Verificação de pessoas em ordem alfabética: poupa o esforço de se recomeçar ou a necessidade de ter uma variável auxiliar



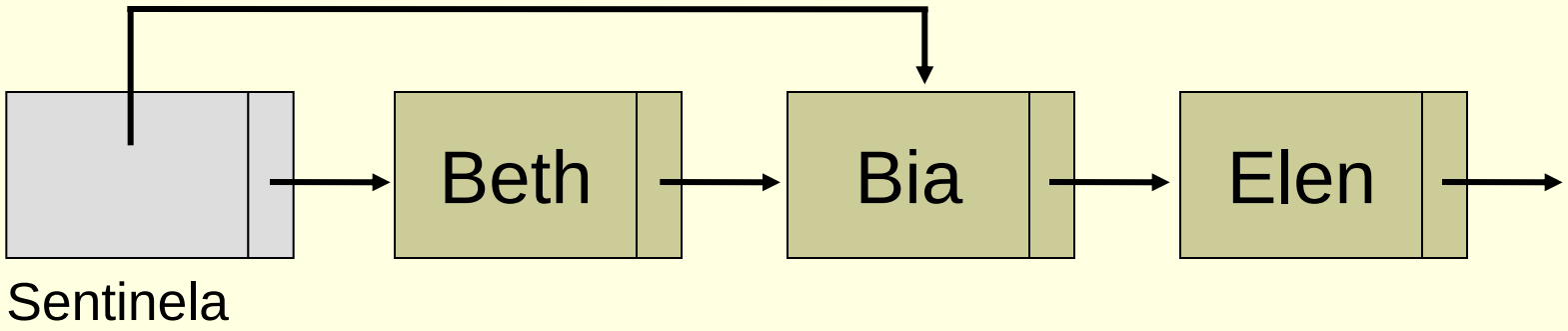
Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Nó sentinela com ponteiro em seu campo info
    - Vantagem: acesso possivelmente mais direto e imediato
    - Desvantagens? Quais?



Lista com nó de cabeçalho

- Possibilidades de uso
  - Nó sentinela com ponteiro em seu campo info
    - Vantagem: acesso possivelmente mais direto e imediato
    - Desvantagens? Quais?
      - Registro sentinela tem tipo distinto dos demais



Lista não homogênea

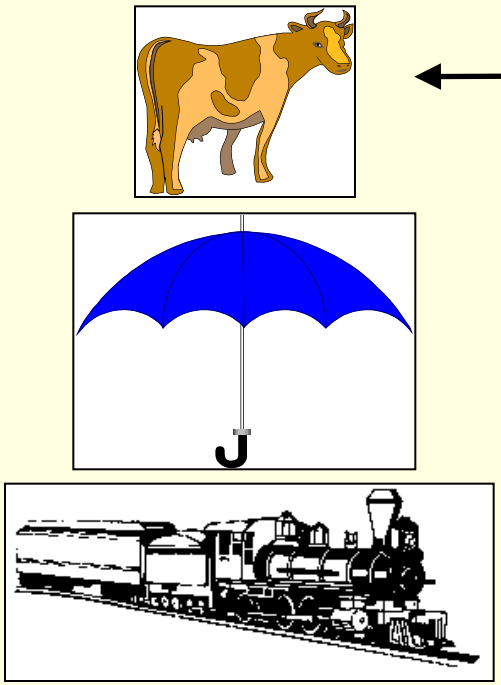
- Lista “genérica”

- Possibilidade de usar uma mesma estrutura para armazenar informações diferentes
  - Inteiro, caracter, estrutura, etc.

- Não é necessário definir blocos de memória diferentes

Lista não homogênea

- Como inserir uma vaca, um guarda-chuva e um trem em uma mesma pilha?



Lista não homogênea

- Solução 1
  - Definem-se vários campos de informação
  - Usam-se somente os necessários

```
struct no {
        char info1;
        int info2;
        struct no *prox;
}
```

- Desvantagem: memória alocada desnecessariamente

Lista não homogênea

- Solução 2
  - Definem-se vários ponteiros
  - Aloca-se memória conforme necessidade

```
struct no {
        char *info1;
        int *info2;
        struct no *prox;
}
```

- Desvantagem: memória (dos ponteiros não usados) alocada desnecessariamente

Lista não homogênea

- Solução 3
  - Usa-se um registro/estrutura variante

```
struct no {
        union {
                int ival;
                float fval;
                char cval;
        } elemento;
        int tipo;
        struct no *prox;
}
```

```
struct no *p;
…
p->tipo = 1; /*inteiro*/
p->elemento.ival = 256;
…
p->tipo = 3; /*char*/
p->elemento.cval = ‘n’;
…
```

Lista generalizada

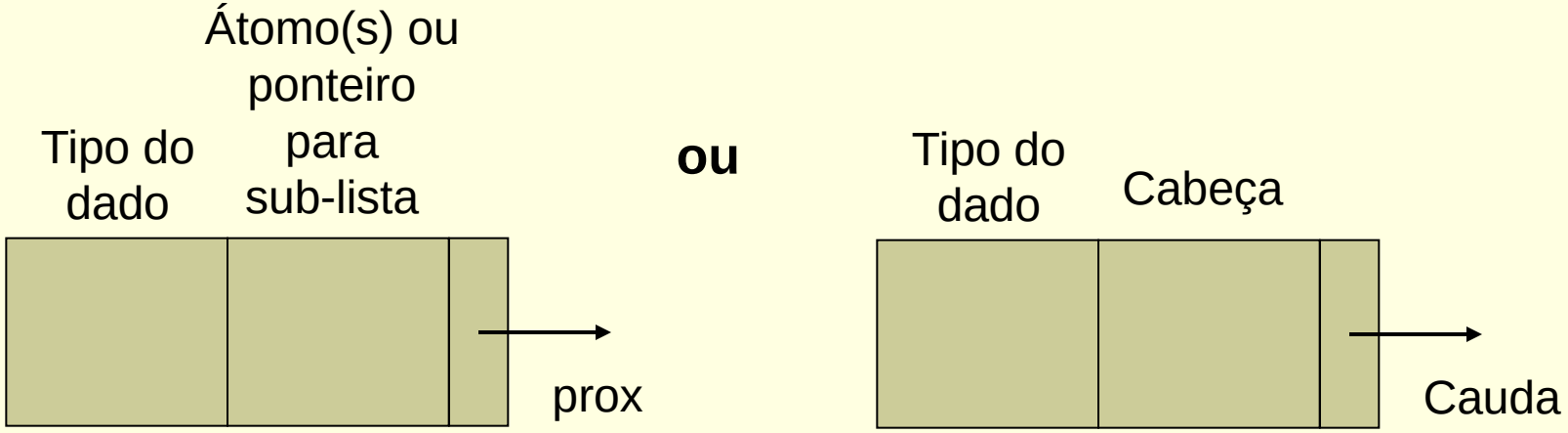
- Uma lista generalizada é aquela que pode ter como elemento ou um átomo ou uma outra lista (sub-lista)
  - Átomo: integer, real, char, string, etc.

- Cabeça e cauda
  - Cabeça: primeiro elemento da lista (átomo ou lista)
  - Cauda: o resto (uma outra lista, mesmo que vazia)

Lista generalizada

- Definição formal
  - Uma lista generalizada A é uma seqüência finita de $n \geq 0$ elementos α_1, α_1, ... α_n, em que α_i são átomos ou listas. Os elementos α_i, com $0 \leq i \leq n$, que não são átomos são chamados sub-listas de A.

- Estrutura básica do bloco de memória



Lista generalizada

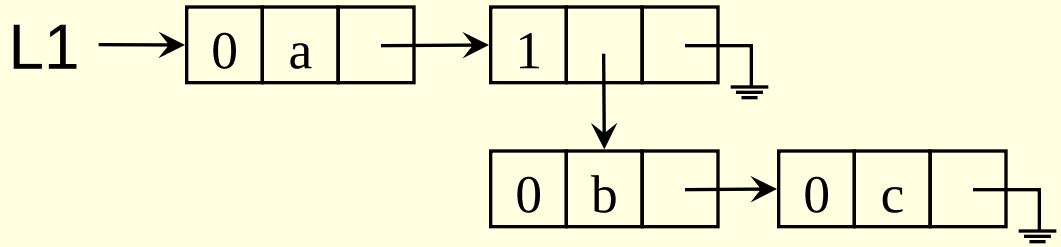
- Suponha que uma lista seja representada por elementos entre parênteses (no estilo da linguagem de programação LISP) ou entre colchetes (no estilo de PROLOG)
  - (a,b,c) ou [a,b,c]
  - (a,(b,c)) ou [a,[b,c]]
  - (a,(b),(c)) ou [a,[b],[c]]
  - (a,b,()) ou [a,b,[]]

- Tipo=0 indica átomo e tipo=1 indica sub-lista

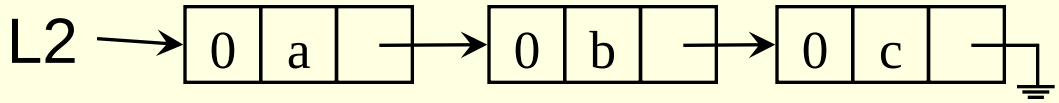
Lista generalizada

- Exemplos de representação

L1 = (a,(b,c))



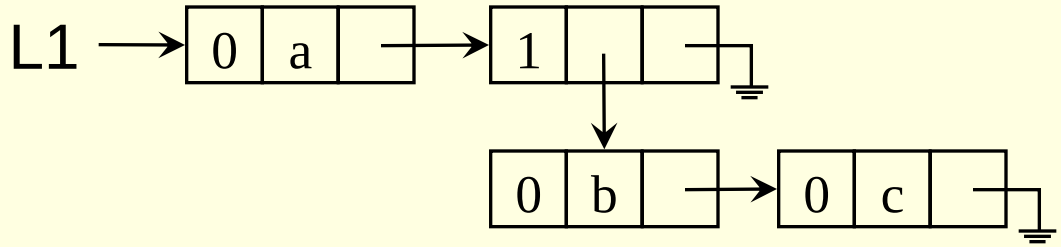
L2 = (a,b,c)



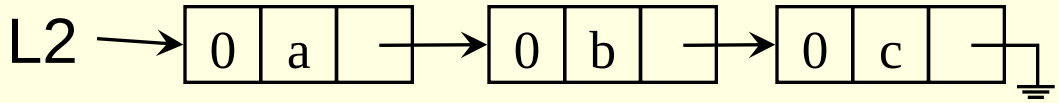
Lista generalizada

- Exemplos de representação

L1 = (a,(b,c))



L2 = (a,b,c)



Cabeça(L2)? Cauda(L2)? Cabeça(Cauda(L2))?

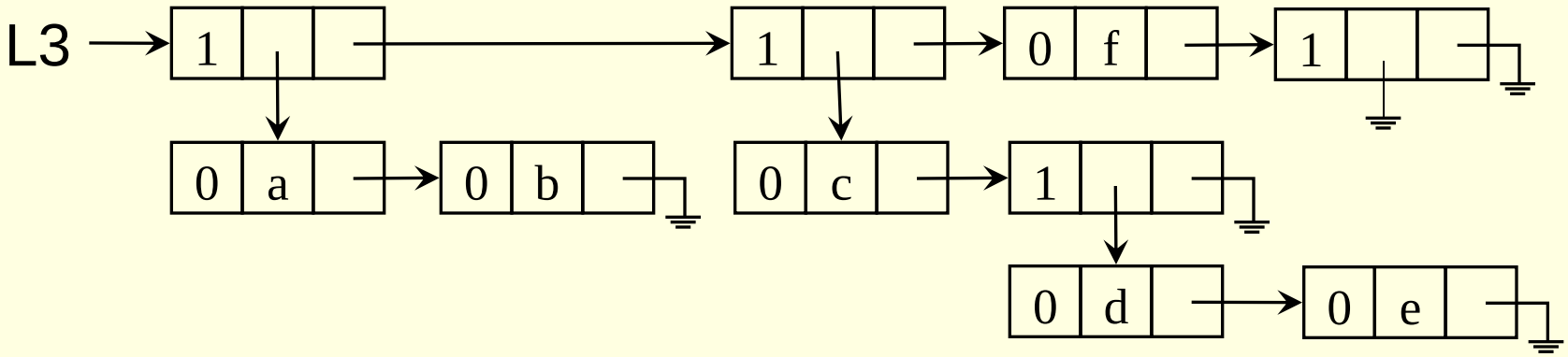
Cabeça(L1)? Cauda(L1)? Cabeça(Cauda(L1))?

Lista generalizada

- Exercício: faça a representação da lista L3 **((a,b),(c,(d,e)),f,())**

Lista generalizada

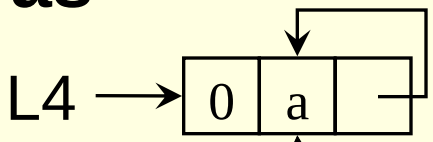
- Exercício: faça a representação da lista L3 **((a,b),(c,(d,e)),f,())**



Lista generalizada

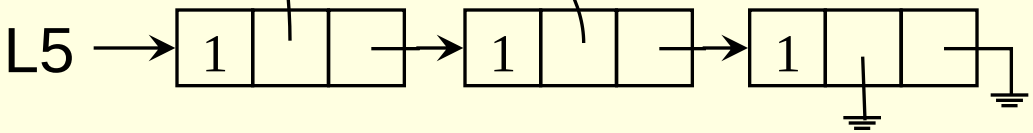
Listas Recursivas

L4 = (a,L4)



Listas Compartilhadas

L5 = (L4,L4,())



Lista generalizada

- Declaração em C
  - Union

Lista generalizada

- Declaração em C
  - Union

```
typedef struct bloco {
        union {
                char atomo;
                struct bloco *sublista;
        } info;
        int tipo;
        struct bloco *prox;
} no;
```

Lista generalizada

- Exercícios
  - Implementar uma função recursiva para buscar um átomo x numa lista generalizada
    - (1) considere apenas a lista principal;
    - (2) considere que x pode estar em qualquer sublista.
  - Implementar uma sub-rotina para verificar se duas listas generalizadas são iguais
    - Tente fazer a sub-rotina recursiva

Algoritmos

- Uma função booleana recursiva para buscar um átomo x numa lista generalizada, L. Retorna também o endereço, se estiver lá.
  - (1) considere apenas a lista principal;

```
Função Busca (x, L):
Se L é vazia então retorna FALSE
Senão L = (l1, l2, ....ln) e
      se l1 é atomo então
            se l1 = x então retorna TRUE e x
      retorna Busca (x, (l2, l3,....ln))
```

Algoritmos

- Uma função booleana recursiva para buscar um átomo x numa lista generalizada, L. Retorna também o endereço, se estiver lá.
  - (2) considere que x pode estar em qualquer sublista.

```
Função Busca (x, L):
Se L é vazia então retorna FALSE
Senão L = (l1, l2, ....ln) e
      se l1 é atomo então
            se l1 = x então retorna TRUE e x
            senão retorna Busca (x, (l2, l3,....ln))
      senão se Busca (x, l1) retorna TRUE e x
           senão retorna Busca (x, (l2, l3,....ln))
```

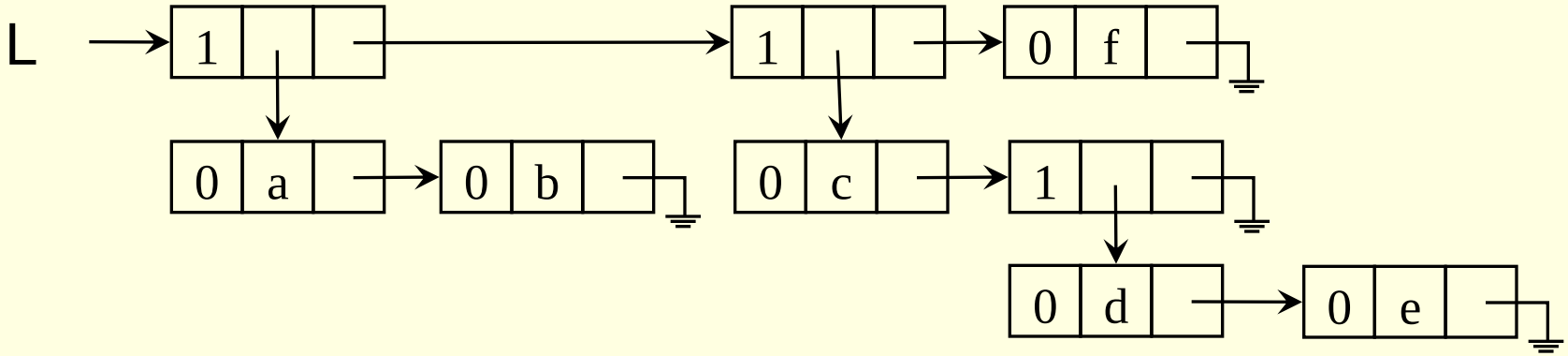
Algoritmos

- Verificar se duas listas generalizadas, L1 e L2, são iguais
  - Tente fazer função booleana recursiva

```
Função Igual (K, L):
Se K e L são vazias então retorna TRUE;
Se K ou L é vazia então retorna FALSE;
/*ambas são não vazias: (k1,...kn) (l1,...lm)*/
Se k1 e l1 são átomos e são iguais
Então retorna Igual((k2,...kn), (l2,...lm))
Senão se k1 e l1 são sublistas
      então se Igual(k1, l1)
            então retorna Igual((k2,...kn), (l2,...lm))
      senão retorna FALSE
```

Listas e recursão

- Exercício extra
  - Implementar uma sub-rotina que determina a profundidade máxima de uma lista generalizada
    - Tente usar recursividade
  - Por exemplo, para o caso abaixo, a sub-rotina deveria retornar profundidade 3



Profundidade máxima de uma lista generalizada S

```
Função Profundidade ( S ):
Se S é atomo ou S = lista vazia então retorna 0
 senão{prof_atual = 0;
       para cada elemento elem de S:
            {prof :=  Profundidade(elem);
             se prof > prof_atual
                então prof_atual:= prof };
             retorna prof_atual + 1;
       }
```

Ex. S = (a, (b)) => Prof(S) = 2

A = (a, b, c) => Prof(A) = 1

B = () => Prof(B) = 0;

Lista generalizada

- Exercício
  - Implementar uma sub-rotina para verificar se duas listas generalizadas são estruturalmente iguais
    - O conteúdo em si não importa

Lista generalizada e polinômios

- Considere os polinômios:

$P1 = 4x^2y^3z + 3xy + 5$

$P2 = x^{10}y^3z^2 + 2x^8y^2z^2 + x^4y^4z + 6x^3y^4z + 2yz$

$P3 = 3x^2y$

(a) n° de termos: variável
  - P1=3, P2=5, P3=1

(b) n° de variáveis: variável
  - P1=P2=3, P3=2

(c) nem todo termo é expresso com todas as variáveis

Lista generalizada e polinômios

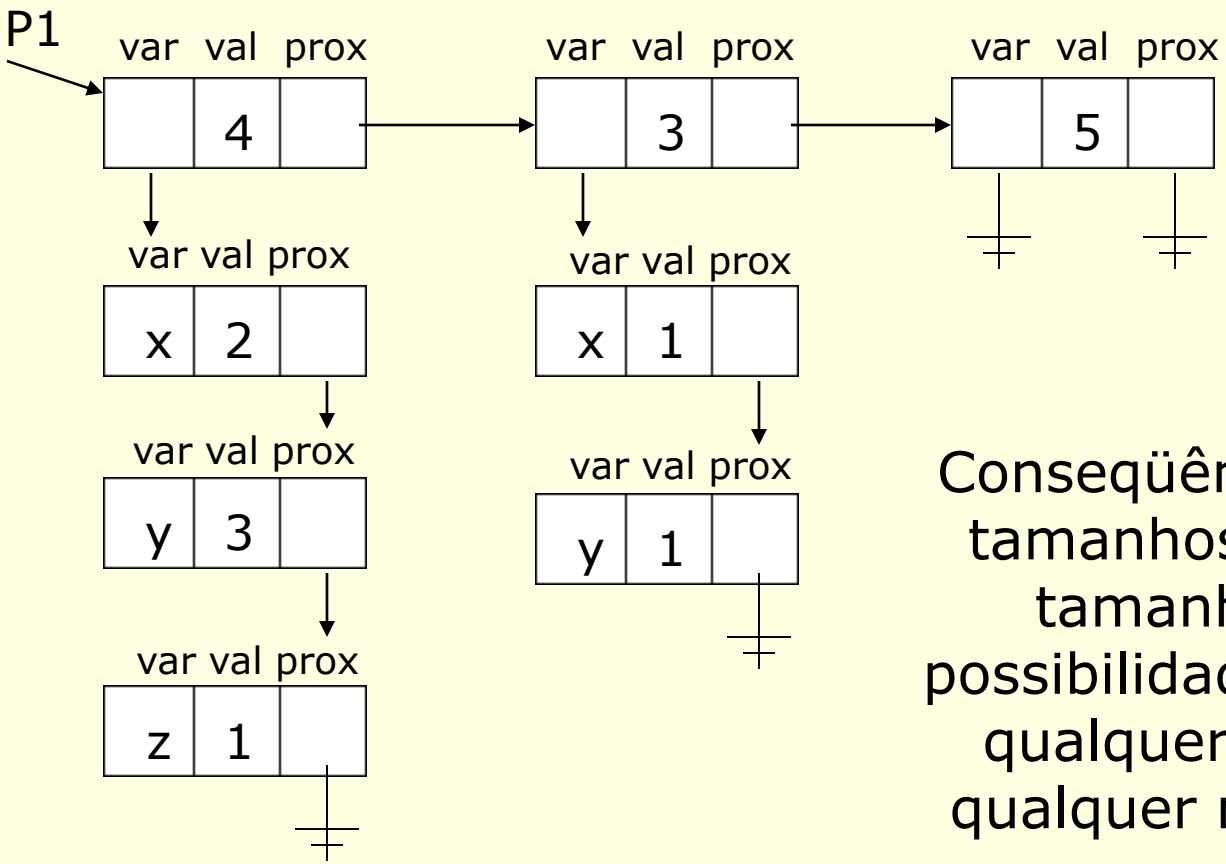
- Objetivos

  - representar de forma a otimizar o uso de memória
  - representação única para todo polinômio

- Solução: lista generalizada

Lista generalizada e polinômios

Ex: P1 = $4x^2y^3z + 3xy + 5$



Conseqüência: registros de tamanhos fixos; listas de tamanhos variáveis; possibilidade de representar qualquer polinômio com qualquer n° de variáveis e qualquer grau

Polinômio

- Declaração em C
  - Union

```
typedef struct bloco {
        union {
                char atomo;
                struct bloco *sublista;
        } var;
        int tipo;
        float val;
        struct bloco *prox;
} no;
```

Exercício

- Implementar uma sub-rotina que:
  - (a) receba um polinômio representado via lista generalizada e os valores das variáveis
  - (b) percorra a lista generalizada e compute o resultado do polinômio
  - (c) retorne o resultado para quem chamou a sub-rotina