

# Estrutura de Dados e Algoritmos

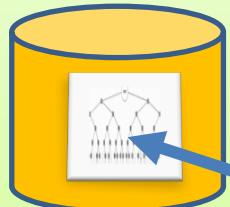
## Árvores B

# Árvores B

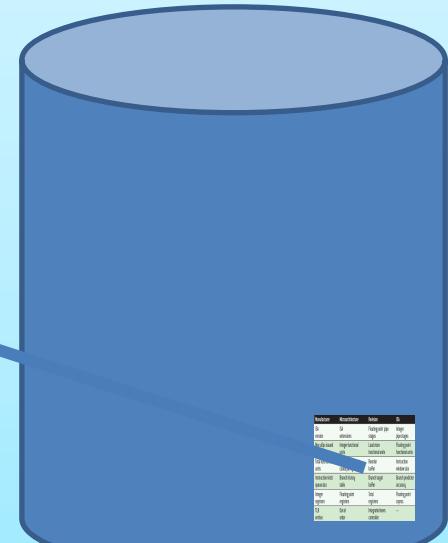
- Motivação
- Propriedades

# Motivação

Memória Principal

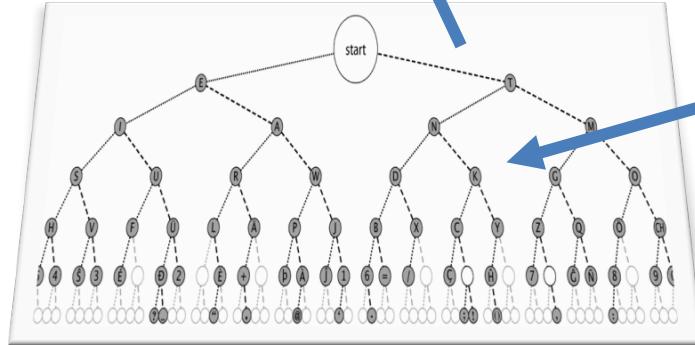


Memória Secundária

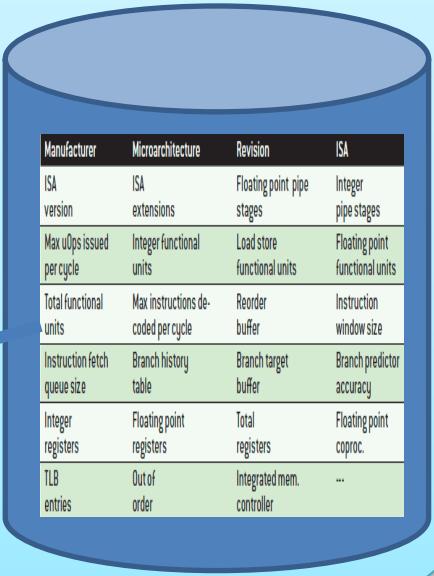


# Motivação

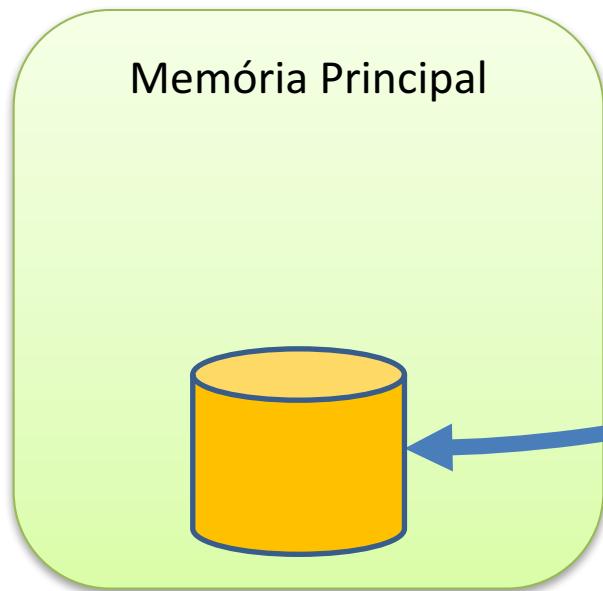
Memória Principal



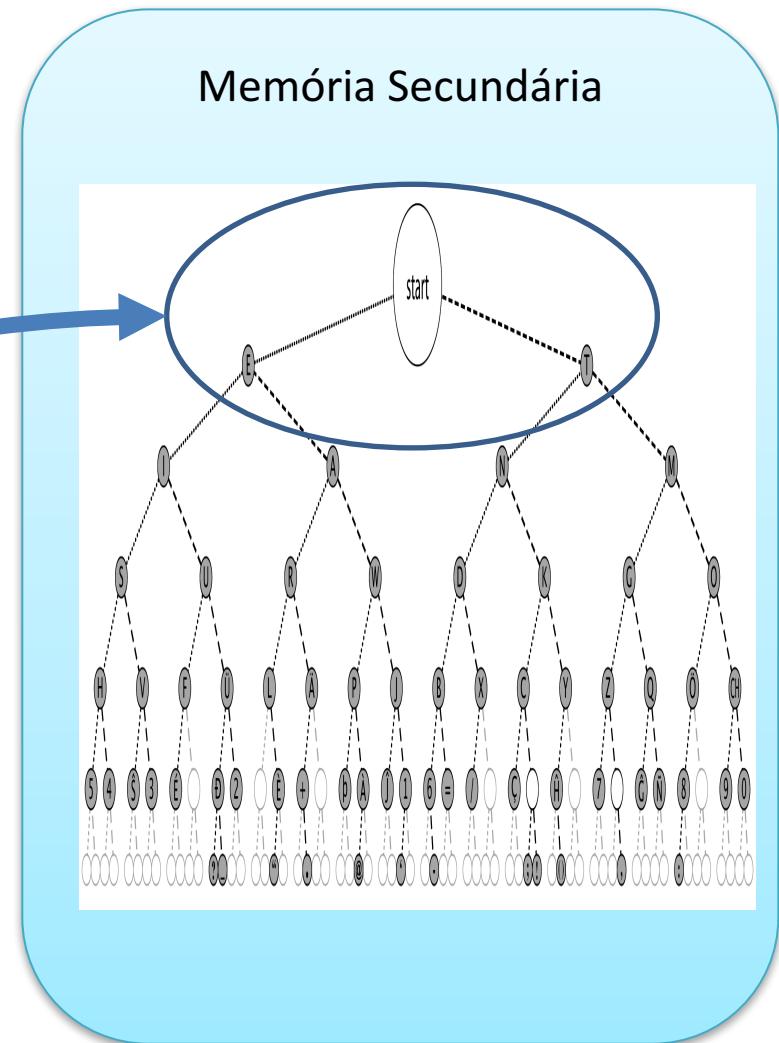
Memória Secundária



# Motivação

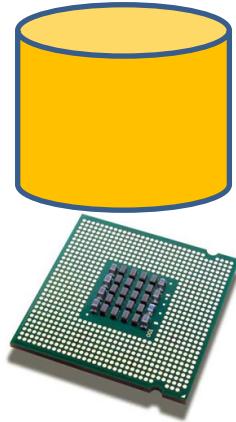


swaping



# Motivação

CPU e MP



500.000.000 IPS

1 rotação  $\cong$  4.000.000 instruções

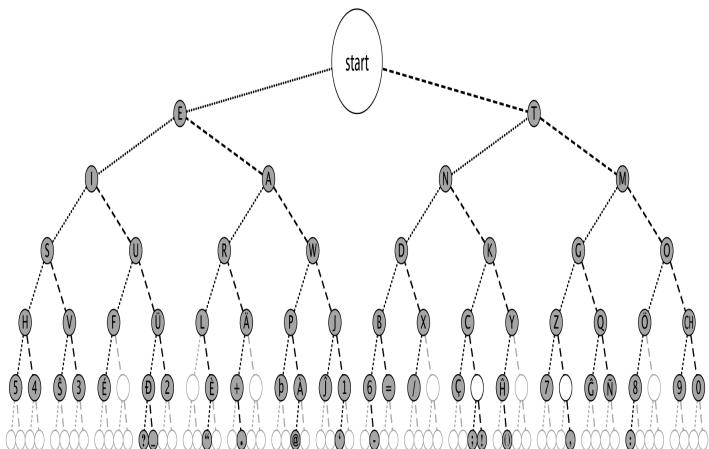
HD

7200 RPM = 120 RPS



# Motivação

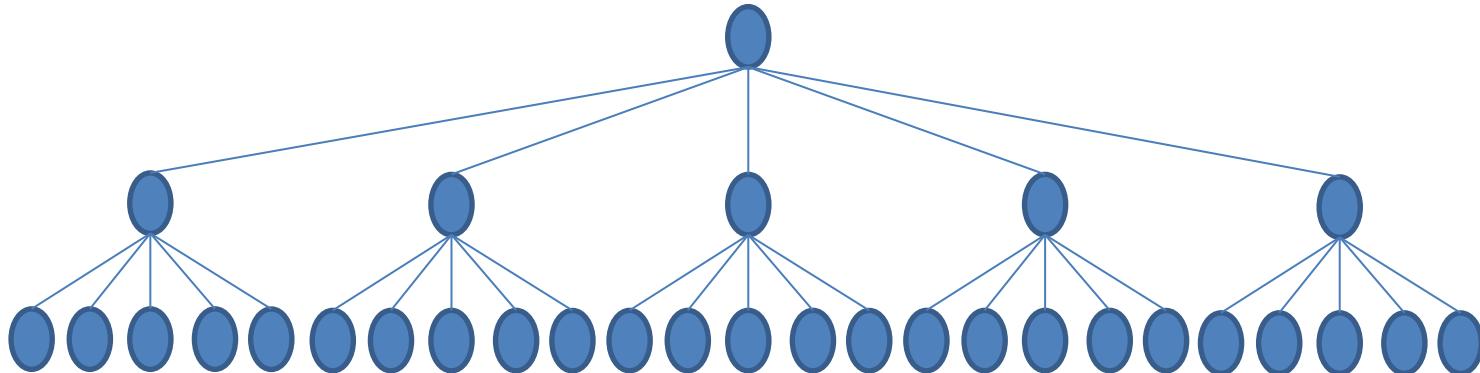
- Evitar acessos a memória secundária



Qtde de Nós	Alturas de Árvores Perfeitamente Balanceada			
	Fator de Ramificação			
	2	3	4	5
100	6,6	4,2	3,3	2,9
1.000	10,0	6,3	5,0	4,3
10.000	13,3	8,4	6,6	5,7
100.000	16,6	10,5	8,3	7,2
1.000.000	19,9	12,6	10,0	8,6
10.000.000	23,3	14,7	11,6	10,0
100.000.000	26,6	16,8	13,3	11,4

# Motivação

- Podemos criar uma árvore de busca  $M$ -ária nos mesmos termos das Árvores Binárias de Busca (ABPs).

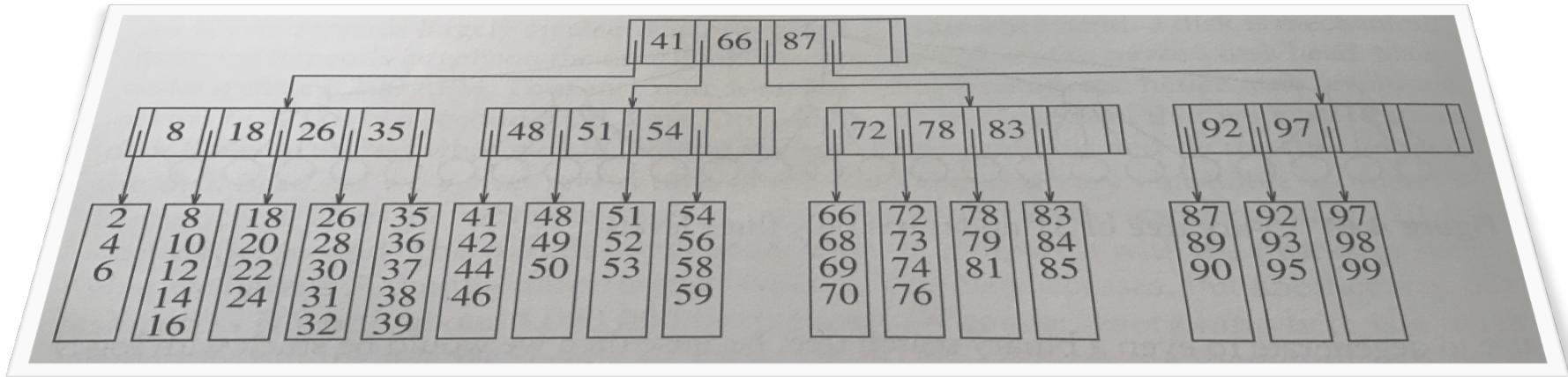


Árvore 5-ária com 31 nós e 3 níveis

# Propriedades

- Uma Árvore B de ordem M é uma árvore de busca  $M$ -ária com as seguintes propriedades:
  1. Os dados são armazenados nos nós folhas;
  2. Nós não folhas armazenam até  $M-1$  chaves para guiar a busca. A chave  $i$  representa a chave de menor valor da subárvore  $i+1$ ;
  3. A raiz, ou é um nó folha, ou possui de 2 a  $M$  filhos;
  4. Todos nós não folhas (exceto a raiz) têm entre  $\left\lceil \frac{M}{2} \right\rceil$  e  $M$  filhos;
  5. Todos nós folhas ficam no mesmo nível e possuem entre  $\left\lceil \frac{L}{2} \right\rceil$  e  $L$  itens de dados.

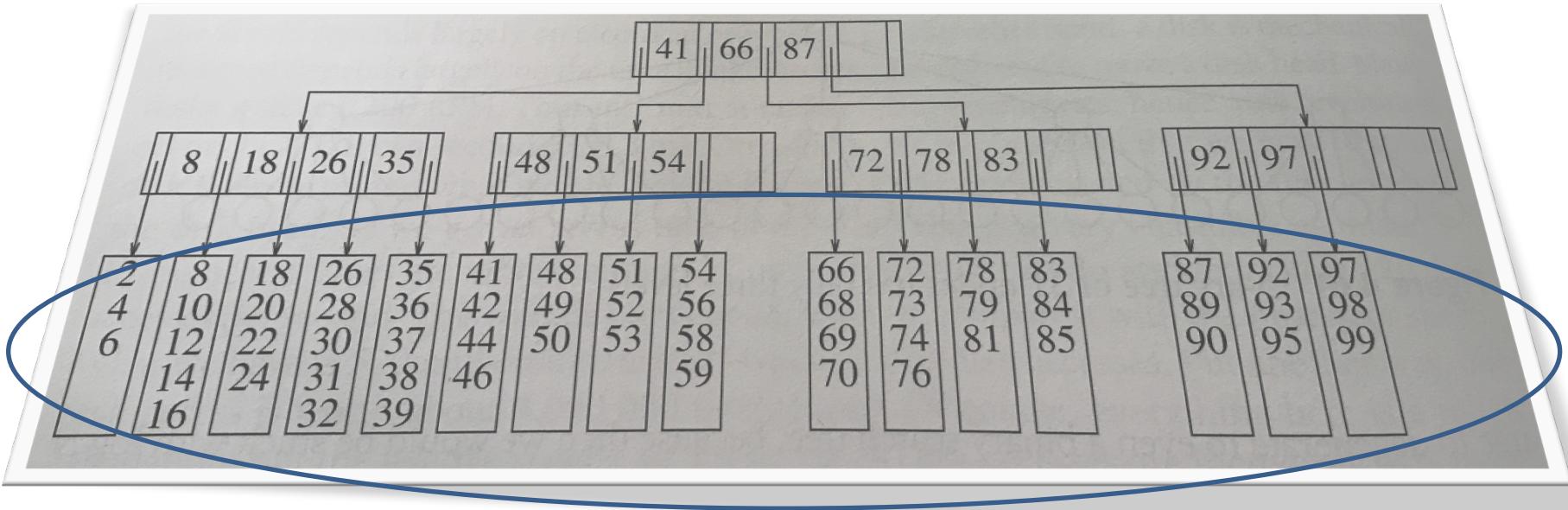
# Propriedades



A1. Árvore B de ordem 5 ( $M=5$ ,  $L=5$ )

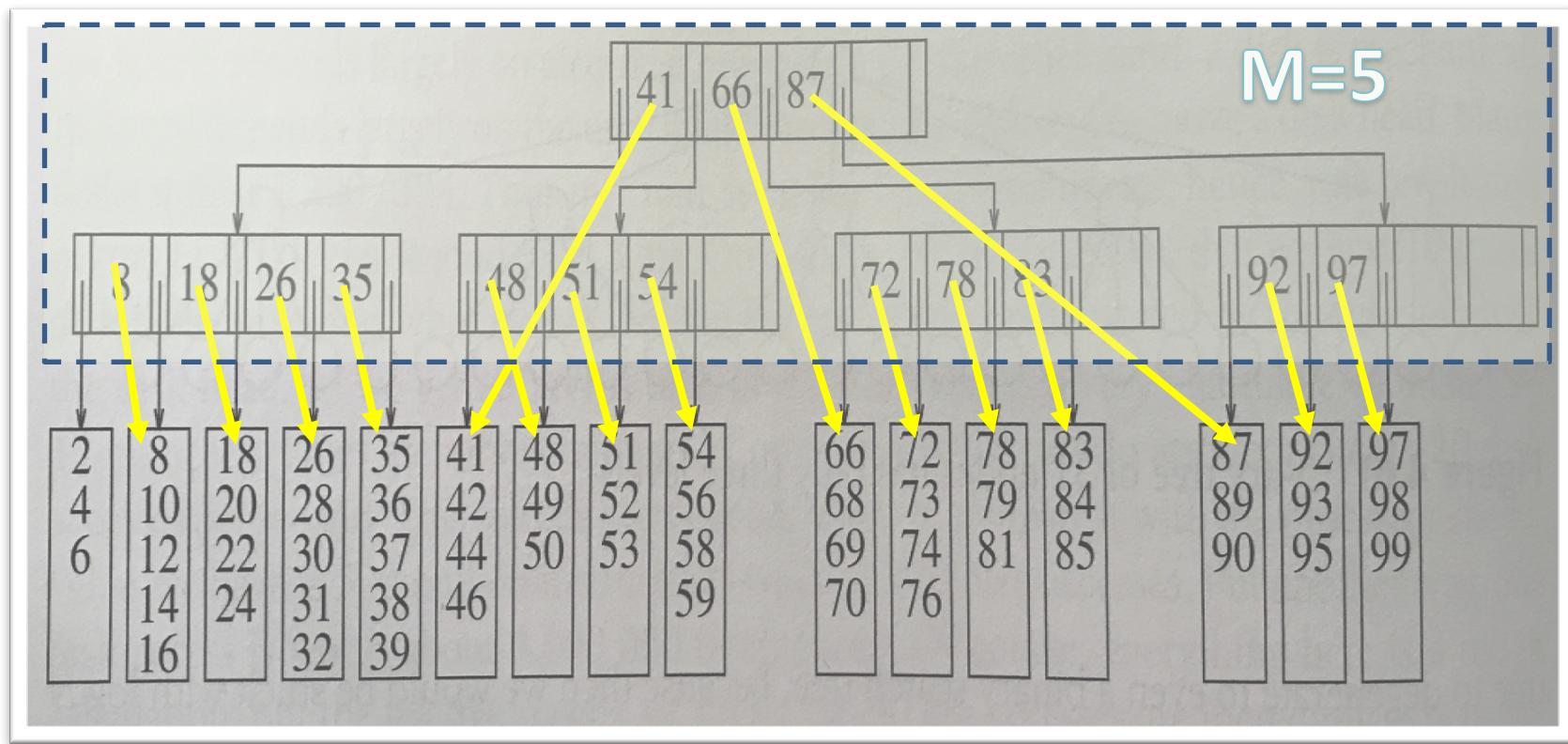
# Propriedades

1. Os dados são armazenados nos nós folhas;



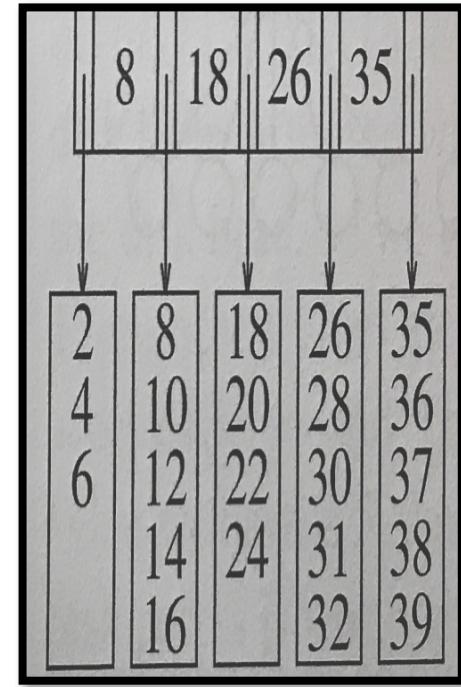
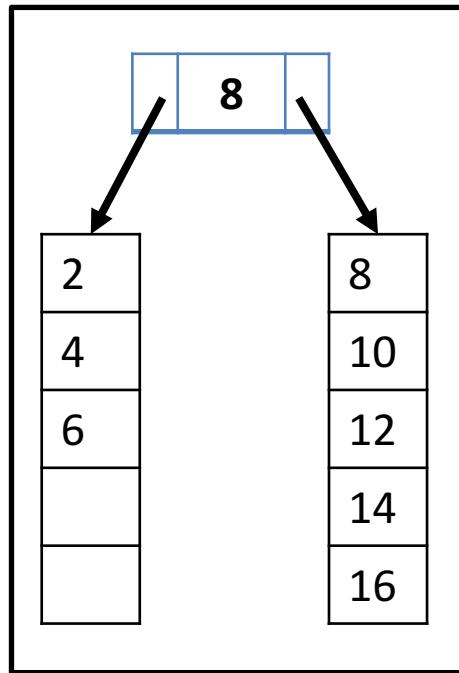
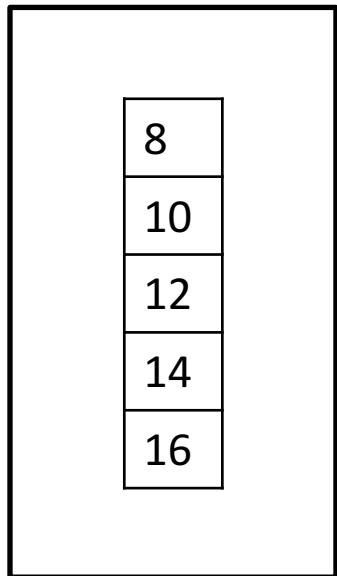
# Propriedades

2. Nós não folhas armazenam até  $M-1$  chaves para guiar a busca. A chave  $i$  representa a chave de menor valor da subárvore  $i+1$ ;



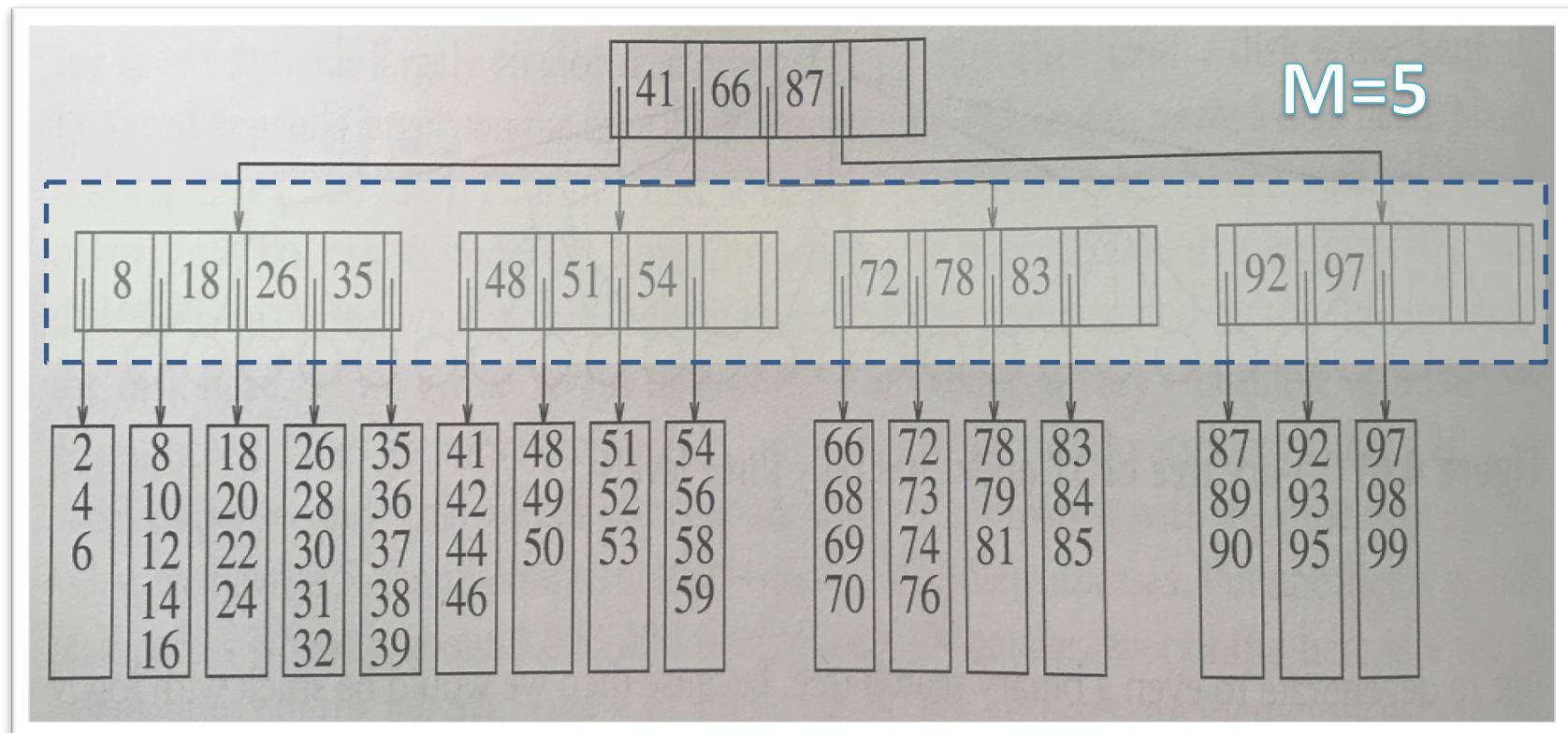
# Propriedades

3. A raiz, ou é um nó folha, ou possui de 2 a M filhos;



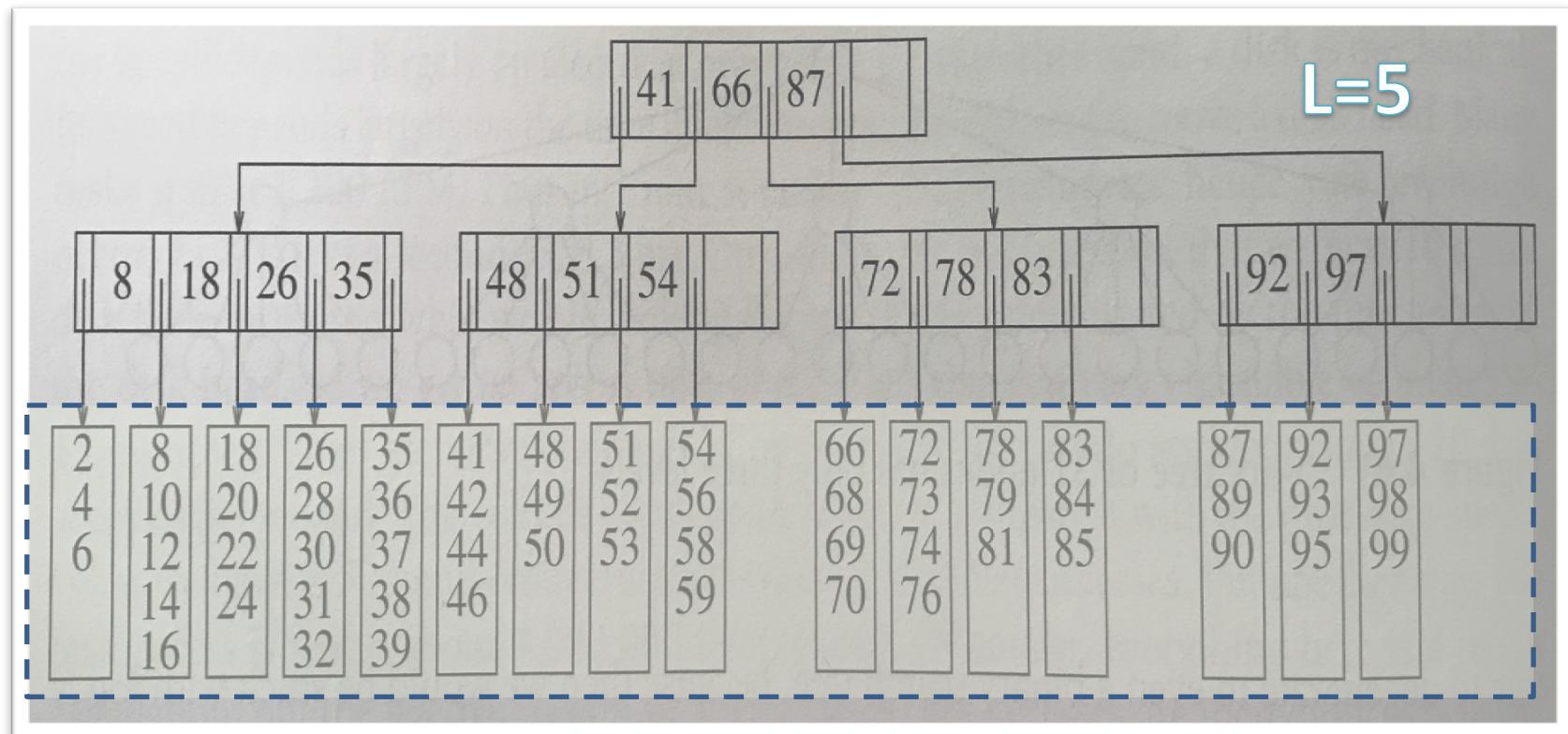
# Propriedades

4. Todos nós não folhas (exceto a raiz) têm entre  $\left\lceil \frac{M}{2} \right\rceil$  e  $M$  filhos;



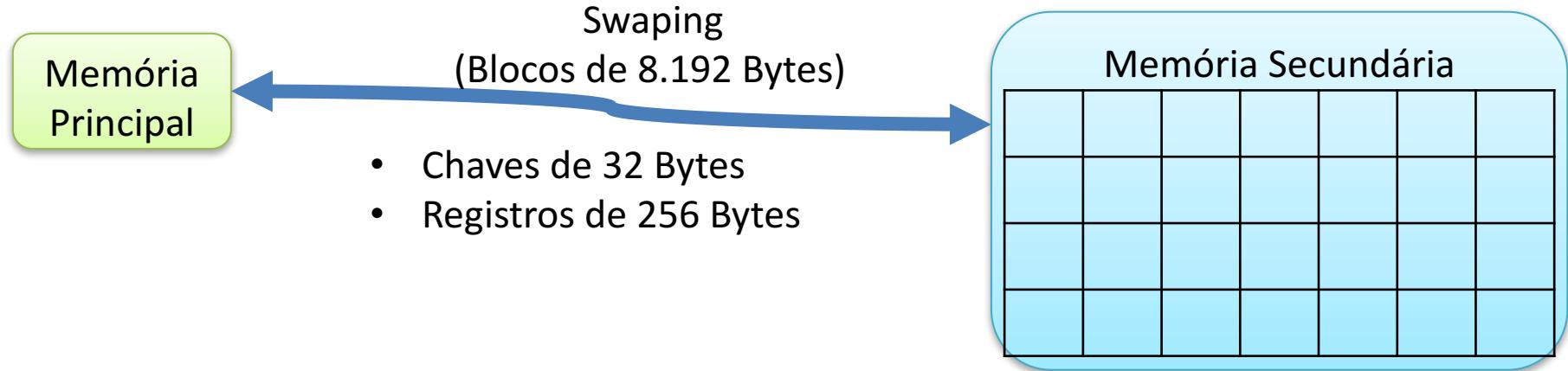
# Propriedades

5. Todos nós folhas ficam no mesmo nível e possuem entre  $\left\lceil \frac{L}{2} \right\rceil$  e  $L$  itens de dados;



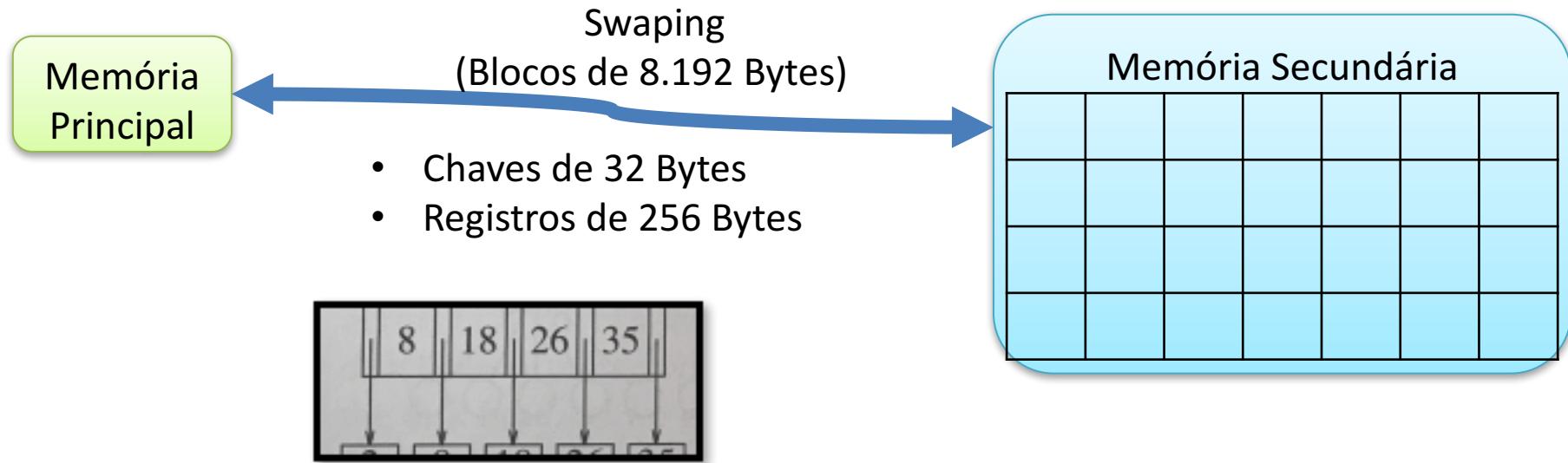
# Propriedades

- Cálculo de M:



# Propriedades

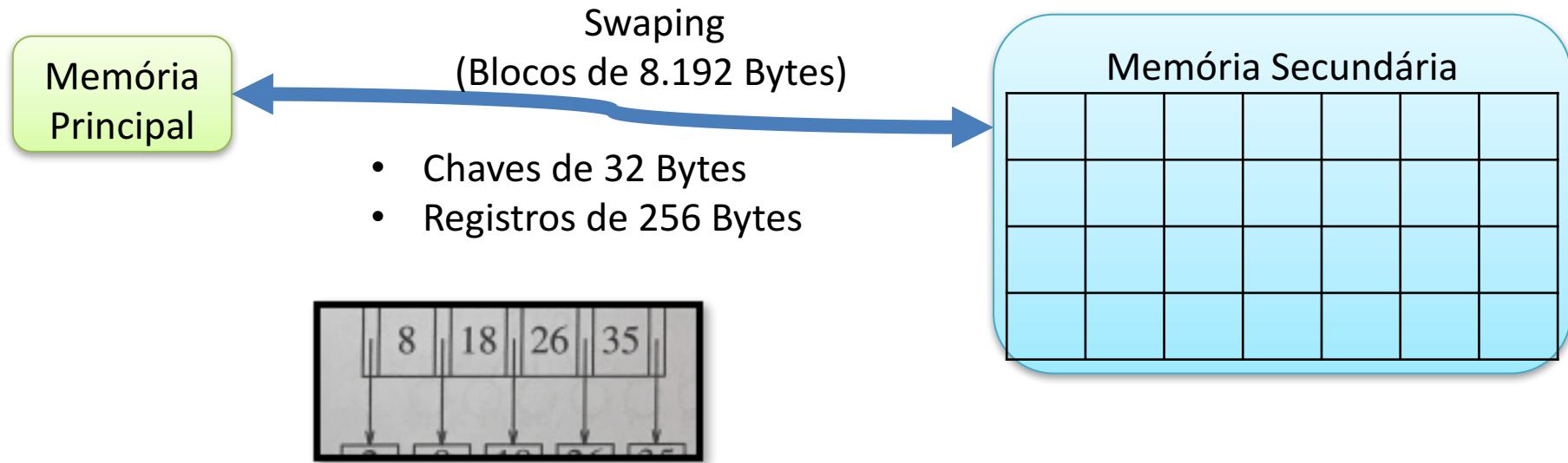
- Cálculo de M:



- ✓ Pela Propriedade 2 um nó não folha necessita de  $36M - 32$  Bytes:
  - ✓ Cada nó deve suportar até  $M - 1$  chaves:  $32M - 32$  Bytes;
  - ✓ Mais  $M$  endereços (4 Bytes) de filhos:  $4M$  Bytes;

# Propriedades

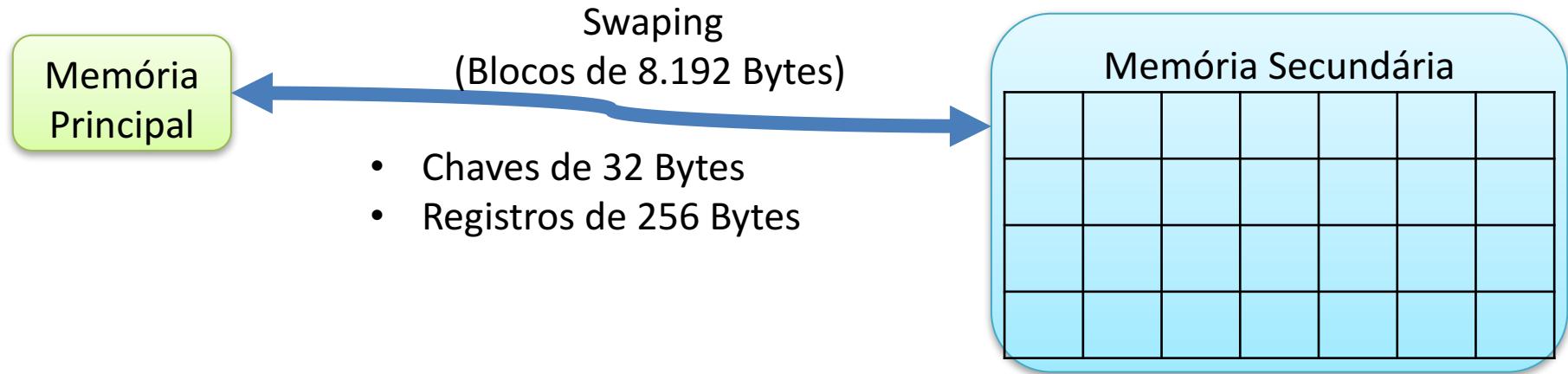
- Cálculo de M:



- ✓ Pela Propriedade 2 um nó não folha necessita de  $36M - 32$  Bytes:
- ✓ Restrição:  $36M - 32 \leq 8.192; \rightarrow M = 228$

# Propriedades

- Cálculo de L:



✓ Restrição:  $256L \leq 8.192; \rightarrow L = 32$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 32 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 16 \end{bmatrix}$$

# Propriedades

- Uma Árvore B com  $M=228$  e  $L=32$  aplicada a um arquivo no disco com 10.000.000 de registros:

→ Nós internos (exceto raiz) com um mínimo de 114 filhos  
→ 625.000 folhas no 4o. nível