# O TAD Vetor

- O TAD Vetor extende a noção de arranjo (*array*) armazenando sequências de objetos arbitrários
- Um elemento pode ser acessado, inserido ou removido através da especificação de sua **colocação** (*rank*)
- Uma exceção é disparada se uma colocação incorreta é especificada

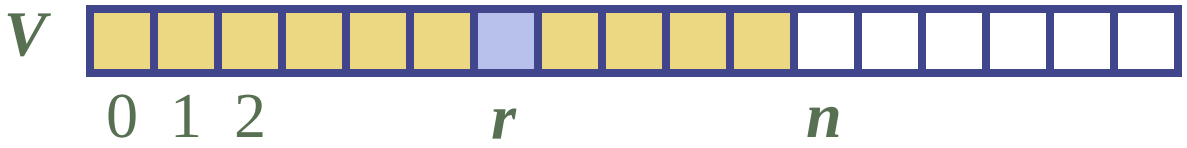
- Principais operações:
  - object elemAtRank(integer r): retorna o elemento na colocação r, sem removê-lo
  - object replaceAtRank(integer r, object o): substitui o elemento na colocação r por o e retorna o antigo elemento
  - insertAtRank(integer r, object o): insere um novo elemento o na colocação r
  - object removeAtRank(integer r): remove e retorna o elemento na colocação r
- Operações adicionais size() e isEmpty()

# Aplicações de vetores

- Aplicações diretas
  - Coleção de objetos “ordenados” (banco de dados elementar)
- Aplicações indiretas
  - Estrutura de dados auxiliares para algoritmos
  - Componentes de outras estruturas de dados

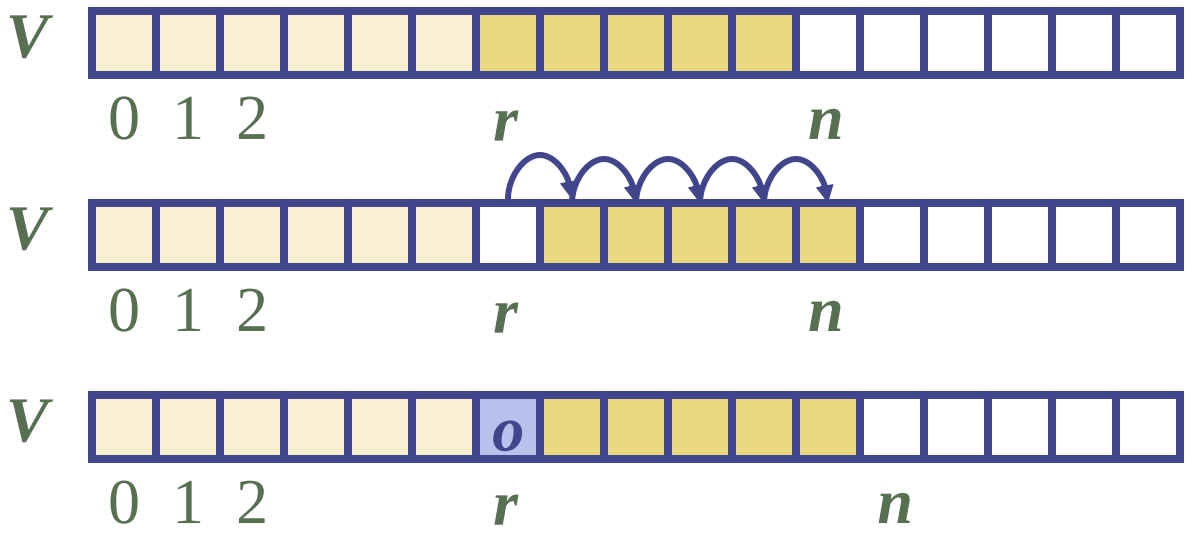
# Vetor baseado em arranjo (*array*)

- Usamos um *array* $V$ *de tamanho* $N$
- Uma variável $n$ mantém o tamanho do vetor (número de elementos armazenados)
- A operação $elemAtRank(r)$ é implementada em tempo $O(1)$ para retornar $V[r]$



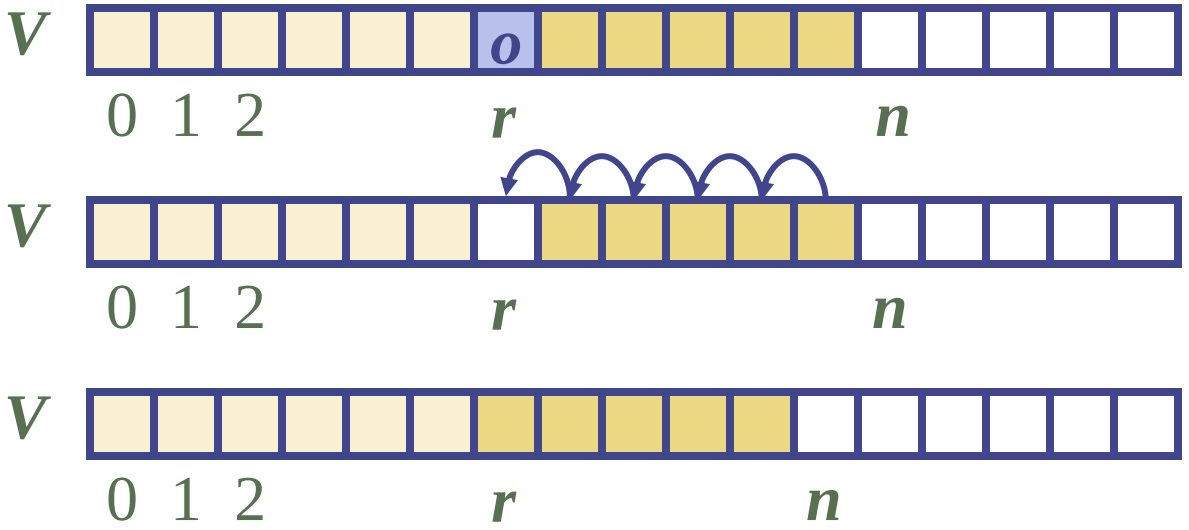
# inserção

- Na operação ***insertAtRank***$(r, o)$, precisamos "arrumar espaço" para o novo elemento deslocando para a direita os $n - r$ elementos $V[r], \ldots, V[n-1]$
- No pior caso ($r = 0$), esta operação roda em tempo $O(n)$



# remoção

- Na operação ***removeAtRank***$(r)$, temos que preencher o "buraco" deixado pelo elemento removido deslocando para a esquerda os $n - r - 1$ elementos $V[r + 1], \ldots, V[n - 1]$
- No pior caso ($r = 0$), esta operação roda em tempo $O(n)$



# Desempenho

- Em um Vetor implementado com *arrays*:
  - O espaço usado pela estrutura de dados é $O(n)$
  - ***size***, ***isEmpty***, ***elemAtRank*** e ***replaceAtRank*** rodam em tempo $O(1)$
  - ***insertAtRank*** e ***removeAtRank*** roda em tempo $O(n)$
- Se usarmos um *array* circular, ***insertAtRank***$(0,o)$ e ***removeAtRank***$(0)$ rodam em tempo $O(1)$
- Na operação ***insertAtRank***, quando o array está cheio, ao invés de disparar uma exceção, podemos substituí-lo por um maior

# JAVA

- JAVA possui duas classes que fornecem as funcionalidade de vetores:
  - java.util.Vector
  - java.util.ArrayList

- Correspondência de métodos:

| TAD vetor | java |
|---|---|
| size() | size() |
| isEmpty() | isEmpty() |
| elemAtRank(r) | get(r) |
| replaceAtRank(r,e) | Set(r,e) |
| insertAtRank(r) | add(r,e) |
| removeAtRank(r) | remove(r) |

# TAD Lista

- O TAD Lista modela um sequência de posições armazenando objetos quaisquer
- Ele estabelece uma relação antes/depois entre posções
- Métodos genéricos
  - size(), isEmpty()
- Métodos de fila:
  - isFirst(n), isLast(n)

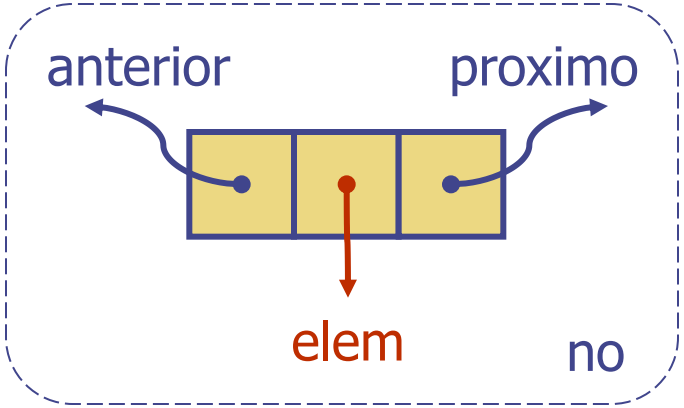
Métodos para acessar:

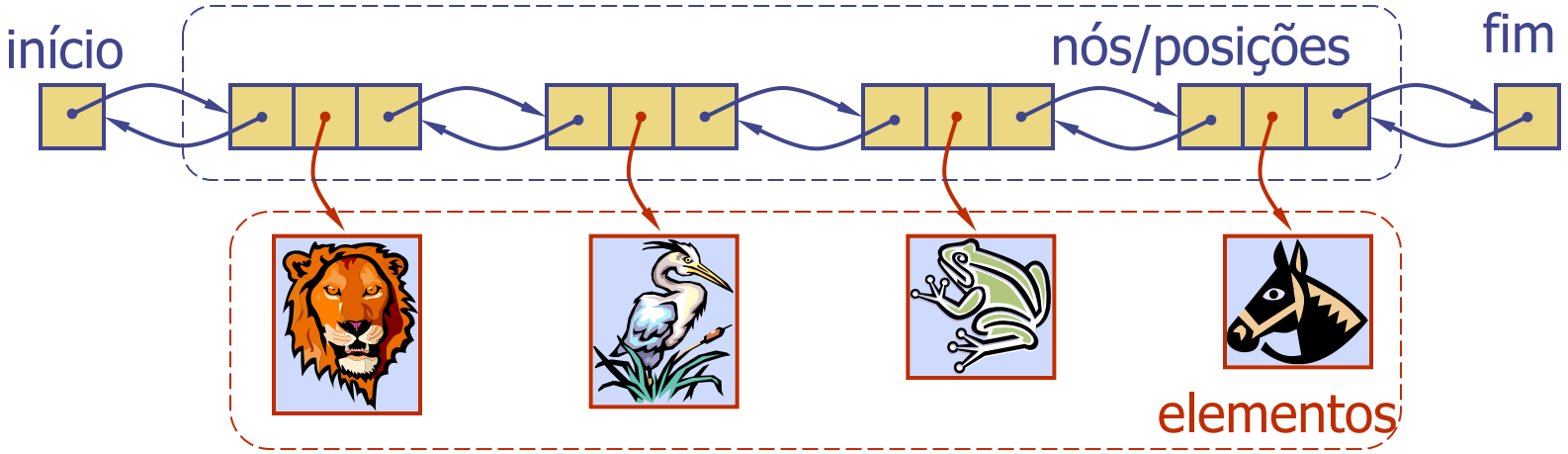
- first(), last()
- before(p), after(p)

- Métodos para atualizar:
  - replaceElement(n, o), swapElements(n, q)
  - insertBefore(n, o), insertAfter(n, o),
  - insertFirst(o), insertLast(o)
  - remove(n)

# Listas duplamente encadeadas

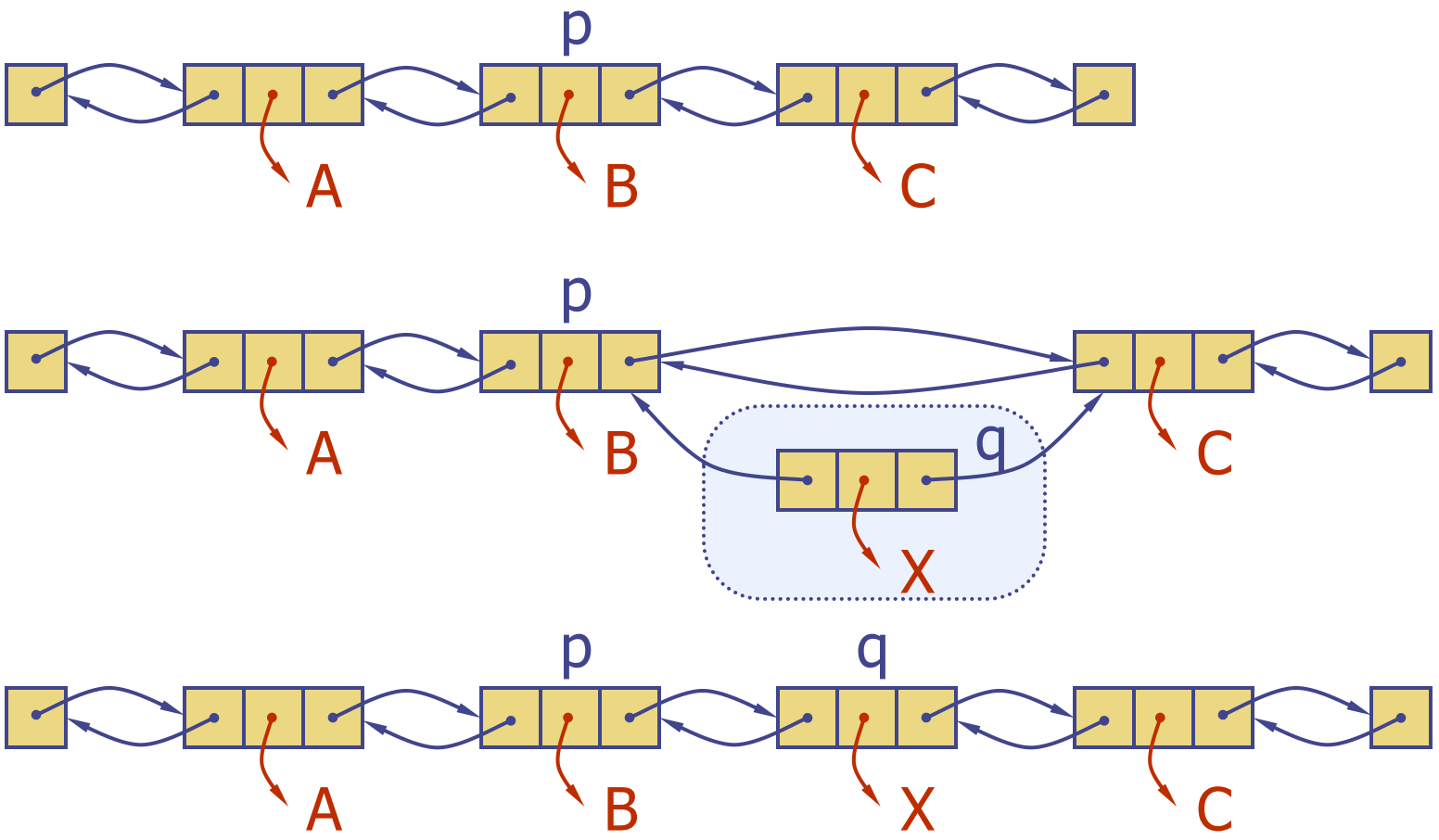
- Uma lista duplamente encadeada provê uma implementação natutal do TAD Lista
- Nós implementam Posições e armazenam:
  - elemento
  - referência ao nó anterior
  - referência ao nó posterior
- Nós especiais para início e fim



# Inserção

- A operação insertAfter(p, X), que retorna um aposição q

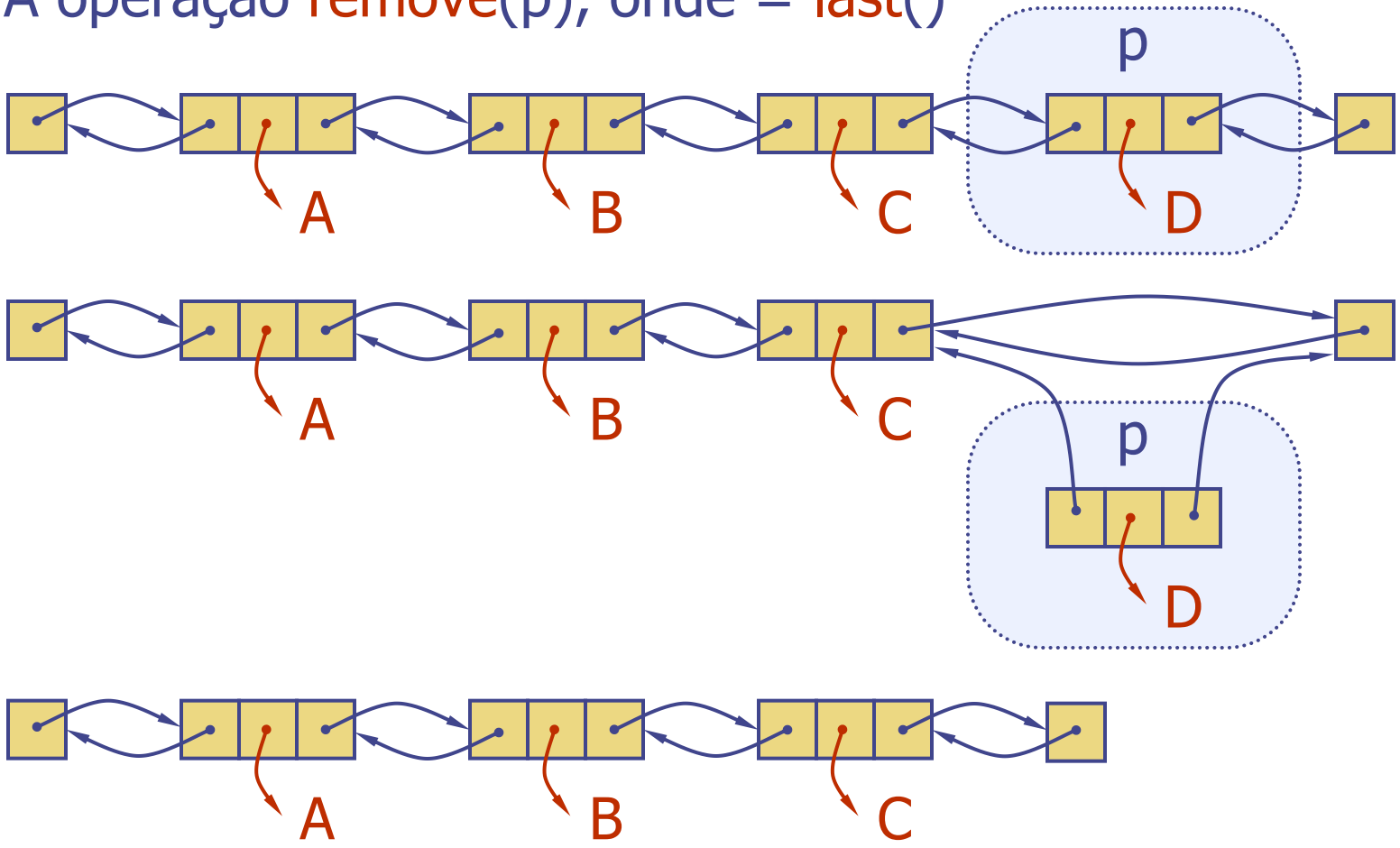


# Algoritmo de inserção

**Algoritmo** insertAfter(*n*,*e*):
Criar novo nó *v*
*v*.setElement(*e*)
*v*.setPrev(*n*) {*v* referencia seu anterior}
*v*.setNext(*n*.getNext()) {*v* referencia seu posterior}
(*n*.getNext()).setPrev(*v*) {anterior do próximo de *n* agora é *v*}
*n*.setNext(*v*) {próximo de *n* é o novo nó *v*}
**return** *v* {A posição do elemento *e*}

# Remoção

- A operação remove(p), onde = last()



# Algoritmo de remoção

**Algoritmo** remove(*n*):
    *t* = *n*.element  {Variável temporária para armazenar valor de retorno}

(n.getPrev()).setNext(*n*.getNext())
    {"desreferenciando" n}
    (*n*.getNext()).setPrev(*n*.getPrev())

    *n*.setPrev(**null**)  {invalidando em n}
    *n*.setNext(**null**)
    **return** *t*

# Desempenho

- A implementação do TAD Lista usando uma lista duplamente encadeada:
  - O espaço usado pela lista com $n$ elementos é $O(n)$
  - O espaço usado por cada posição na lista é $O(1)$
  - Todas as operações na lista são executadas em tempo $O(1)$
  - A operação element() do TAD Posição executa em tempo $O(1)$

# TAD sequência

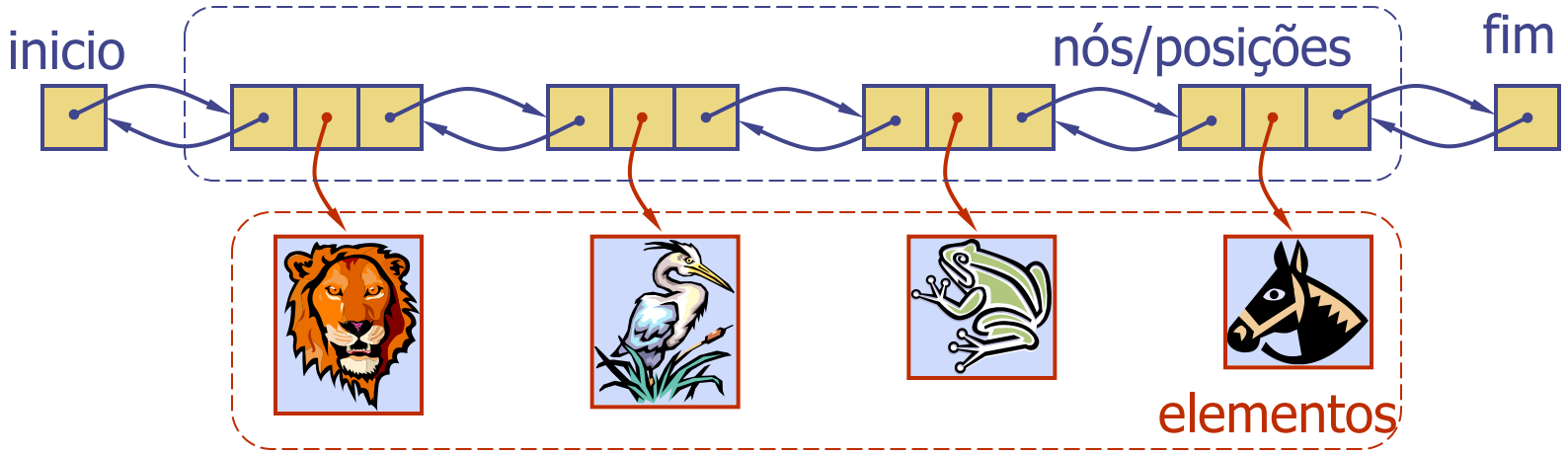
- O TAD Sequencia é a união de Vetor e Lista
- Elementos podem ser acessados por:
  - colocação, ou
  - posição
- Métodos genéricos:
  - size(), isEmpty()
- Métodos de Vetor:
  - elemAtRank(r), replaceAtRank(r, o), insertAtRank(r, o), removeAtRank(r)
- Métodos de Lista:
  - first(), last(), before(n), after(n), replaceElement(n, o), swapElements(n, q), insertBefore(n, o), insertAfter(n, o), insertFirst(o), insertLast(o), remove(n)
- Métodos "ponte":
  - atRank(r), rankOf(n)

# Aplicações de Sequências

- O TAD sequência é uma estrutura de dados básica de propósito geral para armazenar um coleção ordenada de elementos
- Aplicações diretas
  - Substituto genérico para Pilha, Fila, Deque, Vetor ou Lista
  - Pequenos Bancos de dados (e.g., Agenda de endereços)
- Aplicações indiretas:
  - Blocos de construção para estruturas de dados mais complexas

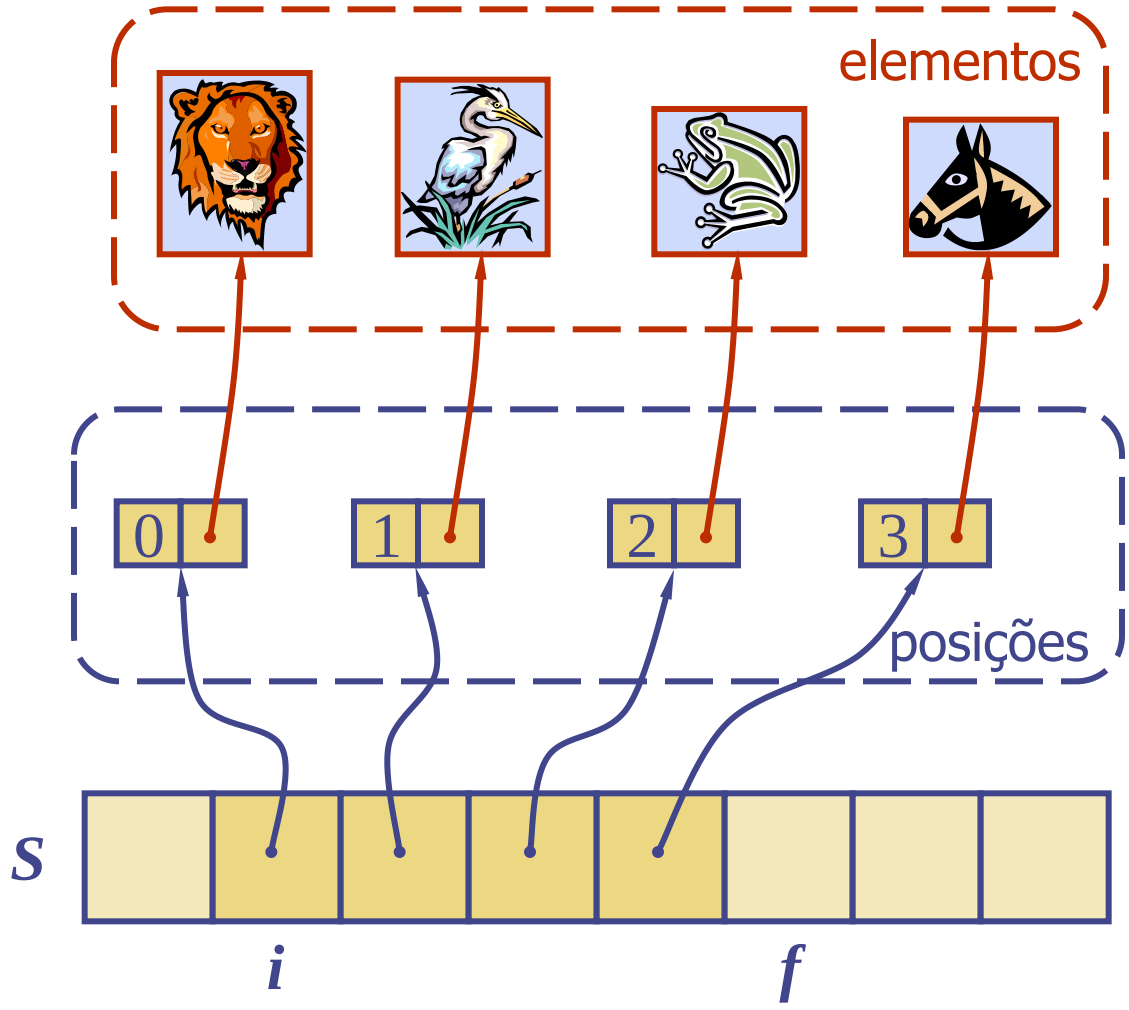
# Implementação com Lista ligada

- Uma lista duplamente ligada provê uma implementação razoável do TAD Sequência
- Nós implementam Nós e armazenam:
  - elemento
  - referência ao nó anterior
  - referência ao nó posterior
- Nós especiais de início e fim
- Position-based methods run in constant time
- Rank-based methods require searching from header or trailer while keeping track of ranks; hence, run in linear time



# Implementação baseada em *array*

- Usamos um *array* circular para armazenar posições
- Uma posição armazena:
  - Elemento
  - Colocação (rank)
- Índices $i$ and $f$ armazenam as primeira e última posições



# atRank(r) – com Lista encadeada

```
public Nó AtRank (int rank) {
 Nó node;
 If (rank <= size()/2) {
   node = header.getNext();
   for(int i=0; i < rank; i++)
       node = node.getNext();
 }else{
   node = trailer.getPrev();
   for(int i=0; i < size()-rank-1 ; i++)
       node = node.getPrev();
 }
    return node;
}
```

# rankOf(n)-com Lista encadeada

```
public int rankOf(Nó no) {
  Nó n =header.getNext();
  int r = 0;
  while(n != v && n != trailer) {
     n = n.getNext();
     r++;
  }
   return r;
 }
```

# rankOf(n)-com Lista encadeada

```
public int rankOf(Nó no) {
  Nó n =header.getNext();
  int r = 0;
  while(n != v && n != trailer) {
     n = n.getNext();
     r++;
  }
   return r;
 }
```

# Implementação de Sequência

| Operação | Array | Lista |
|---|---|---|
| size, isEmpty | 1 | 1 |
| atRank, rankOf, elemAtRank | 1 | $n$ |
| first, last, before, after | 1 | 1 |
| replaceElement, swapElements | 1 | 1 |
| replaceAtRank | 1 | $n$ |
| insertAtRank, removeAtRank | $n$ | $n$ |
| insertFirst, insertLast | 1 | 1 |
| insertAfter, insertBefore | $n$ | 1 |
| remove | $n$ | 1 |

# Coleções e iteradores

- JAVA possui uma API específica para coleções de objetos
  - Vector e ArrayList são exemplos de implementações desta API
- Um iterador (*iterator*) abstrai o processo de percorrer uma coleção de elementos
- Métodos do TAD ObjectIterator:
  - object object()
  - boolean hasNext()
  - object nextObject()
  - reset()
- Extende o conceito de posição adicionando a capacidade de travessia
- Implementação com *array* ou lista ligada
- Um iterador é, tipicamente, associado com outra estrutura de dados
- Podemos aumentar os TAD Pilha, Fila, Deque, Vetor, Lista e Sequencia com o método
  - ObjectIterator elements()
- Duas noções de iteradores:
  - estático: congela o conteúdo da estrutura de dados em um dado momento
  - Dinâmico segue as mudanças da estrutura de dados