

Árvore-B*

Organização e Recuperação de Dados
Profa. Valéria

UEM – CTC – DIN

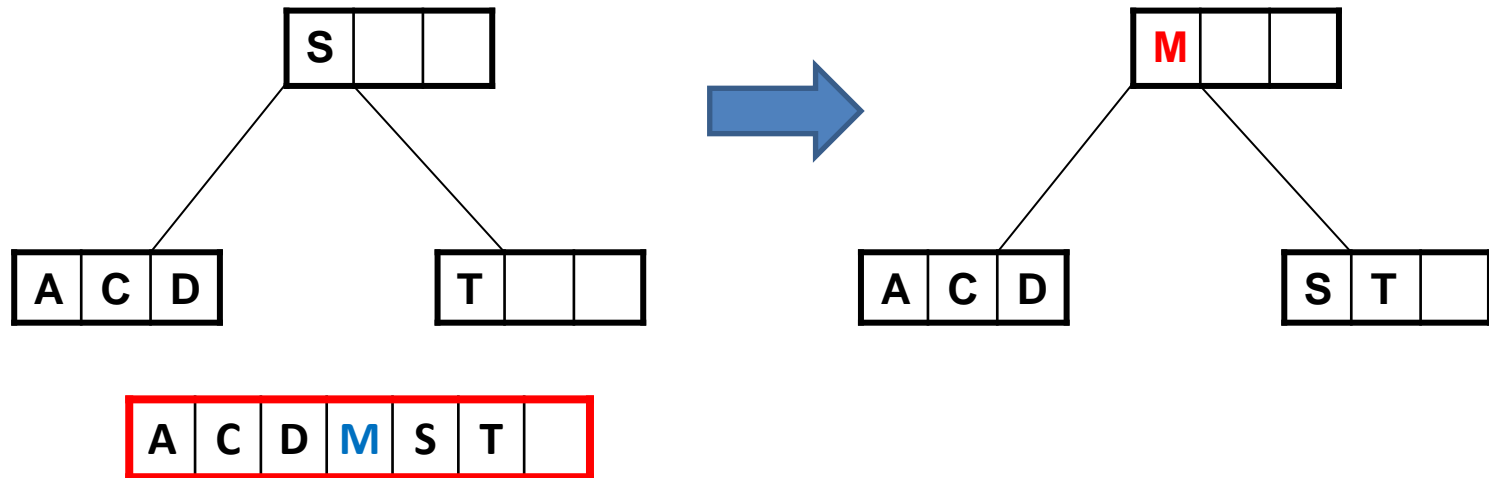
❑ Redistribuição na inserção

- Melhora o aproveitamento do espaço das páginas
 - É uma maneira de postergar a criação de páginas novas por divisão
- Utilizando somente divisão na inserção
 - No pior caso pelo menos 50% do espaço das páginas estará ocupado
- Experimentos de Bayer e McCreight (1972)
 - Árvore-B de ordem 121 com 5.000 chaves inseridas aleatoriamente
 - Utilizando somente divisão → ocupação média em torno de 67%
 - Utilizando redistribuição na inserção sempre que possível → ocupação média em torno de 86%

Árvore-B

❑ Redistribuição na inserção

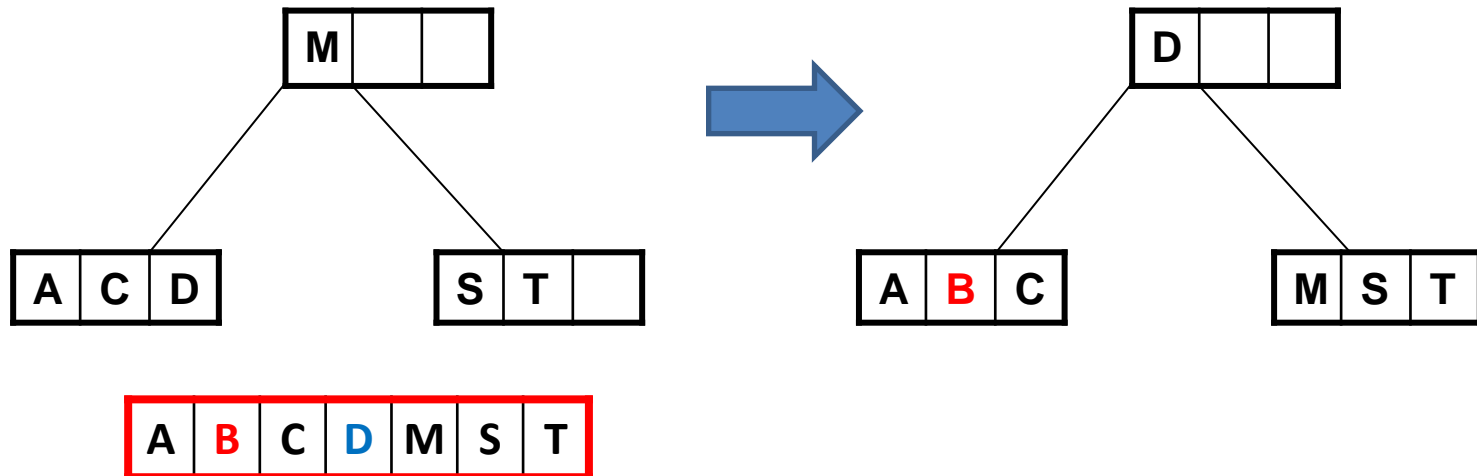
- Mesmo procedimento utilizado na remoção
- Considerando a árvore de ordem 4 abaixo:
 - Inserir com redistribuição a chave **M**



Árvore-B

❑ Redistribuição na inserção

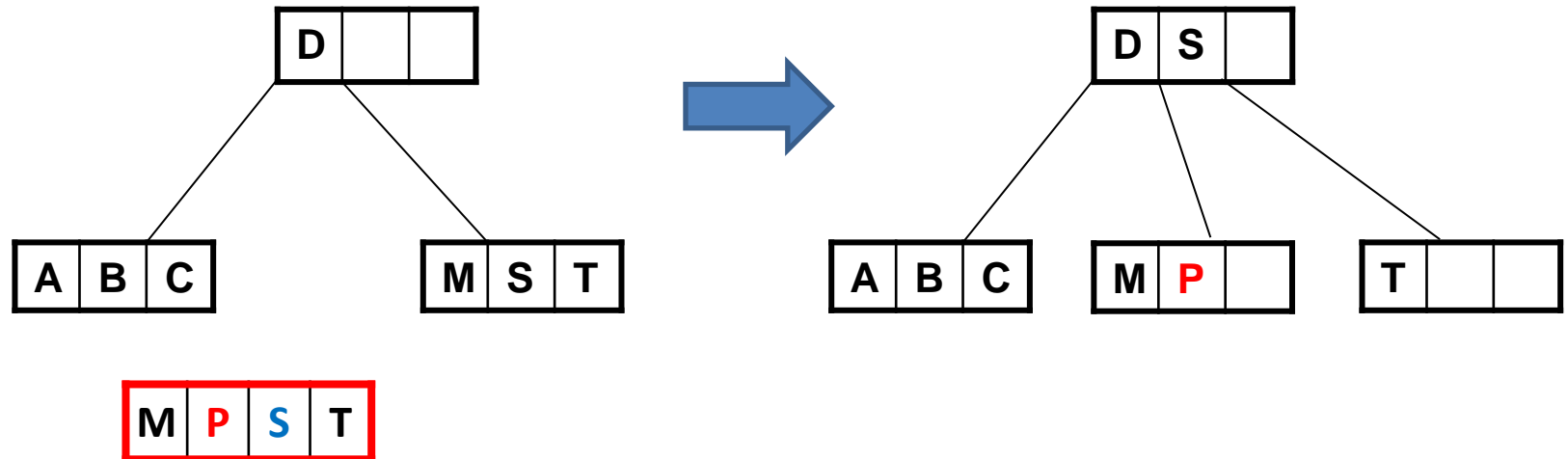
- Mesmo procedimento utilizado na remoção
- Considerando a árvore de ordem 4 abaixo:
 - Inserir com redistribuição a chave **B**



Árvore-B

❑ Redistribuição na inserção

- Mesmo procedimento utilizado na remoção
- Considerando a árvore de ordem 4 abaixo:
 - Inserir com redistribuição a chave **P**



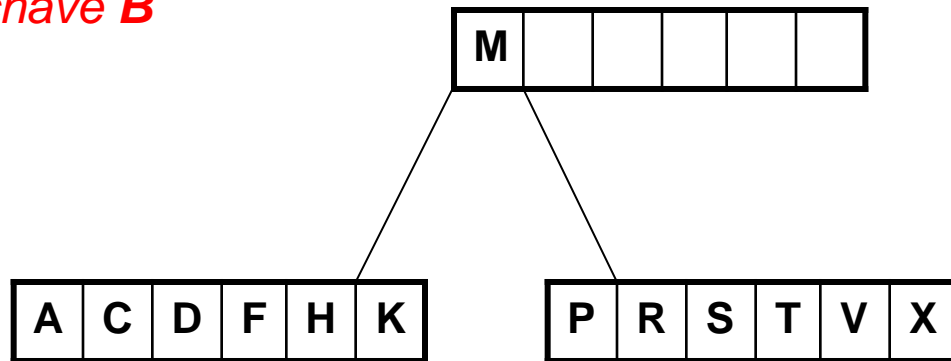
Árvore-B*

- ❑ A **árvore-B*** é uma variação da árvore-B proposta por Knuth
 - Visa melhorar o aproveitamento das páginas, fazendo **redistribuição na inserção** e usando **novas regras para a divisão**
- ❑ Divisão na árvore-B*
 - Ocorre apenas quando não é possível redistribuir → duas páginas irmãs estão cheias
 - **Divisão 2-para-3** em vez de divisão 1-para-2
 - As três páginas resultantes da divisão estarão aproximadamente 2/3 ocupadas

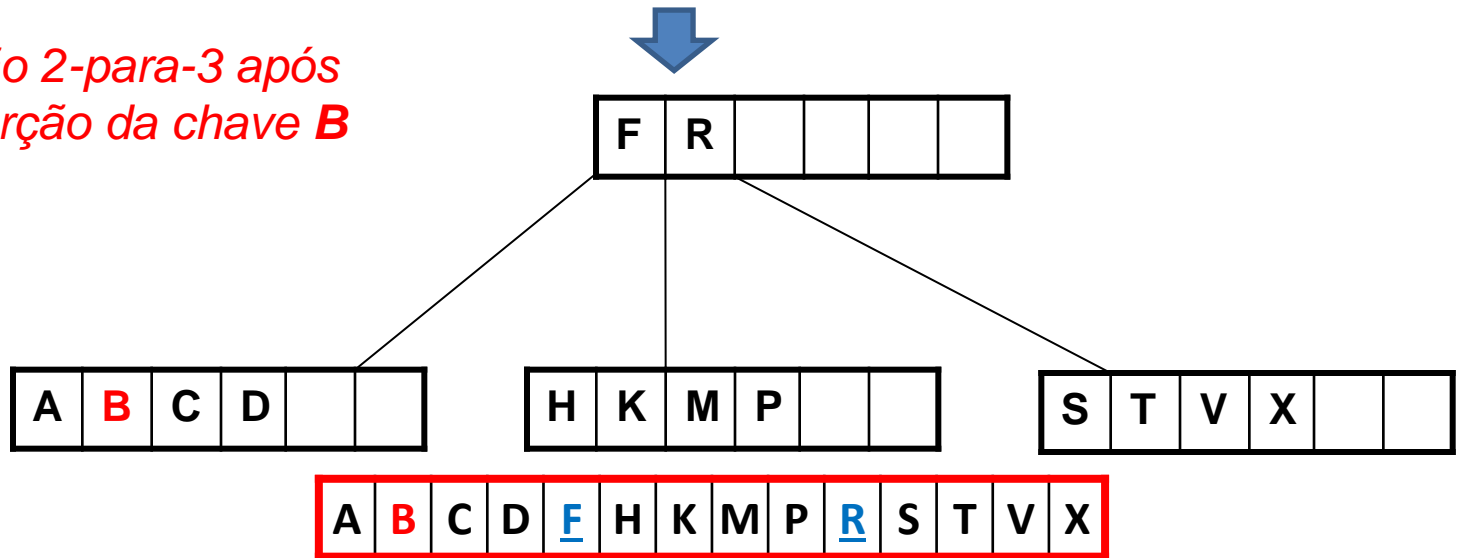
Árvore-B*

Exemplo de divisão em árvore-B* (ordem 7)

*Inserção da chave **B***



*Divisão 2-para-3 após a inserção da chave **B***



Árvore-B*

□ Propriedades da árvore-B*

- Toda página tem no máximo m descendentes
- **Toda página, exceto a raiz e as folhas, têm ao menos $\lceil (2m - 1)/3 \rceil$ descendentes**
- A raiz tem pelo menos 2 descendentes (a menos que seja uma folha)
- Todas as folhas estão no mesmo nível
- Uma página não-folha com k descendentes tem $k - 1$ chaves
- **Uma página folha contém no mínimo $\lfloor (2m - 1)/3 \rfloor$ chaves e no máximo $m - 1$ chaves**
 - Esse mínimo é aproximado e garantido apenas após o preenchimento das três primeiras páginas

Árvore-B*

- ❑ Assim como para árvore-B, as políticas de manutenção da árvore-B* devem garantir que suas propriedades sejam atendidas
- ❑ Tratamento especial da página raiz
 - **A raiz nunca terá uma irmã para usar na divisão 2-para-3**
 - Uma solução é dividir a página raiz usando a divisão convencional (*divisão 1-para-2*)
 - Outra solução é permitir que a raiz seja maior (acomode mais chaves) que as outras páginas
 - Essa solução introduz a complexidade de lidar com páginas de tamanhos diferentes em um mesmo arquivo

Árvore-B*

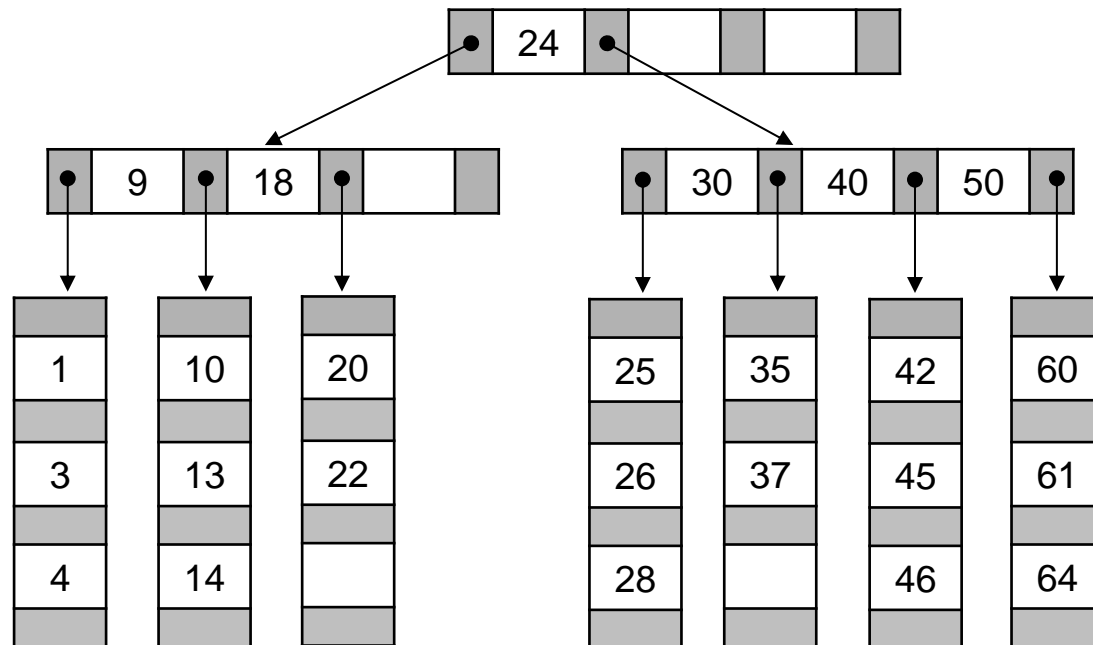
□ Resumo da árvore-B*

- Tem política diferenciada de inserção
- **Redistribuição na inserção** sempre que possível
- **Divisão 2-para-3** quando não for possível redistribuir
 - Utiliza duas páginas cheias para dividir em três
 - Duas chaves separadoras são promovidas
- Por conta dessa nova política, para uma árvore-B* de ordem m , **cada página, com exceção da raiz, terá um mínimo aproximado de $\lfloor (2m - 1)/3 \rfloor$ chaves**

Inserção em Árvore-B*

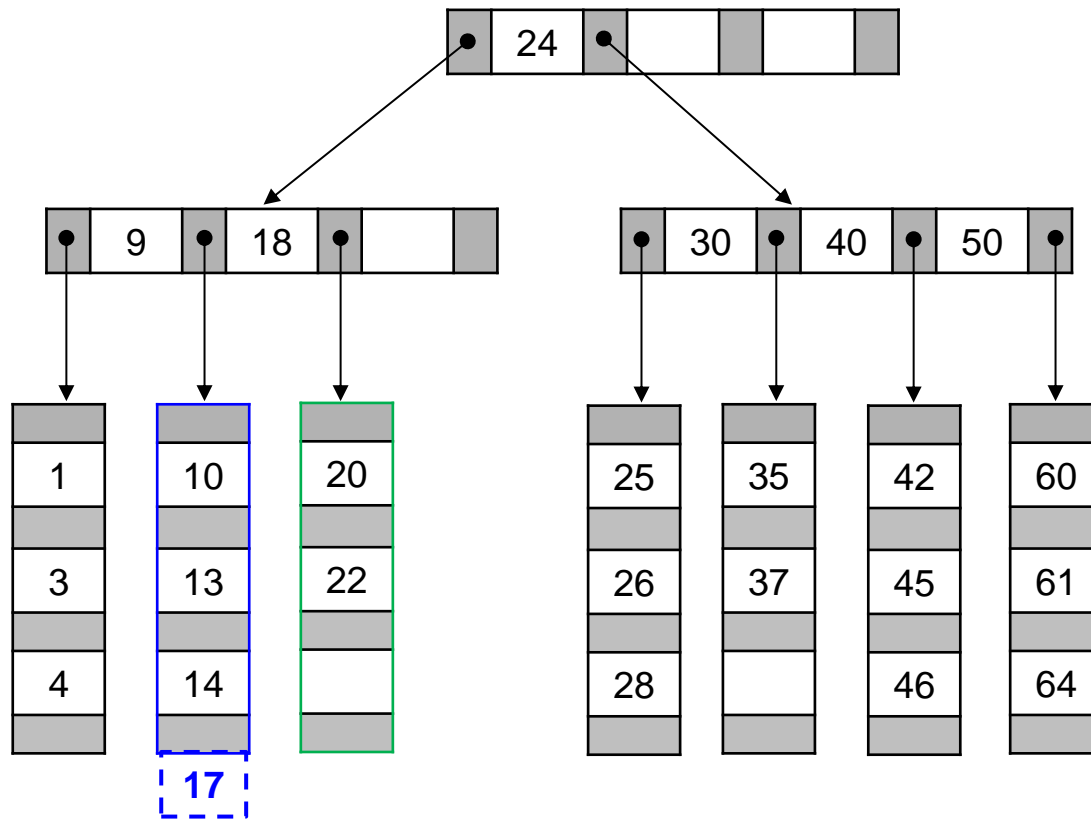
- Dada a **árvore-B*** de ordem 4 abaixo, faça a inserção seguintes chaves, representando a árvore resultante após cada operação de inserção:

17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



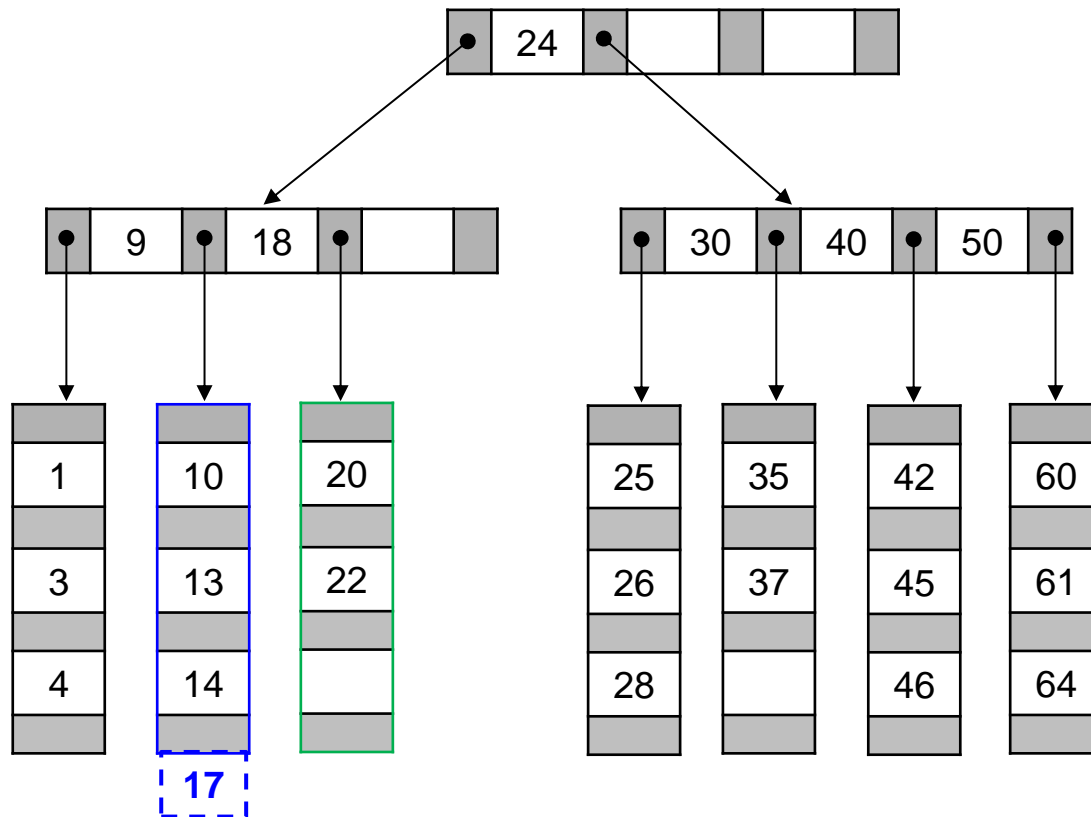
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Inserção em Árvore-B*

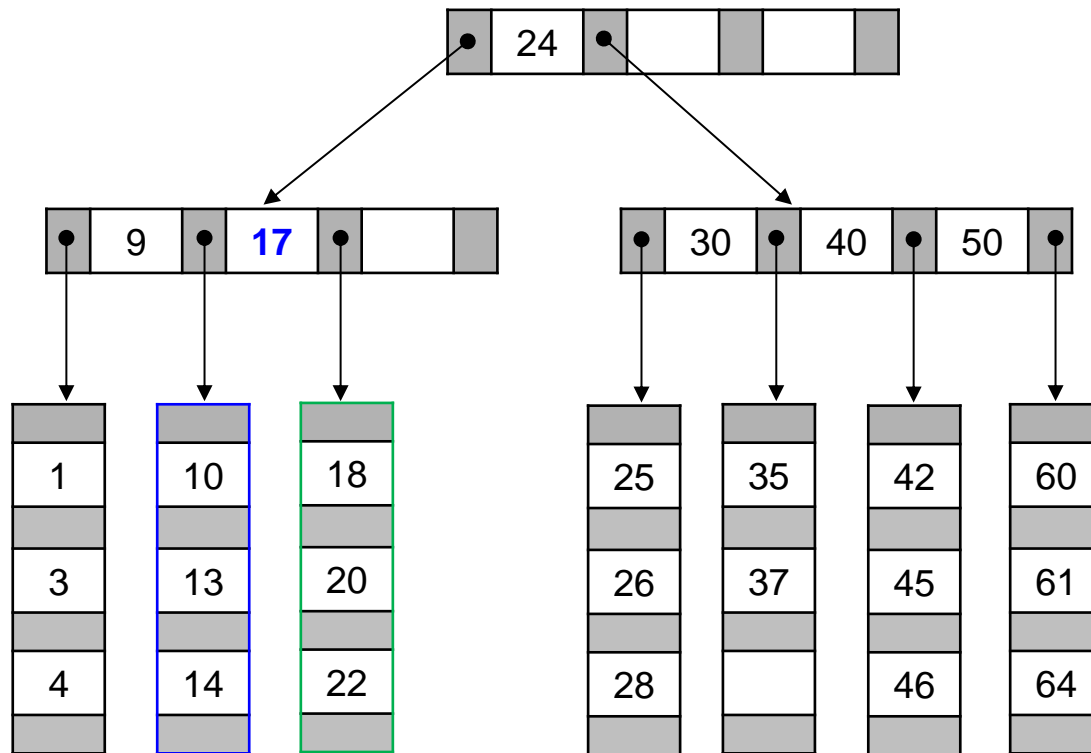
□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Overflow: redistribui
com a irmã direita

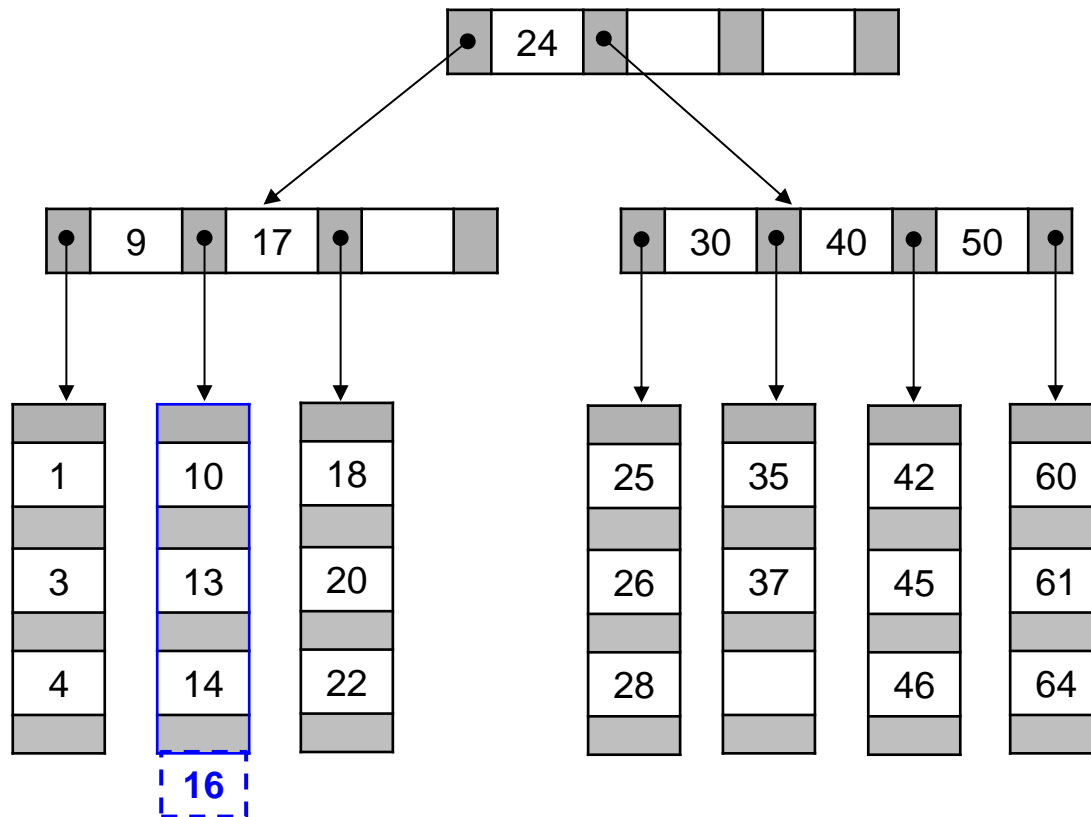
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



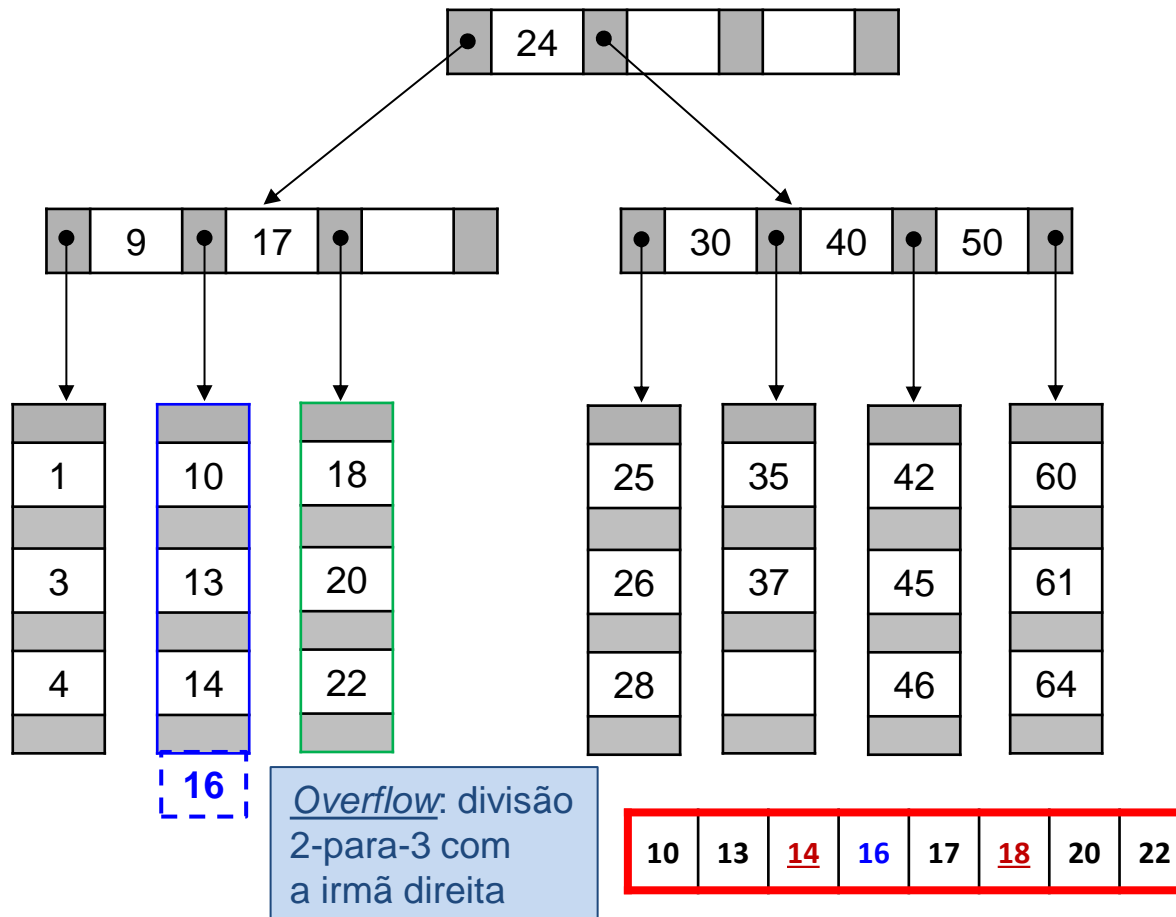
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



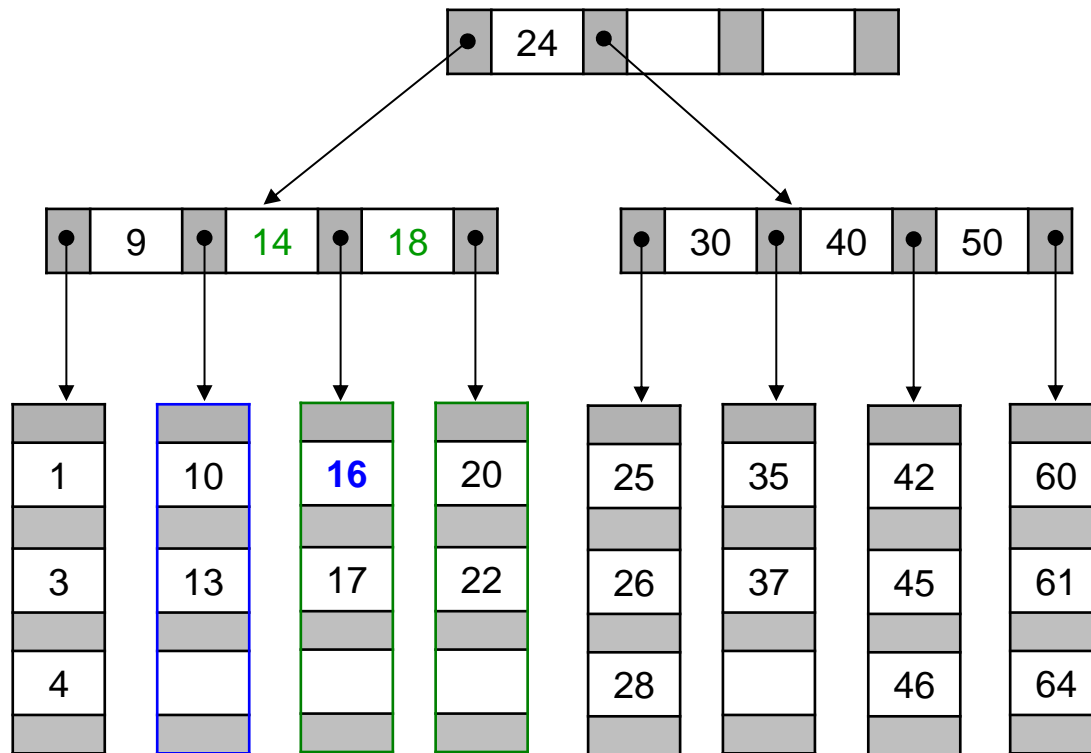
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



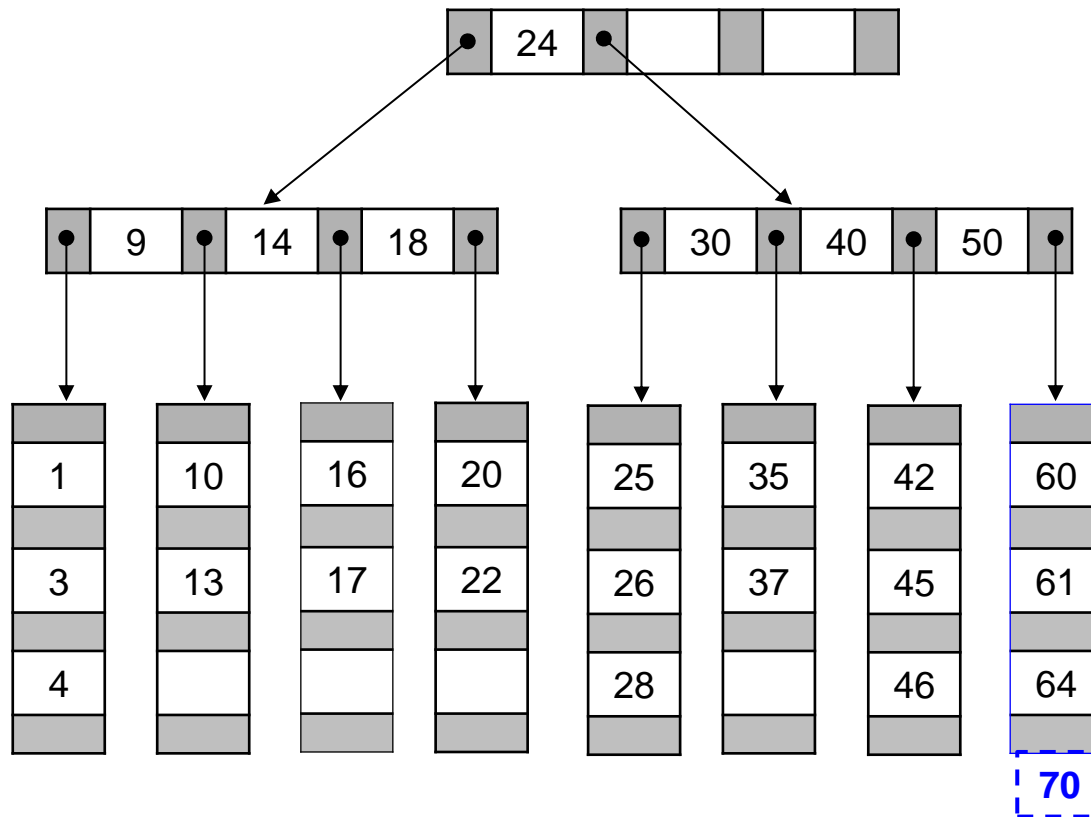
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



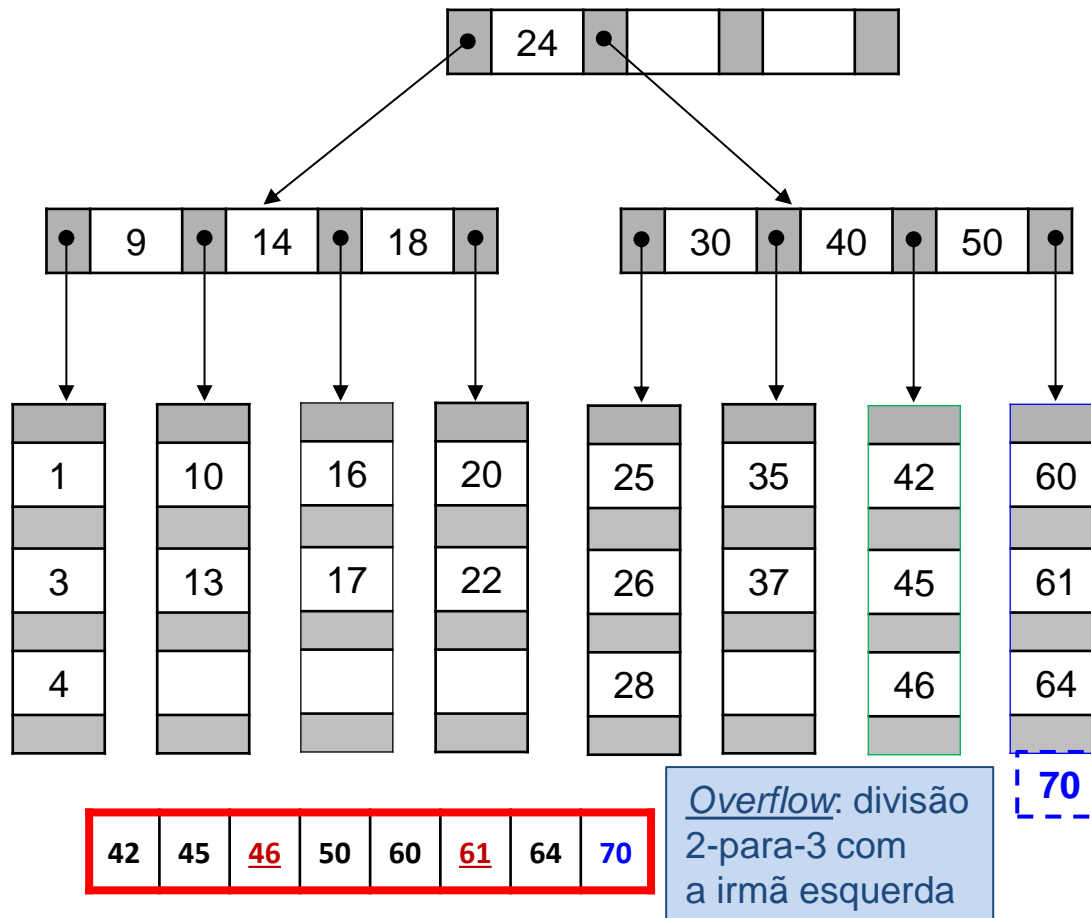
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



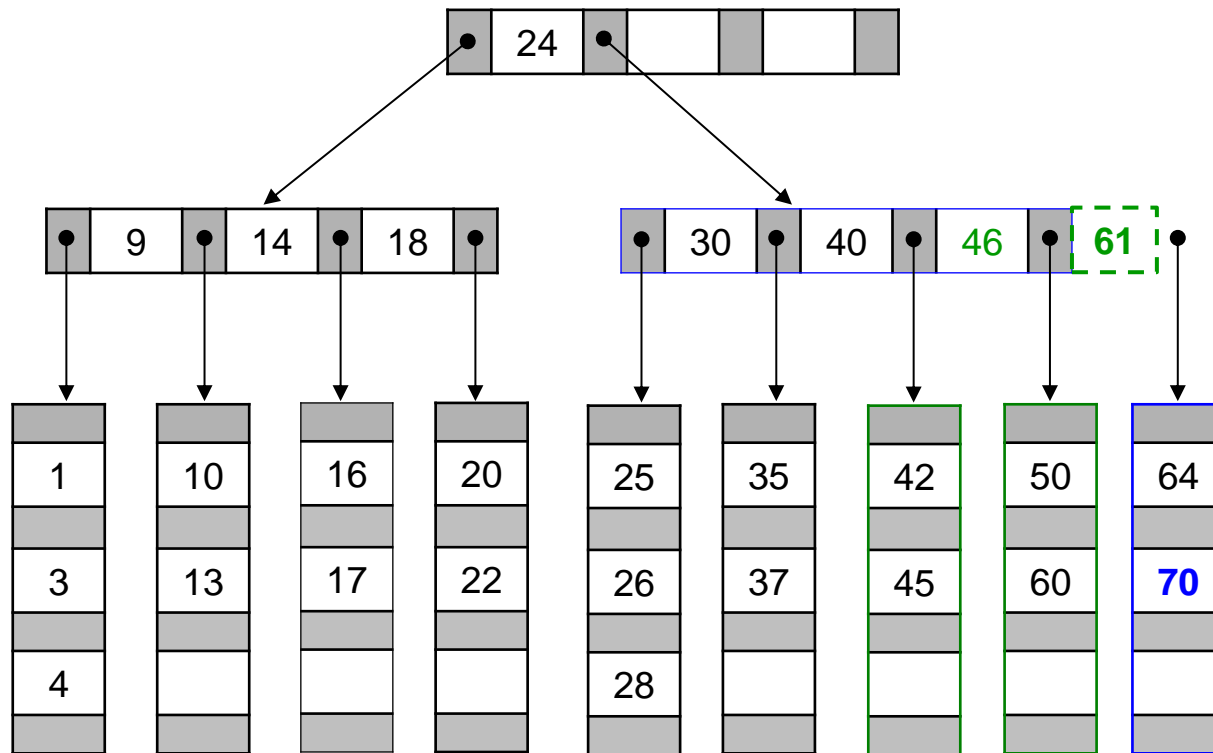
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



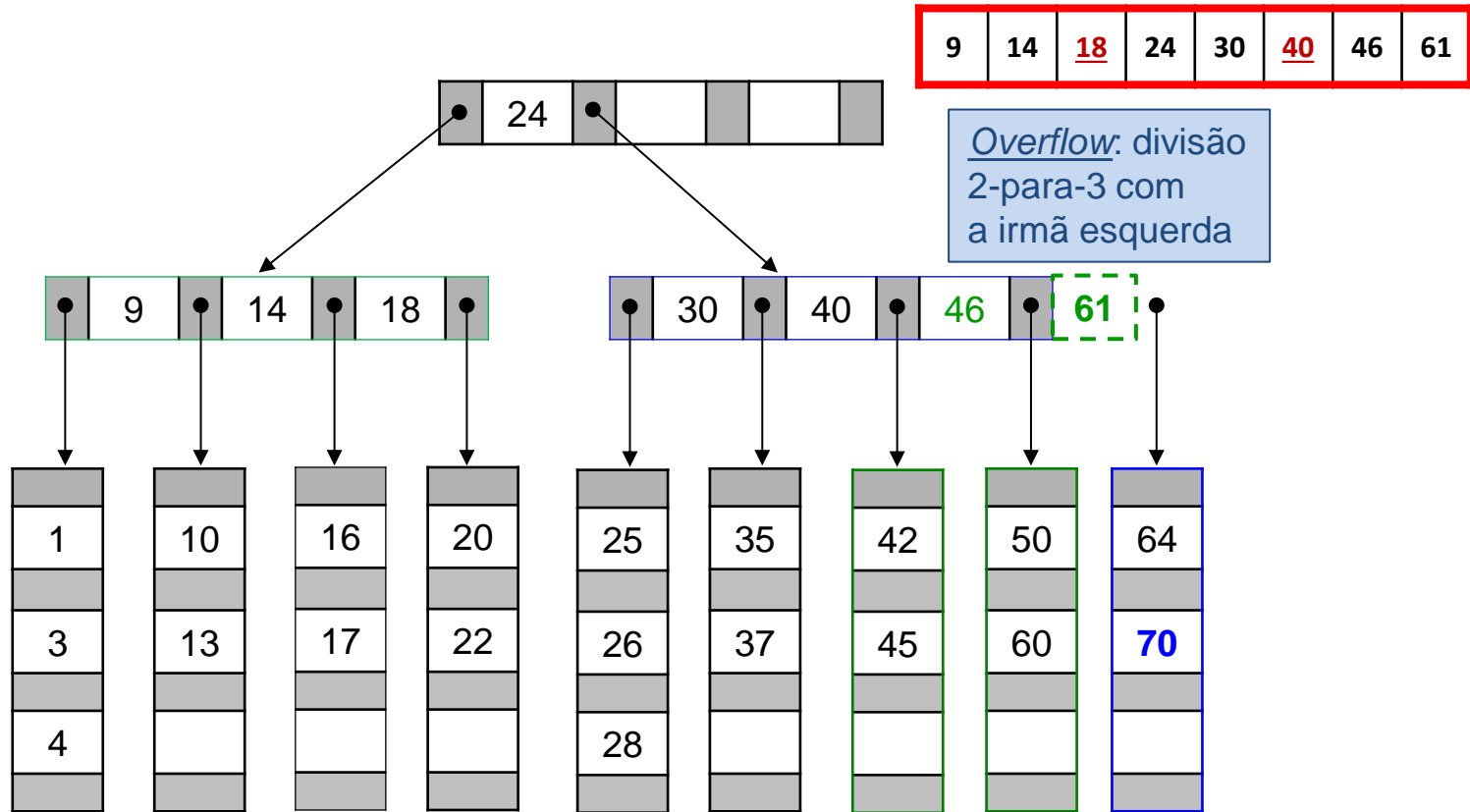
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



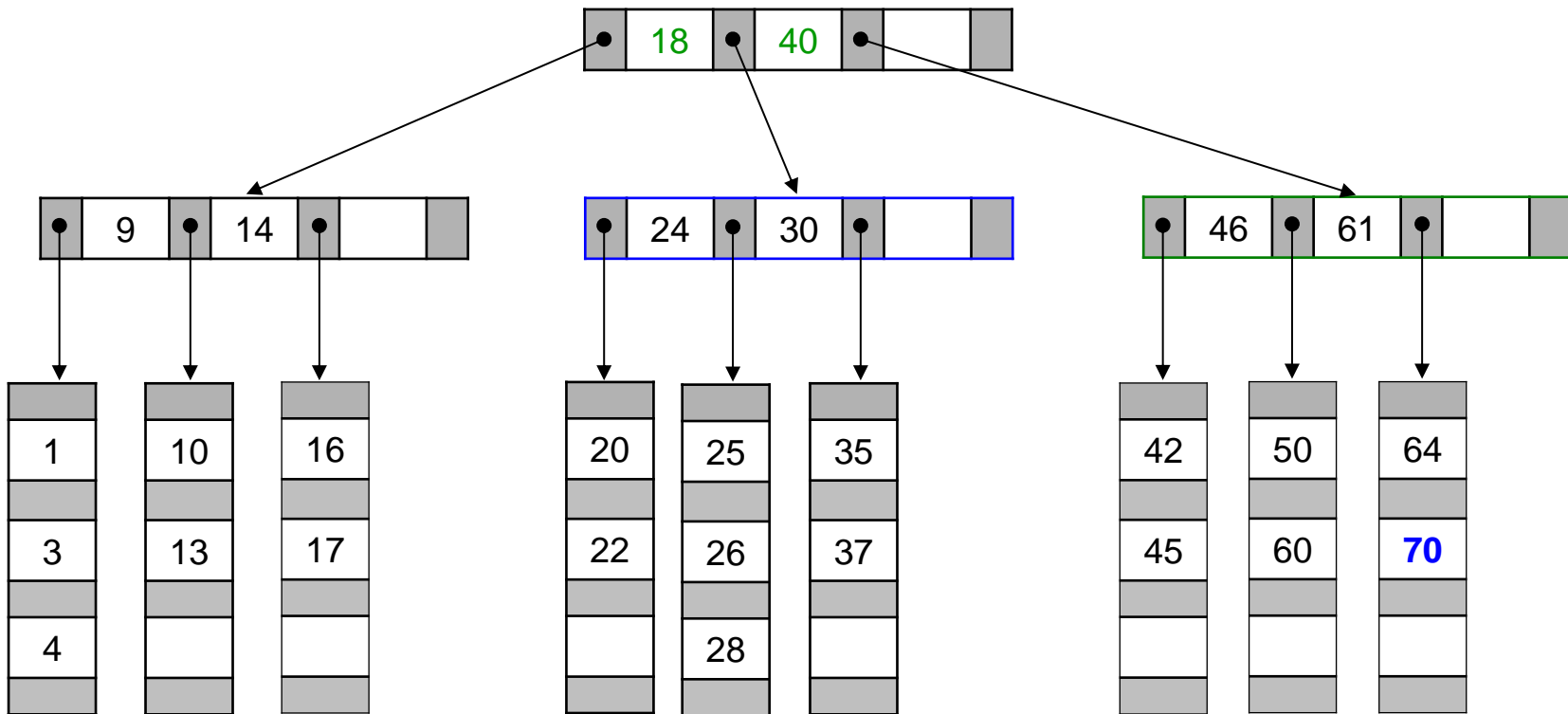
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



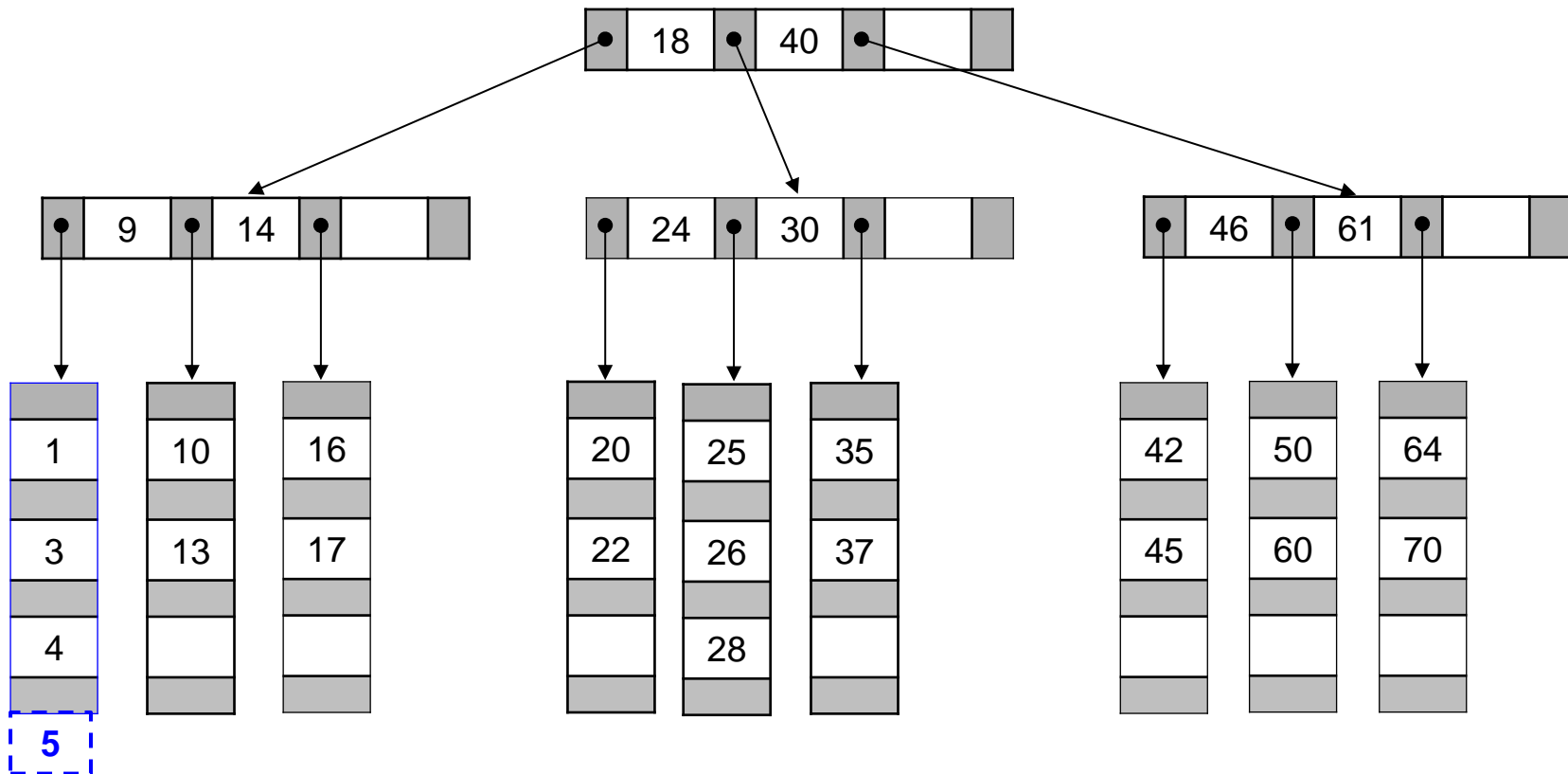
Inserção em Árvore-B*

□ **17, 16, 70**, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



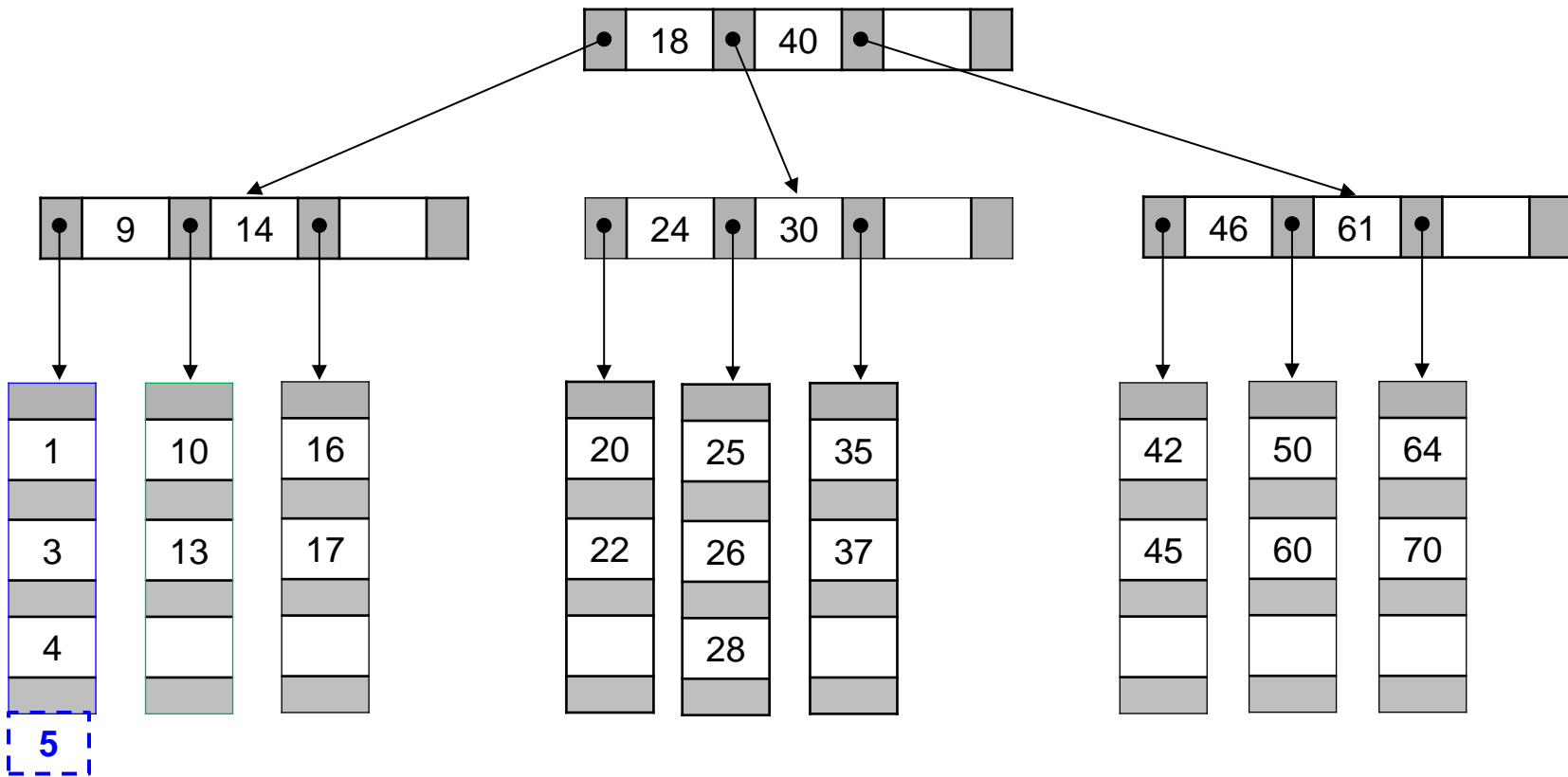
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Inserção em Árvore-B*

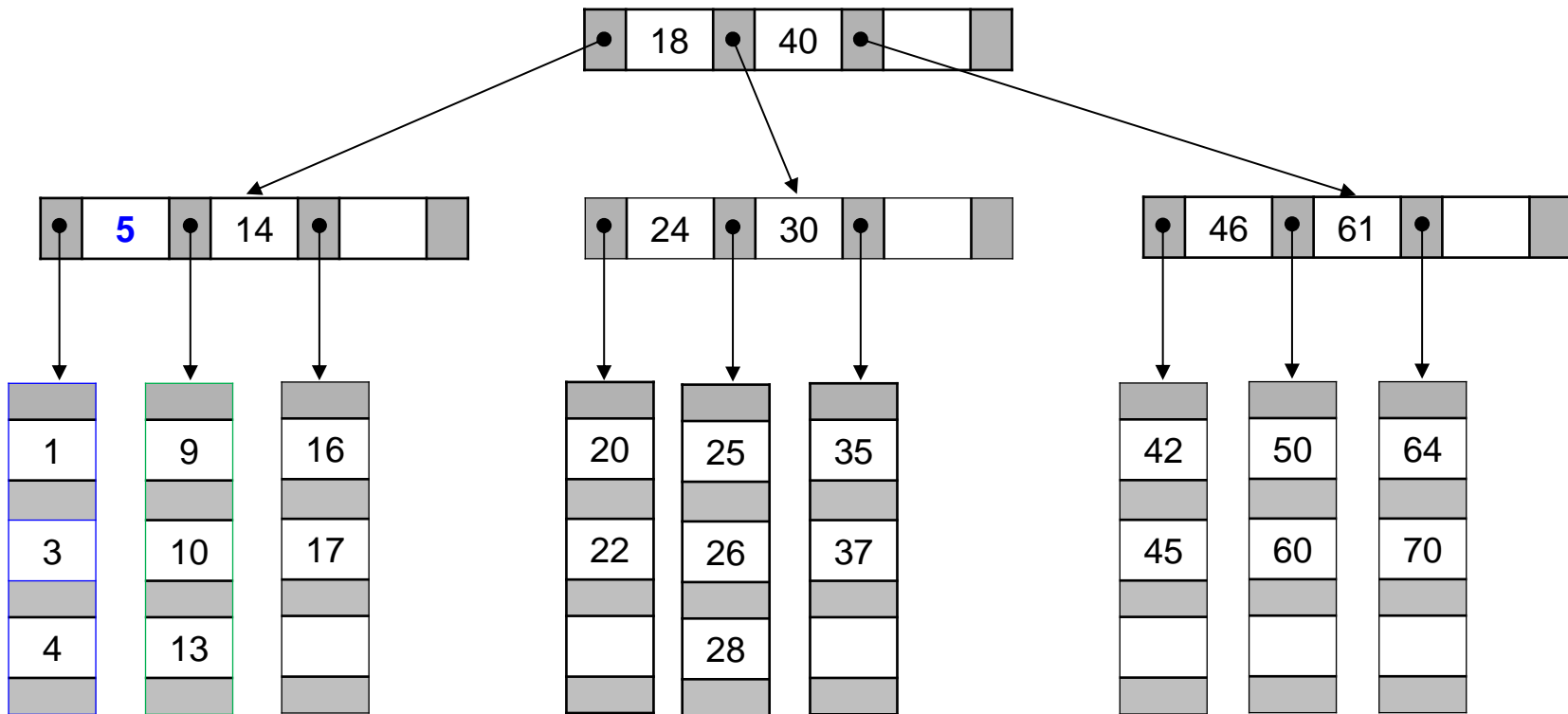
□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Overflow: redistribui
com a irmã direita

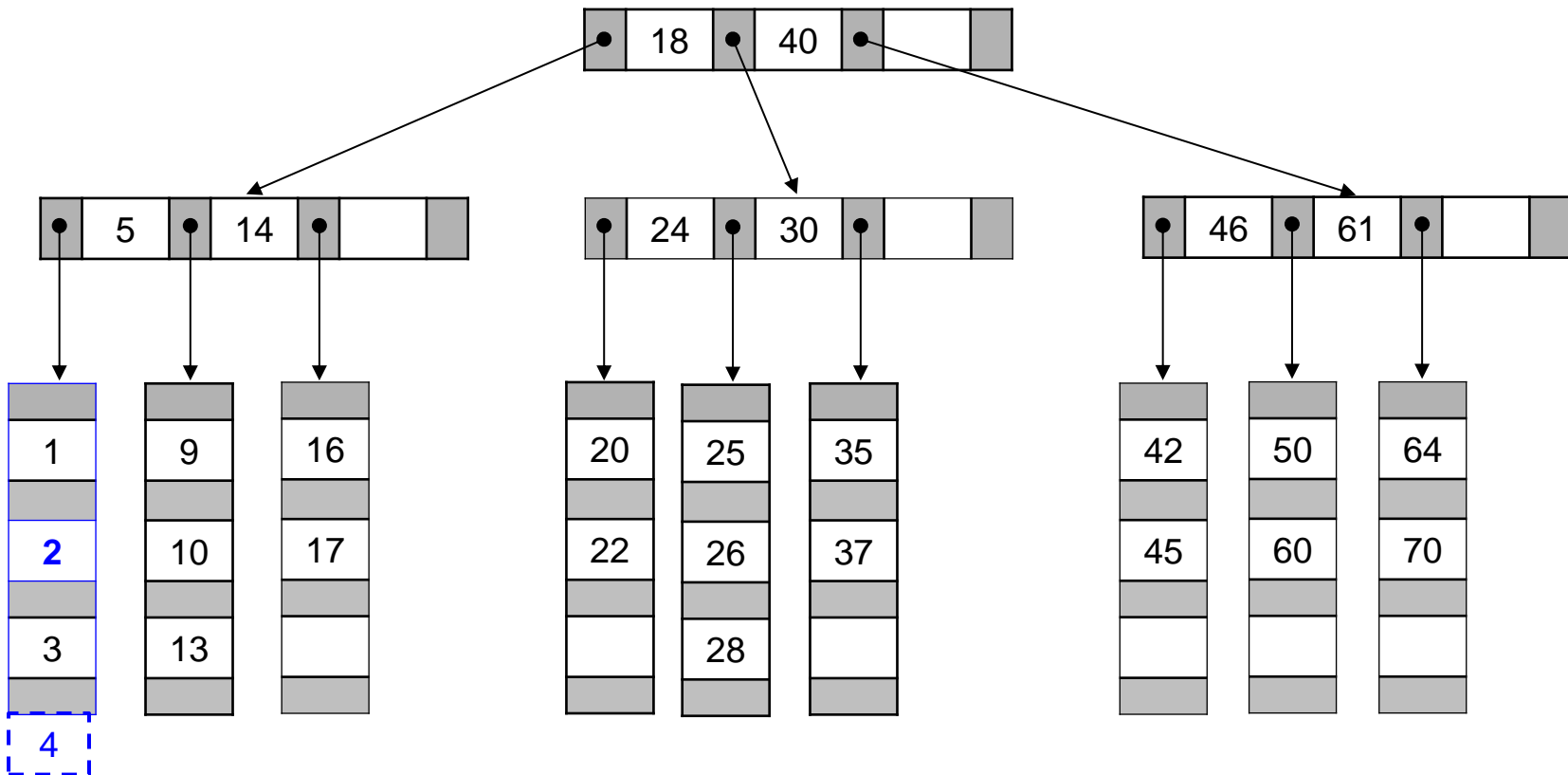
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



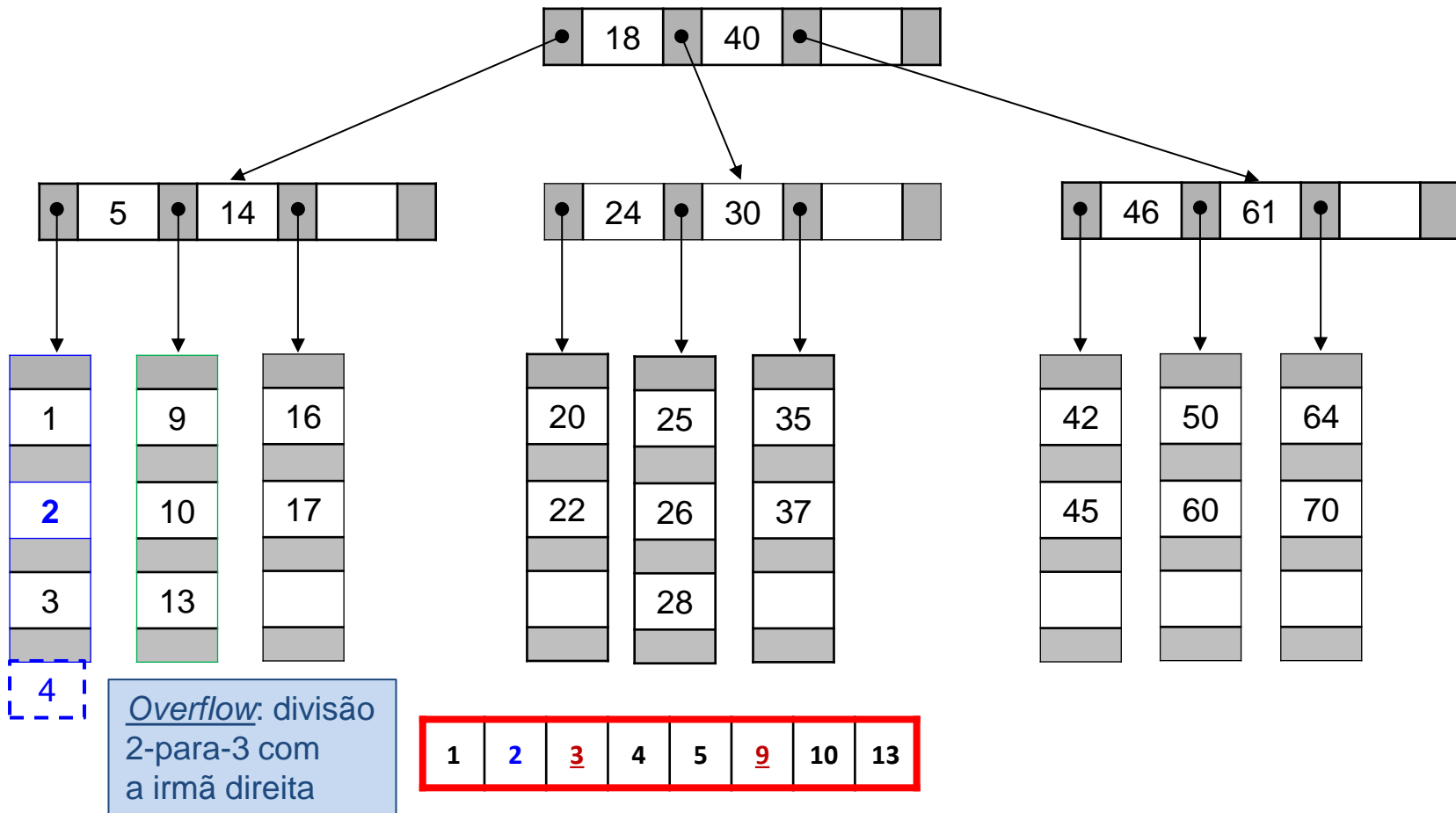
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



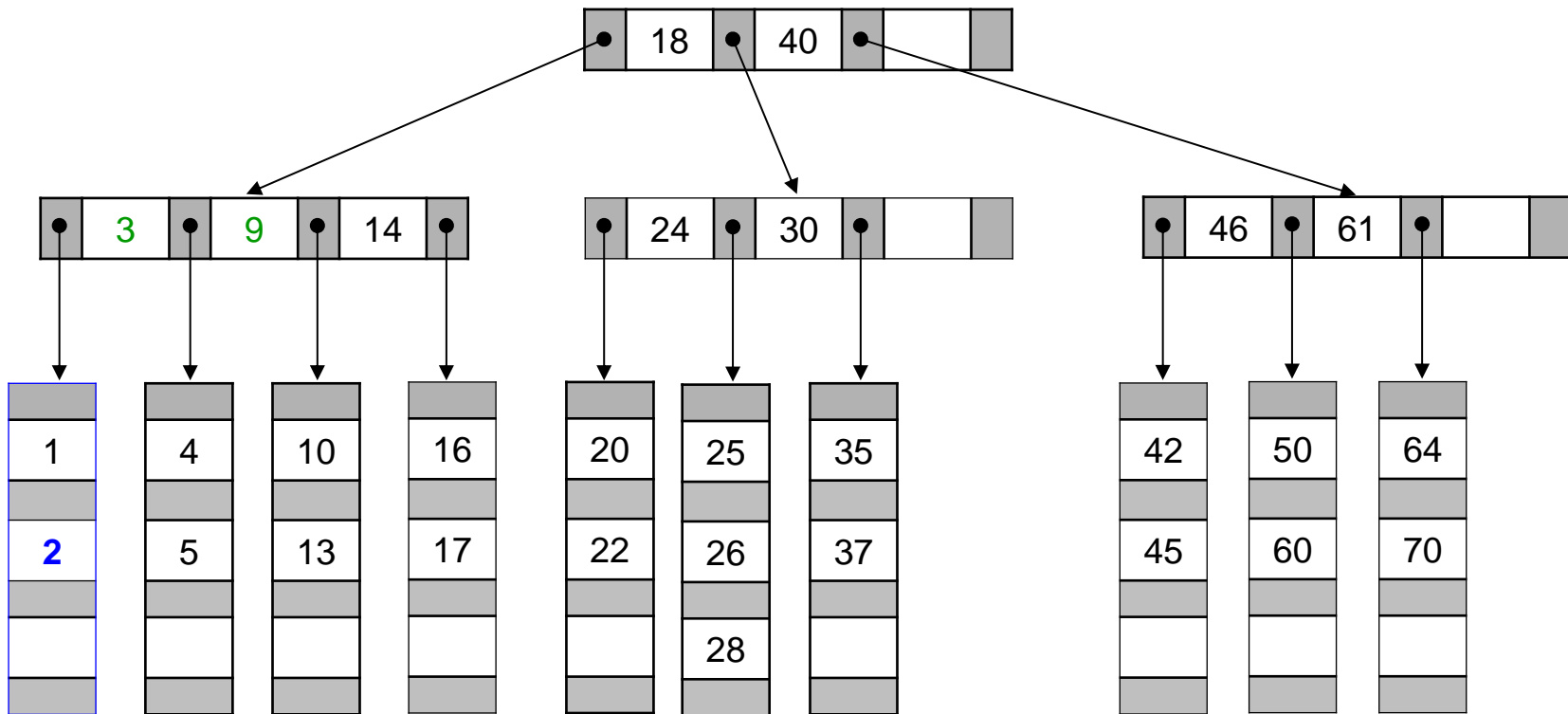
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



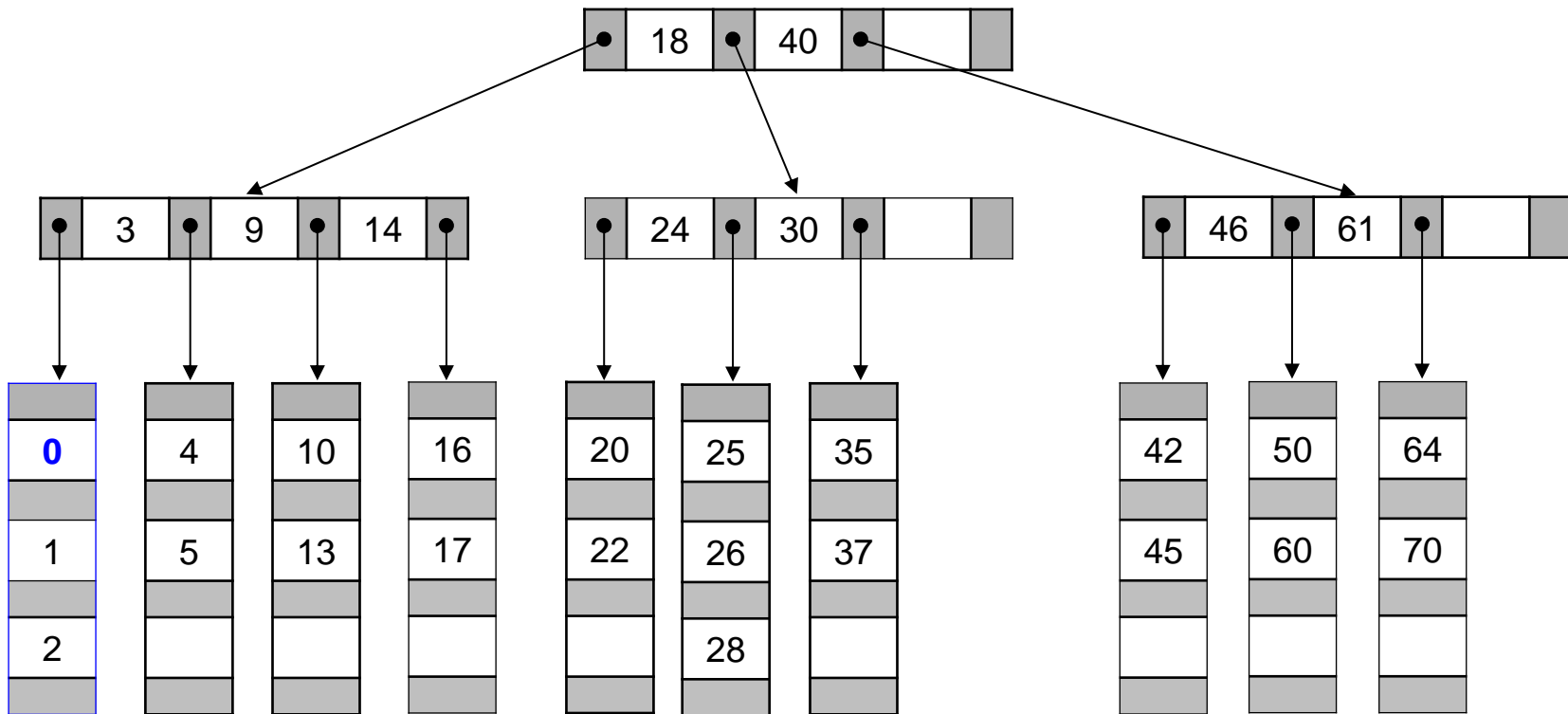
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



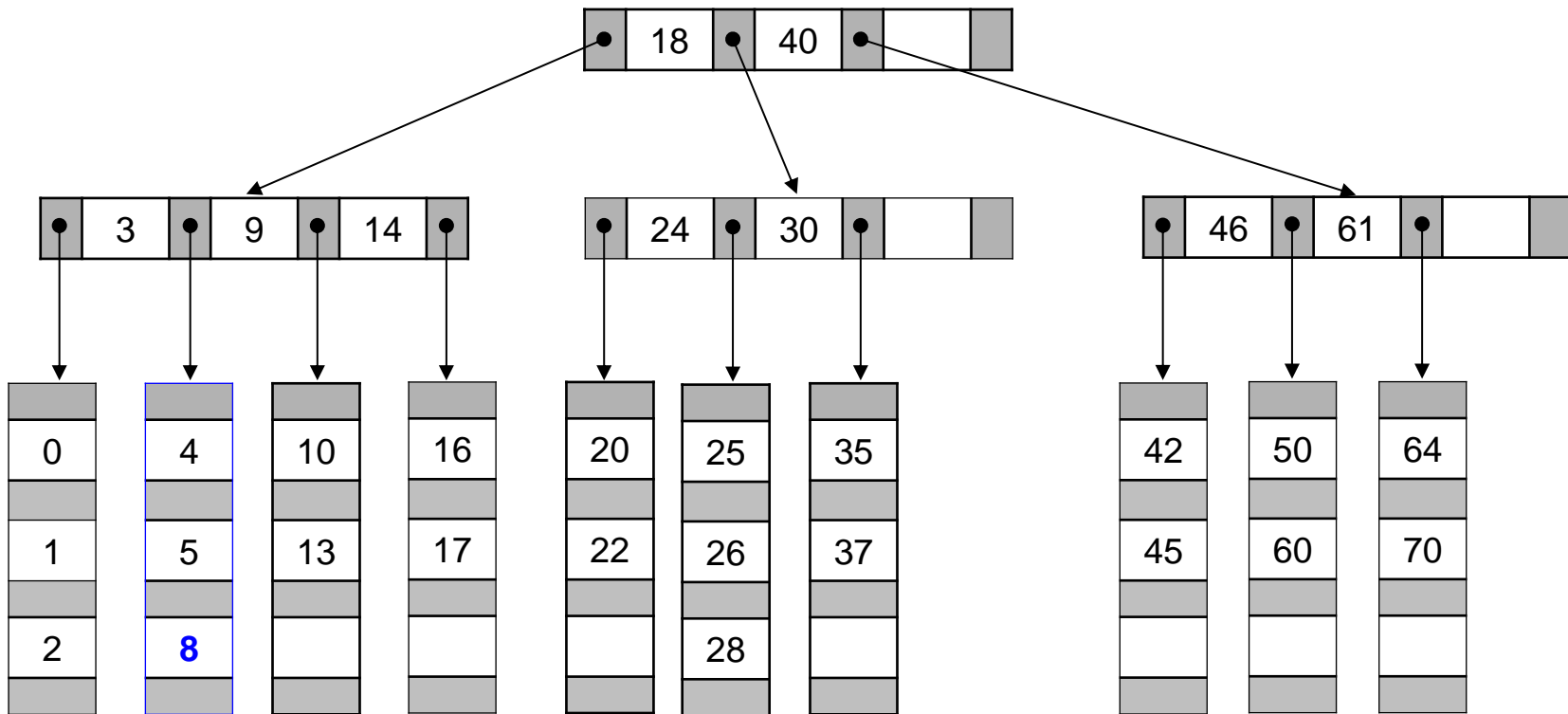
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



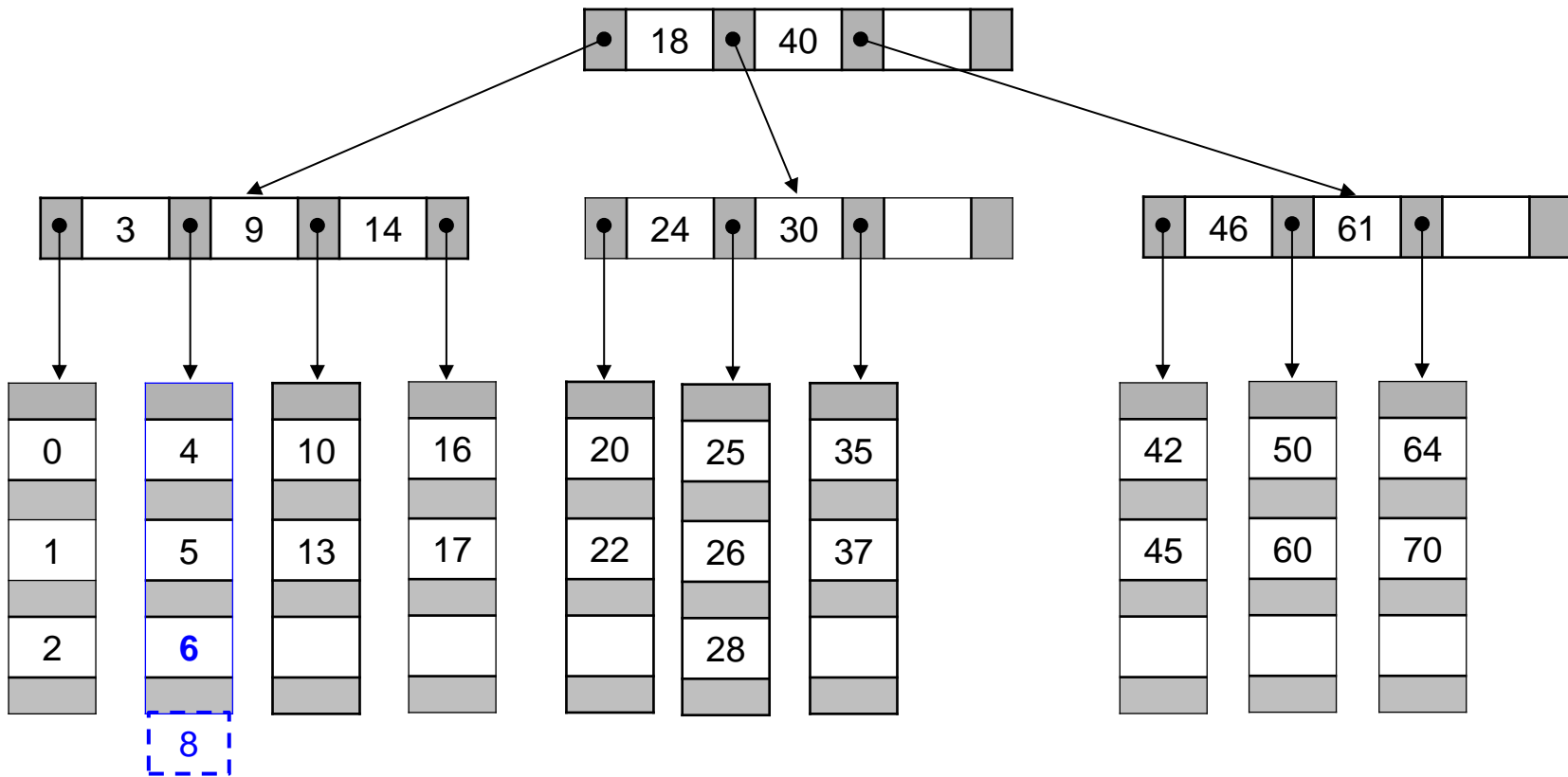
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



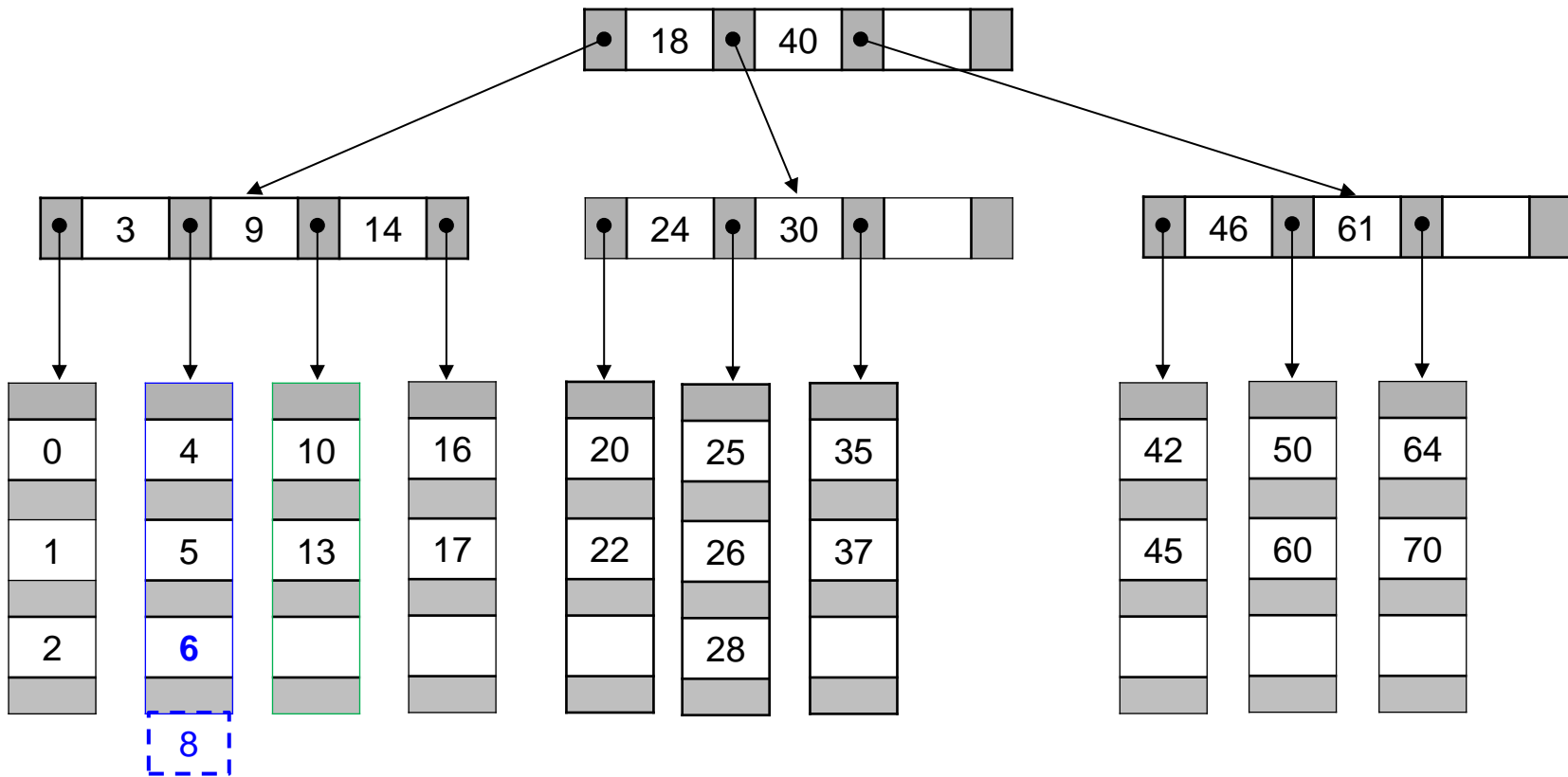
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Inserção em Árvore-B*

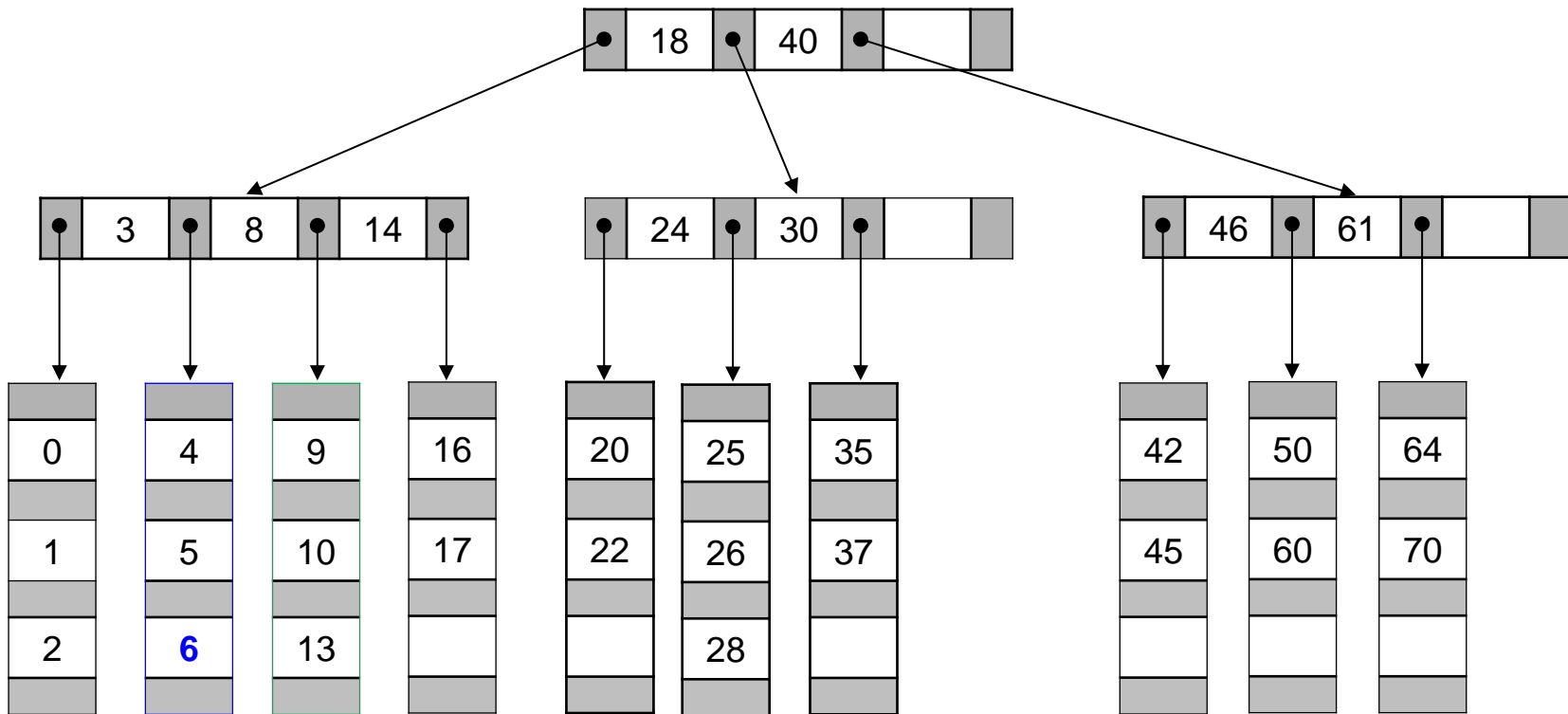
❑ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Overflow: redistribui
com a irmã direita

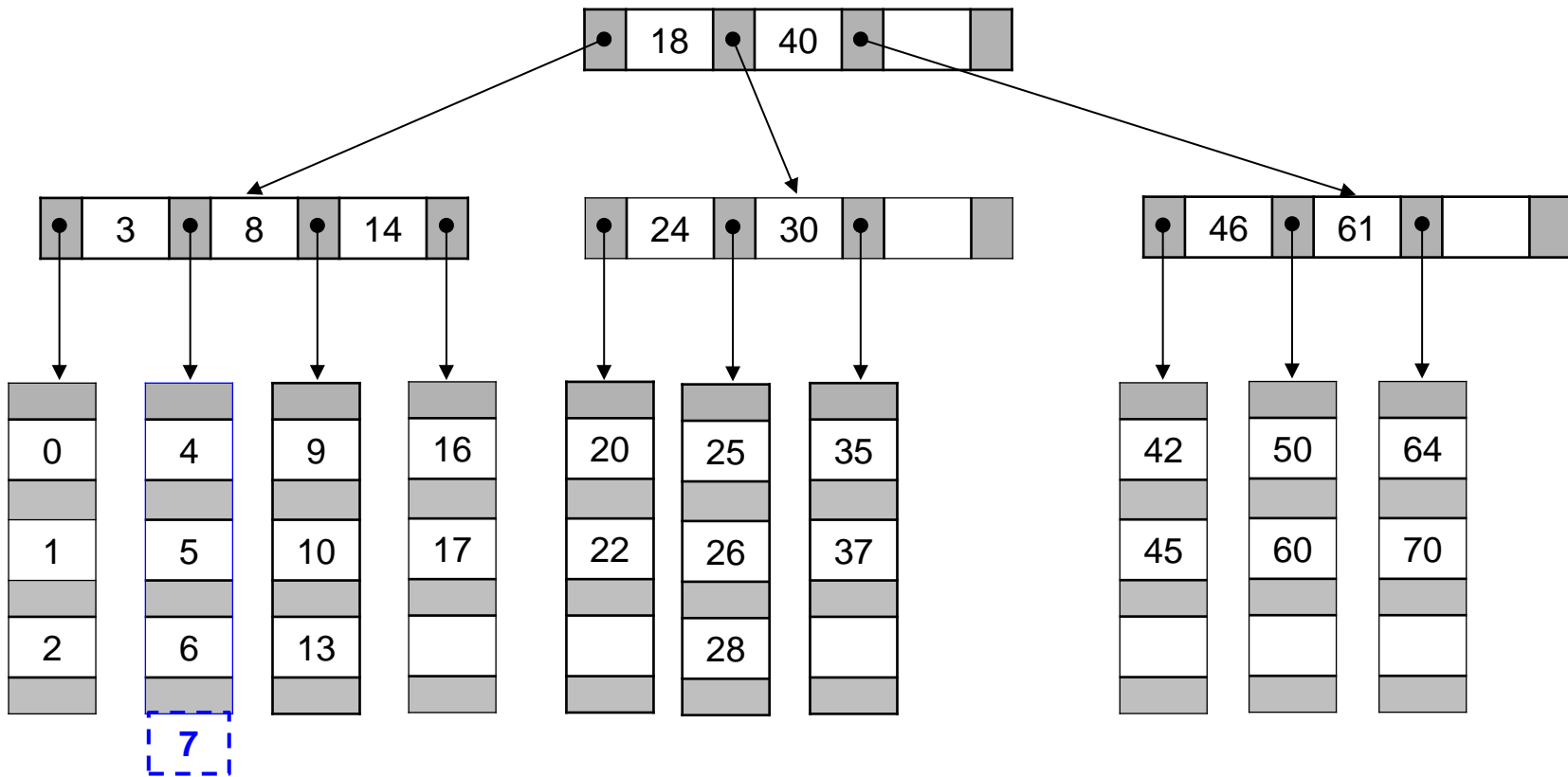
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



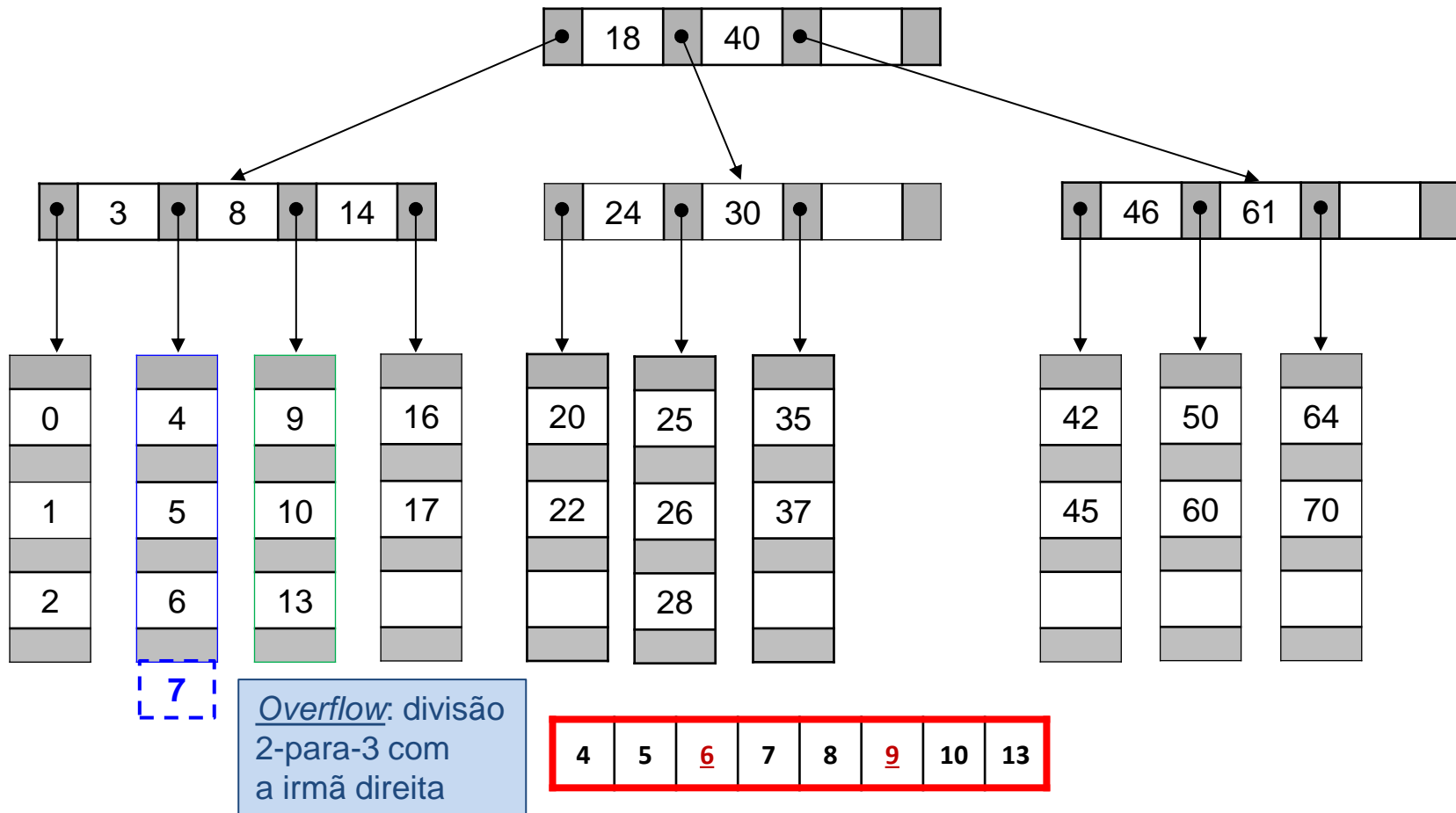
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



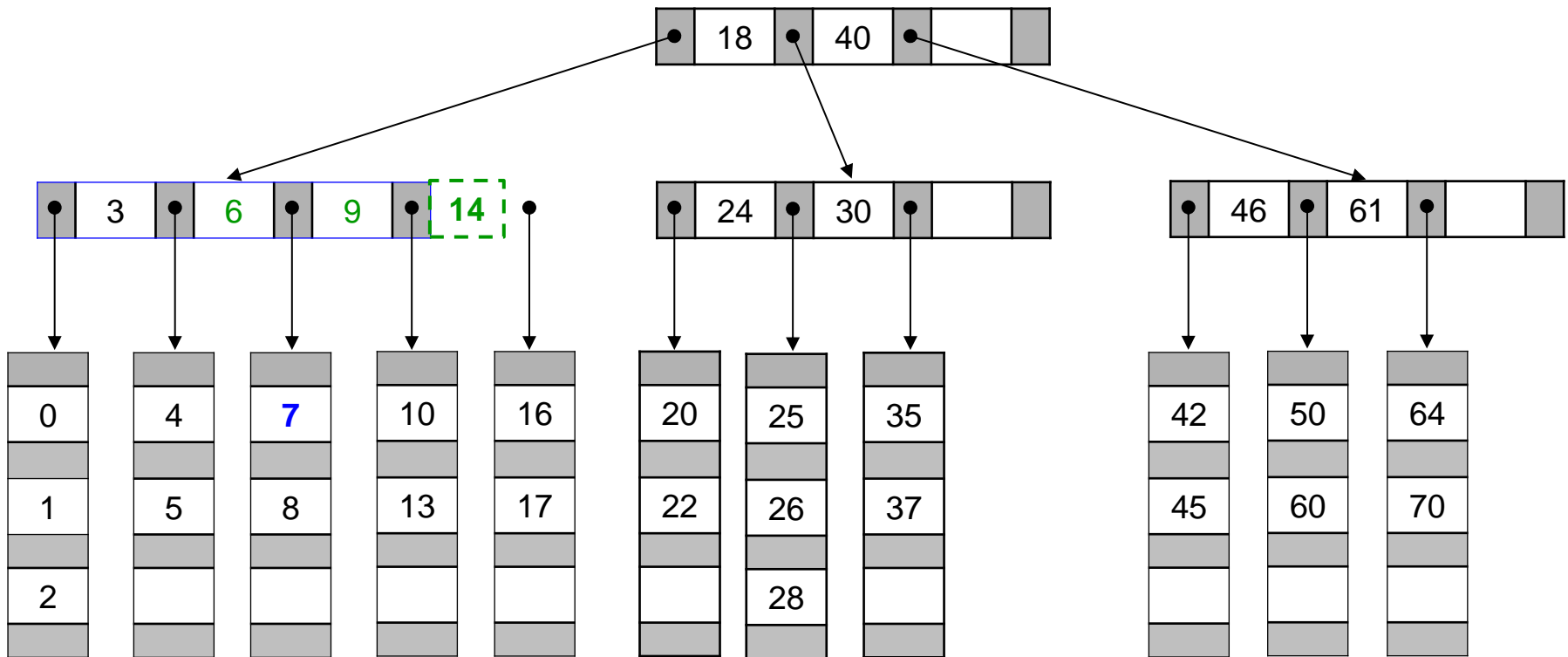
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



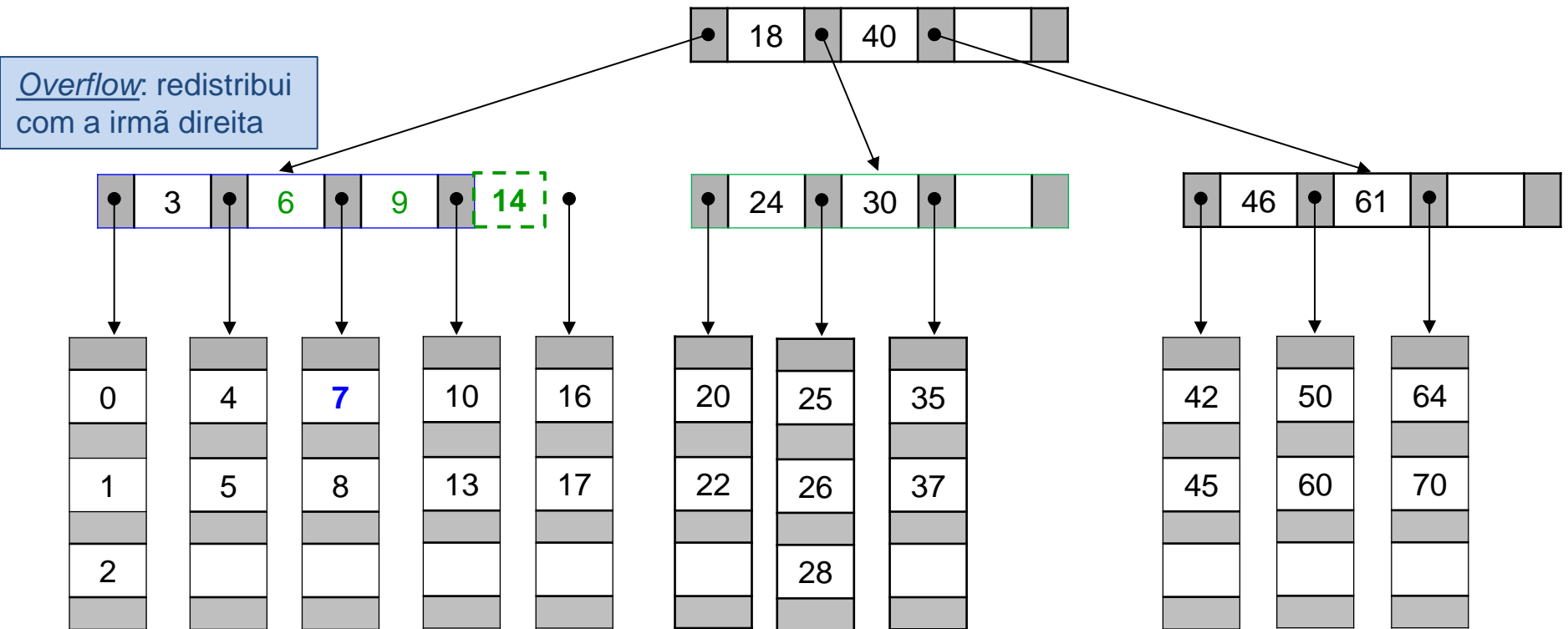
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



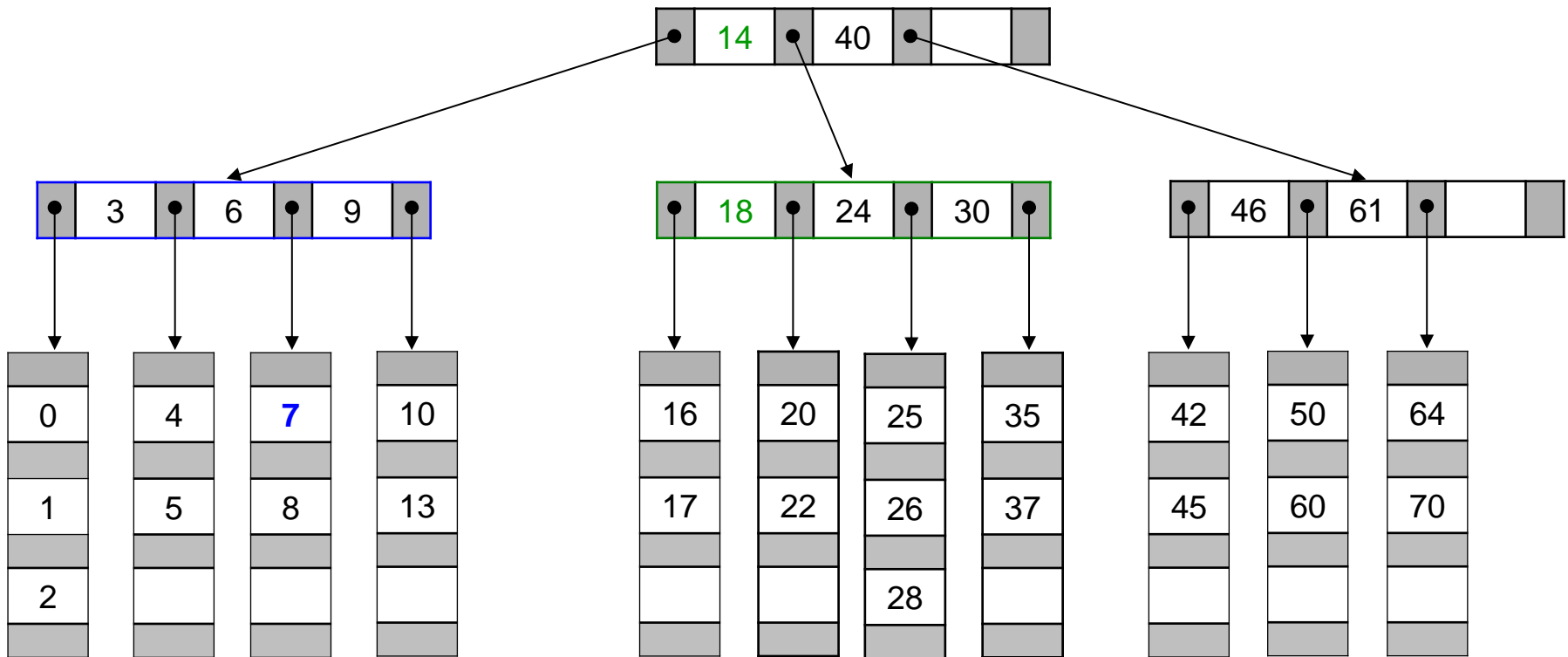
Inserção em Árvore-B*

❑ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



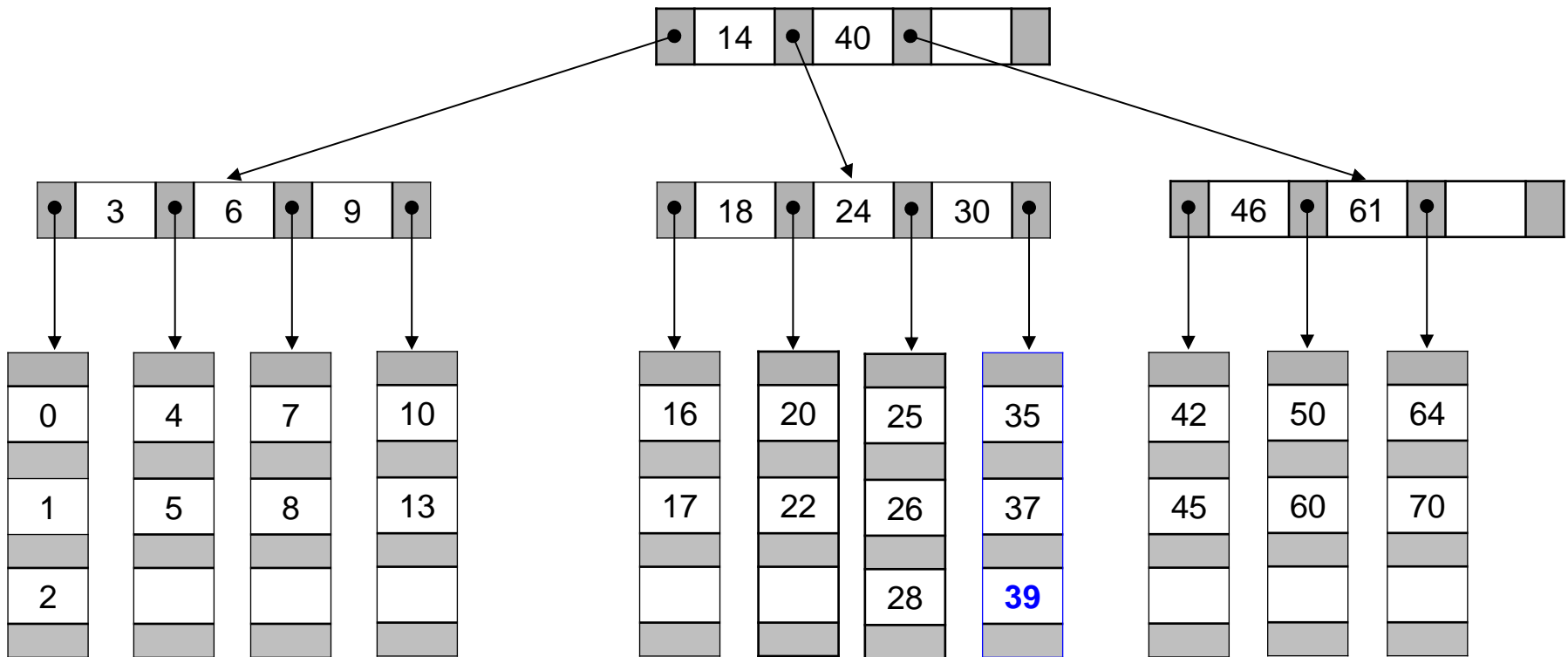
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



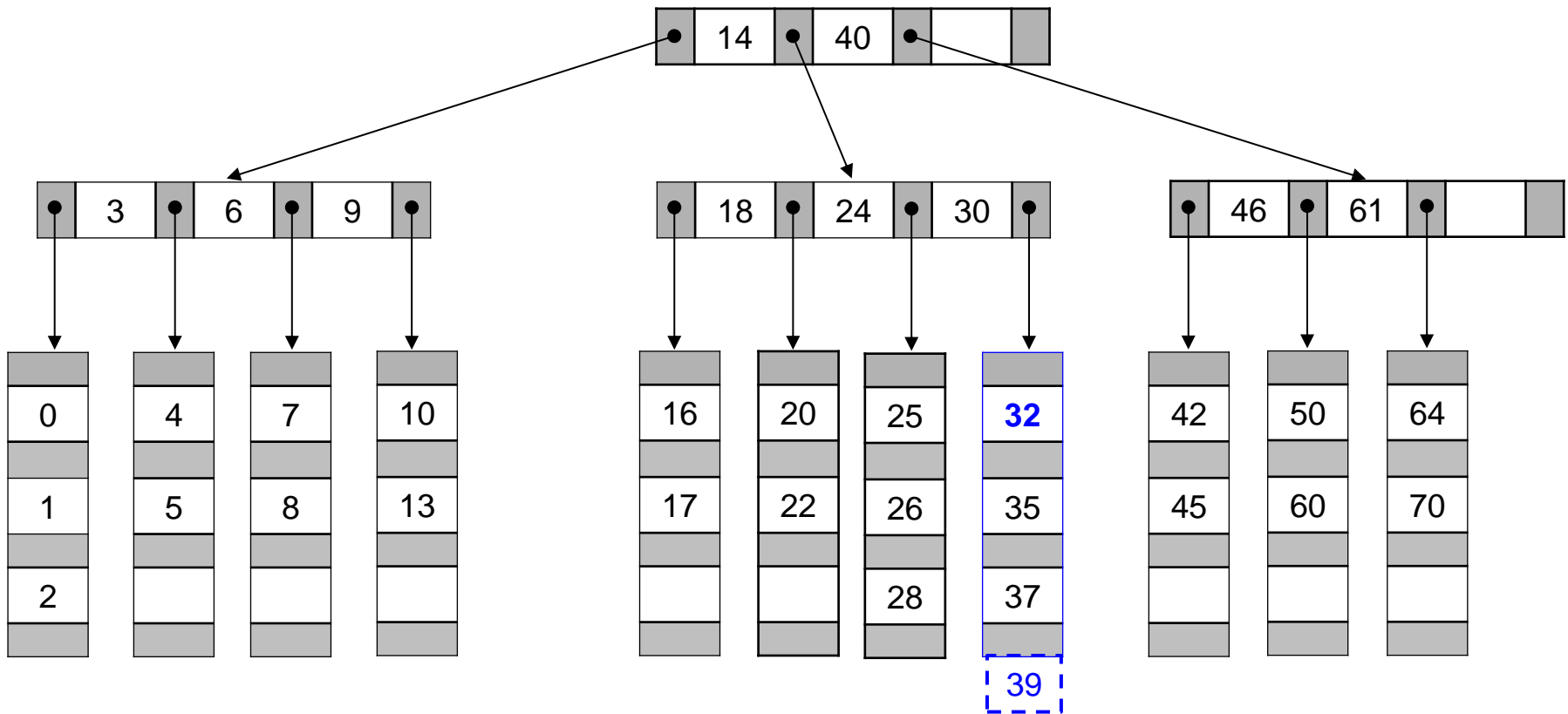
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



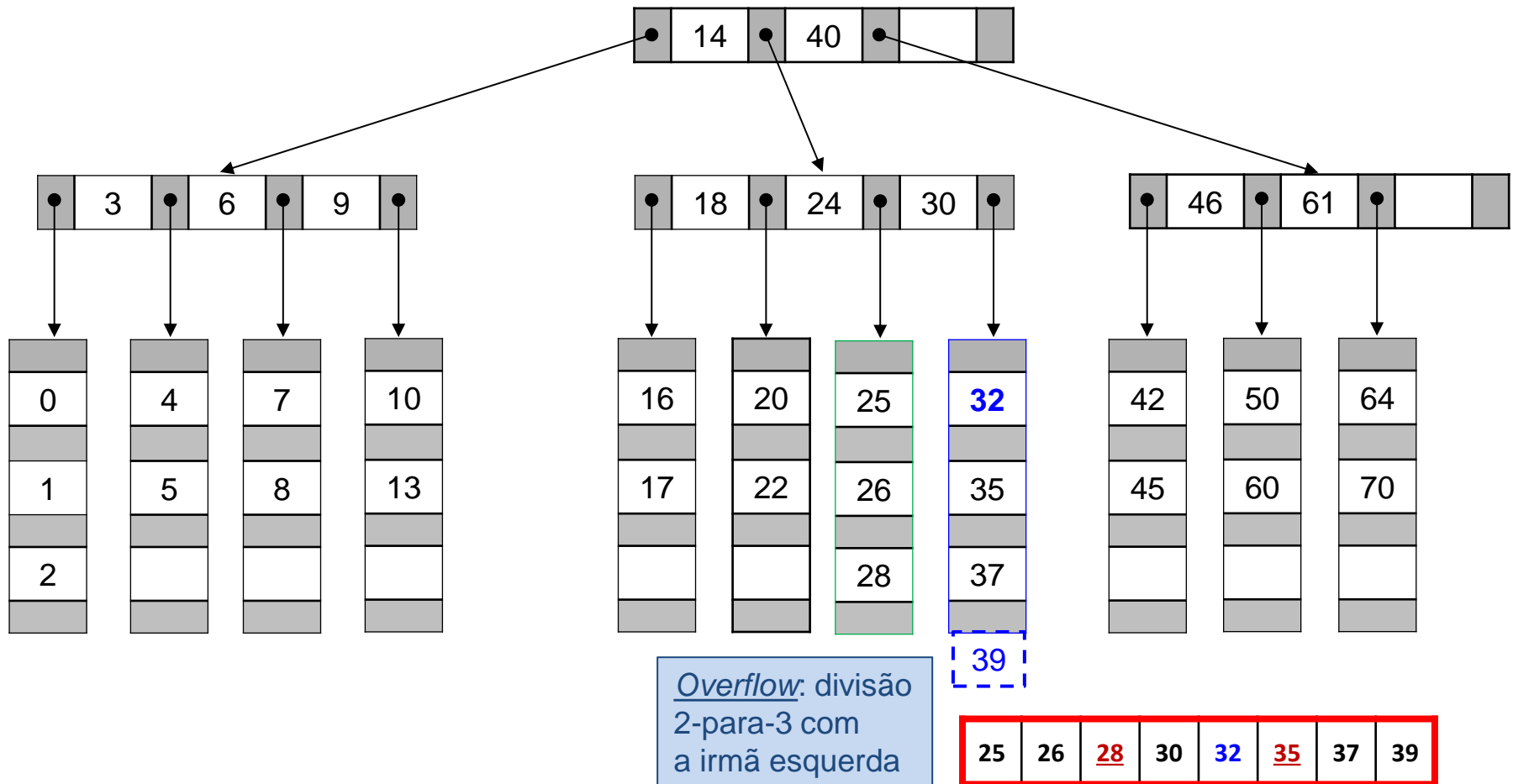
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



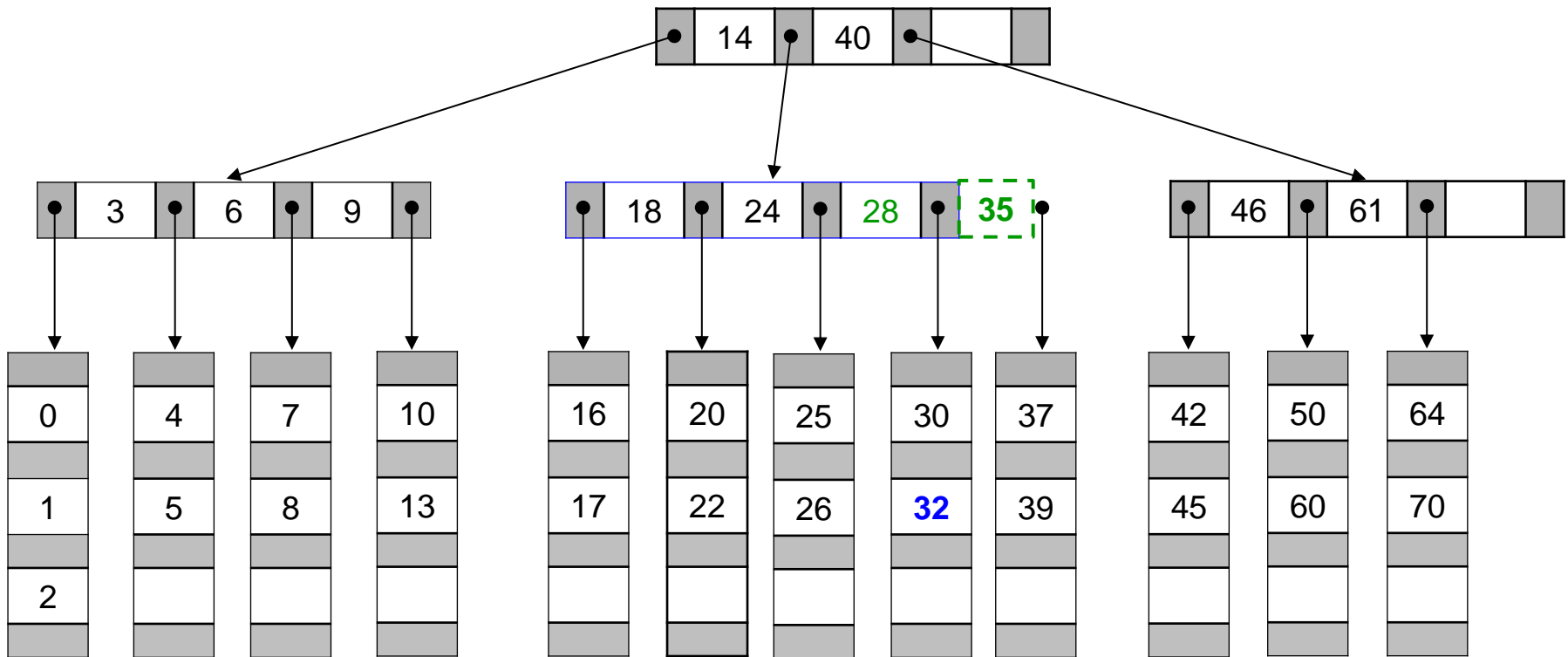
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



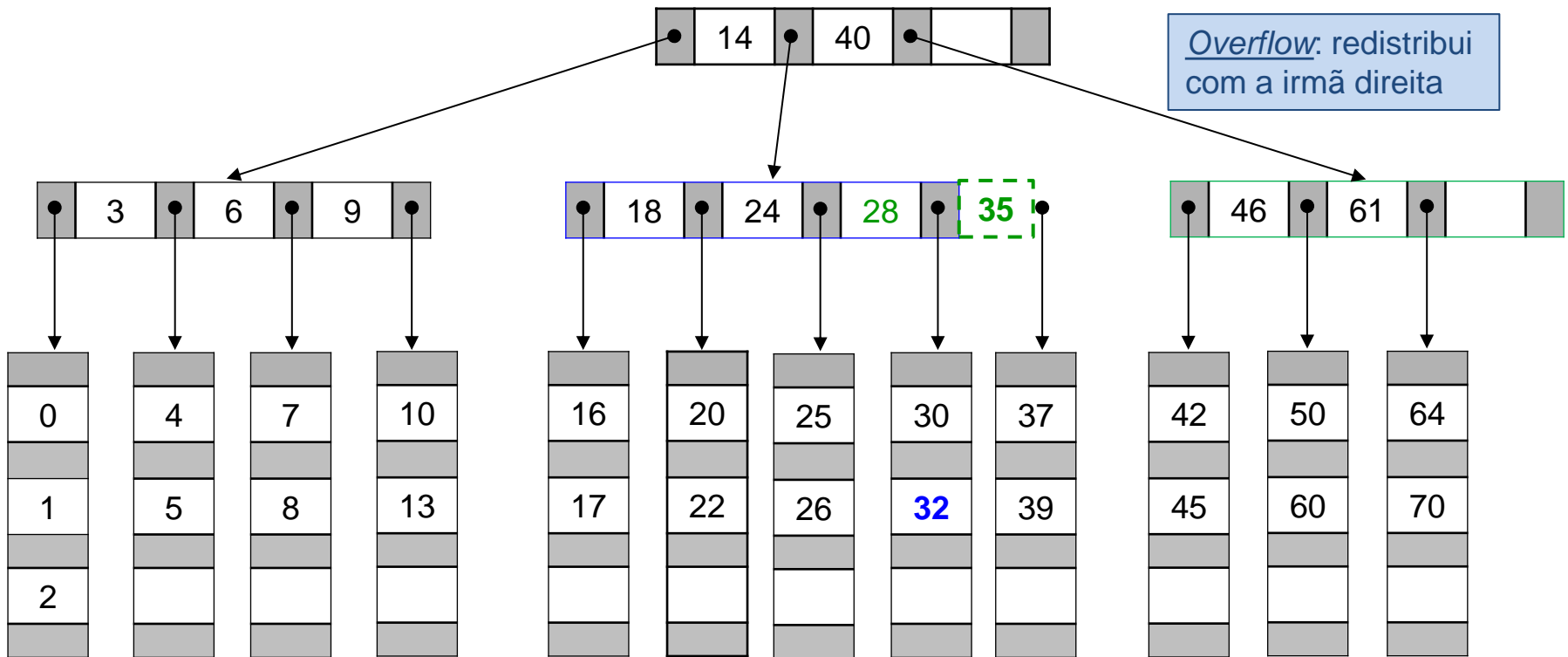
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



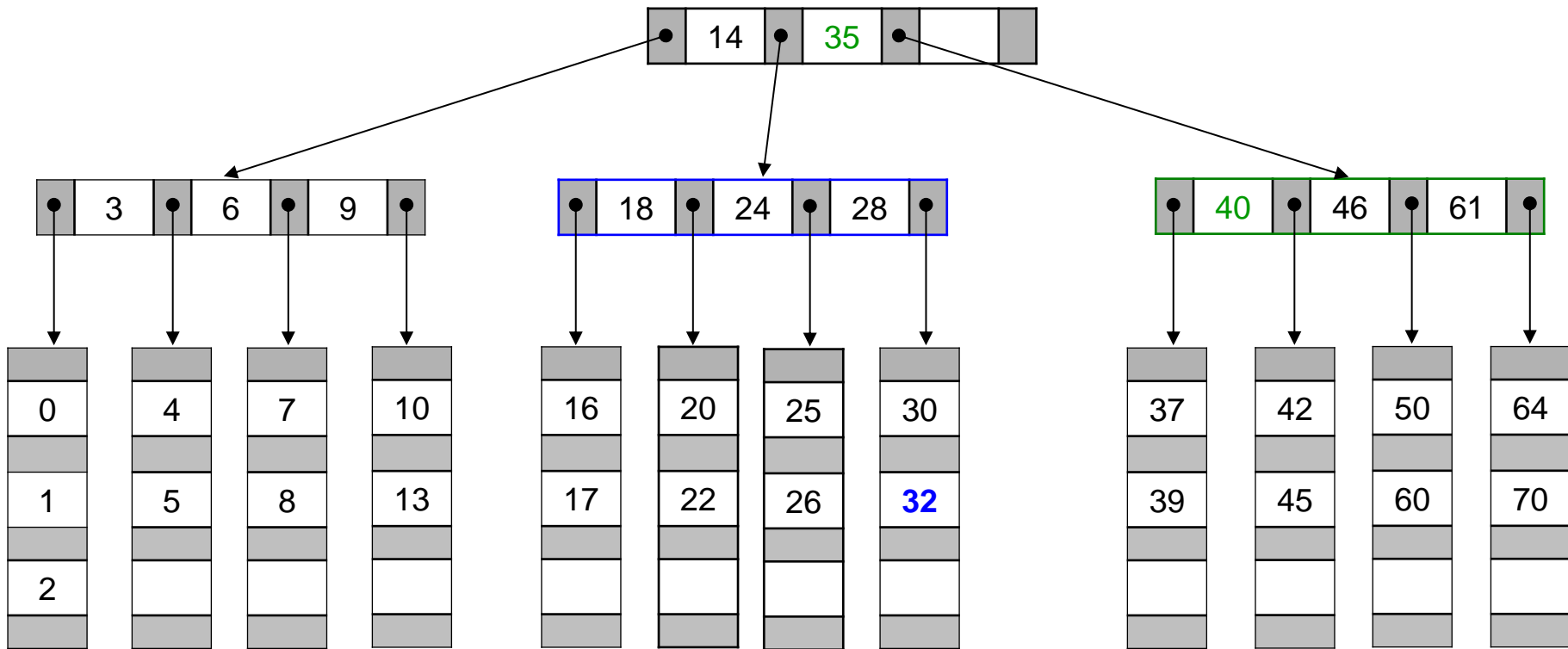
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



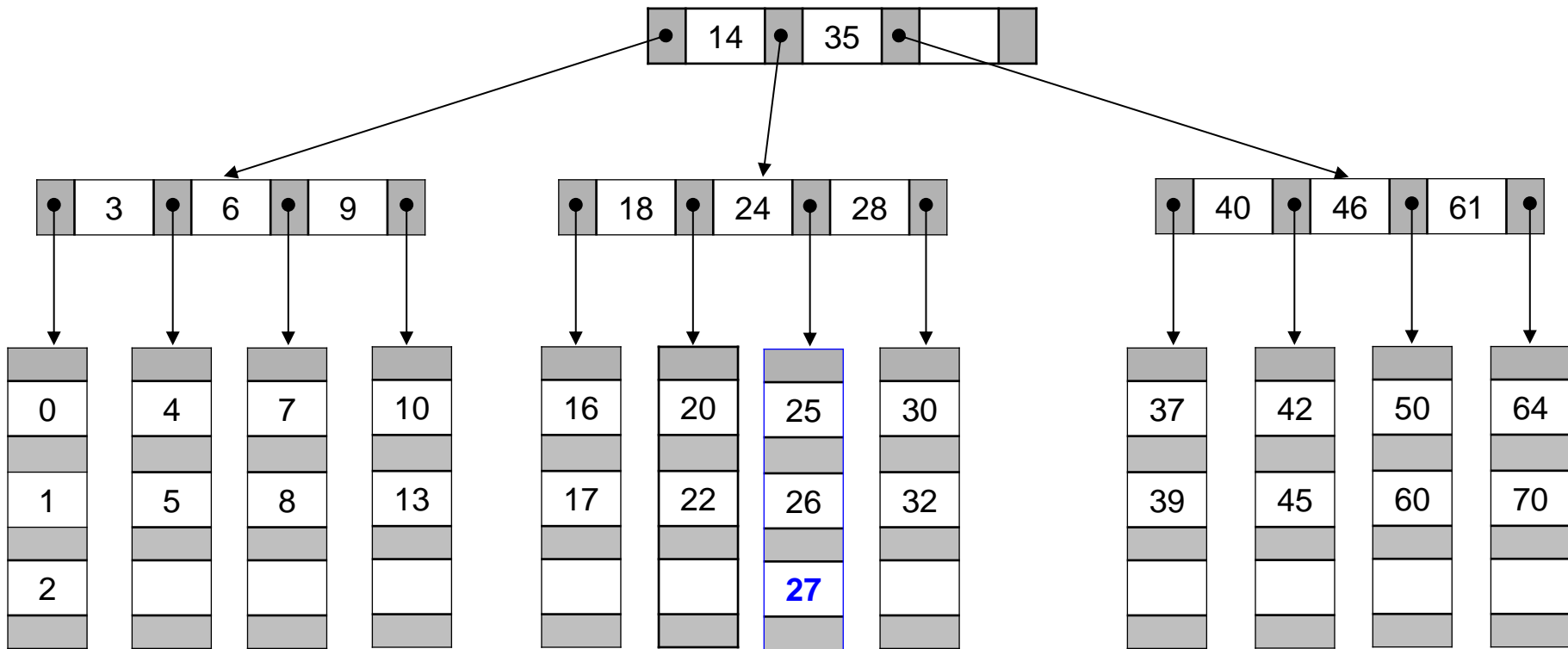
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



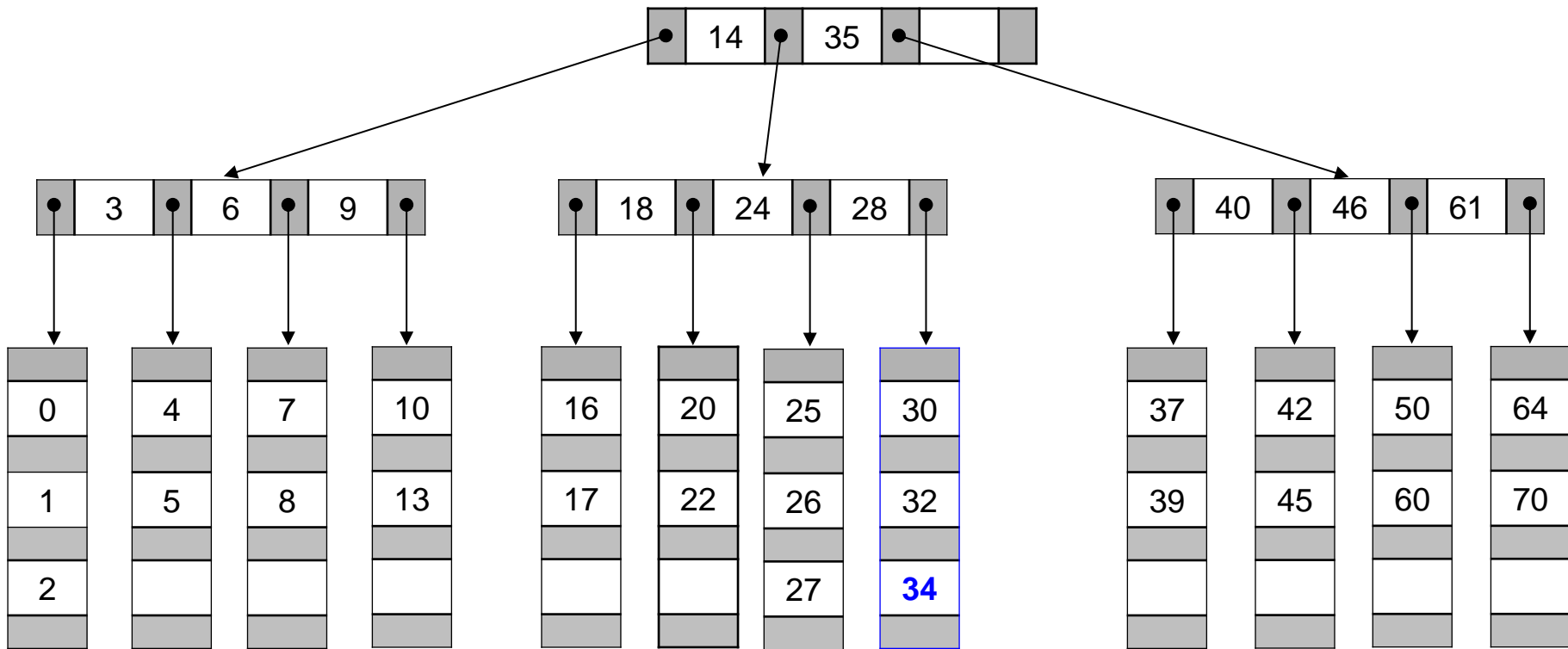
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



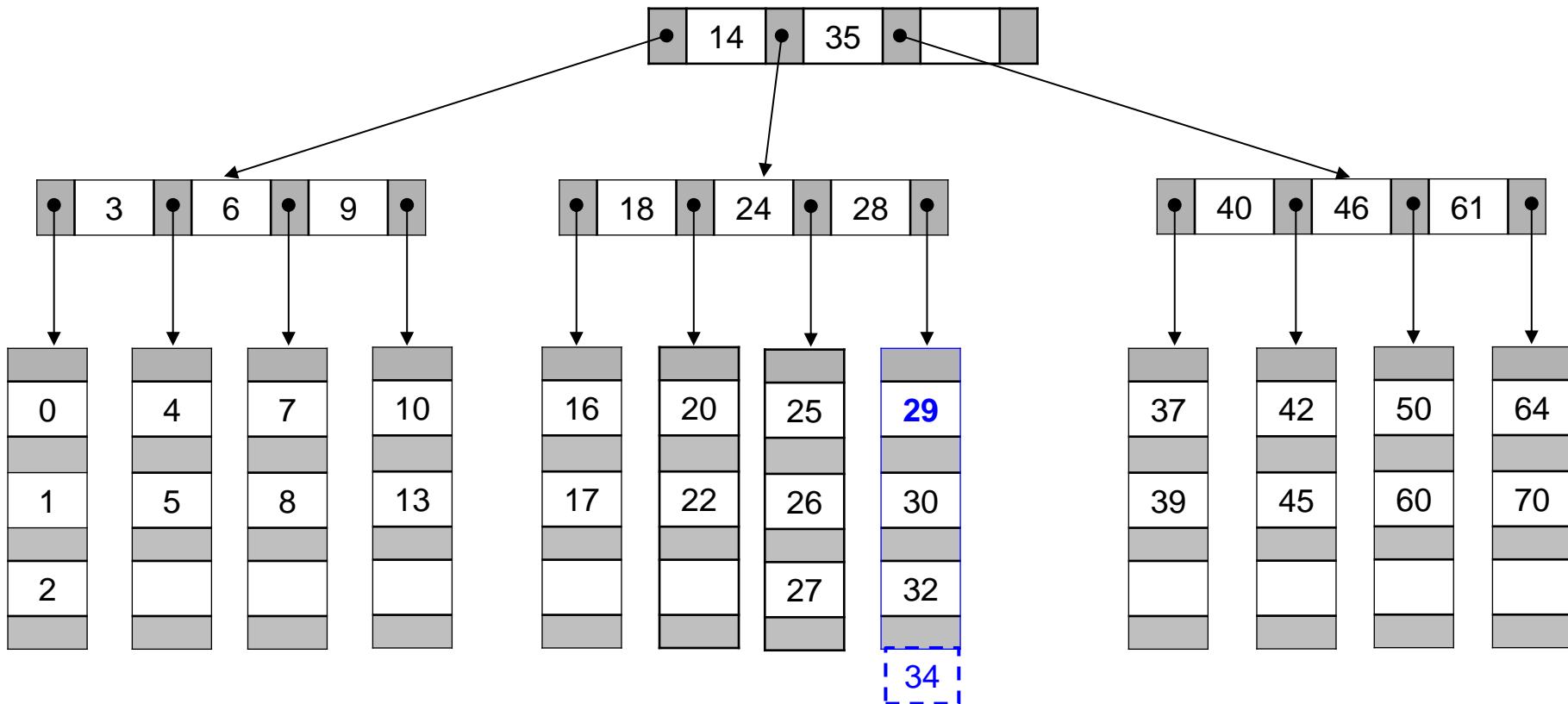
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



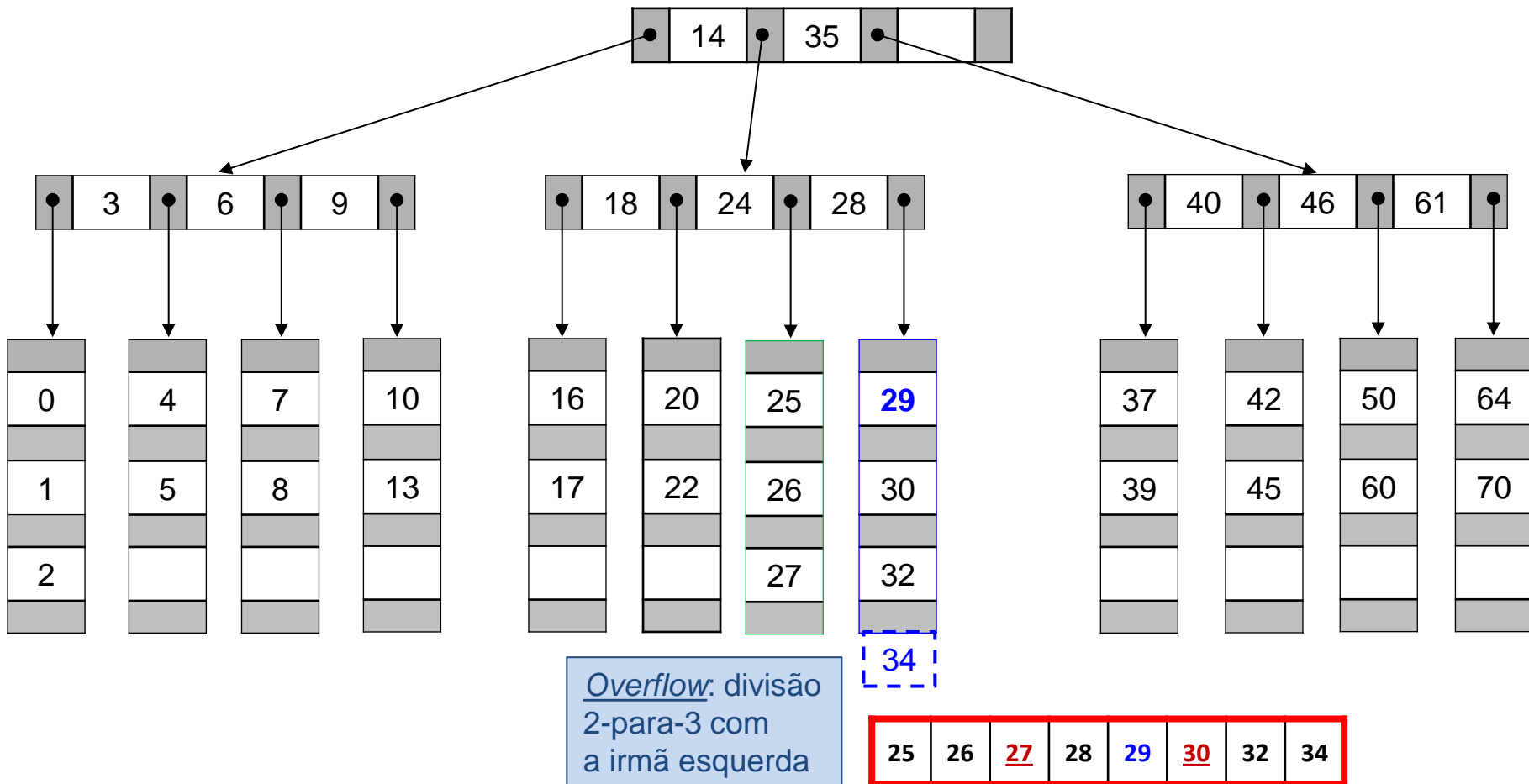
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



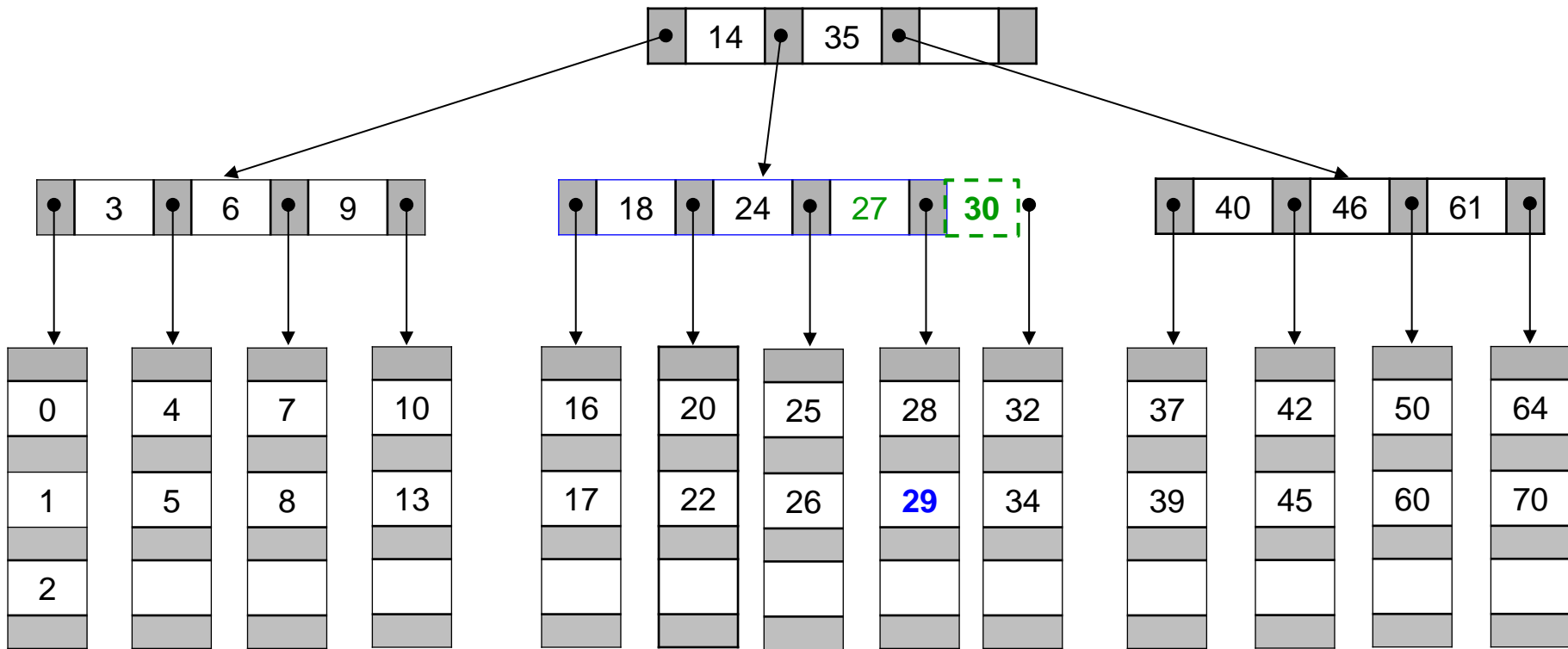
Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Inserção em Árvore-B*

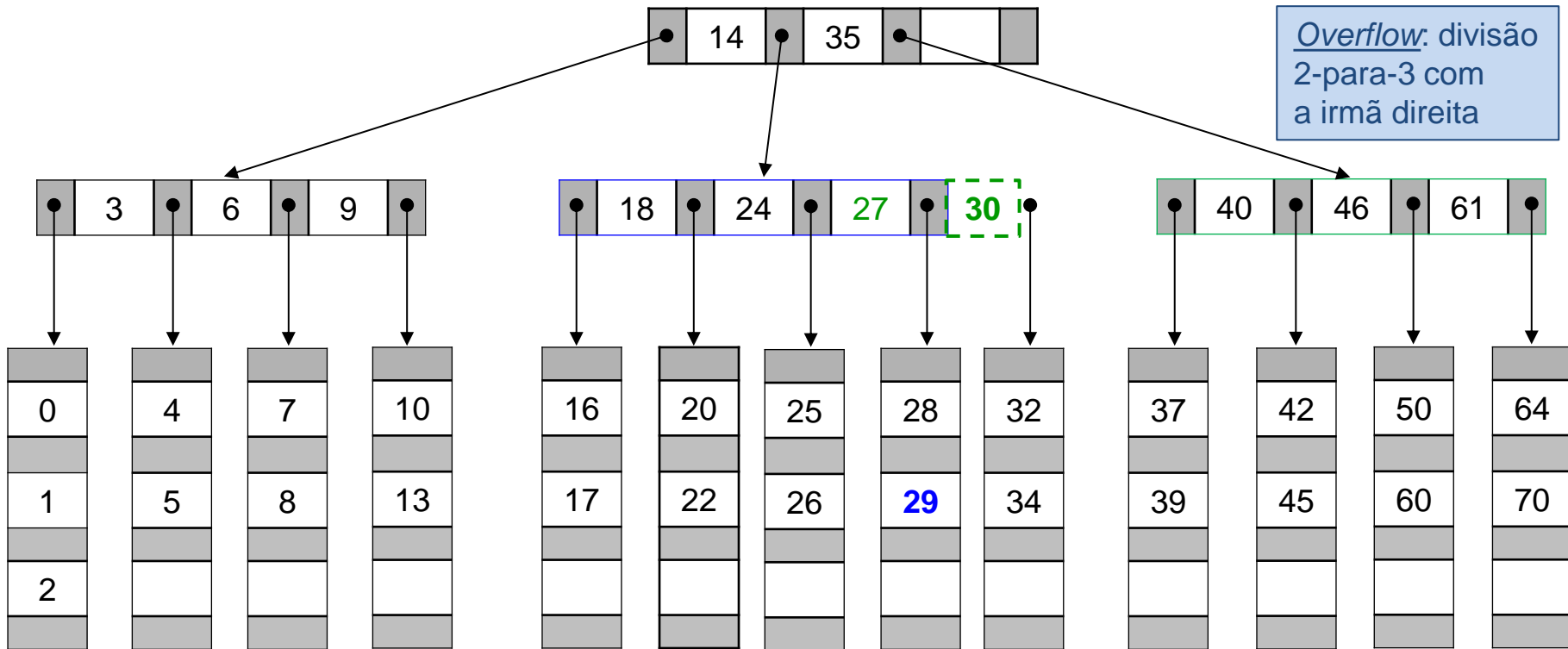
□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29



Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29

18	24	<u>27</u>	30	35	<u>40</u>	46	61
----	----	-----------	----	----	-----------	----	----



Inserção em Árvore-B*

□ 17, 16, 70, 5, 2, 0, 8, 6, 7, 39, 32, 27, 34, 29

