



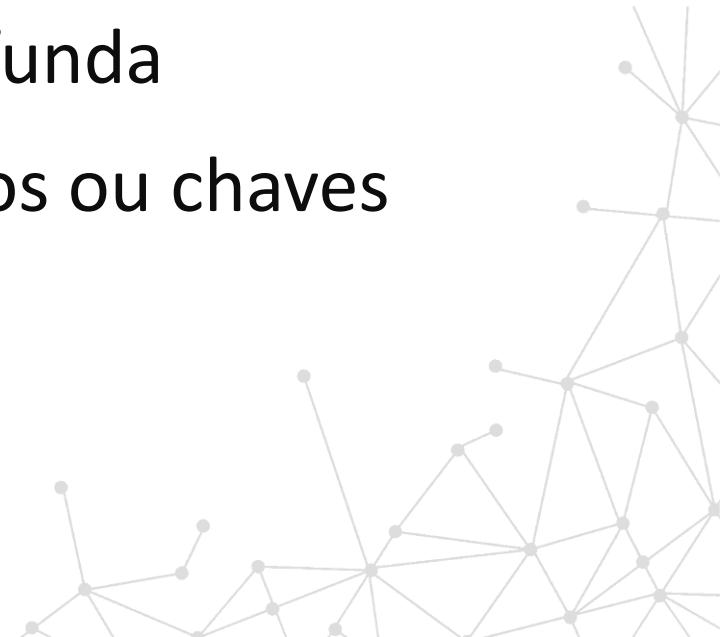


AULA VIRTUAL

# Árvores B (B-tree)

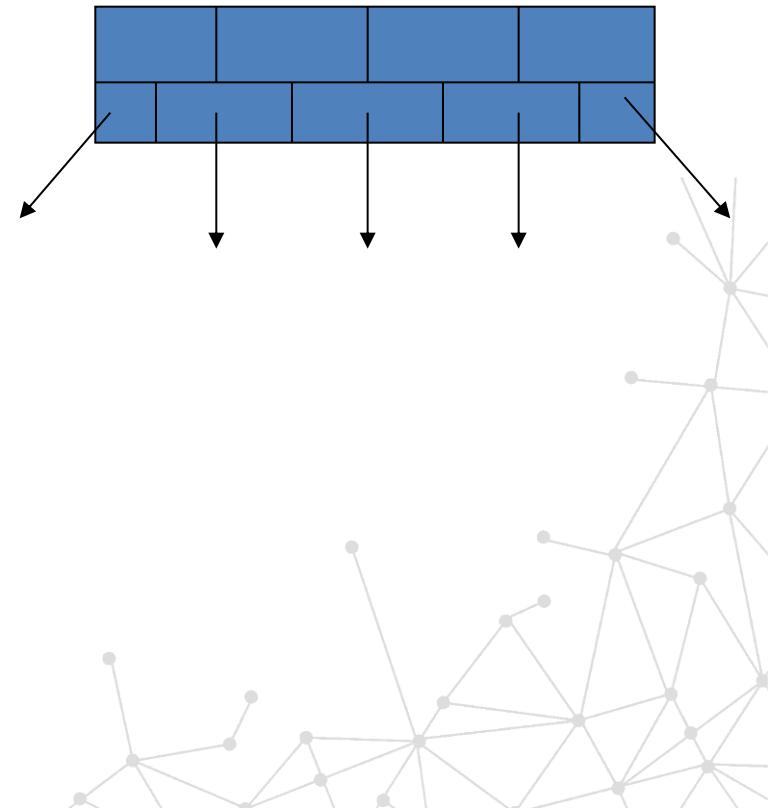
# Aplicação

- Pesquisa em memória secundária
  - Árvore equilibrada e não profunda
    - Agilidade no acesso a dados ou chaves
      - coleção de páginas



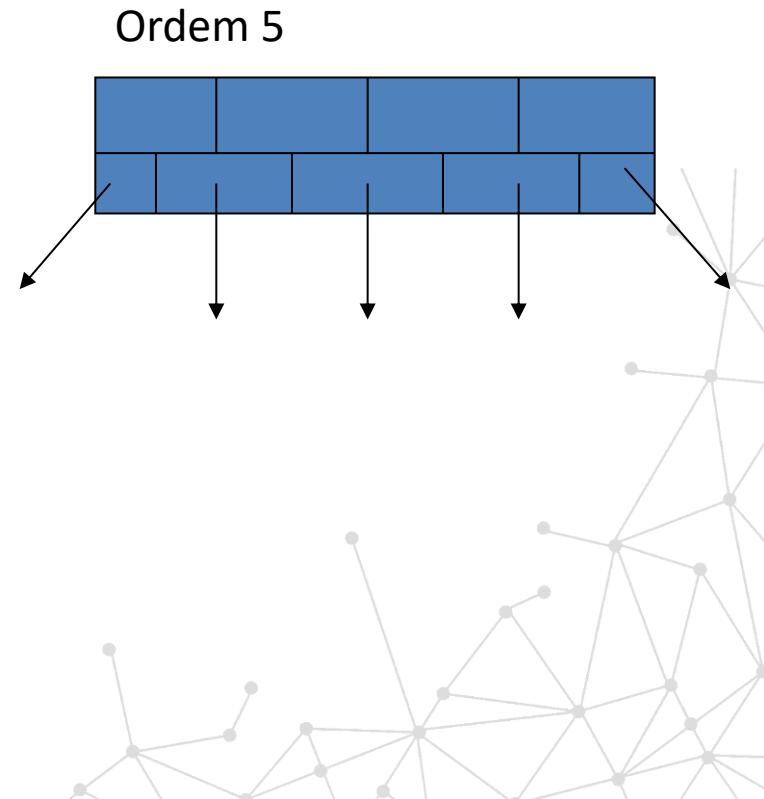
# Conceitos: Ordem

- A ordem de uma árvore B tem relação:
  - ao número de descendentes de um nó
    - quantidade de ponteiros para nodos filhos



# Conceitos: Ordem

- Por exemplo, uma árvore B de ordem  $m$ ,
  - o número máximo de chaves é  $m-1$
  - Uma árvore B de ordem 5 tem no máximo 4 chaves por página



# Conceitos: Ordem

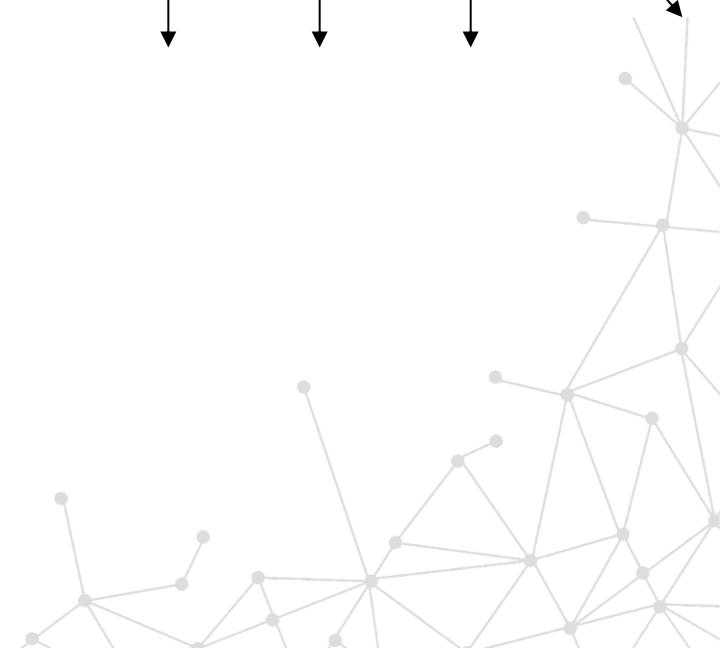
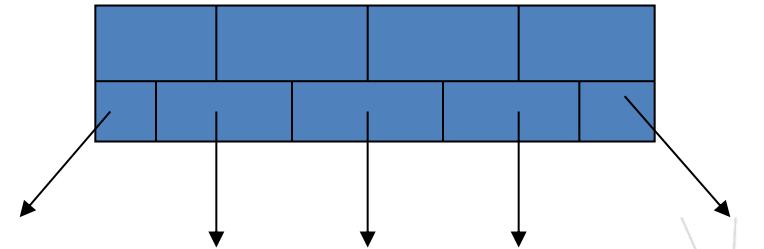
Processo de divisão (*split*)

- página dividida na inserção
- os nós são divididos igualmente entre as páginas
- número mínimo de chaves em um nó é:

$$(m / 2) - 1$$

exceto para a raiz

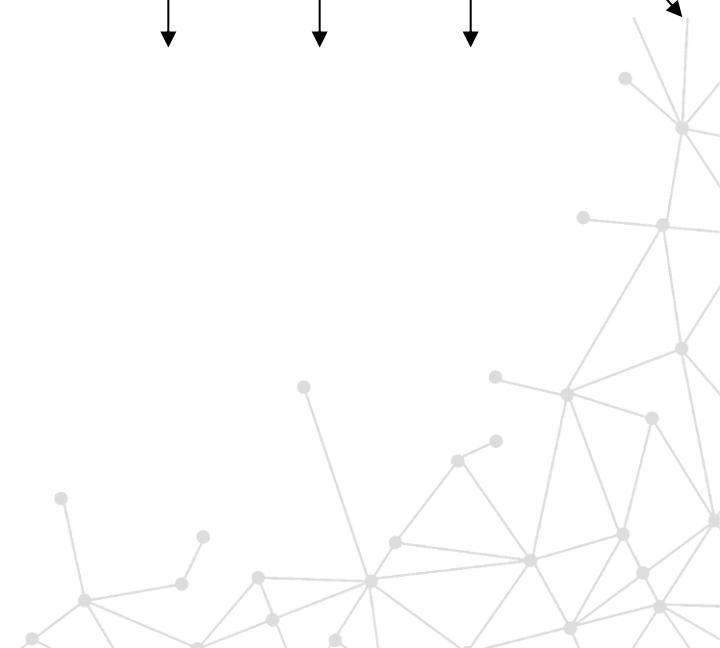
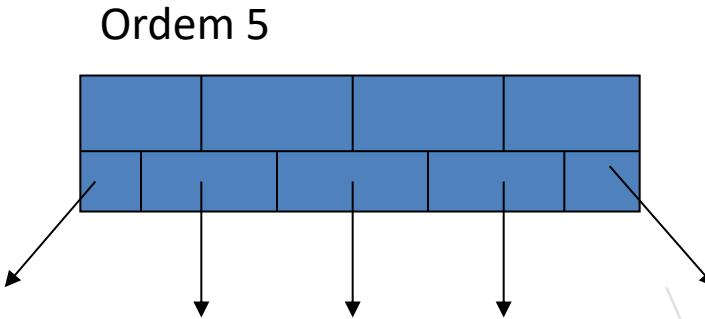
Ordem 5



# Conceitos: Ordem

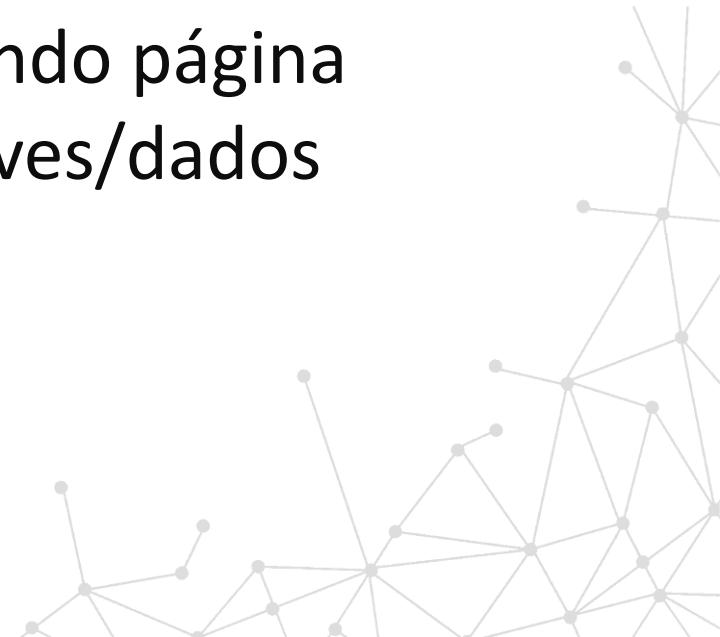
Exemplo: número mínimo de chaves por página

- Árvore B de ordem 5
  - tem um máximo de 4 chaves por página
  - terá um mínimo de 1 chave por página



# Inserção

- Sempre ocorre em nós folhas
- Sempre haverá divisão/*split* quando página exceder número máximo de chaves/dados



# Inserção

Exemplo: inserção dos números

- 1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3  
26 29 53 55 45
- em uma Árvore B de ordem 5



# Inserção

## Exemplo

- 1 12 8 2 serão inseridos na raiz  
(obedecendo ordenação)

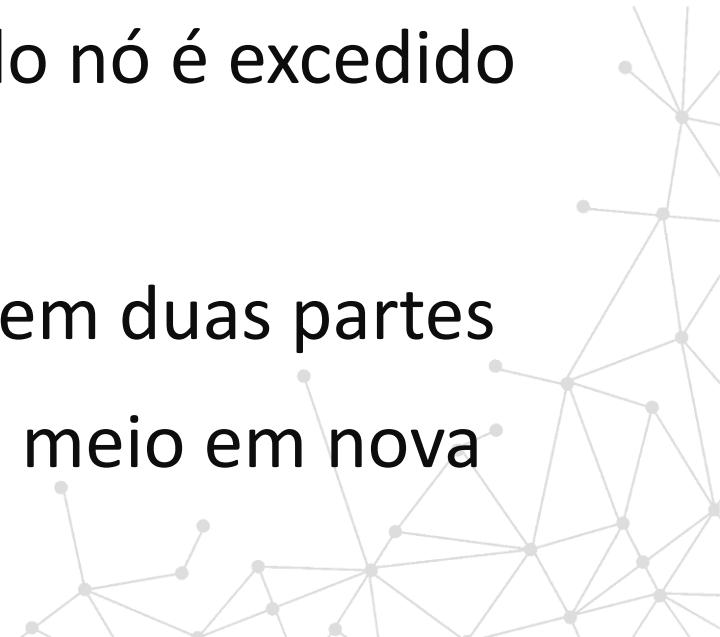


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

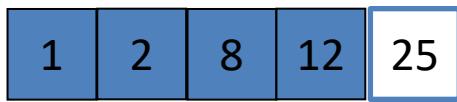
# Inserção

## Exemplo

- Ao inserir o 25, o tamanho do nó é excedido
  - Divisão ou *split* ocorrerá
    - dividir o nó ou página em duas partes
    - colocar o elemento do meio em nova raiz

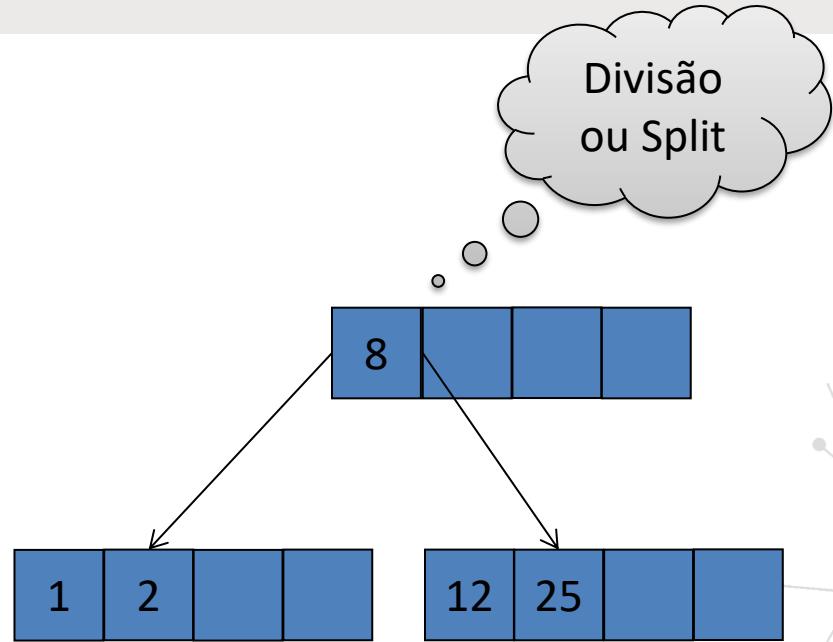


# Inserção



Tamanho do nó ou  
página excedido  
=  
DIVIDIR

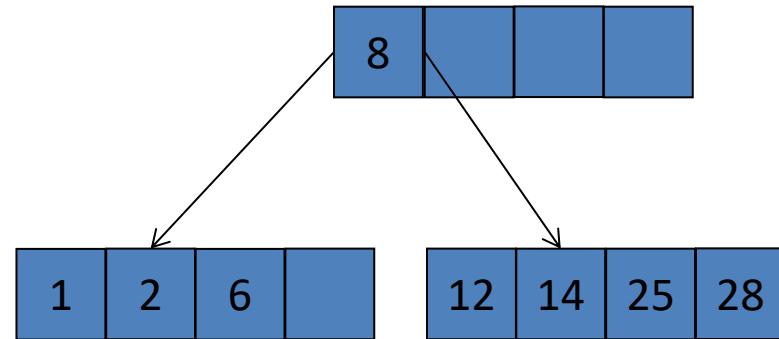
1 12 8 2 **25** 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45



# Inserção

## Exemplo

- Ao inserir os números 6, 14 e 28, não há alteração nas páginas ou nós

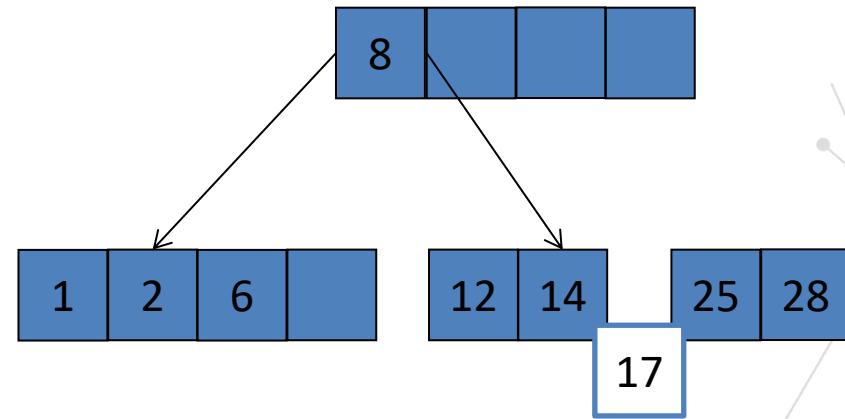


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção

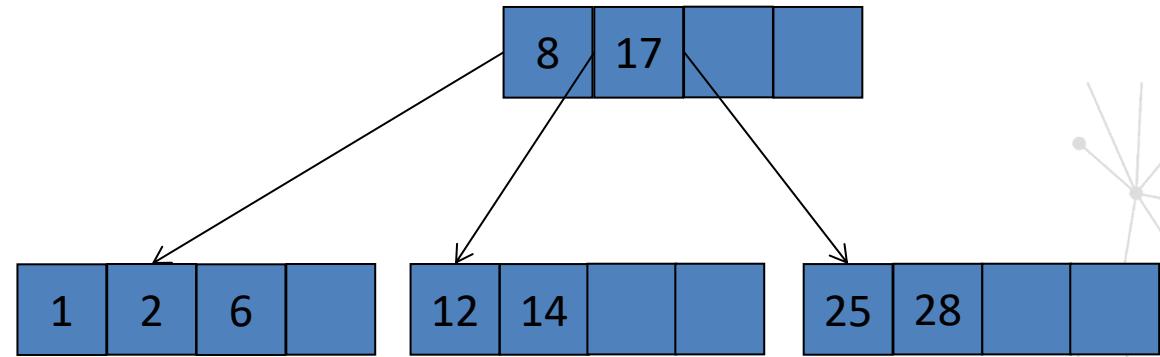
## Exemplo

- Ao inserir o 17
  - necessidade de divisão
  - elemento do meio (17 neste caso) move-se para raiz



1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção



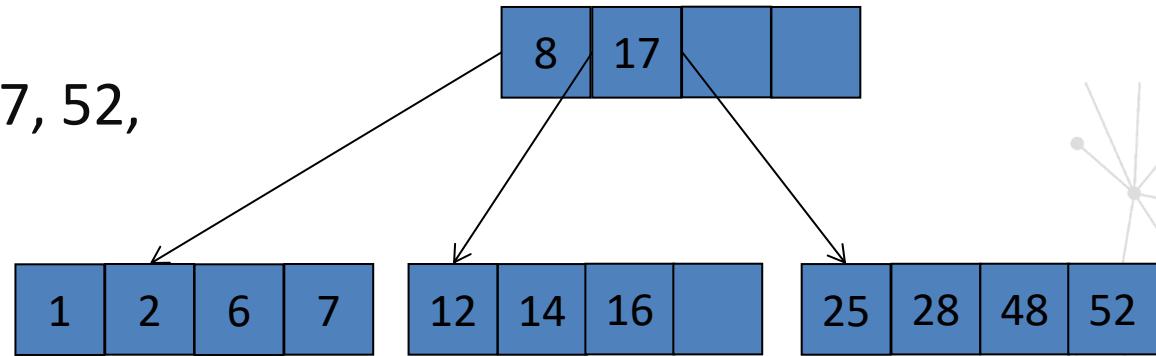
1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção

## Exemplo

- Ao inserir os números 7, 52, 16 e 48

- não há alterações

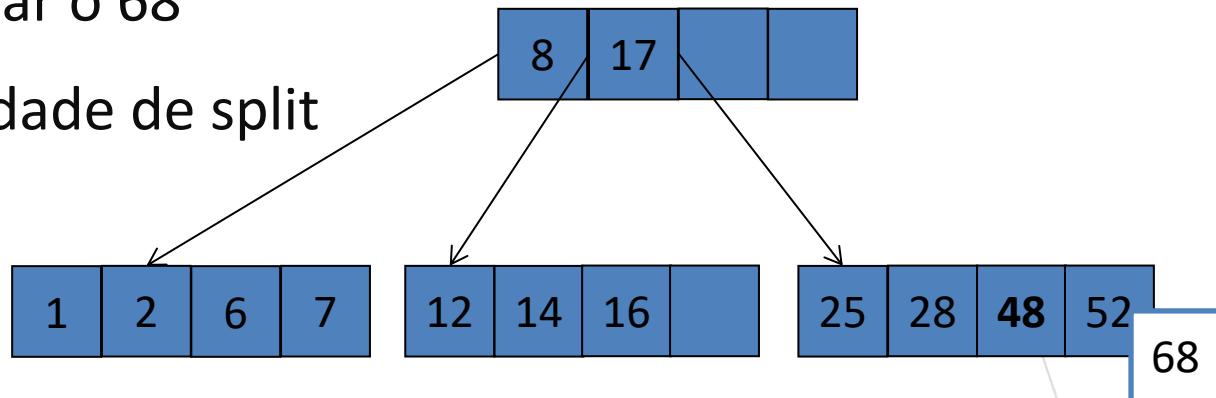


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção

## Exemplo

- Ao posicionar o 68
  - necessidade de split

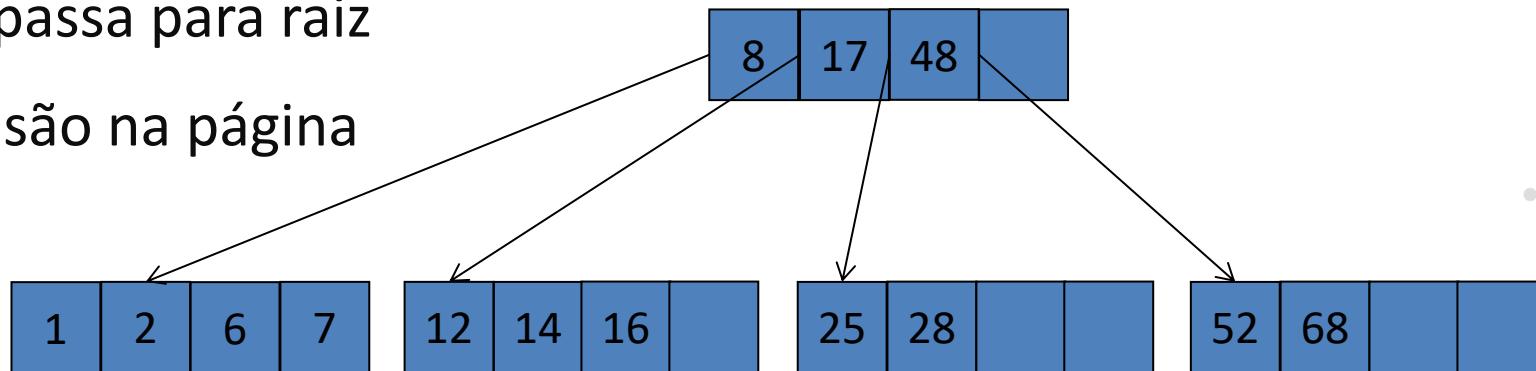


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 **68** 3 26 29 53 55 45

# Inserção

## Exemplo

- 48 passa para raiz
- divisão na página

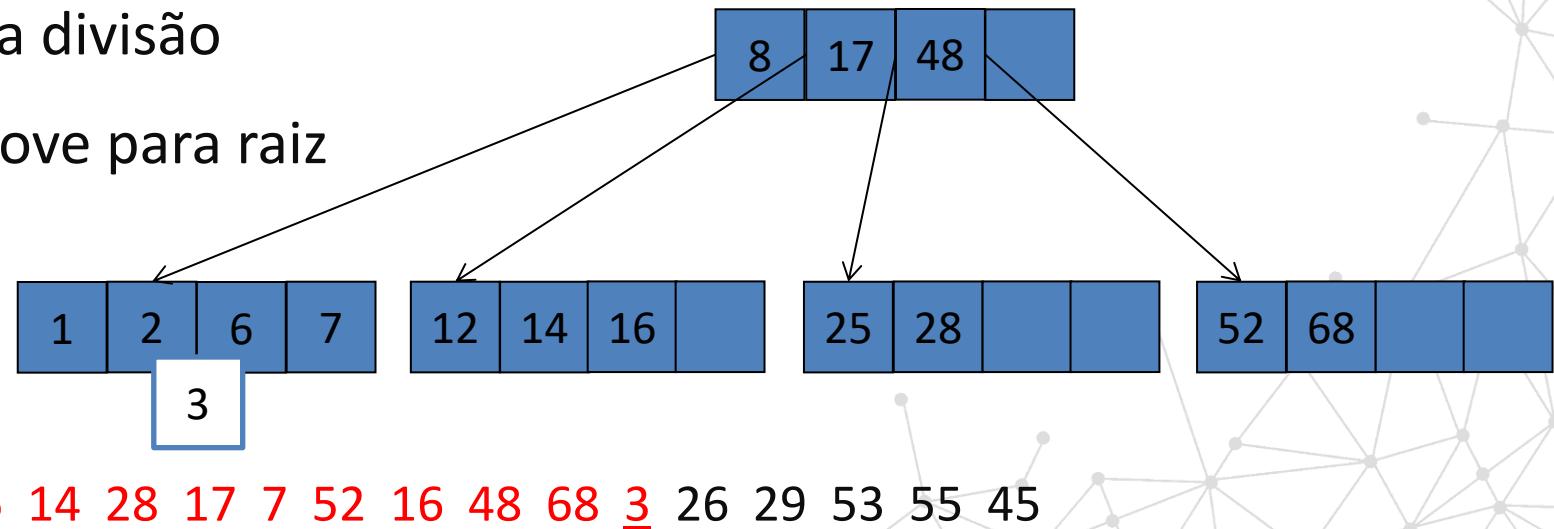


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 **68** 3 26 29 53 55 45

# Inserção

## Exemplo

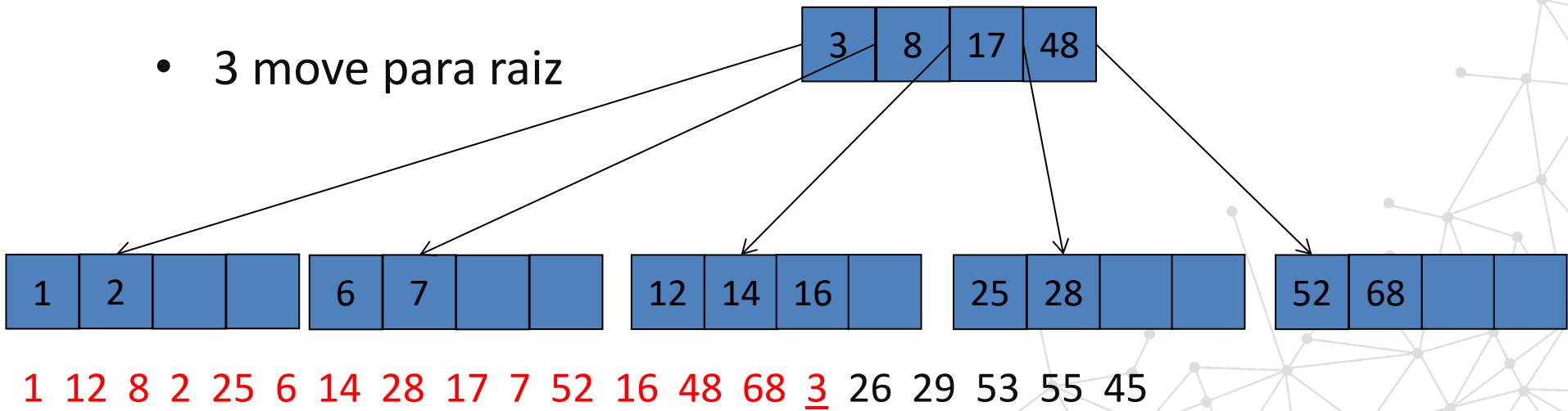
- Número 3 sendo inserido
  - nova divisão
  - 3 move para raiz



# Inserção

## Exemplo

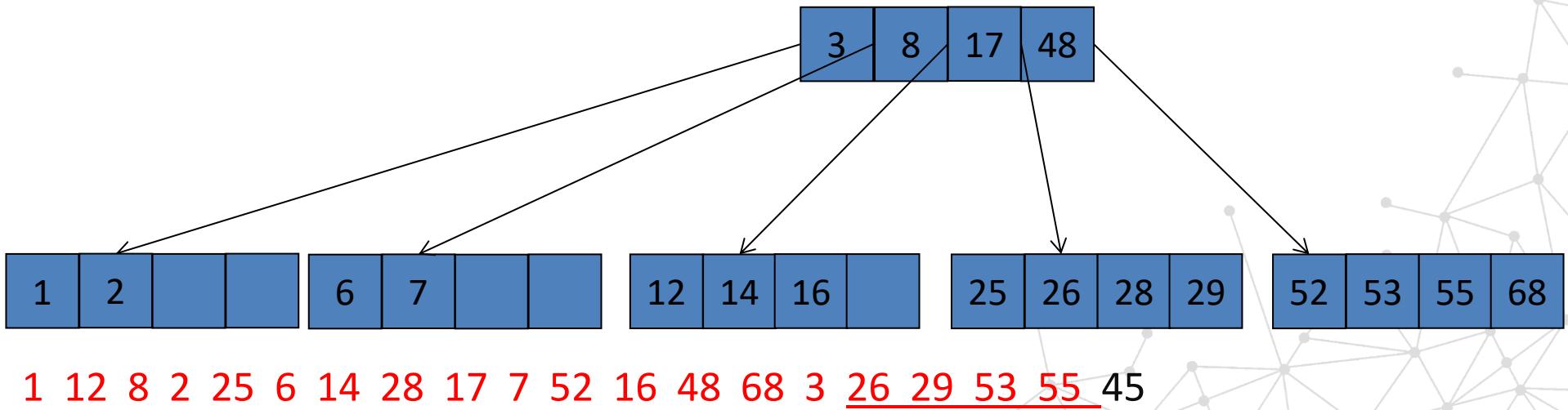
- Número 3 sendo inserido
  - nova divisão
  - 3 move para raiz



# Inserção

## Exemplo

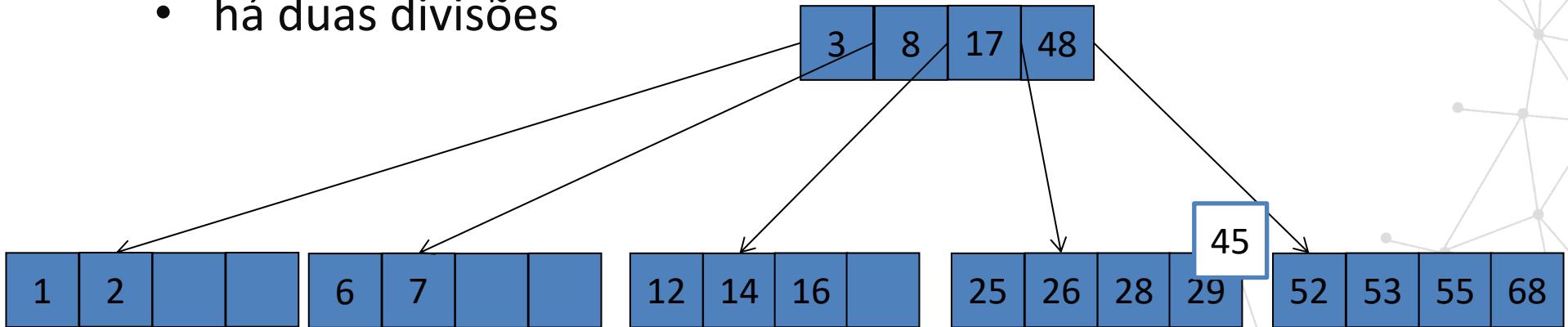
- Os números 26, 29, 53 e 55  
não alteram a árvore



# Inserção

## Exemplo

- Número 45
  - há duas divisões

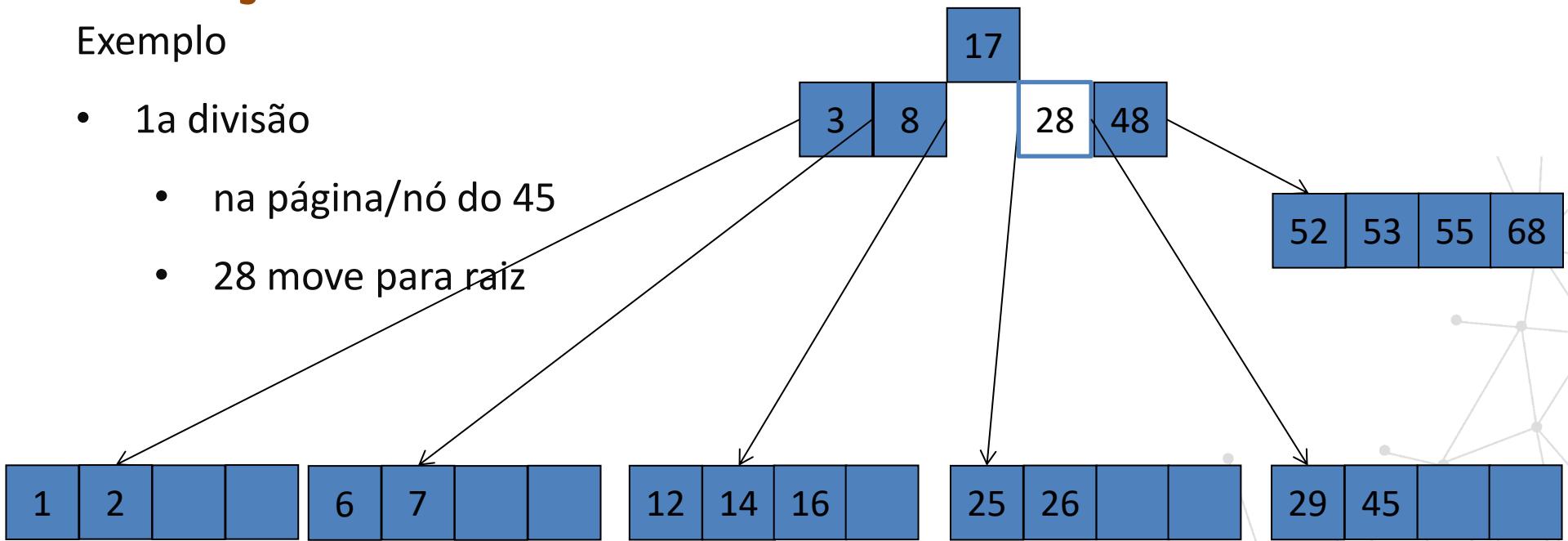


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção

Exemplo

- 1a divisão
  - na página/nó do 45
  - 28 move para raiz

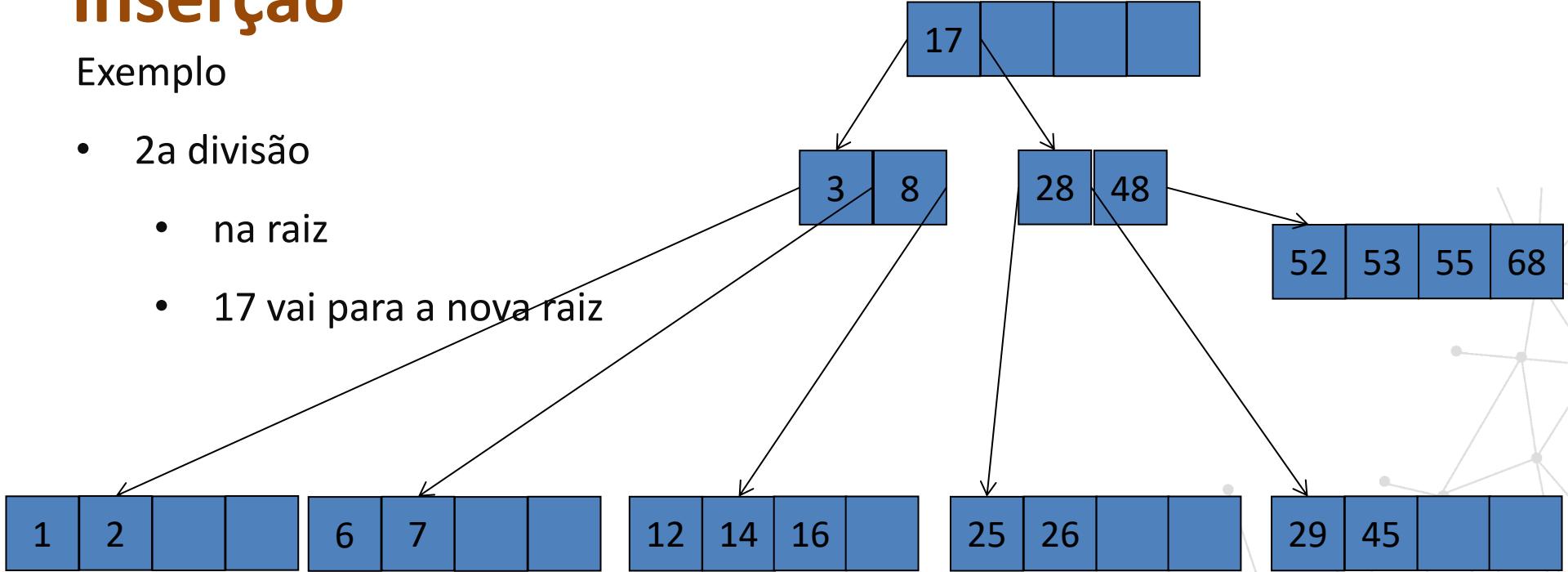


1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção

Exemplo

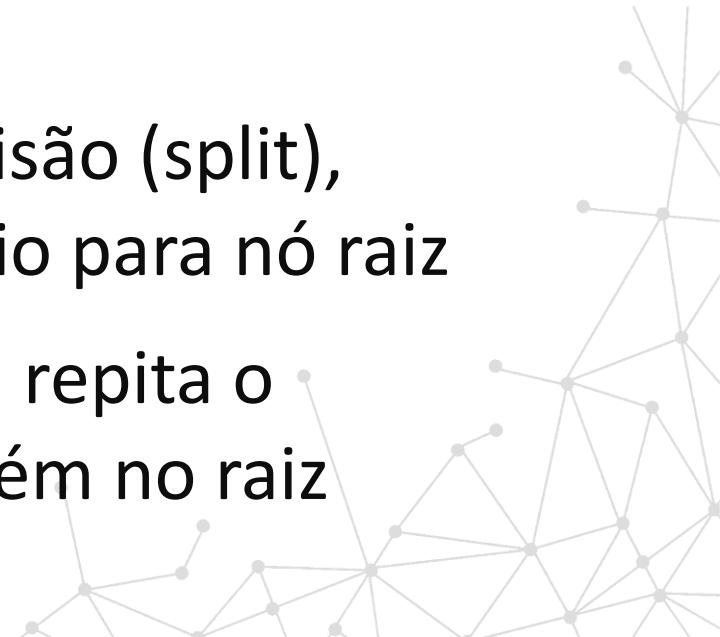
- 2a divisão
  - na raiz
  - 17 vai para a nova raiz



1 12 8 2 25 6 14 28 17 7 52 16 48 68 3 26 29 53 55 45

# Inserção – passos básicos

1. Inserir de forma ordenada o novo dado/chave em um nó folha
2. Nó (página) cheio, realize a divisão (split), movendo o dado/chave do meio para nó raiz
3. Caso o nó raiz também exceda, repita o procedimento de divisão também no raiz



# Exercícios

Insira os seguintes números em uma árvore B de ordem 5:

3, 7, 9, 23, 45, 1, 5, 14, 25, 24, 13, 11, 8, 19, 4, 31, 35, 56

