

# Árvores-B

Prof. Ms. Anderson Canale Garcia

Material adaptado e estendido de:

Profa. Dra. Cristina D. Aguiar

---

# Árvore-B

- Método genérico para o armazenamento e a recuperação de dados
    - voltado para arquivos volumosos
    - proporciona rápido acesso aos dados
    - possui custo mínimo de *overhead*
  - Muitos SGBD usam árvores B ou variações de árvores B para armazenar informações
-

# Árvore-B

1972

Trabalho desenvolvido na  
*Boing Scientific Research Labs*  
Autores: **Bayer e McCreight**

"*The Ubiquitous B-Tree*",  
de **Douglas Comer**  
*B-Tree* como padrão "de fato"

1979

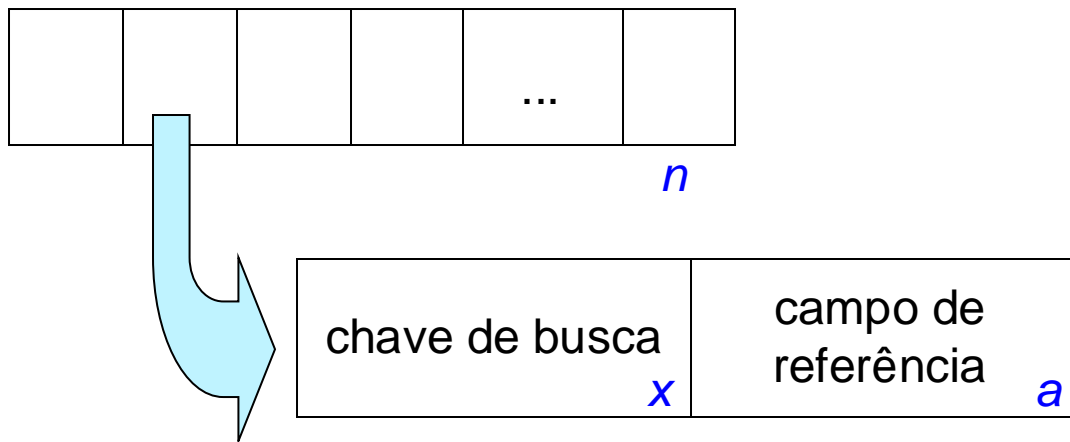
# Árvore-B - Características

- Índice
  - Extremamente volumoso
- Buffer-pool pequeno
  - Apenas uma parcela do índice pode ser carregada em memória principal
  - Operações baseadas em disco
- Desempenho
  - Proporcional a  $\log_k I$  ou melhor

I: tamanho do índice  
k: tamanho da página de disco

# Características Gerais

- Organizar e manter um índice para um arquivo de acesso aleatório altamente dinâmico
- Índice
  - $n$  elementos  $(x,a)$  de tamanho fixo



# Características

- Balanceada
  - *Bottom-up* para a criação (em disco)
    - nós folhas → nó raiz
    - as chaves na raiz da árvore emergem naturalmente
      - boas chaves separadoras
-

# Características

- Nó (= página de disco)
    - sequência ordenada de chaves
    - conjunto de ponteiros
      - número de ponteiros = número de chaves + 1
  - não há uma árvore explícita dentro de uma página (ou nó da árvore)
-

# Ordem

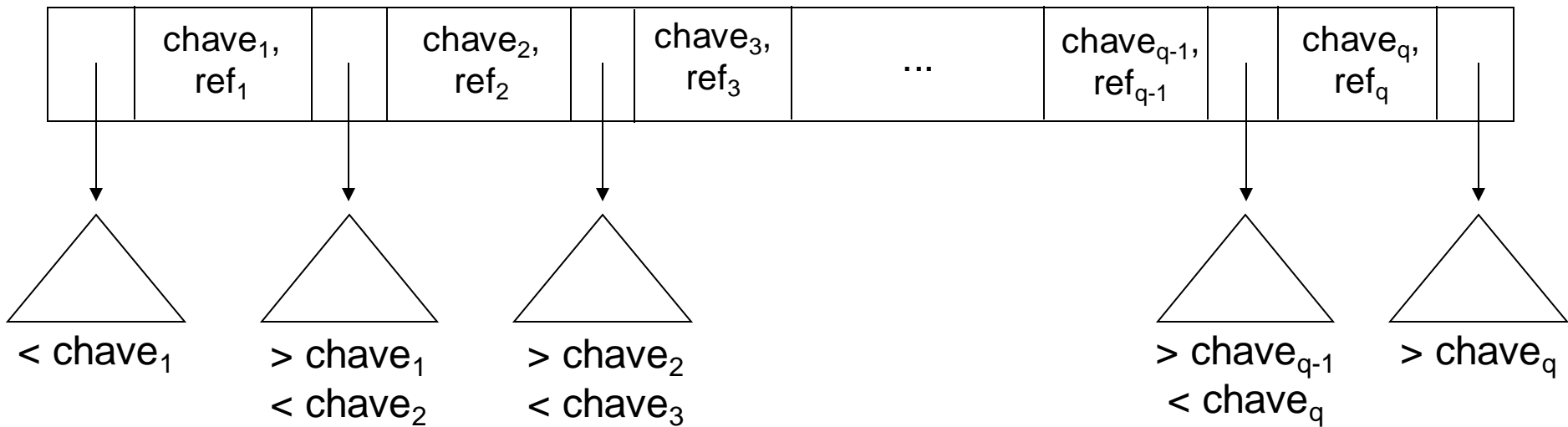
- Ordem (Knuth 1973)
    - número máximo de ponteiros que pode ser armazenado em um nó
    - exemplo: árvore-B de ordem 8
      - máximo de 7 chaves e 8 ponteiros
-



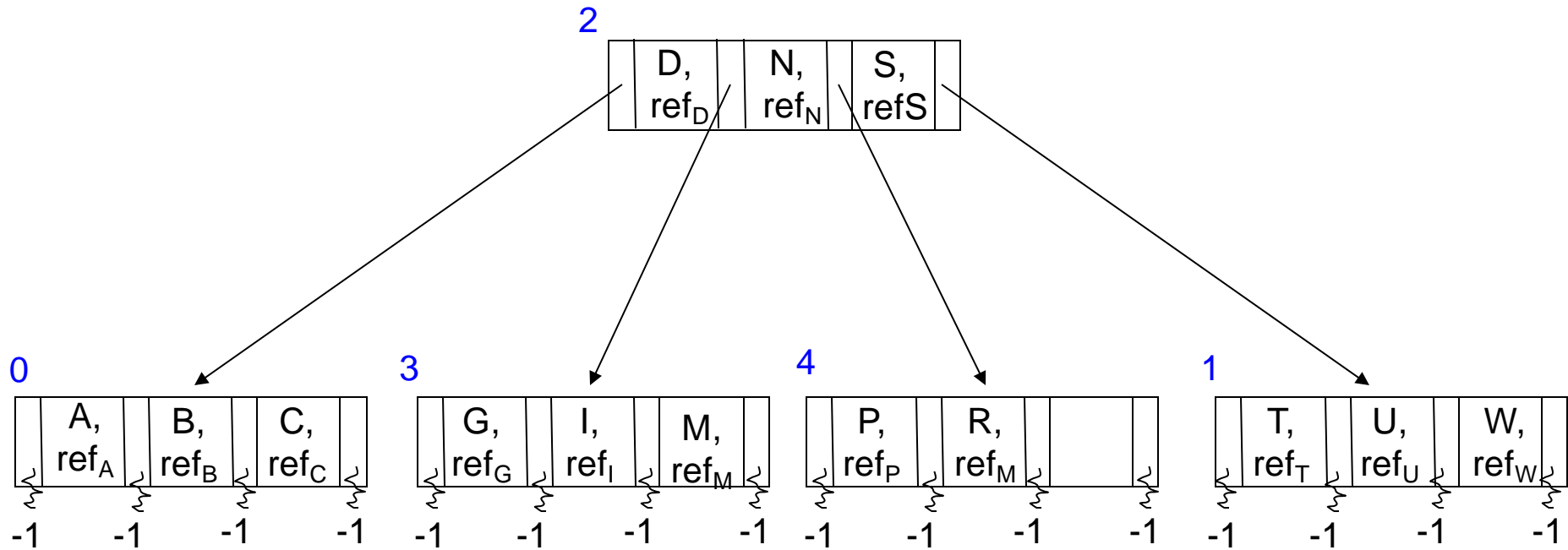
# Propriedades

- N<sup>o</sup> máximo de ponteiros = N<sup>o</sup> máximo de descendentes de um nó
    - Ordem  $m$
    - $m$  ponteiros,  $m - 1$  chaves
  - N<sup>o</sup> mínimo de ponteiros (exceto na raíz)
    - $\lceil m/2 \rceil$  ponteiros
    - $\lceil m/2 \rceil - 1$  chaves
  - Nós folhas não possuem filhos, e seus ponteiros são nulos
-

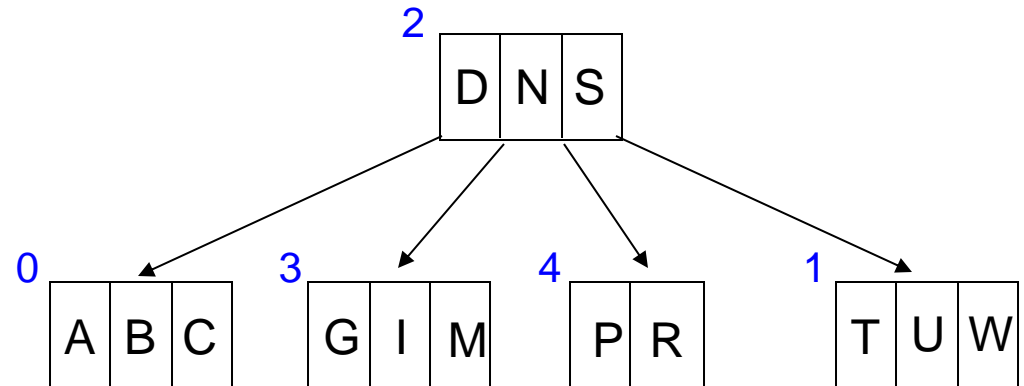
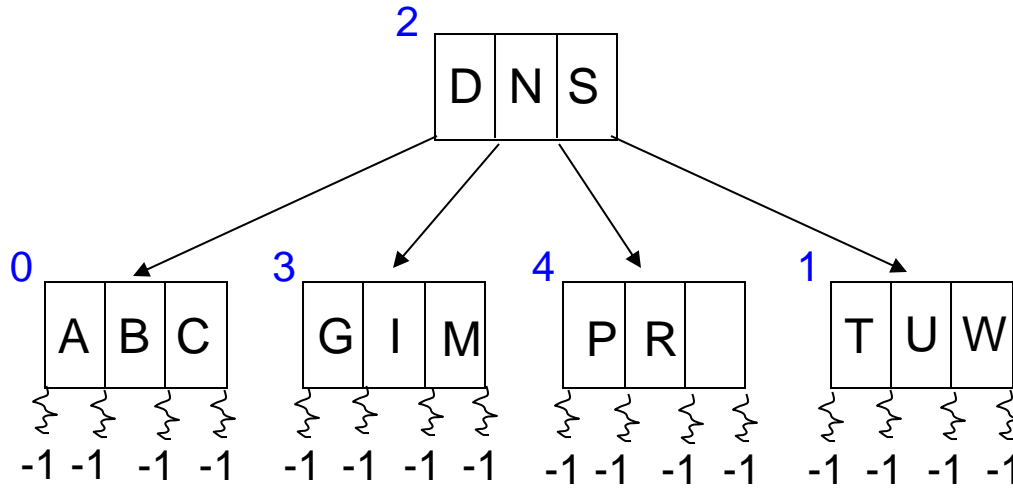
# Estrutura Lógica de um Nó



# Exemplo



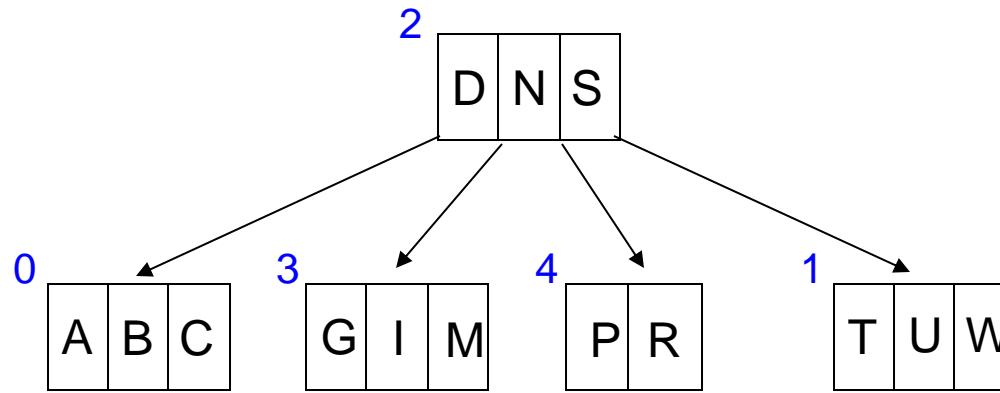
# Representações Simplificadas



# Páginas da Árvore-B

- Estrutura de dados
    - determina cada página de disco
    - pode ser implementada de diferentes formas
  - Implementação adotada
    - contador de ocupação  $\Rightarrow$  número de chaves por página
    - chaves  $\Rightarrow$  chaves de busca
    - ponteiros  $\Rightarrow$  referências para os registros do arquivo de índice  $\Rightarrow$  RRNs para páginas
-

# Arquivo da Árvore-B



	contador de ocupação	chaves e RRNs para arquivo de dados	referências para os filhos no arquivo de índice ou -1 (sem filhos)
página 2	3	D,1   N,7   S,9	0   3   4   1
página 4	2	P,3   R,4	-1   -1   -1   -1

---

# Demonstração

<https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/BTree.html>

---