



CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

# Listas: Outras Variantes

*Disciplina: Estrutura de Dados I*

**Prof. Fermín Alfredo Tang Montané**

**Curso: Ciência da Computação**

# Listas: Outras Implementações

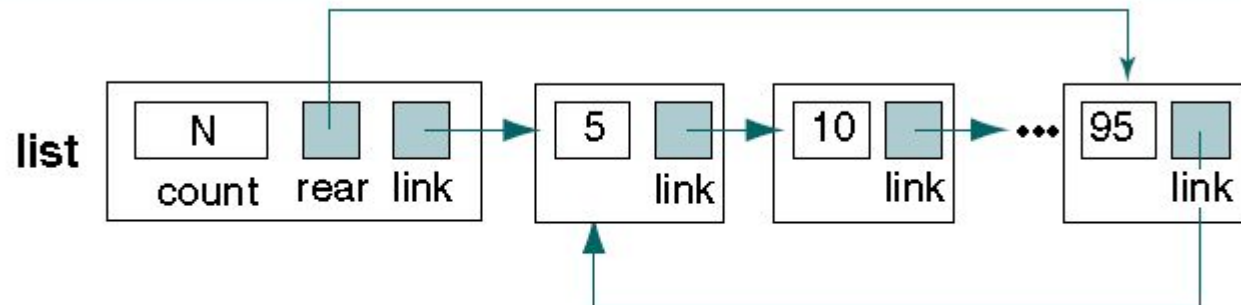
---

- Entre outras implementações de listas possíveis, além da Lista Encadeada Simples, temos:
  - Lista Encadeada Circular;
  - Lista Duplamente Encadeada;
  - Lista Duplamente Encadeada Circular;
  - Lista MultiEncadeada (*MultiLinked Lists*).

# Listas Encadeada Circular

## Descrição

- Nesta implementação, o último nó aponta para o primeiro nó da lista.
- Esta implementação é útil quando a aplicação permite o acesso a nós no meio da lista. Neste caso a lista circular é uma maneira de percorrer toda a lista a partir de qualquer posição.
- O processo de inserção e remoção é quase idêntico, a única mudança a ser considerada é ao inserir ou remover o último nó. O link do último nó precisa ser devidamente atualizado para apontar para o primeiro nó da lista.

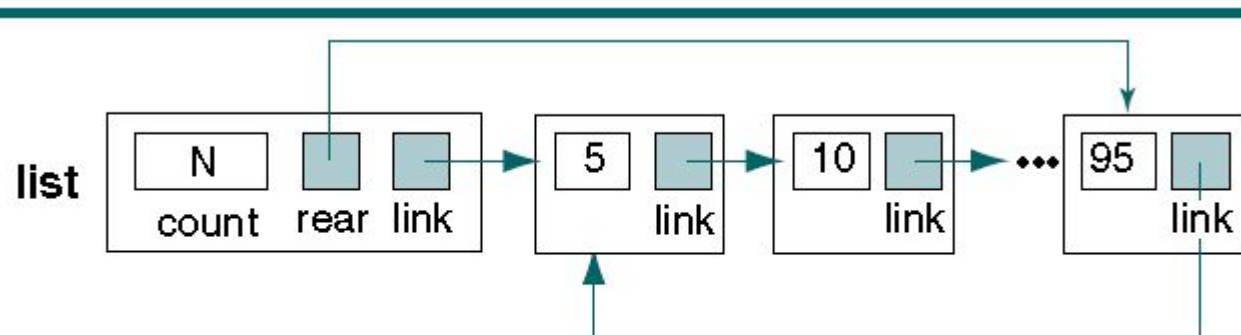


Circularly Linked List

# Listas Encadeada Circular

## Descrição

- Uma última consideração dever ser feita com relação ao processo de busca de um elemento. Como buscar? A condição de parada não é mais o fim da lista.
- Caso o elemento se encontre na lista, a condição de parada seria quando encontramos o elemento.
- Caso o elemento não se encontre na lista?
- Neste caso, devemos marcar a posição de inicio e paramos quando completamos uma volta sem sucesso.

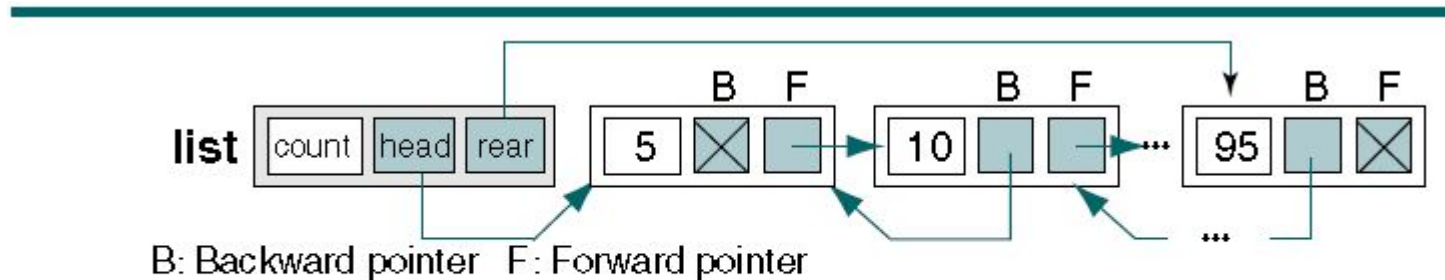


Circularly Linked List

# Listas Duplamente Encadeada

## Descrição

- Nesta implementação, cada nó possui dois ponteiros: um aponta a nó sucessor (FORWARD) enquanto o outro aponta ao nó predecessor (BACKWARD), designados como F e B, respectivamente.
- No cabeçalho, além do contador temos um ponteiro ao início (**head**) e outro ao fim da lista (**rear**). Embora este último não seja estritamente necessário, torna os algoritmos de lista mais eficientes.

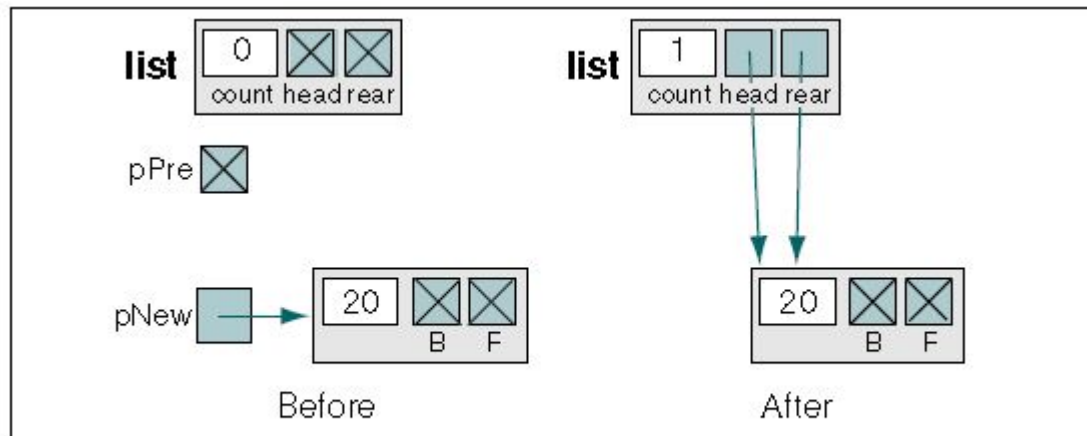


Doubly Linked List

# Listas Duplamente Encadeada

## Inserção

- O processo de inserção segue o modelo de inserção de uma lista encadeada simples. No entanto, precisamos conectar tanto os ponteiros FORWARD como os BACKWARD.
- A figura ilustra o caso em que a inserção acontece em uma lista vazia. Os ponteiros **head** e **rear** devem ser atualizados no cabeçalho da lista.

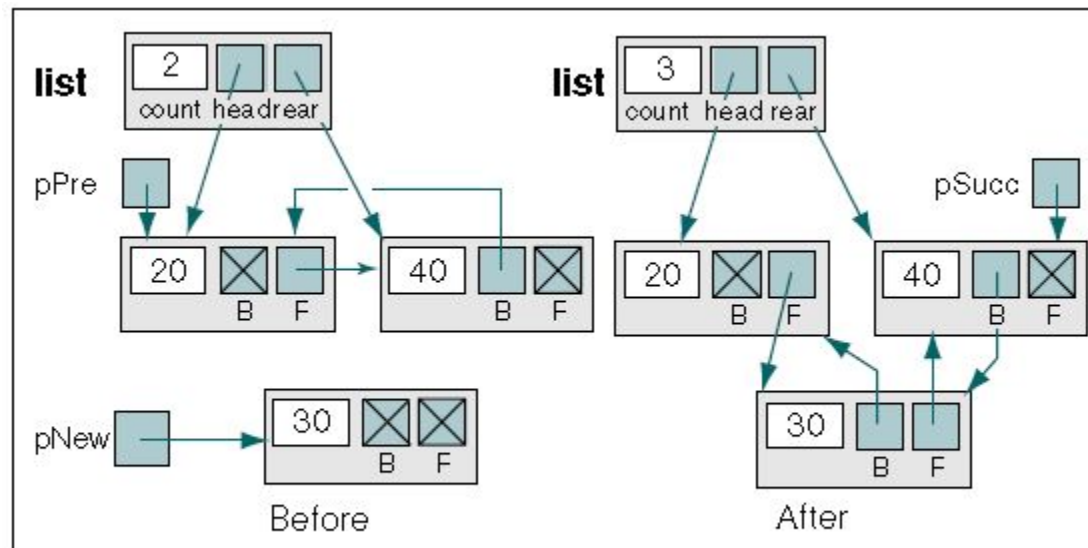


(a) Insert into null list or before first node

# Listas Duplamente Encadeada

## Inserção

- Outro caso possível acontece quando inserimos no meio da lista, um elemento entre dois nós.
- A figura ilustra este caso. O novo nó precisa apontar para o seu sucessor e seu predecessor, enquanto estes também precisam apontar para o novo nó.
- Observe os ponteiros auxiliares, pPre e pSucc.
- O cabeçalho permanece inalterado.



(b) Insert between two nodes

# Listas Duplamente Encadeada

## Inserção

---

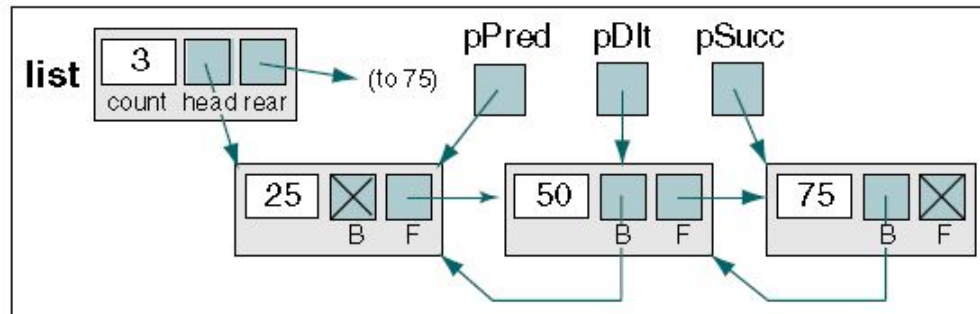
- A inserção no final, deve ainda atualizar o ponteiro **rear** no cabeçalho.



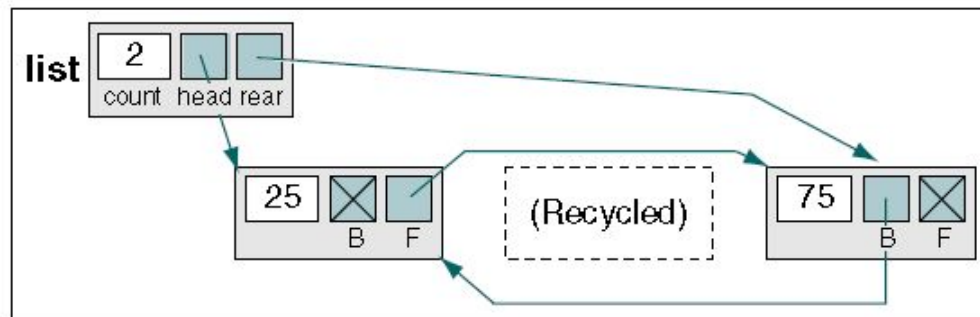
# Listas Duplamente Encadeada

## Remoção

- A operação de remoção requer que o predecessor do nó removido aponte para o sucessor do nó removido e vice-versa.
- Observe que o nó removido pode não ter predecessor ou sucessor ou ambos.



(a) Before delete

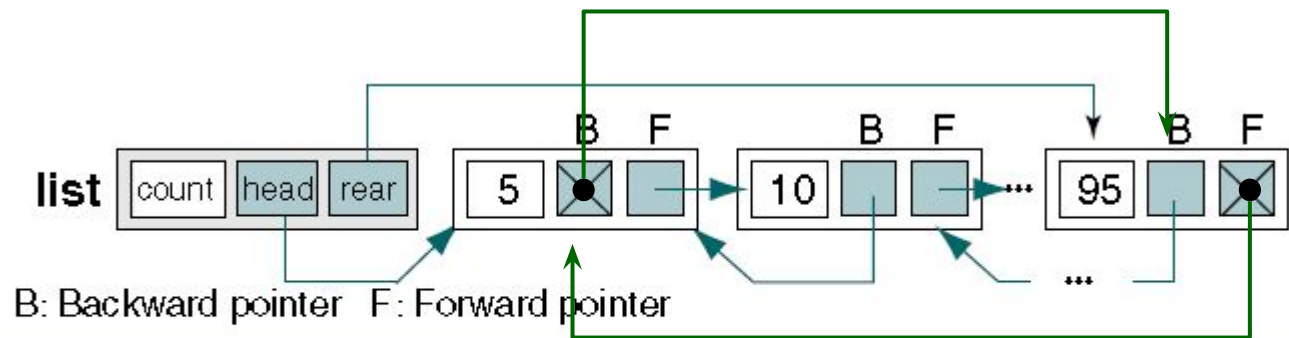


(b) After deleting 50

# Listas Duplamente Encadeada Circular

## Descrição

- Uma variação da lista duplamente encadeada, é a lista duplamente encadeada circular. Neste caso, o último ponteiro FORWARD aponta para o primeiro elemento, enquanto o primeiro ponteiro BACKWARD aponta para o último elemento.



Doubly Linked List

# Listas Muti-Encadeadas

## Descrição

- Uma lista multi-encadeada é uma lista com dois ou mais sequencias de encadeamentos lógicos.
- Por exemplo, considere a lista dos primeiros 10 presidentes dos EUA, mostrada na tabela. Os dados são mostrados em ordem cronológica da data em que o presidente assumiu o cargo. Além do nome do presidente temos o nome da primeira dama.

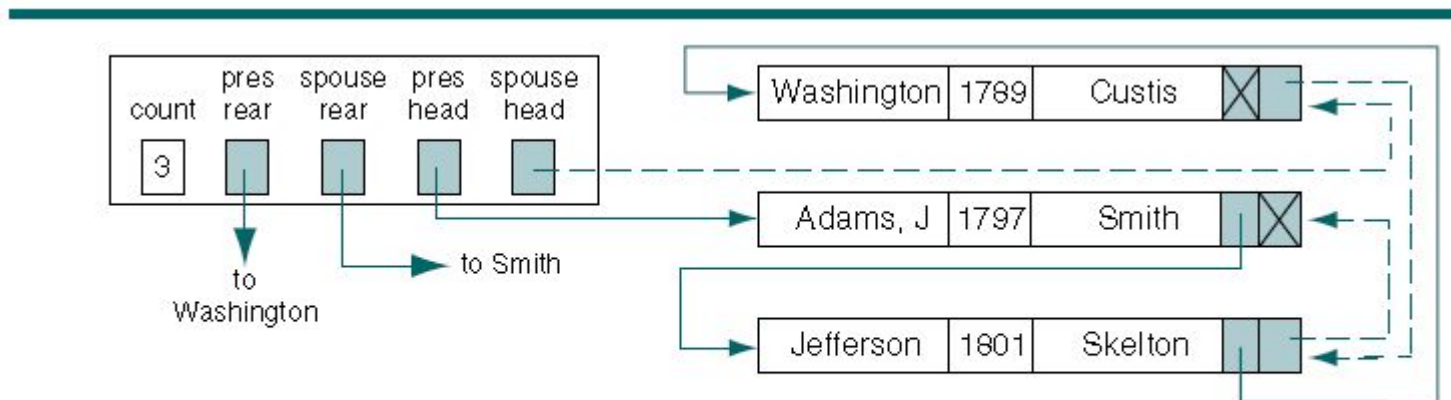
President	Year	First lady
Washington, George	1789	Custis, Martha Dandridge
Adams, John	1797	Smith, Abigail
Jefferson, Thomas	1801	Skelton, Martha Wayles
Madison, James	1809	Todd, Dorothy Payne
Monroe, James	1817	Kortright, Elizabeth
Adams, John Quincy	1825	Johnson, Louisa Catherine
Jackson, Andrew	1829	Robards, Rachel Donelson
Van Buren, Martin	1837	Hoes, Hannah
Harrison, William H.	1841	Symmes, Anna
Tyler, John	1841	Christian, Letitia

First 10 Presidents of the United States

# Listas Multi-Encadeadas

## Descrição

- Duas seqüências de encadeamentos possíveis além da data cronológica, seriam: i) o nome do presidente e ii) o nome da primeira dama.
- A ideia da lista multi-encadeada contempla construir uma lista que permita percorrer os dados em qualquer uma destas seqüências de encadeamentos.
- O mesmo conjunto de dados pode ser percorrido em seqüências diferentes.
- Vale observar que nesta estrutura os dados não estão duplicados, no entanto estão conectados de várias formas diferentes.

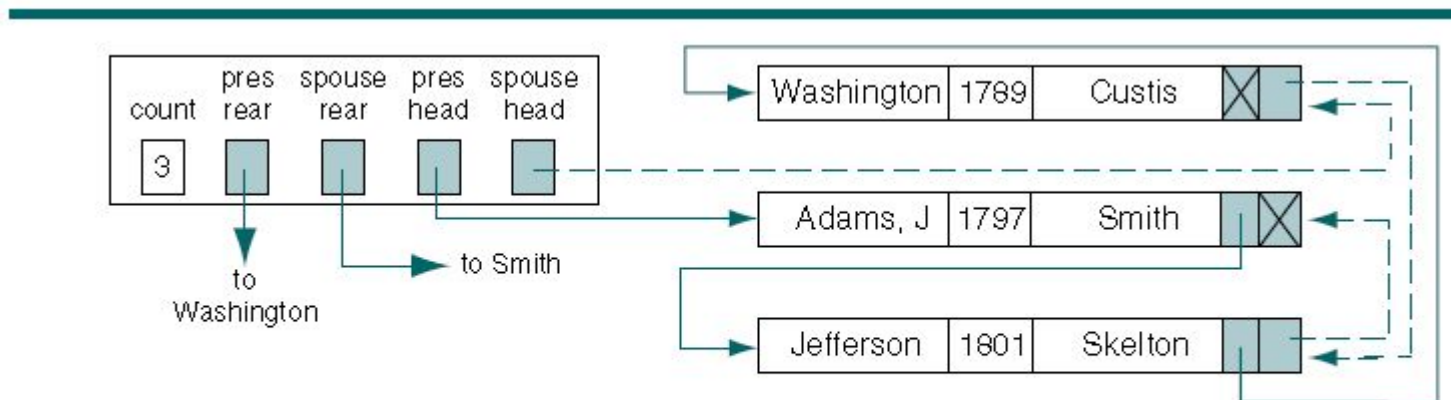


Multilinked List Implementation of Presidents List

# Listas Multi-Encadeadas

## Descrição

- Para processar os dados em múltiplas sequencias, criamos diferentes conjuntos de encadeamentos (ou links) para cada sequência. A estrutura de cada encadeamento pode ser encadeamento simples, encadeamento duplo, ou circular.
- A figura ilustra uma lista muti-encadeada com encadeamentos simples para o nome do presidente e da primeira dama em ordem alfabético.
- Como temos dois encadeamentos, cada nó possui dois ponteiros de ligação: um para o presidente outro para a primeira dama.

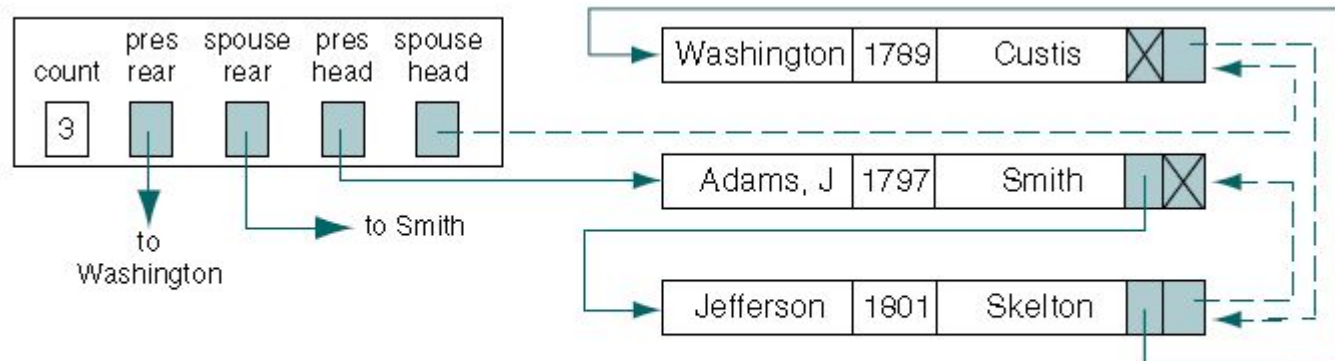


Multilinked List Implementation of Presidents List

# Listas Multi-Encadeadas

## Descrição

- O primeiro encadeamento é representado com linhas sólidas enquanto o segundo com linhas tracejadas.
- Para processar os dados em múltiplas sequencias, criamos diferentes conjuntos de encadeamentos (ou links) para cada sequência. A estrutura de cada encadeamento pode ser encadeamento simples, encadeamento duplo, ou circular.
- No cabeçalho temos conjuntos independentes de ponteiros **head** e **rear**, para cada encadeamento.

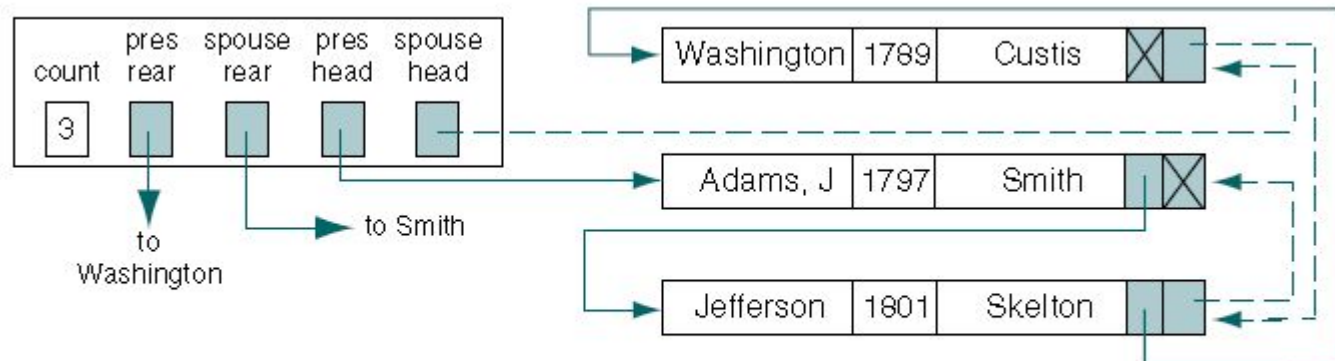


Multilinked List Implementation of Presidents List

# Listas Multi-Encadeadas

## Inserção

- Podemos pensar em uma lista multi-encadeada como várias listas lógicas em uma única lista física.
- No caso da inserção, existe uma diferença importante no processo. A alocação de memória para um novo nó deve acontecer de maneira separada ao processo de conexão de ligações e busca. O novo nó será criado apenas uma vez. Inclusive a contagem de elementos deve ser incrementada aqui.
- Já a inserção lógica deve ser realizada duas vezes, uma para cada tipo de encadeamento.

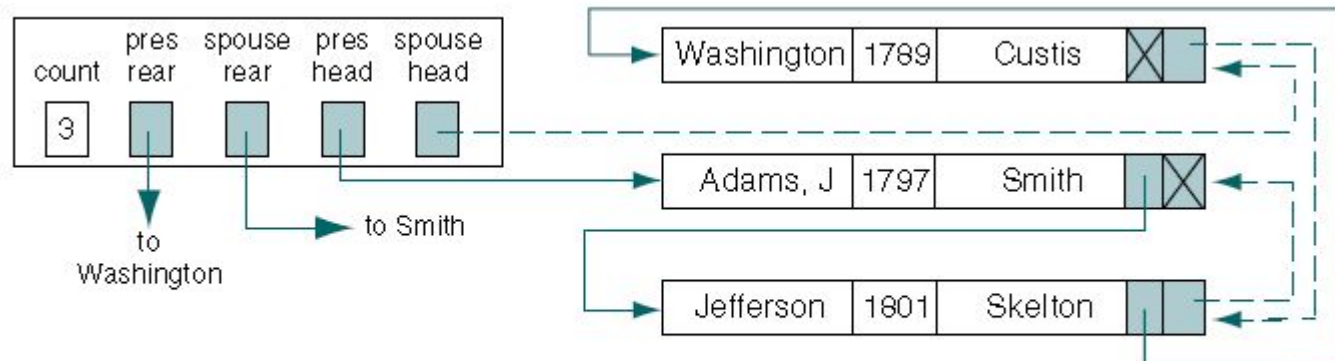


Multilinked List Implementation of Presidents List

# Listas Multi-Encadeadas

## Remoção

- No caso da remoção, a destruição do nó removido deve acontecer de maneira separada ao processo de conexão de ligações e busca. O novo nó deve ser destruído apenas uma vez. A contagem de elementos deve ser decrementada aqui.
- Já a remoção lógica deve ser realizada para cada tipo de encadeamento. Após refazer as conexões do primeiro encadeamento, refazer o encadeamento do segundo encadeamento em diante pode ser difícil se utilizamos um encadeamento simples. Já fica simplificado se utilizamos encadeamento duplo.



Multilinked List Implementation of Presidents List



# Referências

---

- Gilberg, R.F. e Forouzan, B.A. Data Structures\_A Pseudocode Approach with C. Capítulo 6. General Linear Lists. Segunda Edição. Editora Cengage, Thomson Learning, 2005.