

# Algoritmos e Estruturas de Dados III

## 4.2 Árvores B

Prof. Hayala Curto  
2022



**PUC Minas**

# Estrutura do Índice

- Problema
  - Uma busca sequencial em um arquivo de índice pode não ter muita valia
  - Pode-se fazer busca um pouco mais eficiente (ex. busca binária), se o arquivo de índice estiver ordenado
- Solução:
  - Assumir que os índices não são estruturas sequenciais, e sim hierárquicas
  - Melhor opção: Árvores de Múltiplos Caminhos (Árvore B, Árvore B\*, Árvore B+)

# Árvores de Múltiplos Caminhos

- Têm altura bem menor que as árvores binárias
- As árvores são “baixas”, sendo necessários poucos acessos em disco até chegar ao ponteiro para o bloco que contém o registro desejado
- Ideais para uso como índice de arquivos em disco

# Árvore B

- Conceitos

- **Ordem:**

- Diz qual é o número máximo de filhos que cada página pode ter

- **Página:**

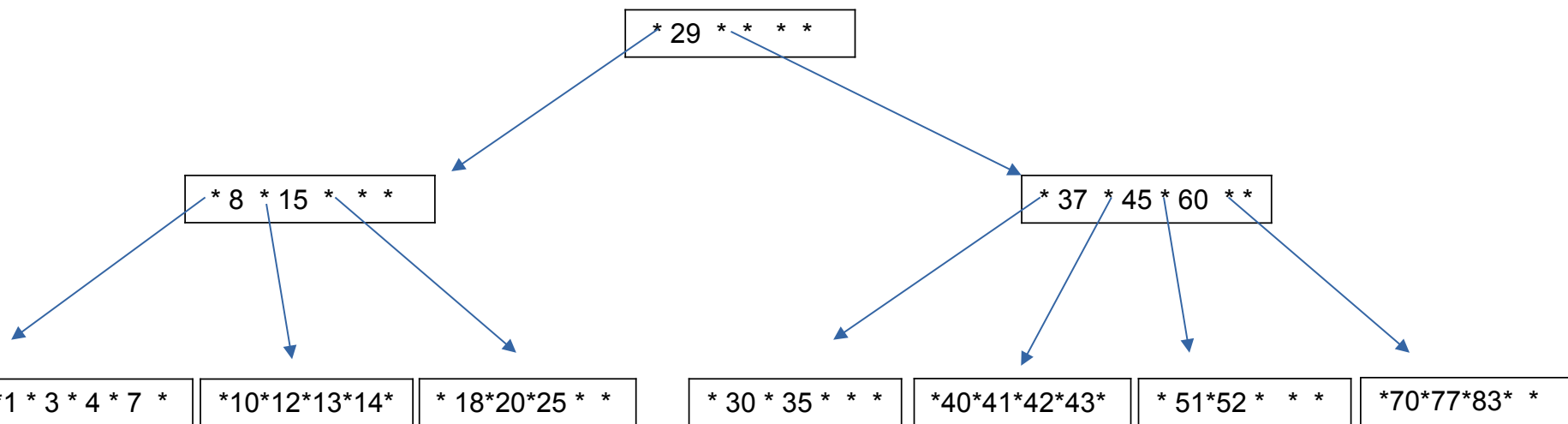
- Nó da árvore B

- Regras da árvore B:

- Cada página (exceto a raiz) deve ter pelo menos 50% de ocupação
  - O número de filhos de cada página (exceto as folhas) deve ser igual ao seu número de chaves mais um
  - Todas as folhas estão no mesmo nível (a árvore cresce para cima).

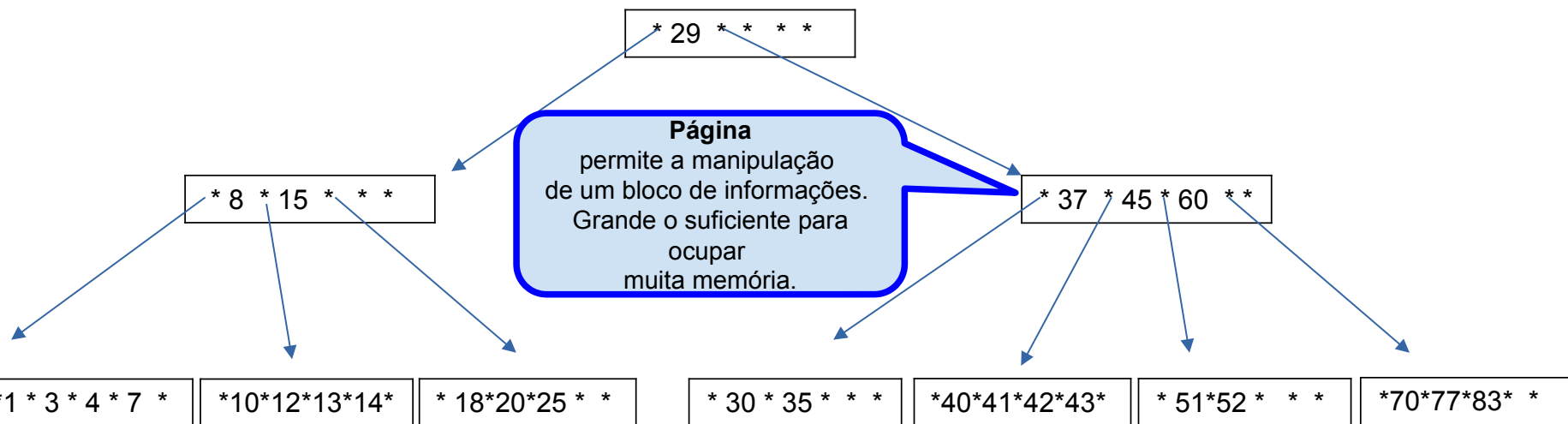
# Árvore B

Árvore de busca em que cada nodo (ou página) contém mais de 1 elemento



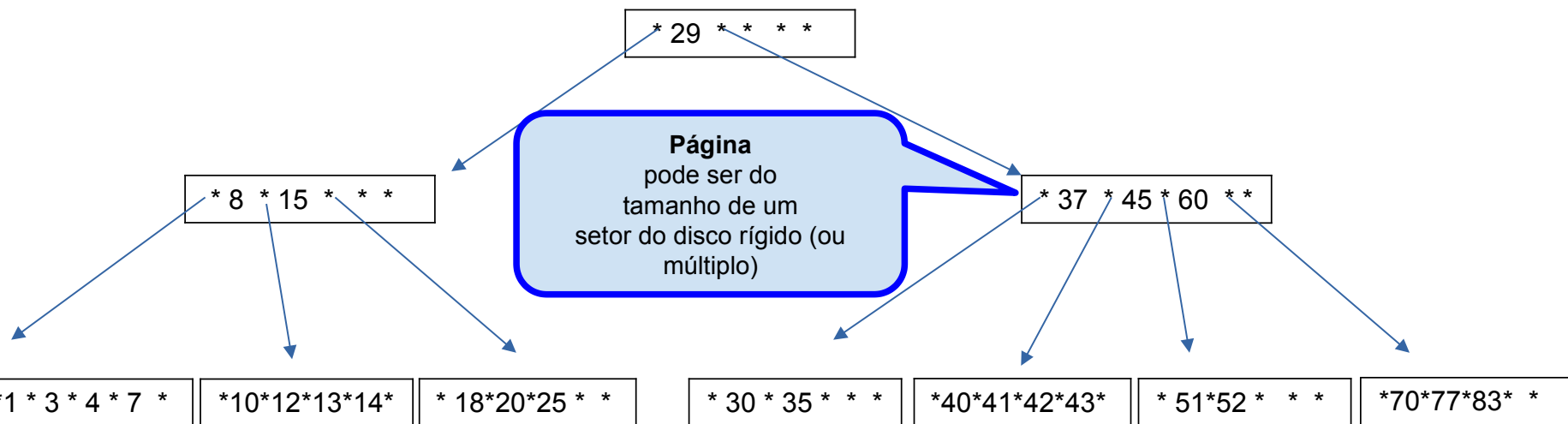
# Árvore B

Árvore de busca em que cada nodo (ou página) contém mais de 1 elemento

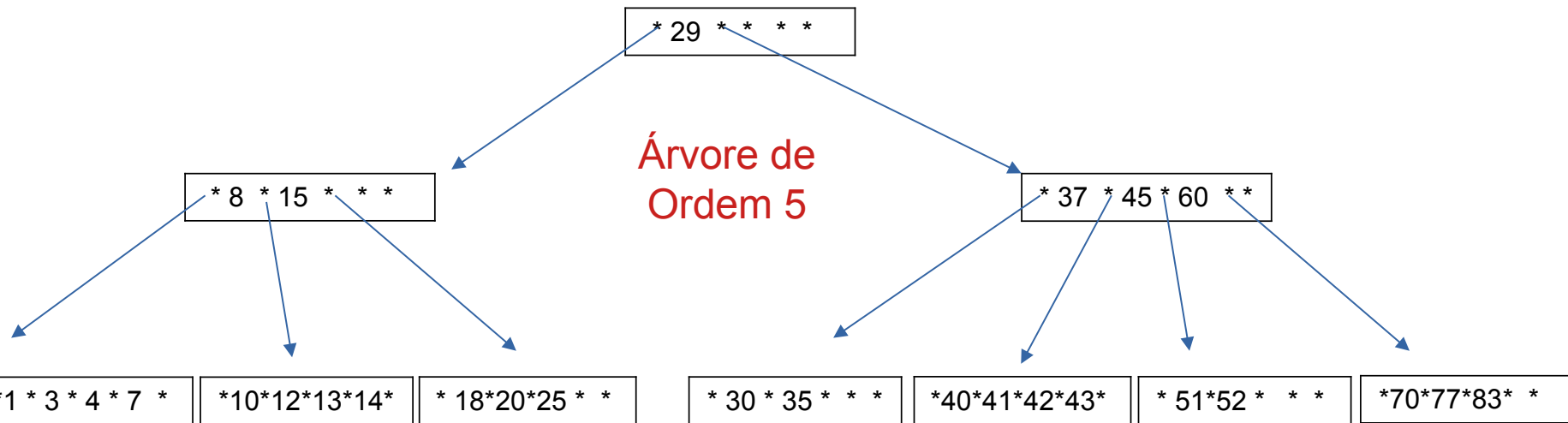


# Árvore B

Árvore de busca em que cada nodo (ou página) contém mais de 1 elemento



# Árvore B - Ordem



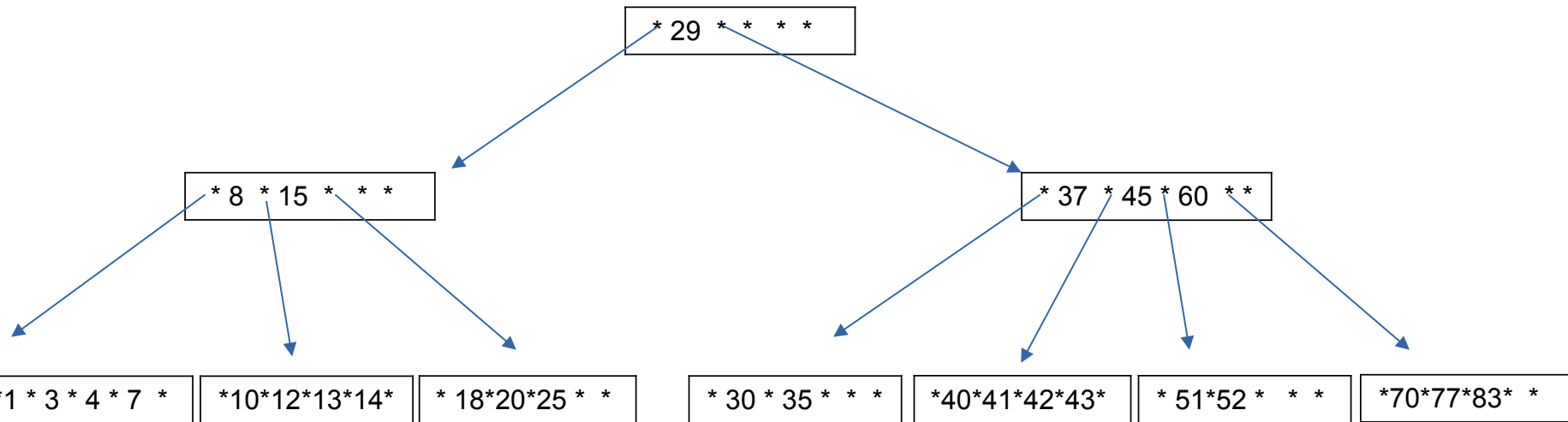
Número mínimo de elementos que cada página (exceto raiz) pode ter (Cormen, 2001; Bayer e McCreight, 1972)



Número de filhos que cada página pode ter (Knuth, 1978)



# Árvore B - Regras



- Cada página deve ter pelo menos 50% de ocupação (considerar ordem da árvore), exceto a raiz: Otimização
- O número de filhos (exceto folha) deve ser o número de chaves + 1: Balanceamento
- Todas as folhas estão no mesmo nível (o crescimento é para cima)

# Árvore B - Propriedades

Para uma Árvore-B de ordem  $m$

- Cada página tem, no máximo,  $m$  descendentes
- Cada página, exceto a raiz e as folhas, tem no mínimo  $\lceil m/2 \rceil$  descendentes
- A raiz tem, no mínimo, dois descendentes – a menos que seja uma folha
- Todas as folhas estão no mesmo nível
- Uma página não folha que possui  $k$  descendentes contém  $k-1$  chaves
- Uma página folha contém, no mínimo  $\lceil m/2 \rceil - 1$  e, no máximo,  $m-1$  chaves

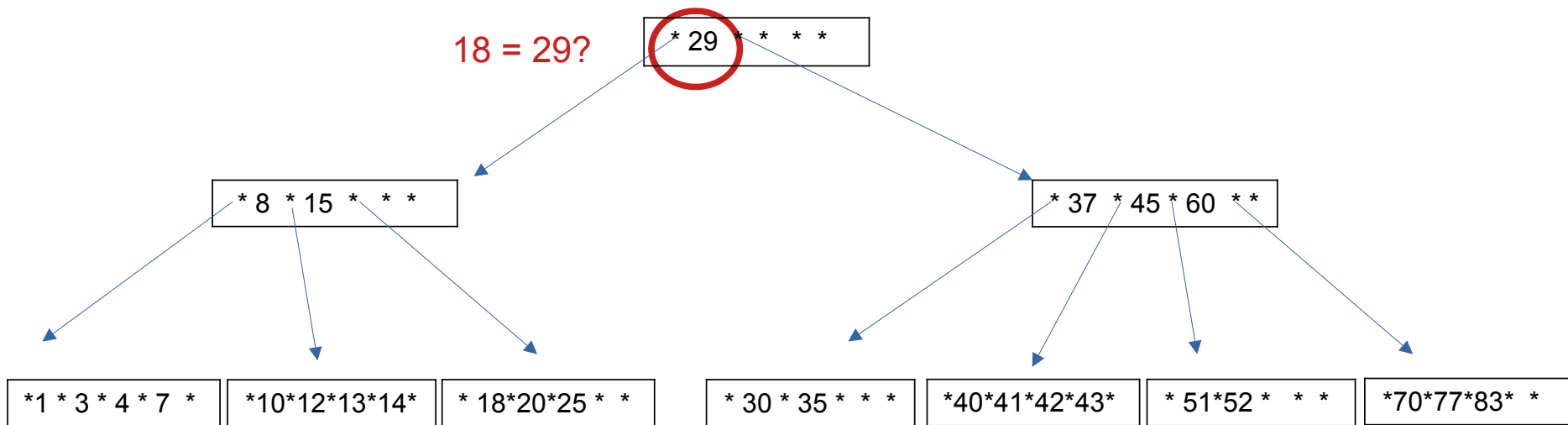
# Busca em Árvore B



**PUC Minas**

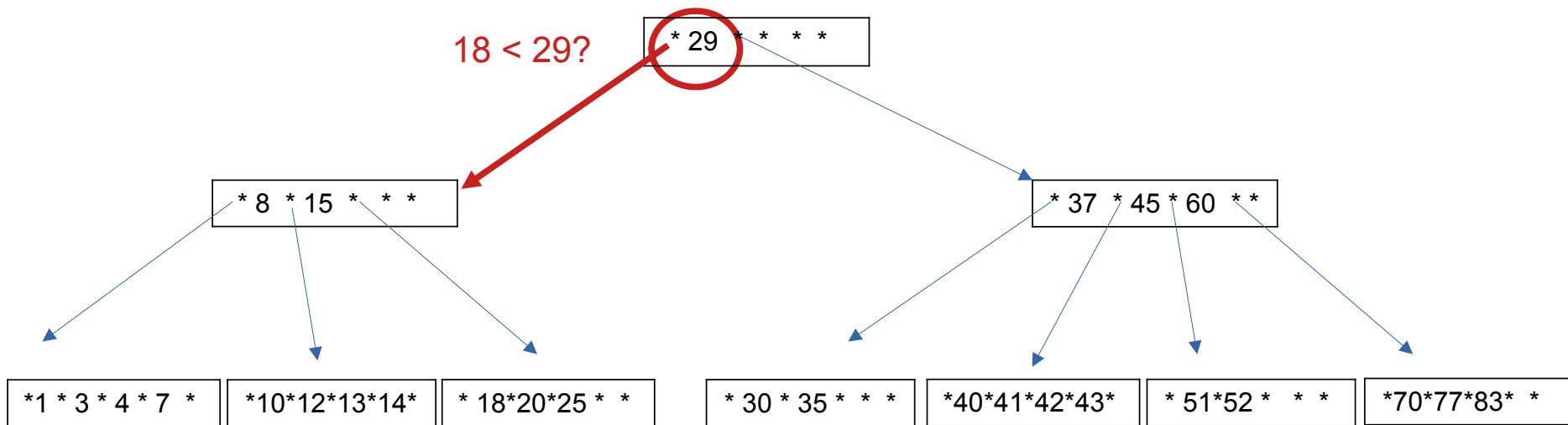
# Árvore B - Busca

Exemplo: Localizar a chave 18



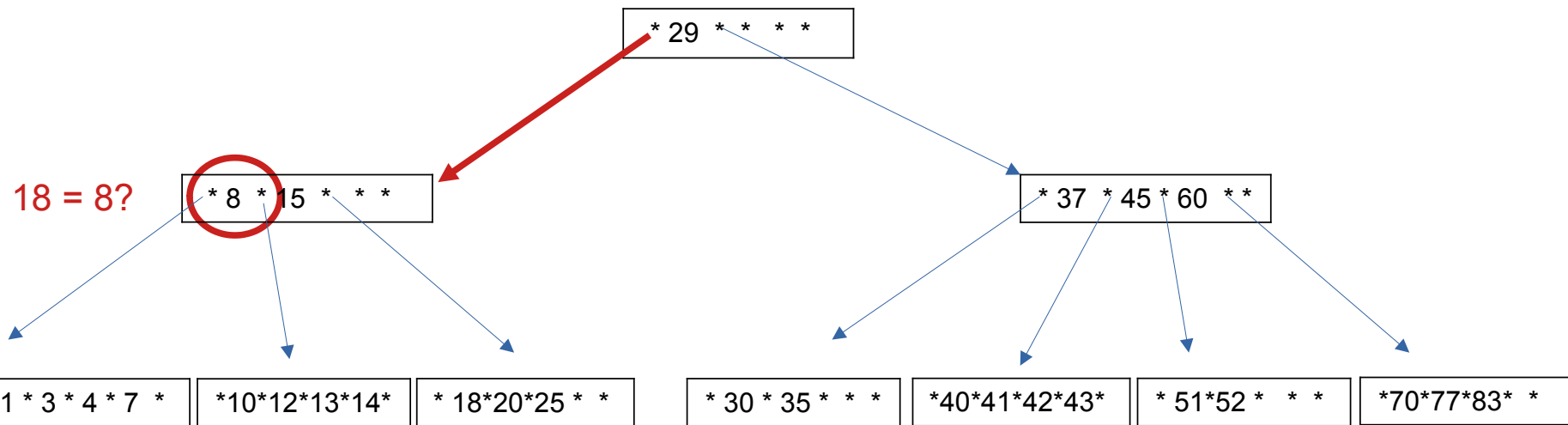
# Árvore B - Busca

Exemplo: Localizar a chave 18



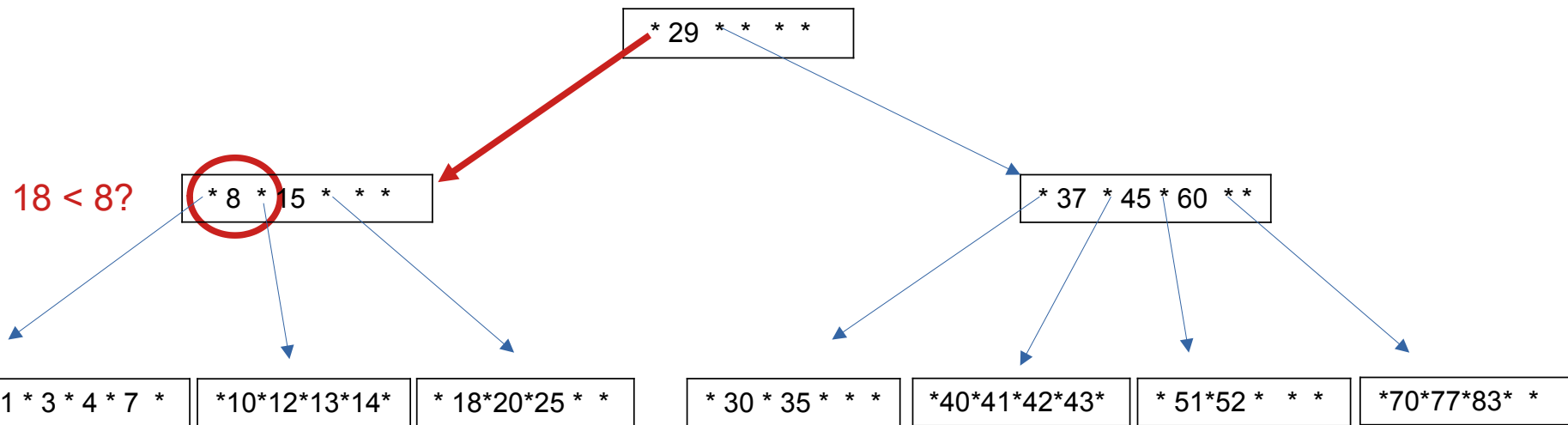
# Árvore B - Busca

Exemplo: Localizar a chave 18



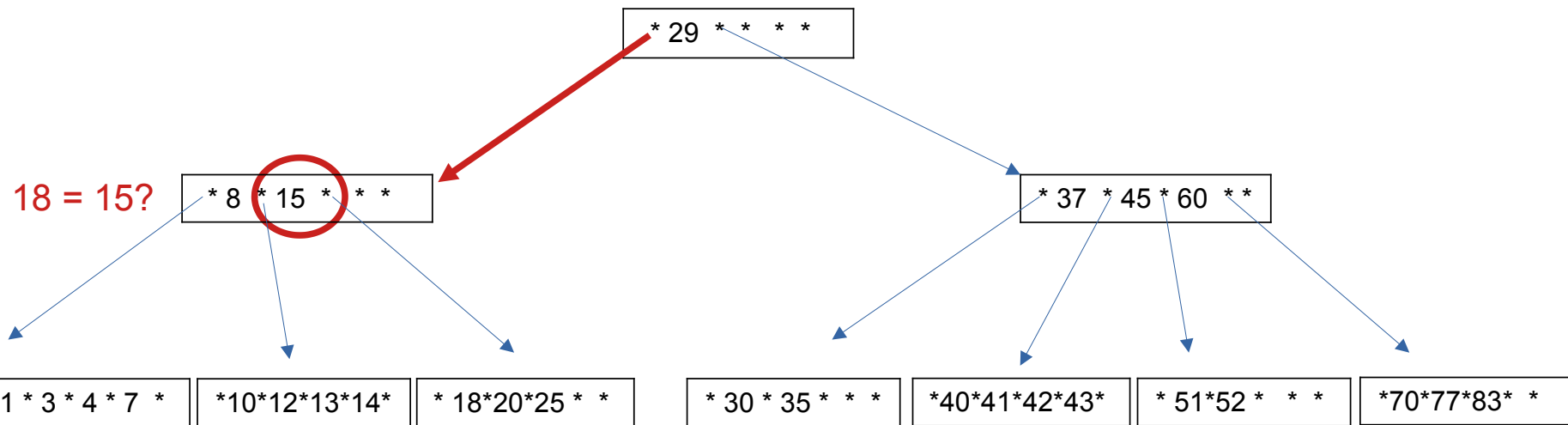
# Árvore B - Busca

Exemplo: Localizar a chave 18



# Árvore B - Busca

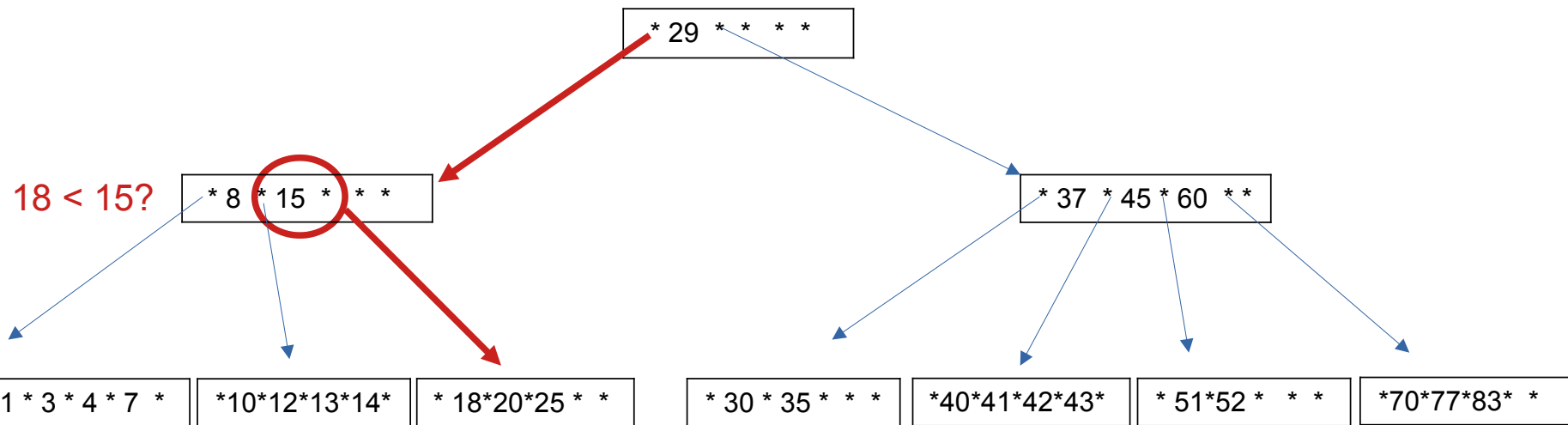
Exemplo: Localizar a chave 18





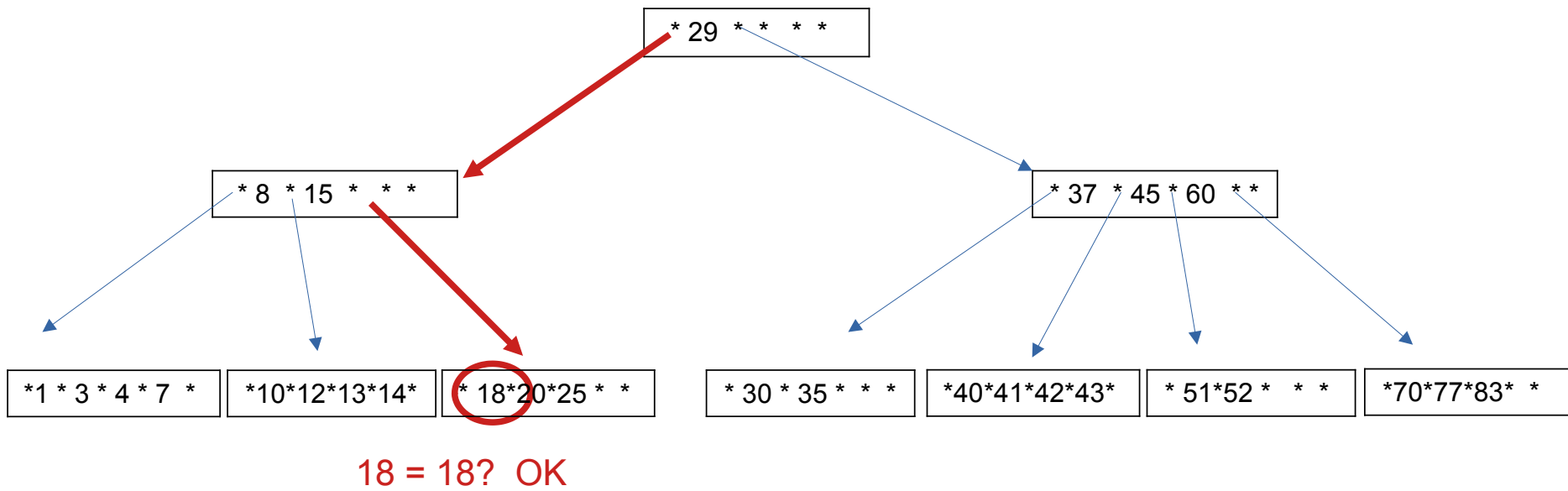
# Árvore B - Busca

Exemplo: Localizar a chave 18



# Árvore B - Busca

Exemplo: Localizar a chave 18



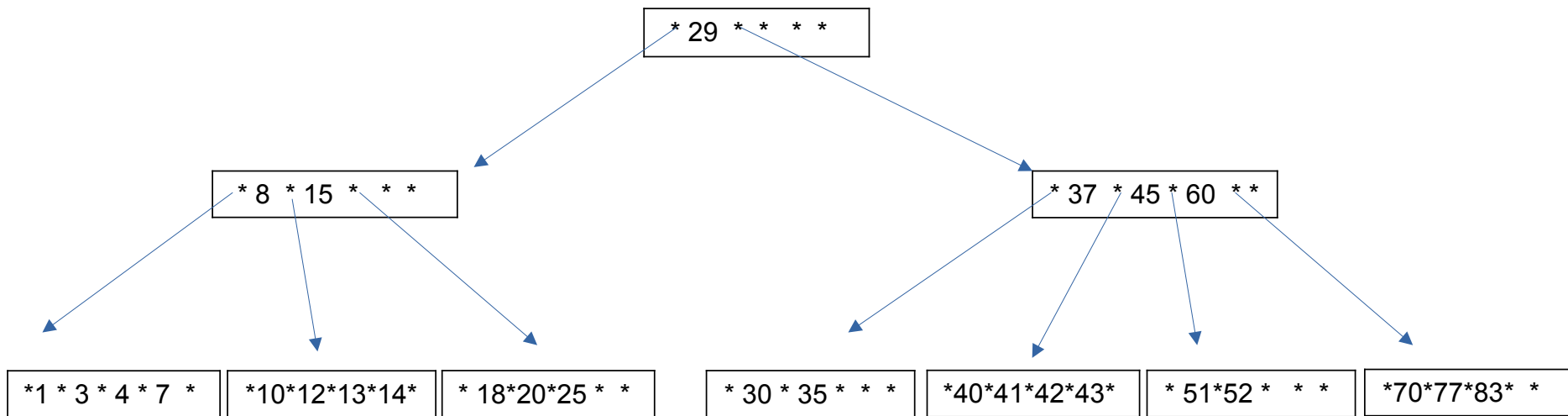
# Inserção em Árvore B

# Árvore B - Inserção

- Se o elemento couber na página, basta incluí-lo de forma ordenada
- Se não couber, a página deve ser dividida em duas (split) e o elemento do meio deve ser promovido

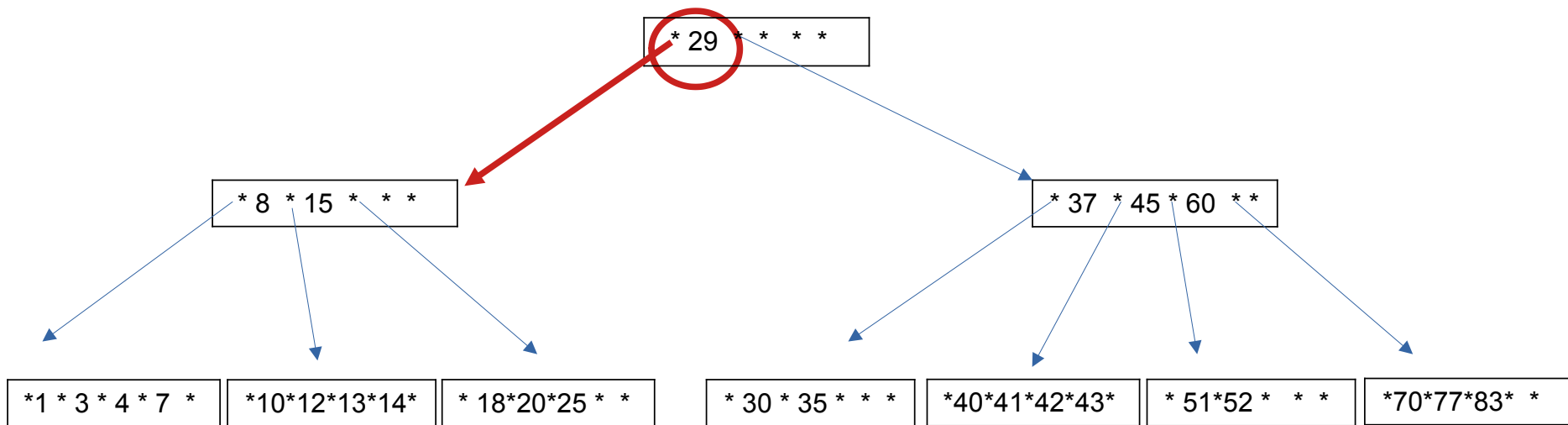
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



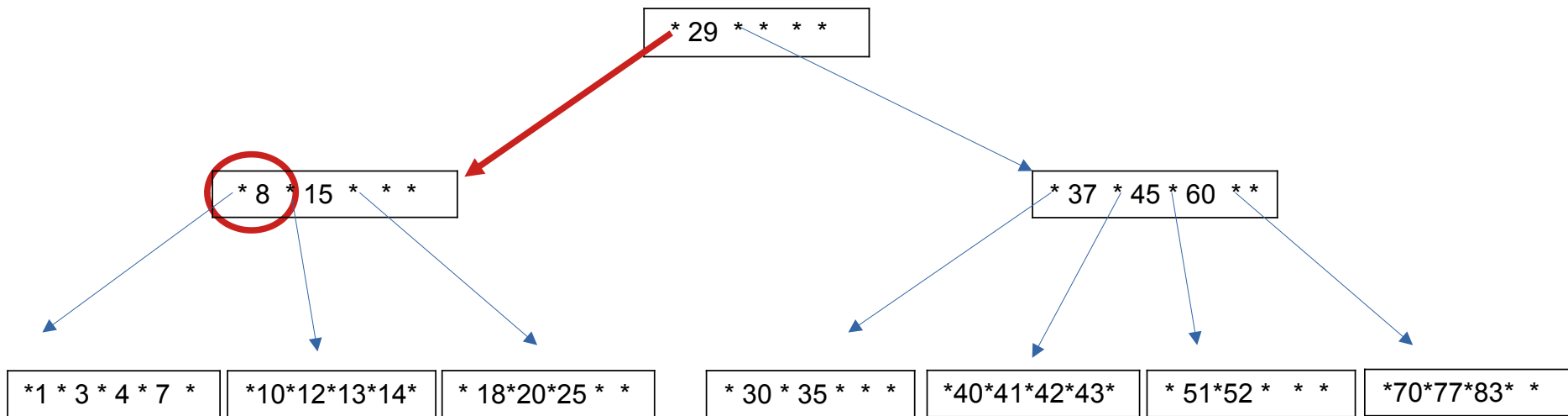
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



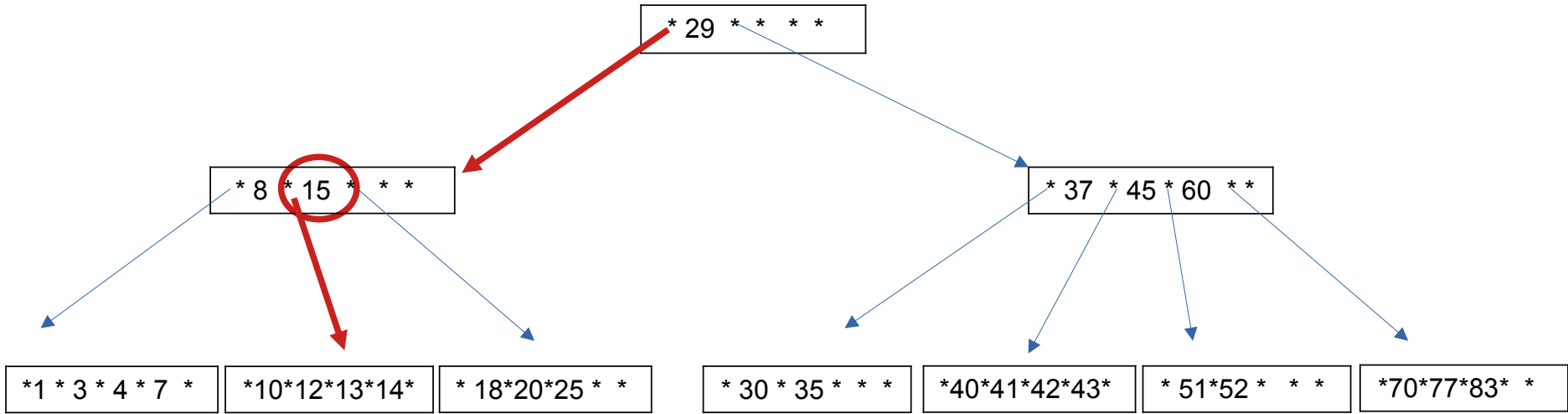
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



# Árvore B - Inserção

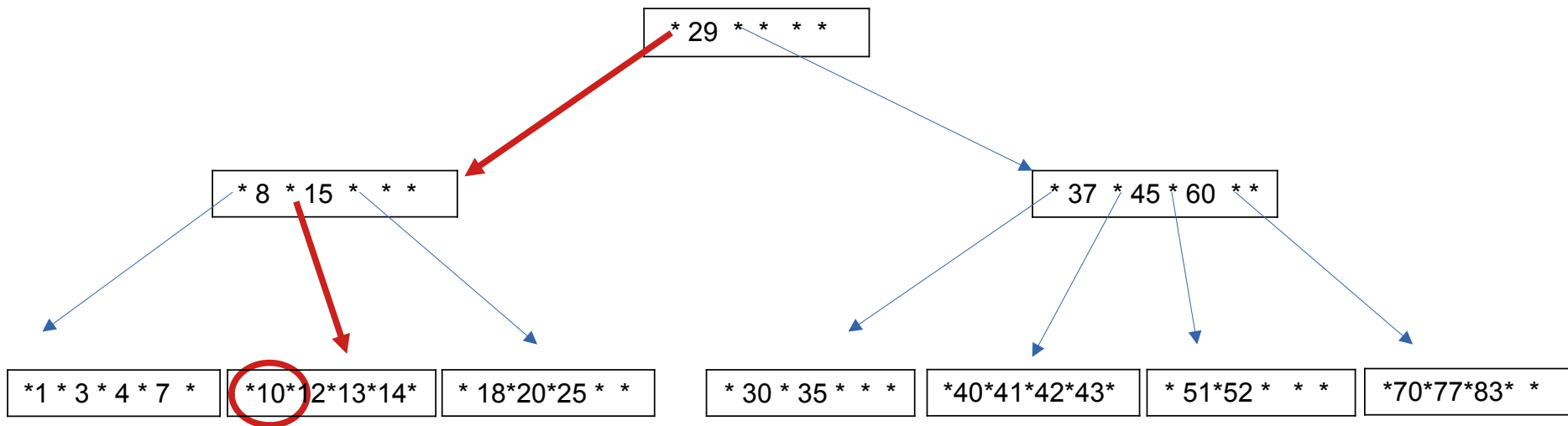
Exemplo: Inserir a chave 11





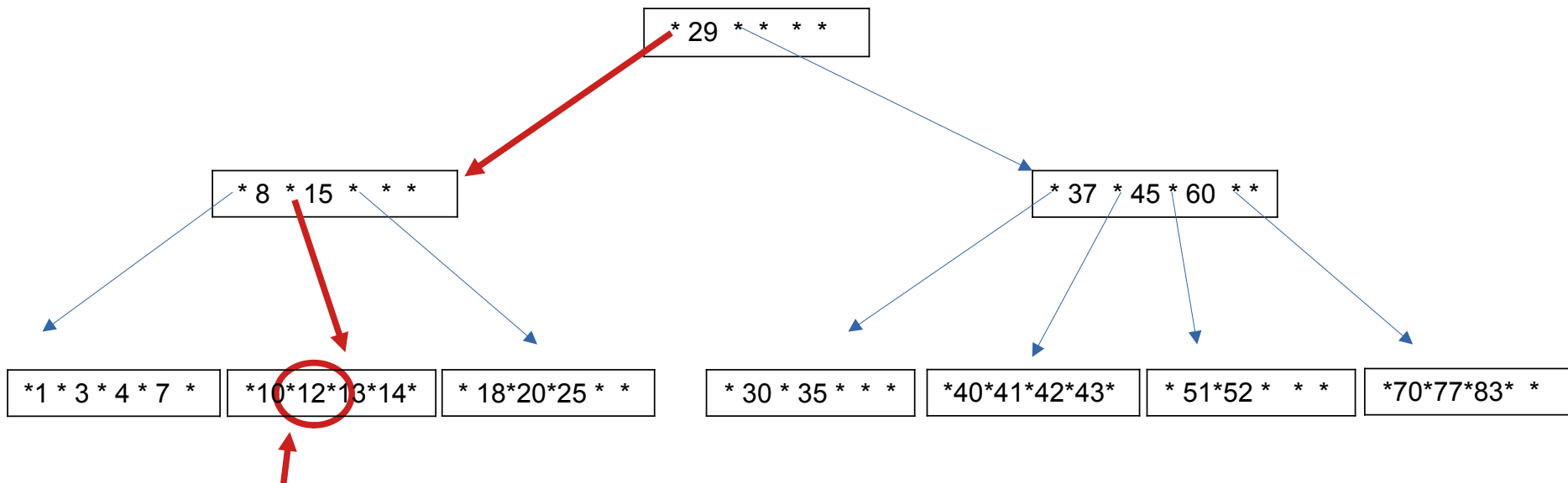
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



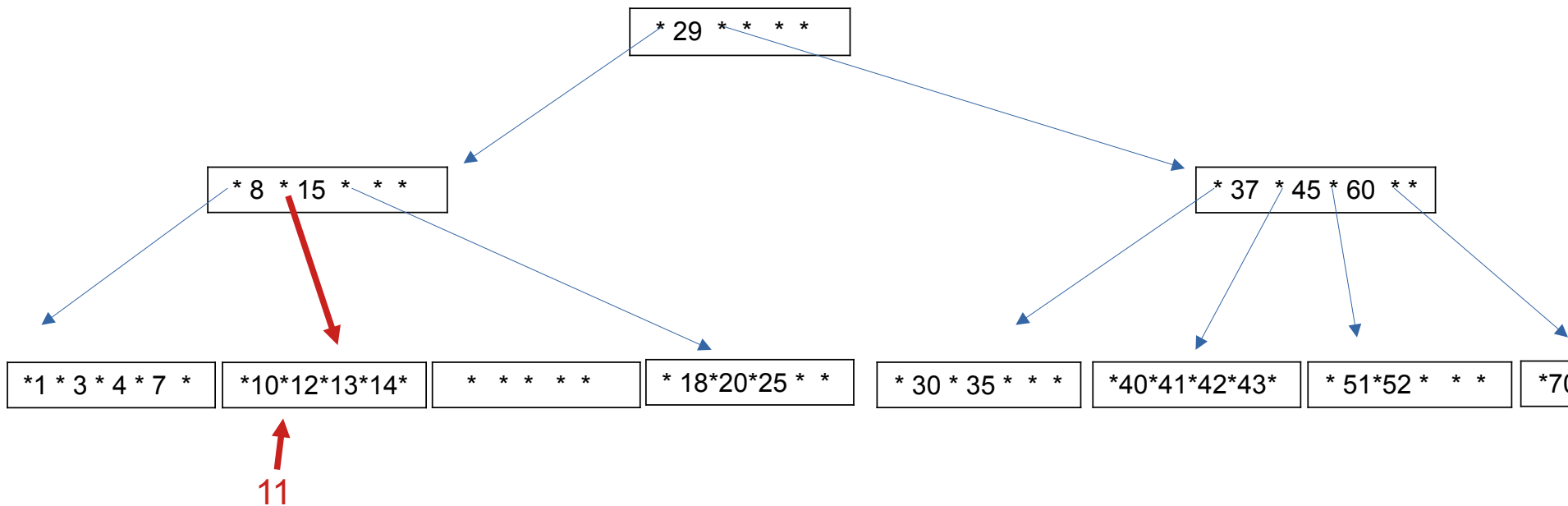
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



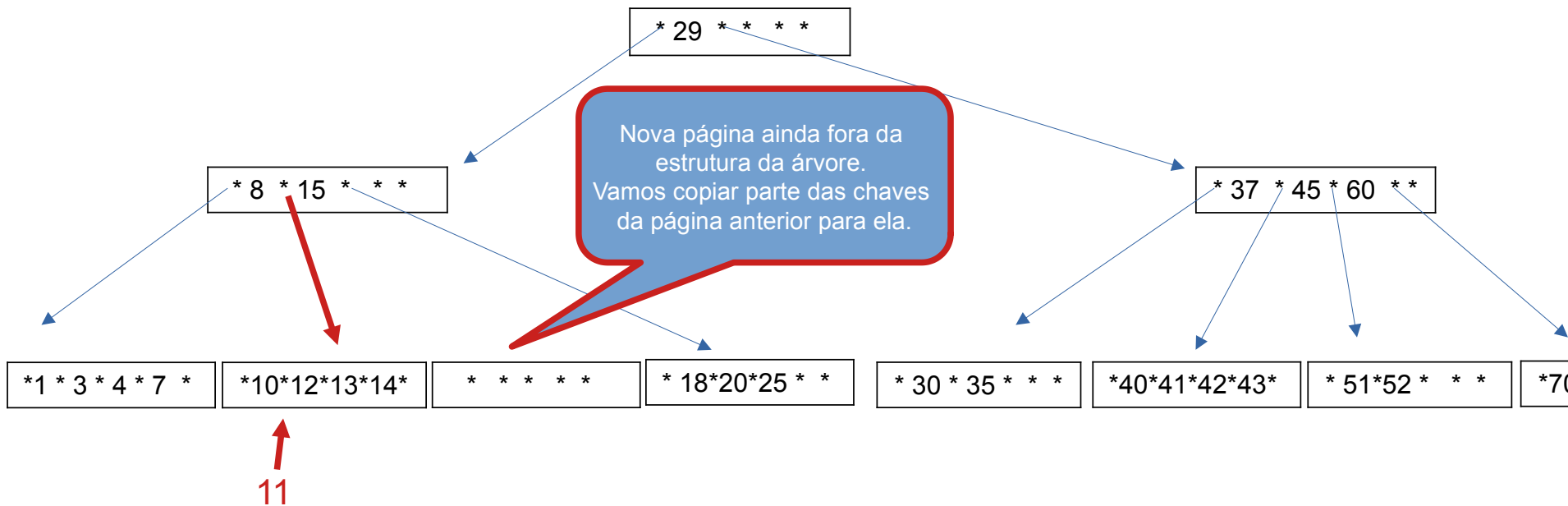
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



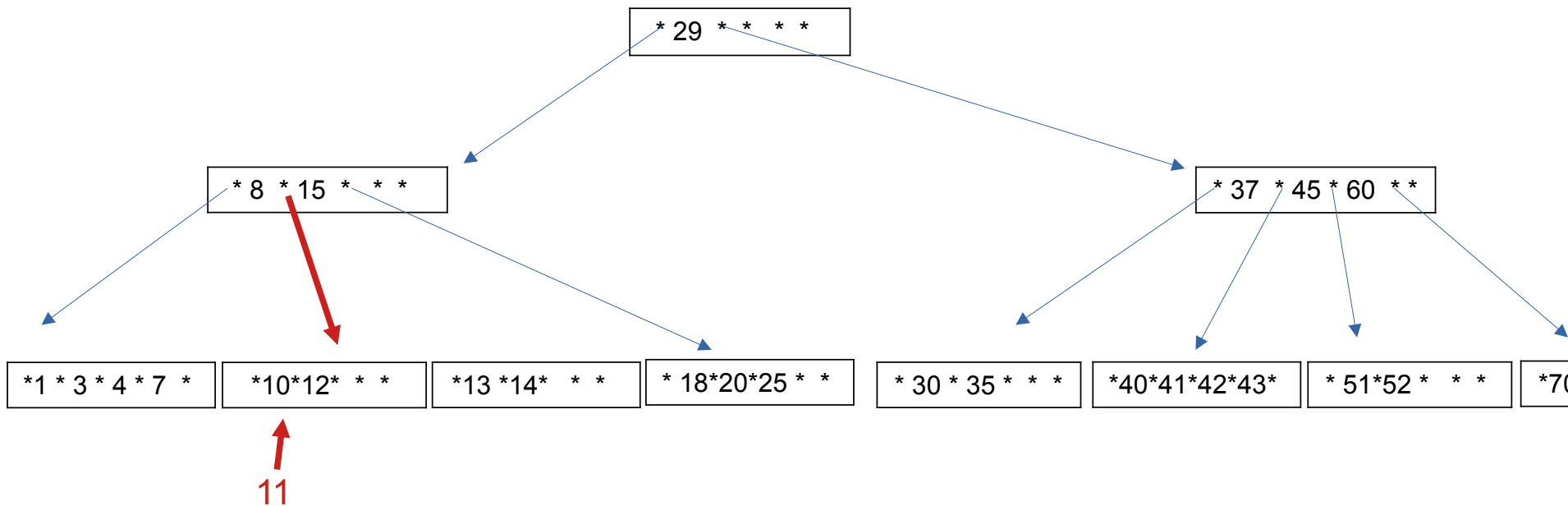
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



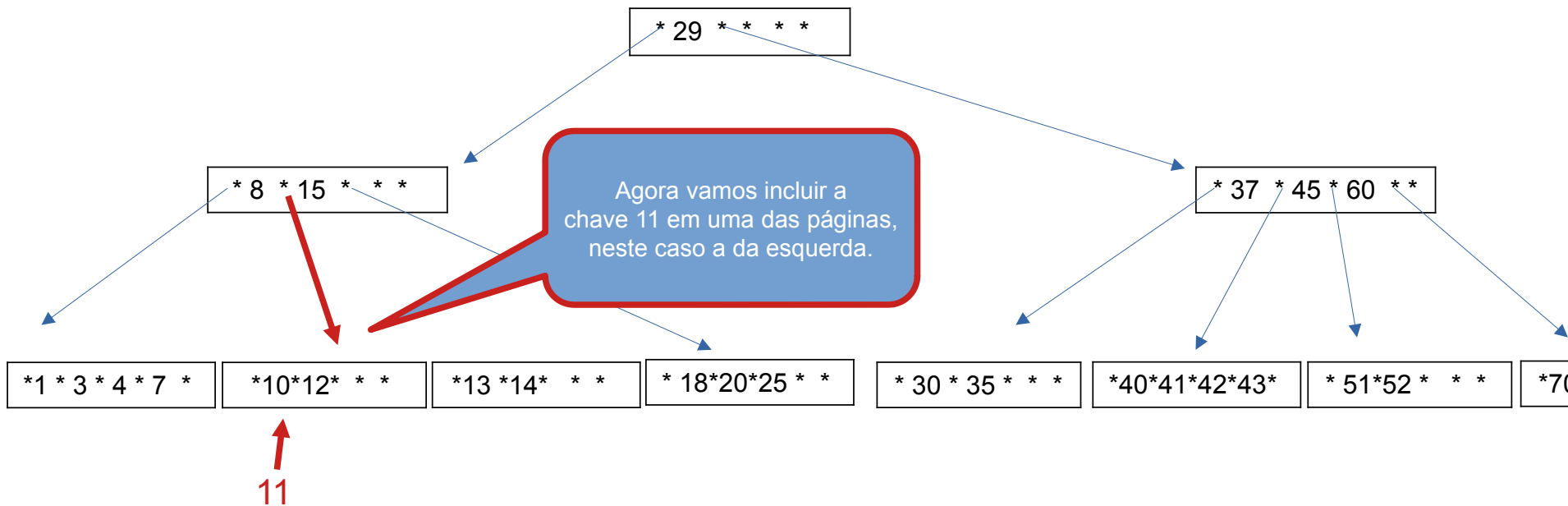
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



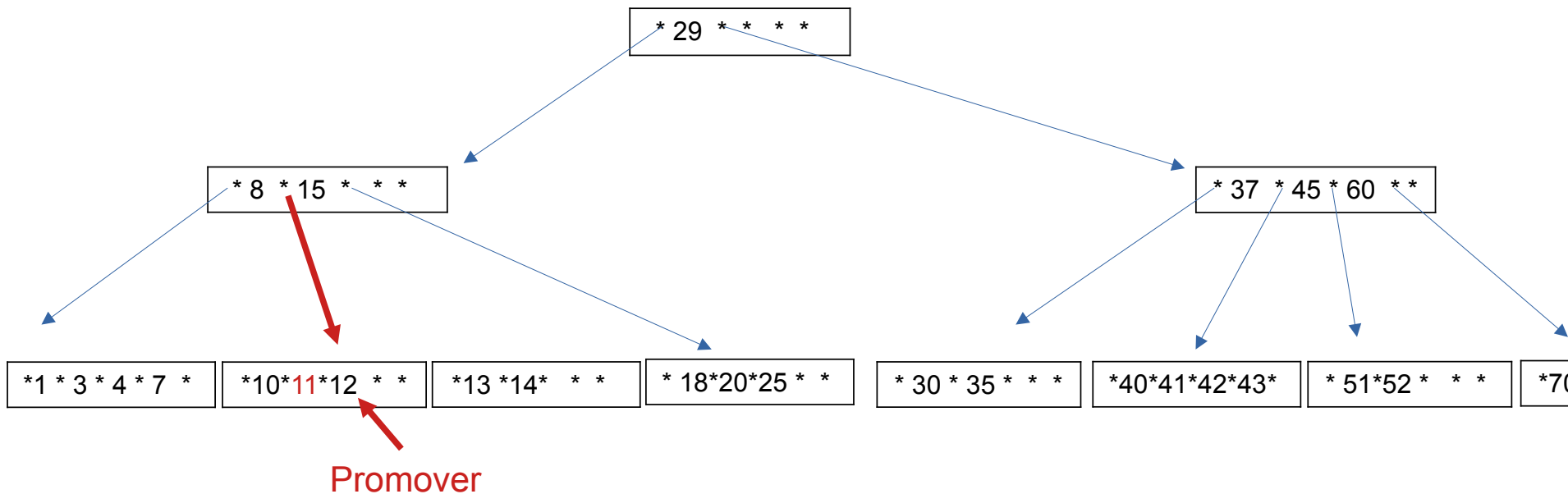
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



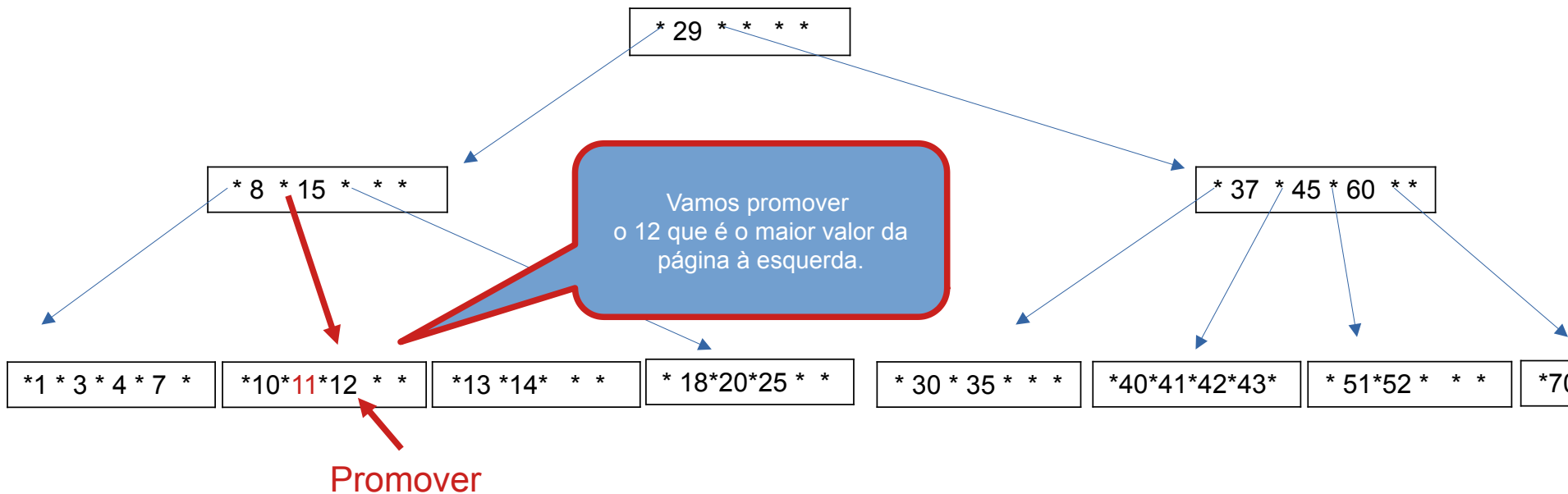
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



# Árvore B - Inserção

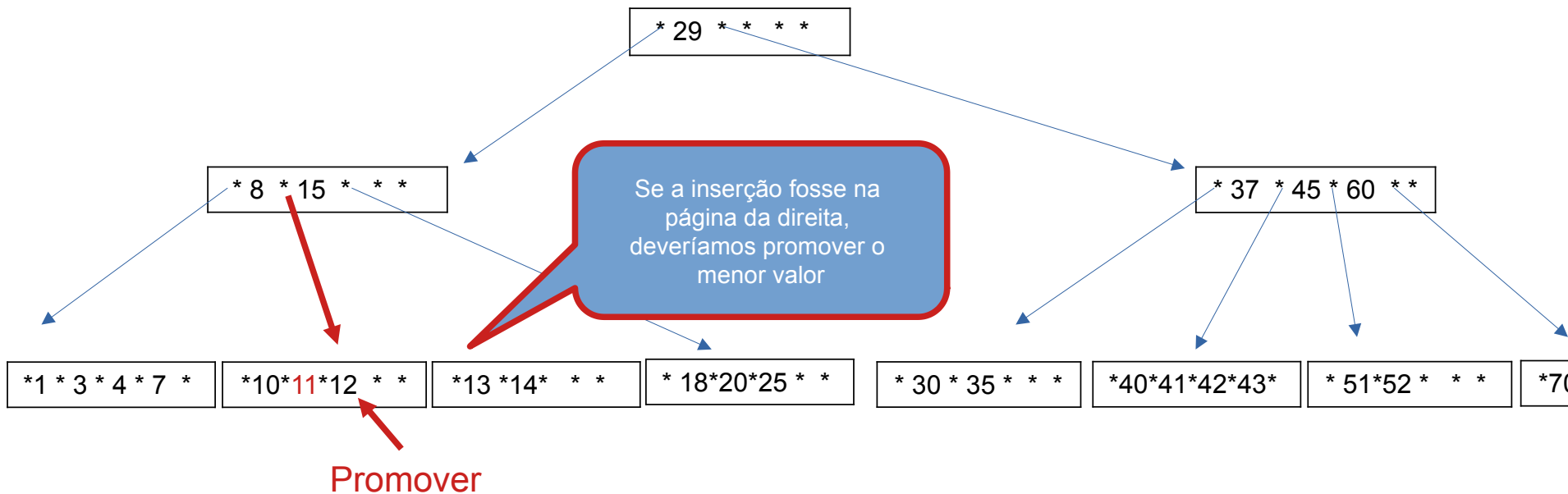
Exemplo: Inserir a chave 11





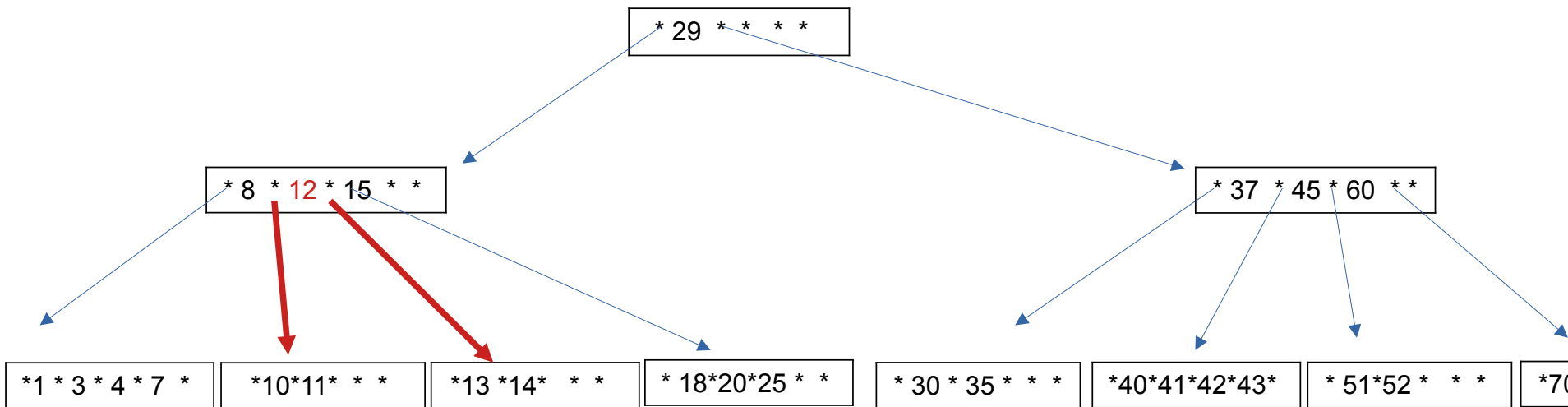
# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



# Árvore B - Inserção

Exemplo: Inserir a chave 11



# Construindo árvore



# Características

Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Inserir os seguintes elementos:

30, 40, 50, 20, 10, 5, 15, 2, 7, 1

# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 30

. 30 . . . .

Total de elementos:

1

# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 40

. 30 . 40 . .

Total de elementos:

2

# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

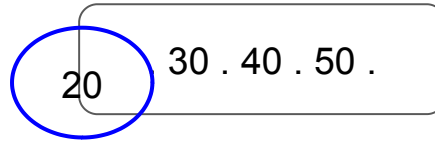
Operação: inserção do elemento de chave 50

. 30 . 40 . 50 .

Total de elementos:	3
---------------------	---

# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 20



Total de elementos:	4
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 20

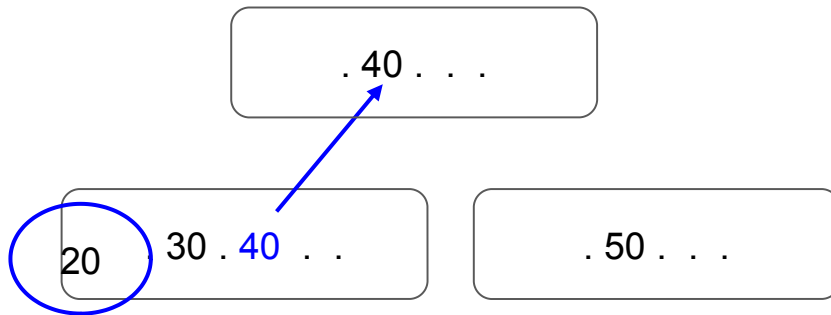
Total de elementos:	4
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 20

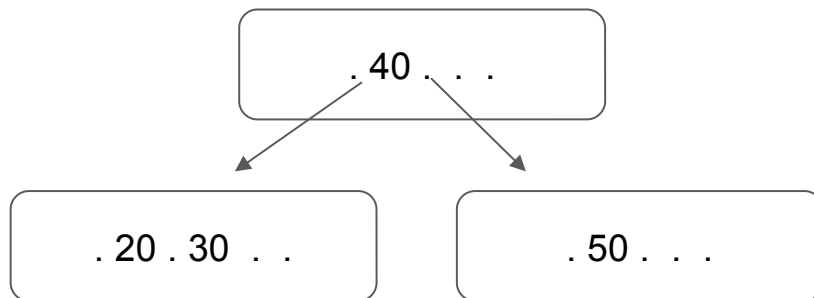
Total de elementos:	4
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 20

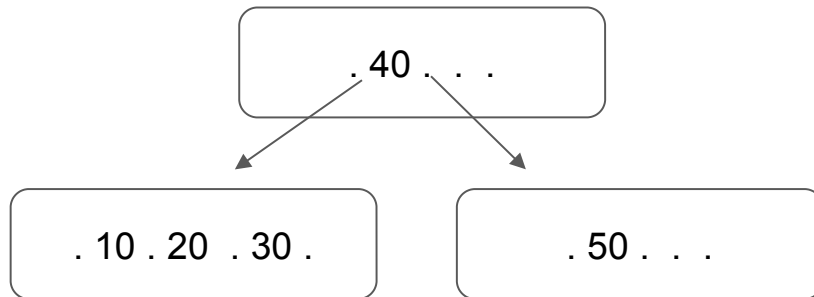
Total de elementos:	4
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 10

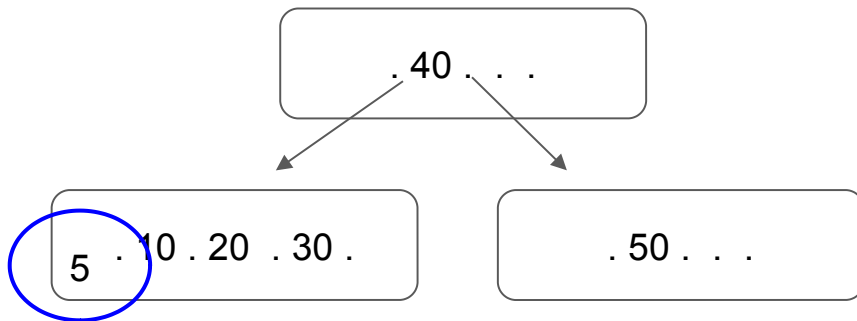
Total de elementos:	5
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 5

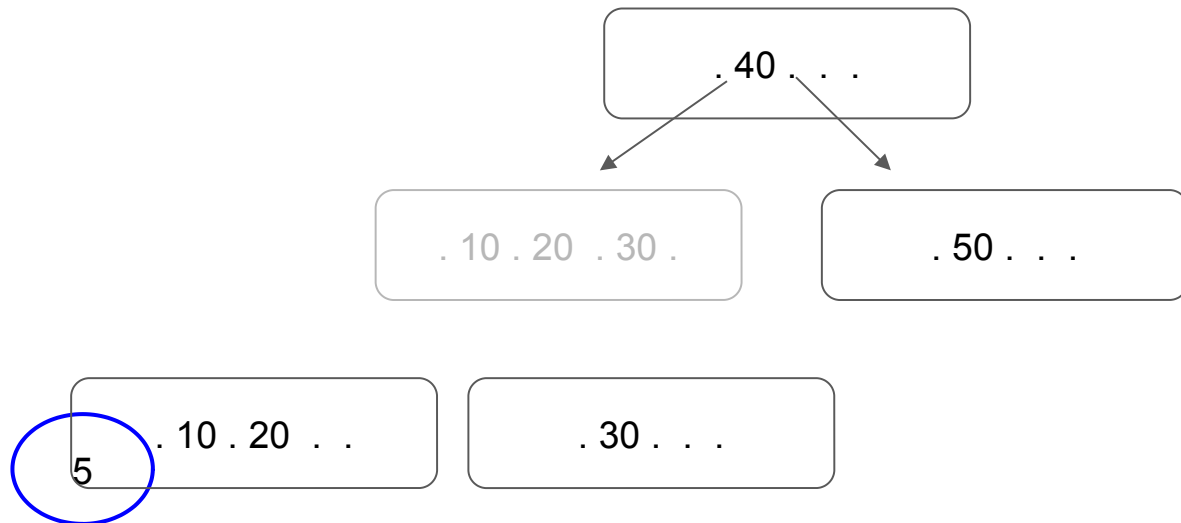
Total de elementos:	6
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 5

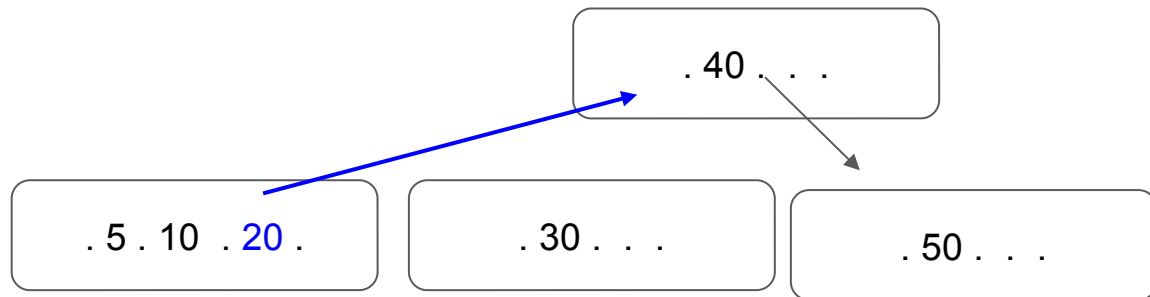
Total de elementos:	6
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 5

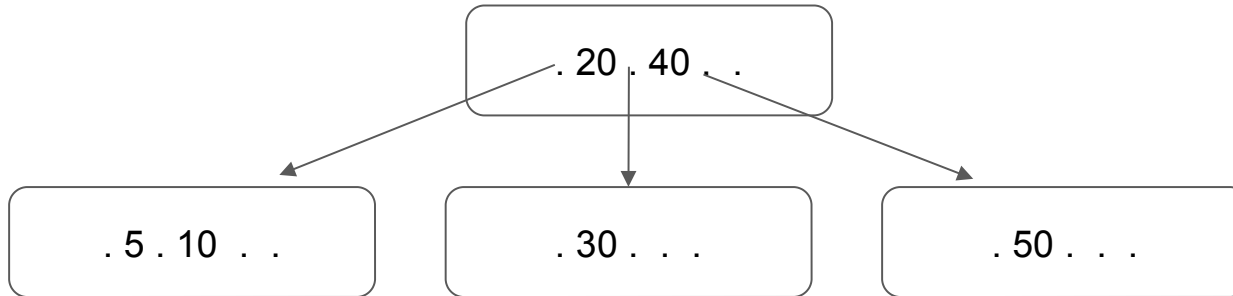
Total de elementos:	6
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 5

Total de elementos:	6
---------------------	---

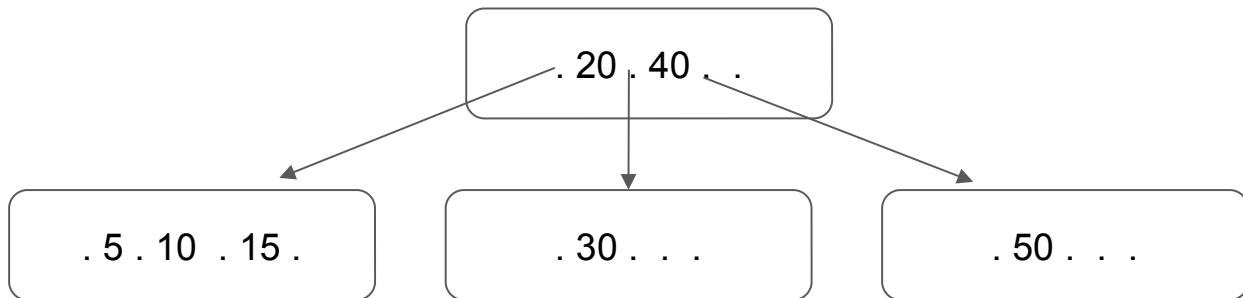




# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 15

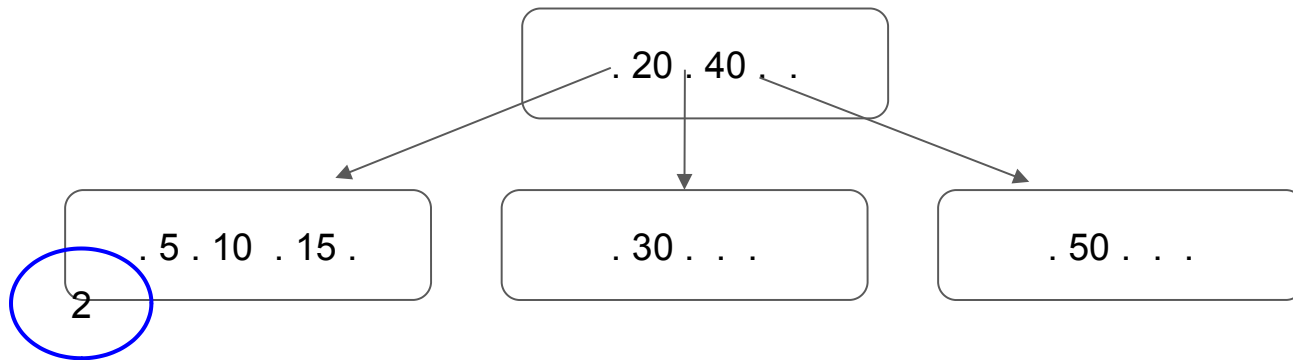
Total de elementos:	7
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 2

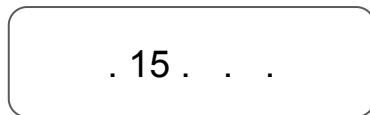
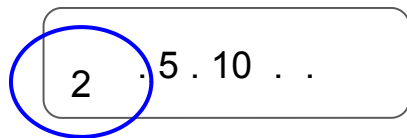
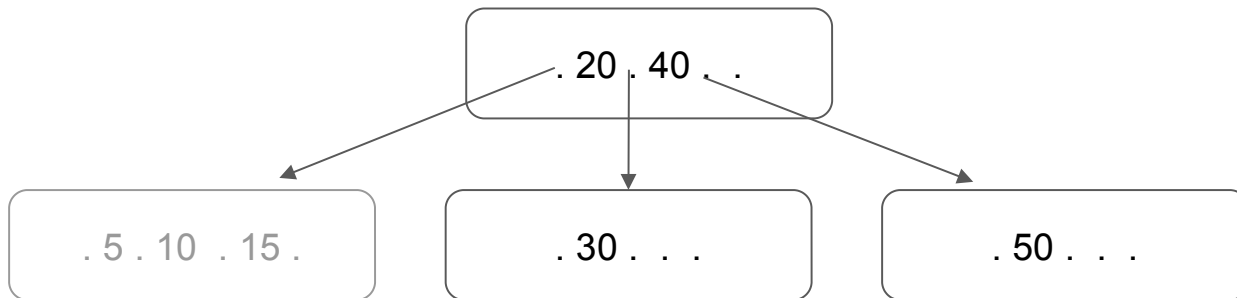
Total de elementos:	8
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 2

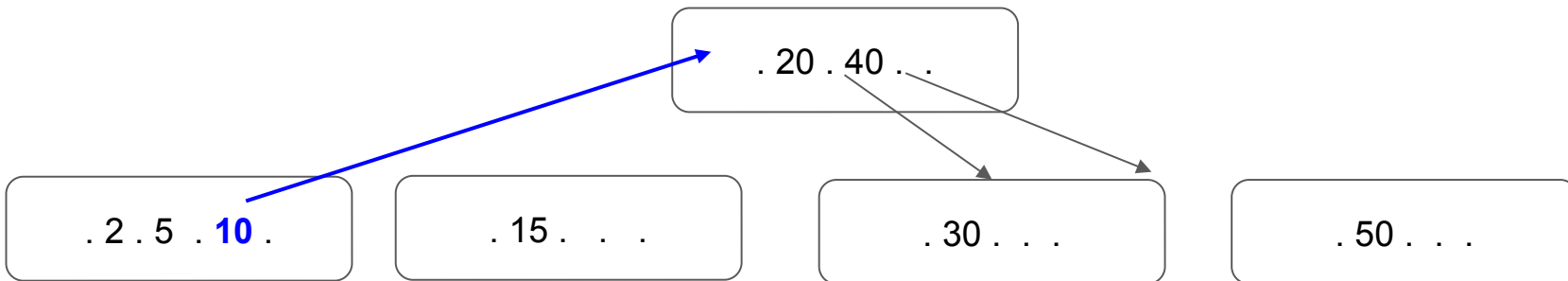
Total de elementos:	8
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 2

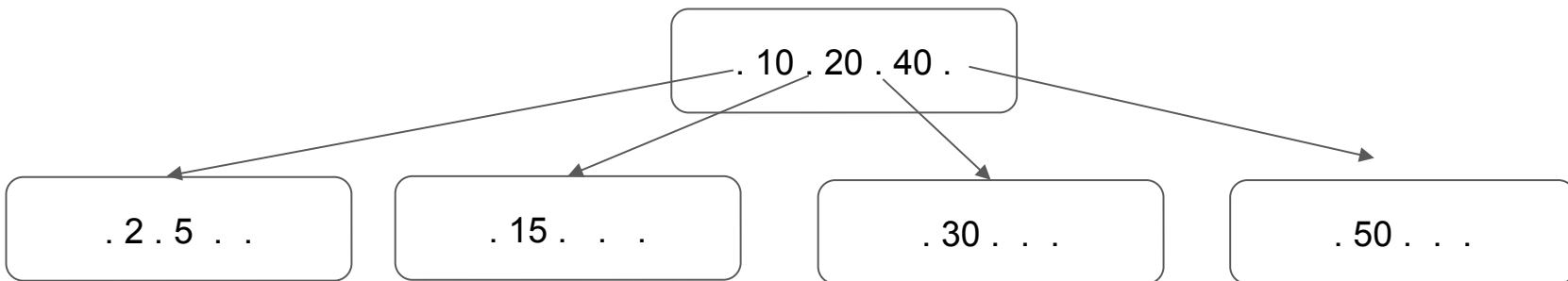
Total de elementos:	8
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 2

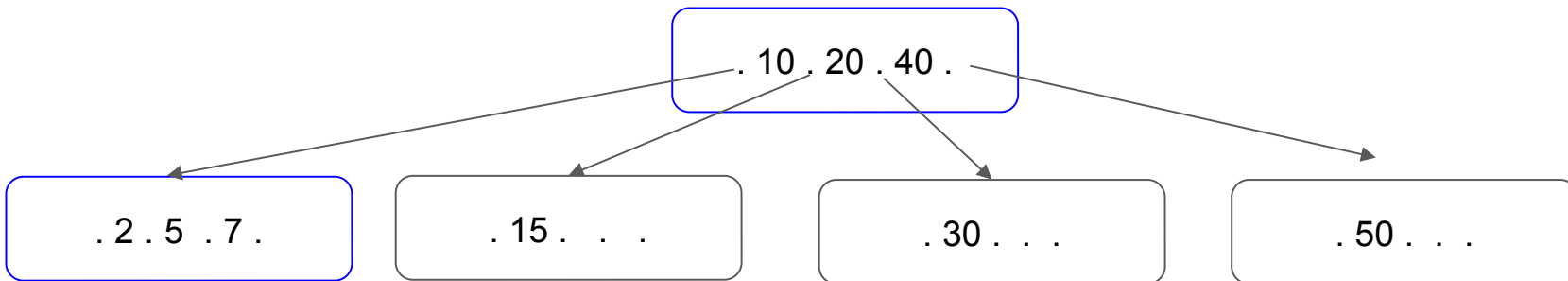
Total de elementos:	8
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 7

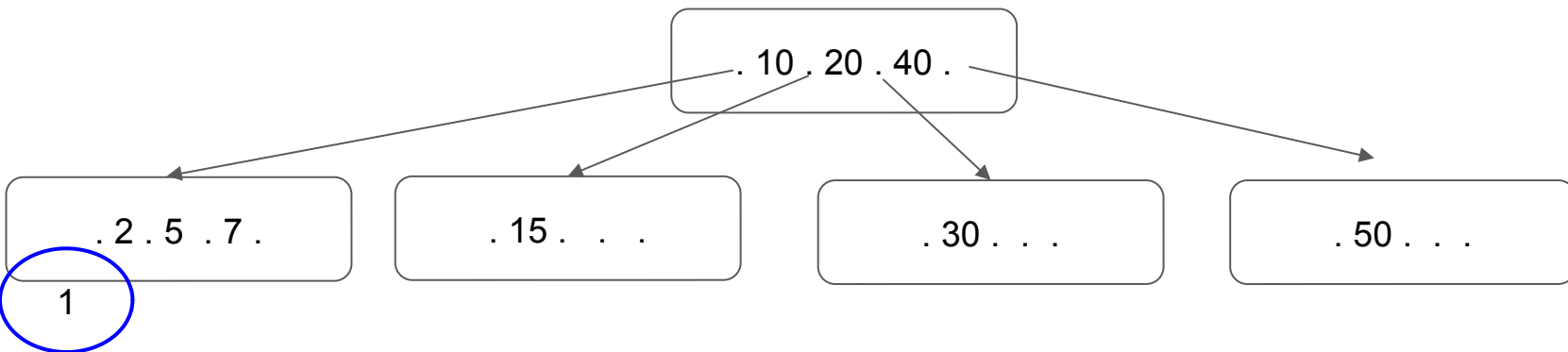
Total de elementos:	9
---------------------	---



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 1

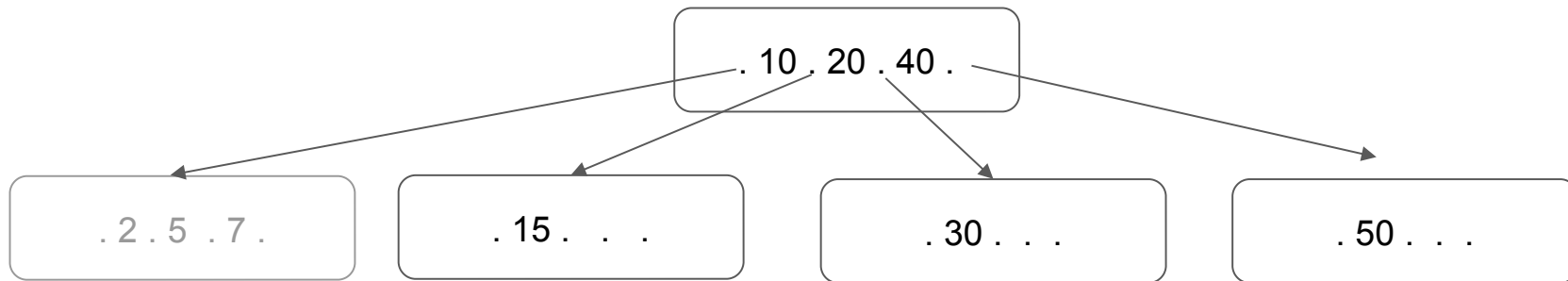
Total de elementos:	10
---------------------	----



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 1

Total de elementos:	10
---------------------	----

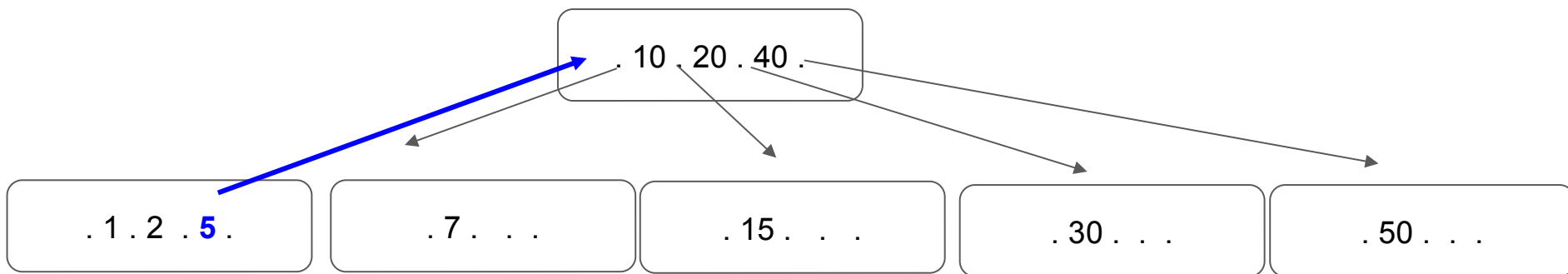




# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 1

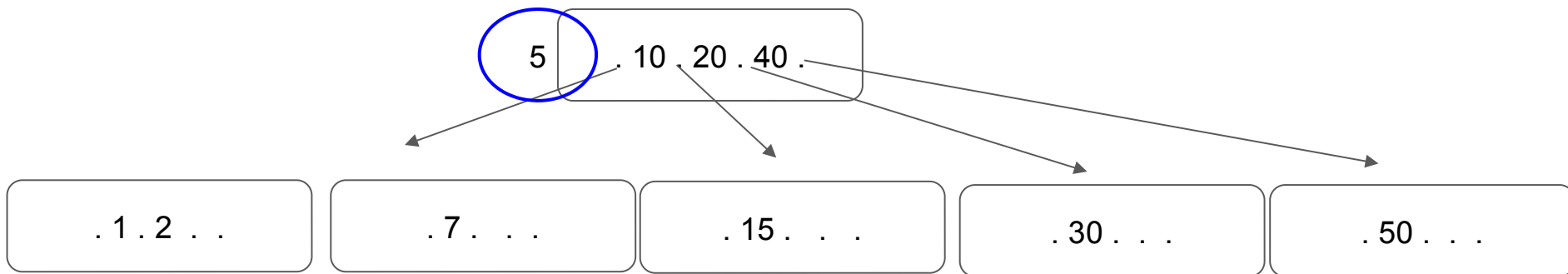
Total de elementos:	10
---------------------	----



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 1

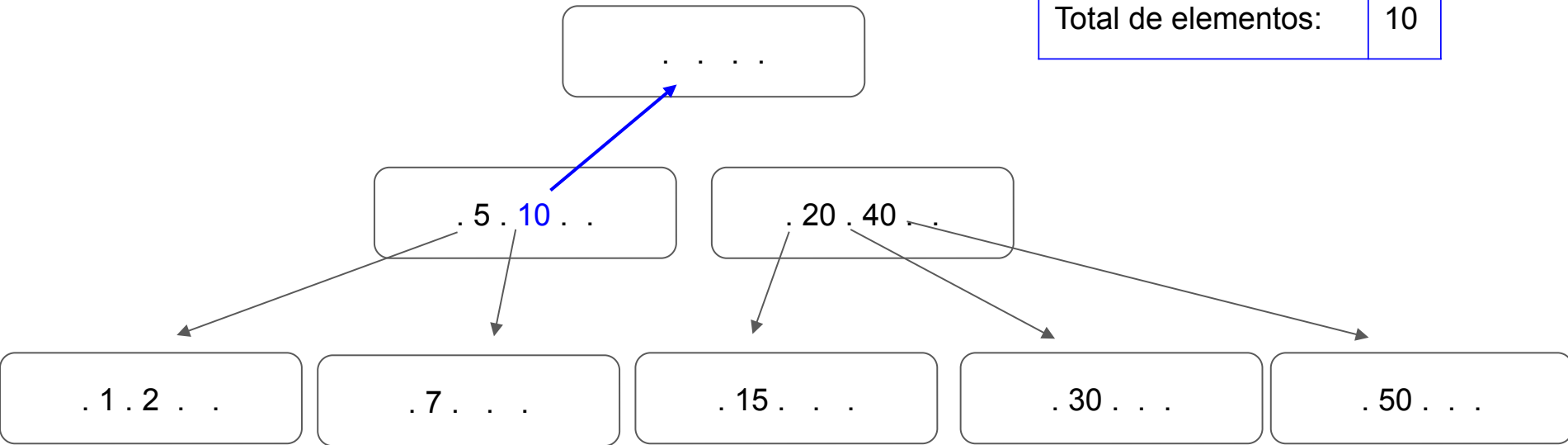
Total de elementos:	10
---------------------	----



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 1

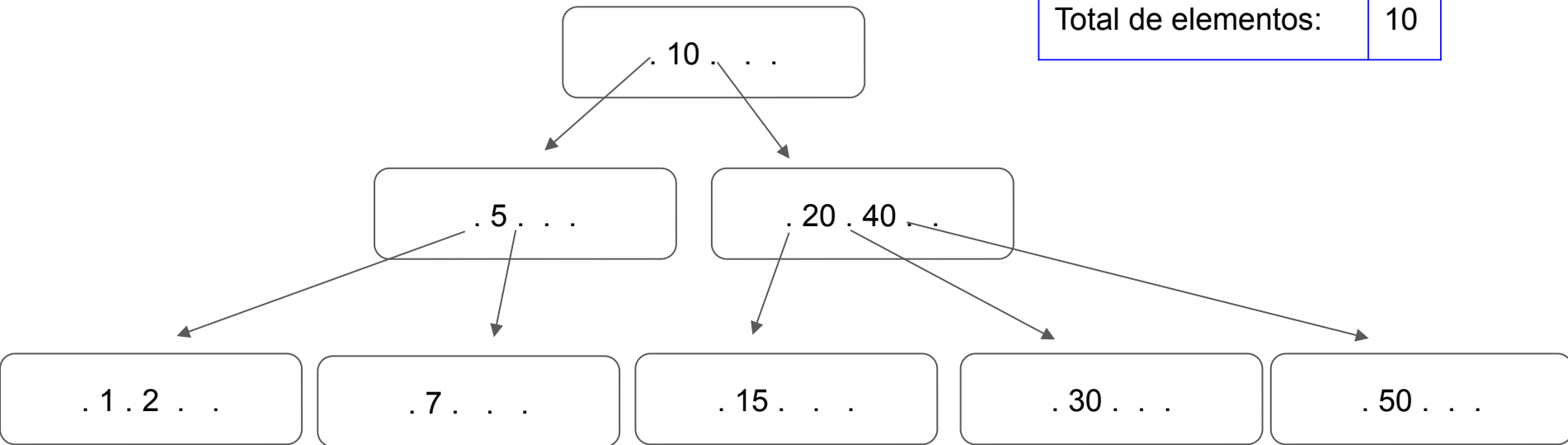
Total de elementos:	10
---------------------	----



# Árvore de ordem 4 que recebe 10 inserções

Operação: inserção do elemento de chave 1

Total de elementos:	10
---------------------	----



# Remoção em Árvore B



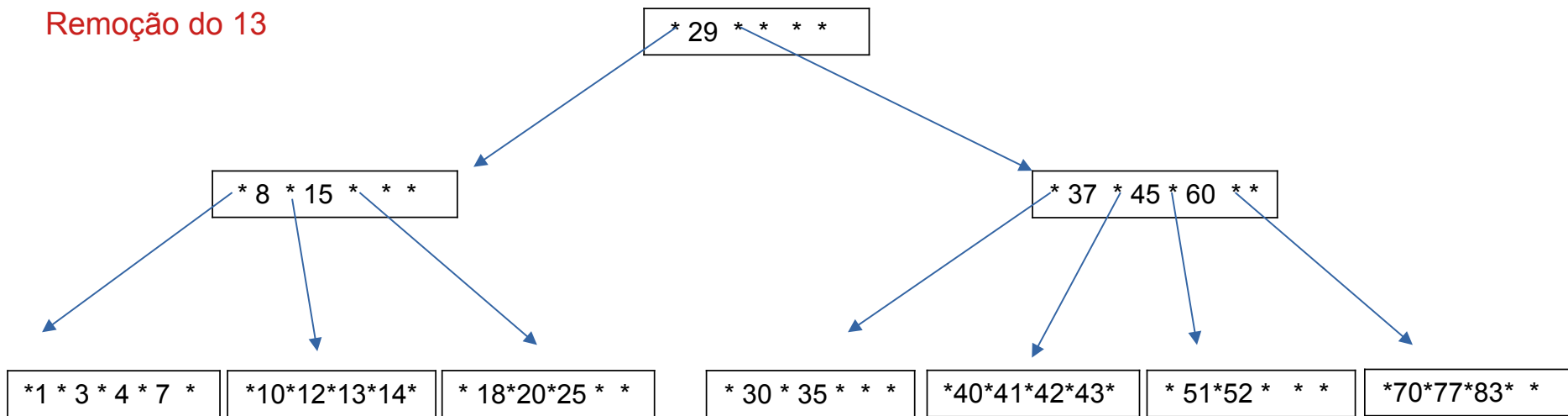
# Árvore B - Removendo elemento

- Caso 1: se o elemento ESTIVER em uma folha e a folha mantiver 50% de ocupação, basta removê-lo
- Caso 2: se o elemento NÃO ESTIVER em uma folha, trocá-lo pelo seu antecessor
- Caso 3: se a folha ficar com menos de 50% de ocupação, mas a página irmã puder ceder uma chave
- Caso 4: se a folha ficar com menos de 50% de ocupação e as páginas irmãs não puderem ceder uma chave

# Árvore B - Remoção

**Caso 1:** se o elemento ESTIVER em uma folha e a folha mantiver 50% de ocupação, basta removê-lo

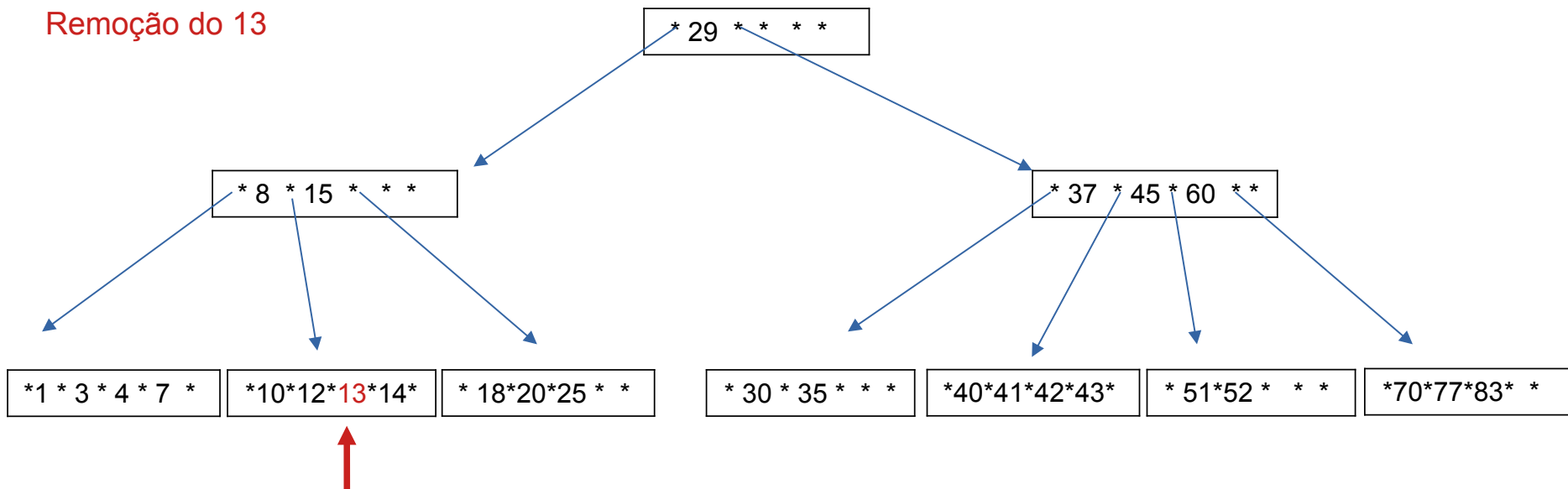
Remoção do 13



# Árvore B - Remoção

**Caso 1:** se o elemento ESTIVER em uma folha e a folha mantiver 50% de ocupação, basta removê-lo

Remoção do 13

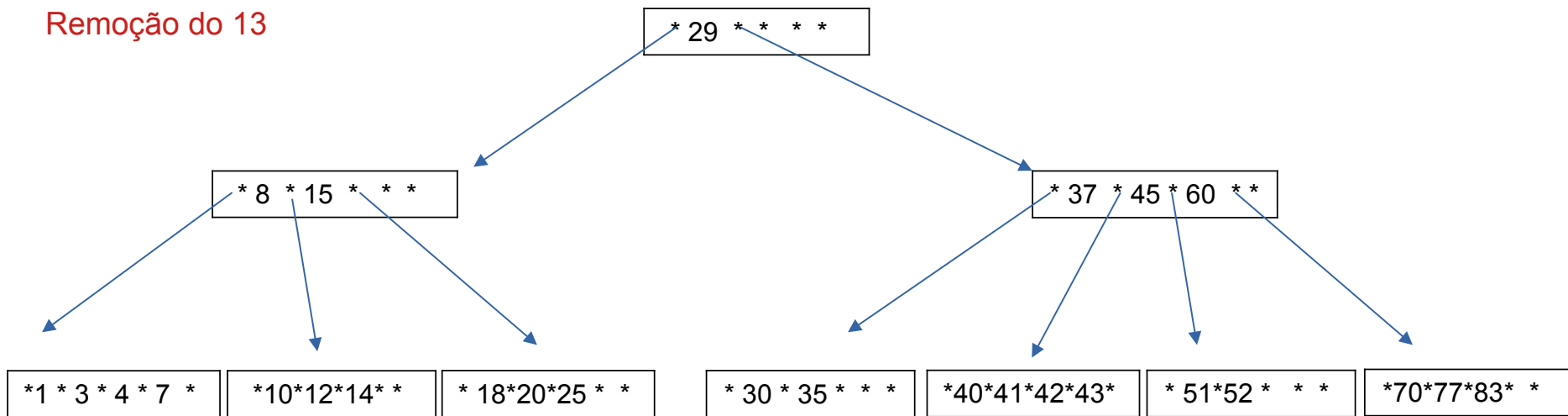




# Árvore B - Remoção

**Caso 1:** se o elemento ESTIVER em uma folha e a folha mantiver 50% de ocupação, basta removê-lo

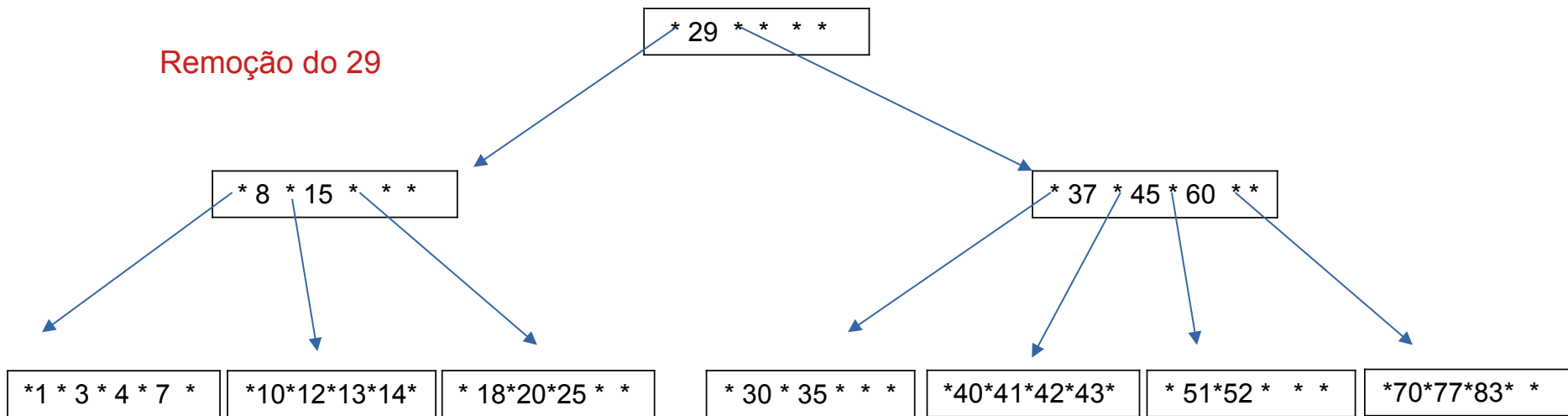
Remoção do 13



# Árvore B - Remoção

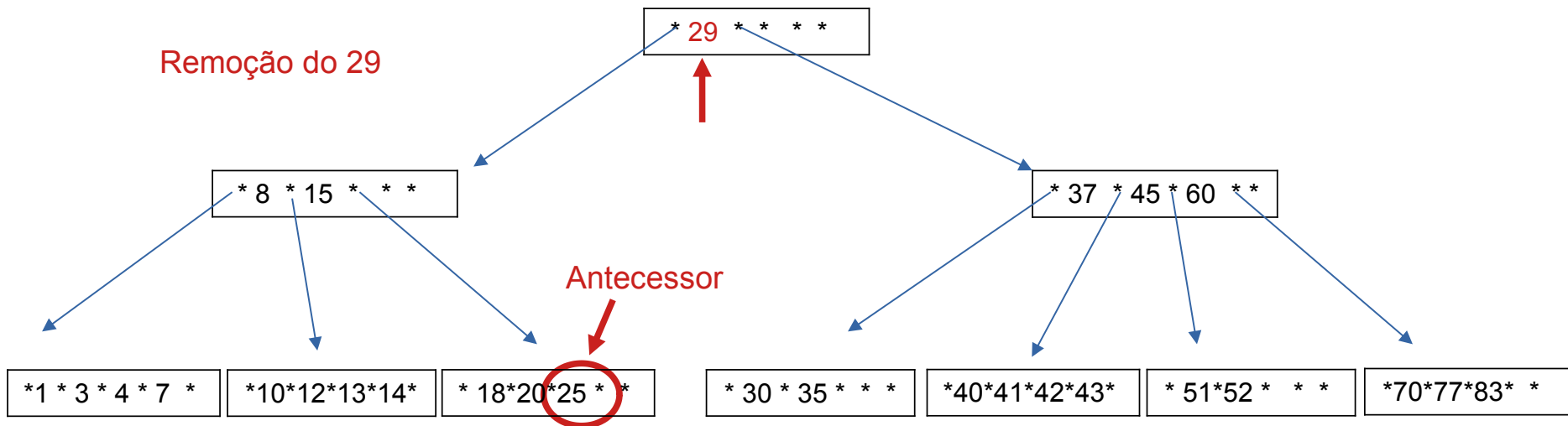
**Caso 2:** se o elemento NÃO ESTIVER em uma folha, trocá-lo pelo seu antecessor

Remoção do 29



# Árvore B - Remoção

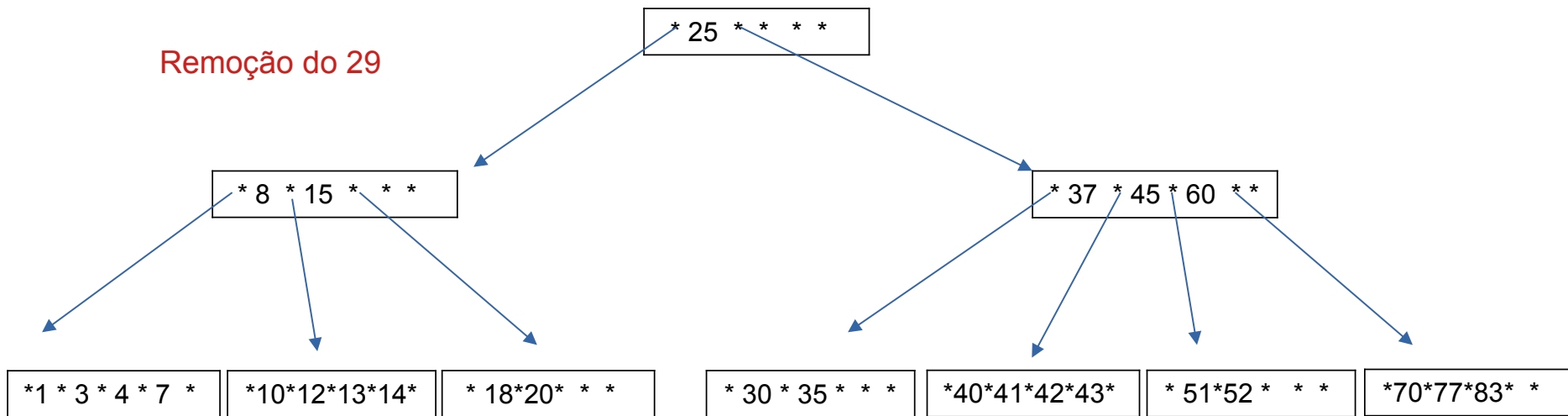
**Caso 2:** se o elemento NÃO ESTIVER em uma folha, trocá-lo pelo seu antecessor



# Árvore B - Remoção

**Caso 2:** se o elemento NÃO ESTIVER em uma folha, trocá-lo pelo seu antecessor

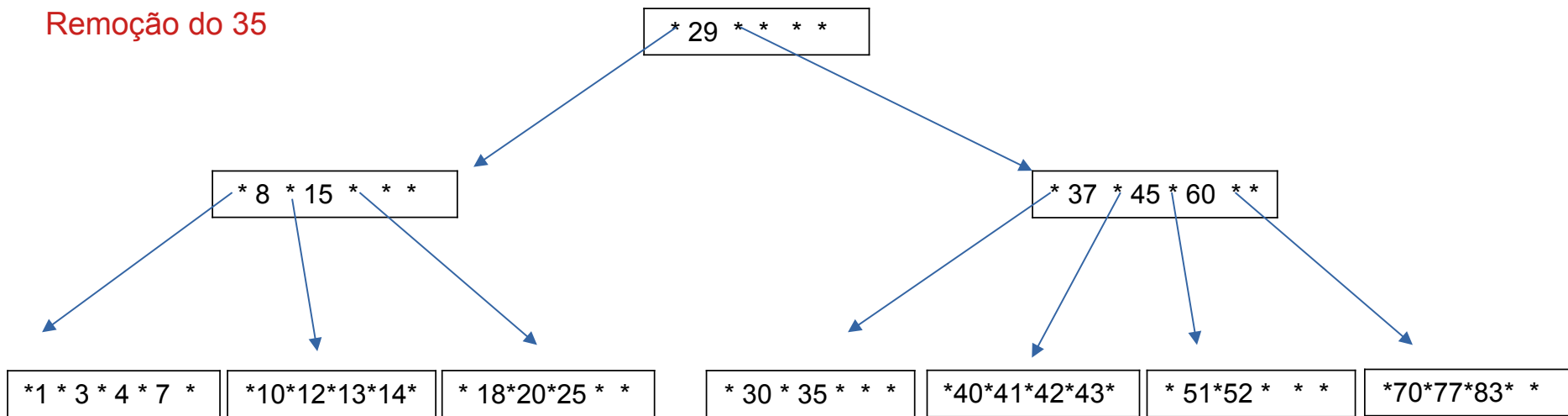
Remoção do 29



# Árvore B - Remoção

**Caso 3:** Se a folha ficar com menos de 50% de ocupação, mas a **página irmã** puder **ceder** uma chave

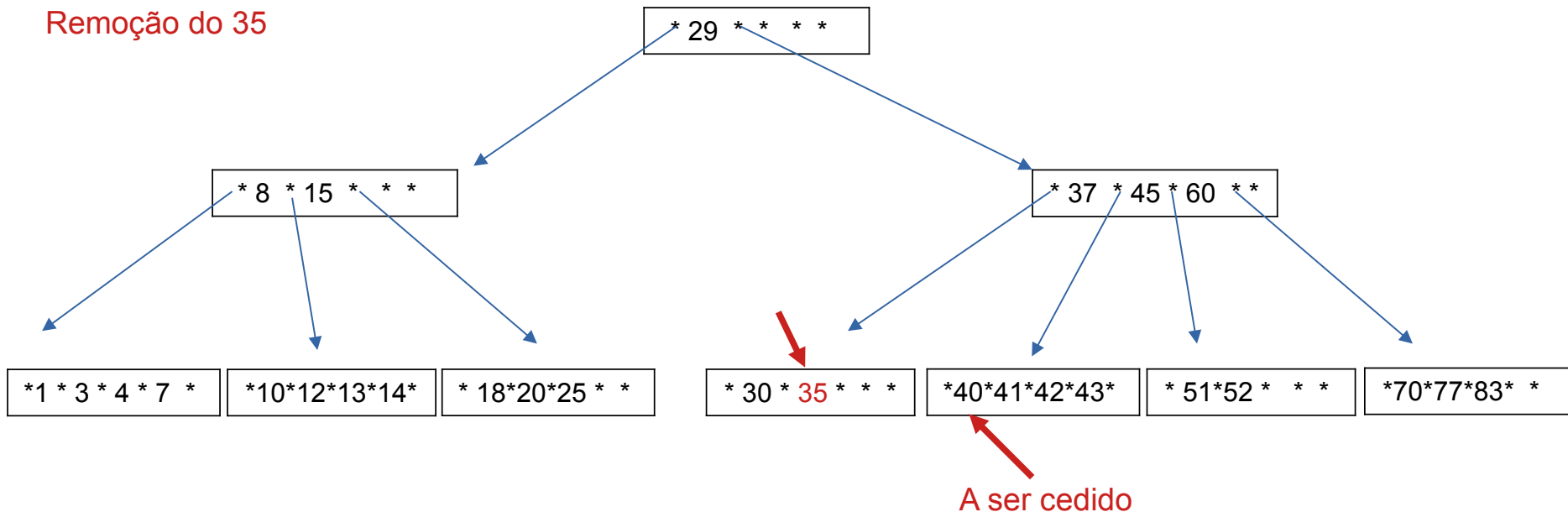
Remoção do 35



# Árvore B - Remoção

**Caso 3:** Se a folha ficar com menos de 50% de ocupação, mas a **página irmã** puder **ceder** uma chave

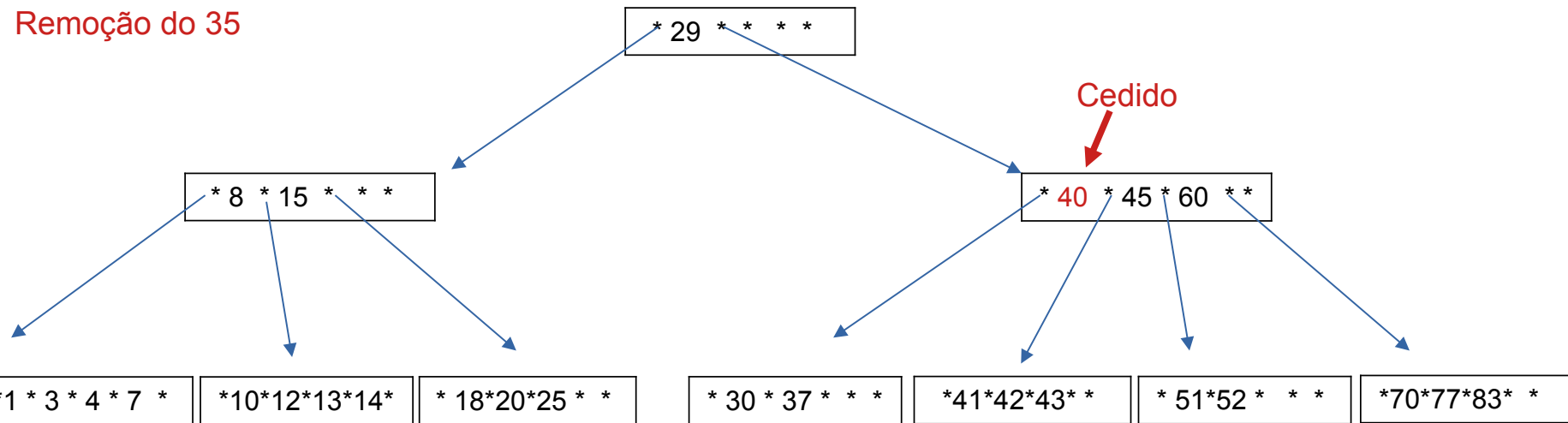
Remoção do 35



# Árvore B - Remoção

**Caso 3:** Se a folha ficar com menos de 50% de ocupação, mas a **página irmã** puder **ceder** uma chave

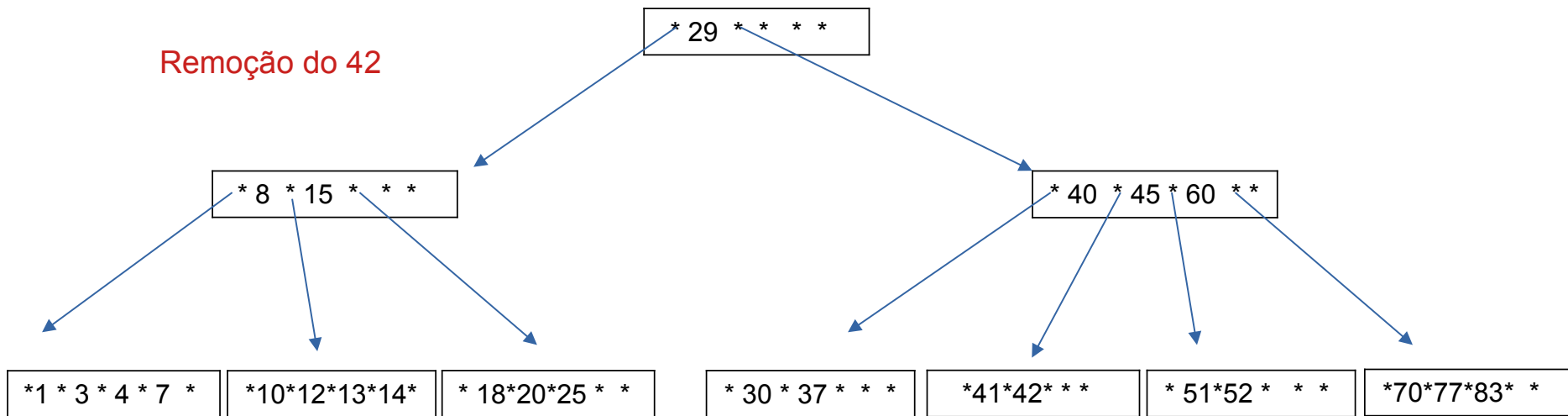
Remoção do 35



# Árvore B - Remoção

**Caso 4:** se a folha ficar com menos de 50% de ocupação e as páginas irmãs não puderem ceder uma chave

Remoção do 42

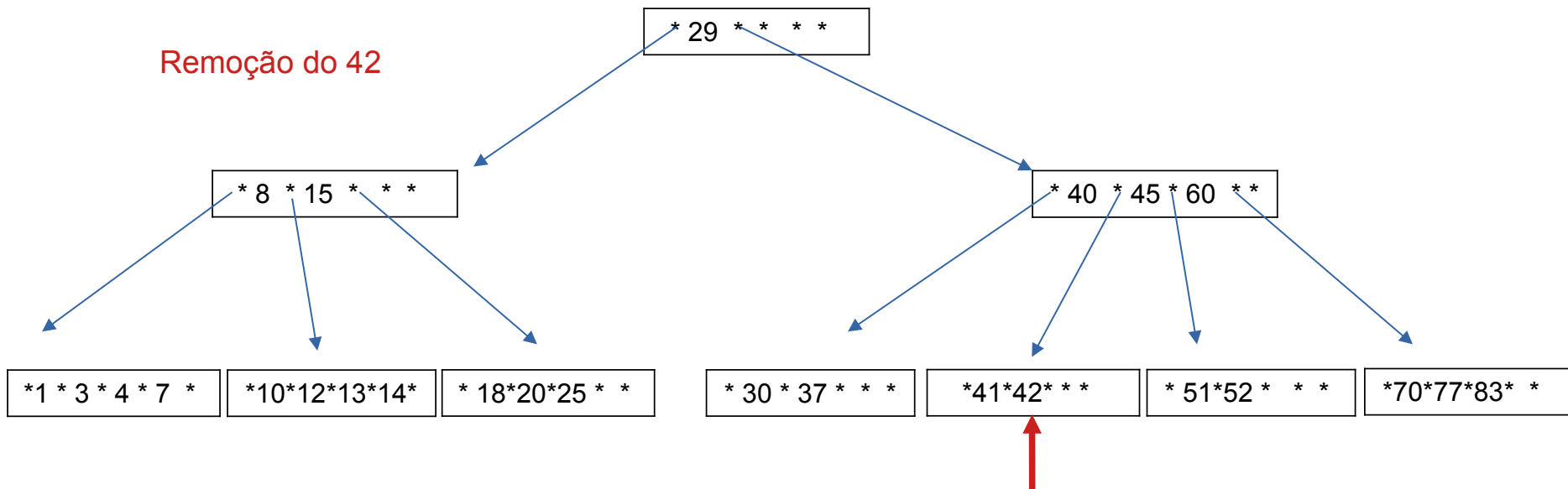




# Árvore B - Remoção

**Caso 4:** se a folha ficar com menos de 50% de ocupação e as páginas irmãs não puderem ceder uma chave

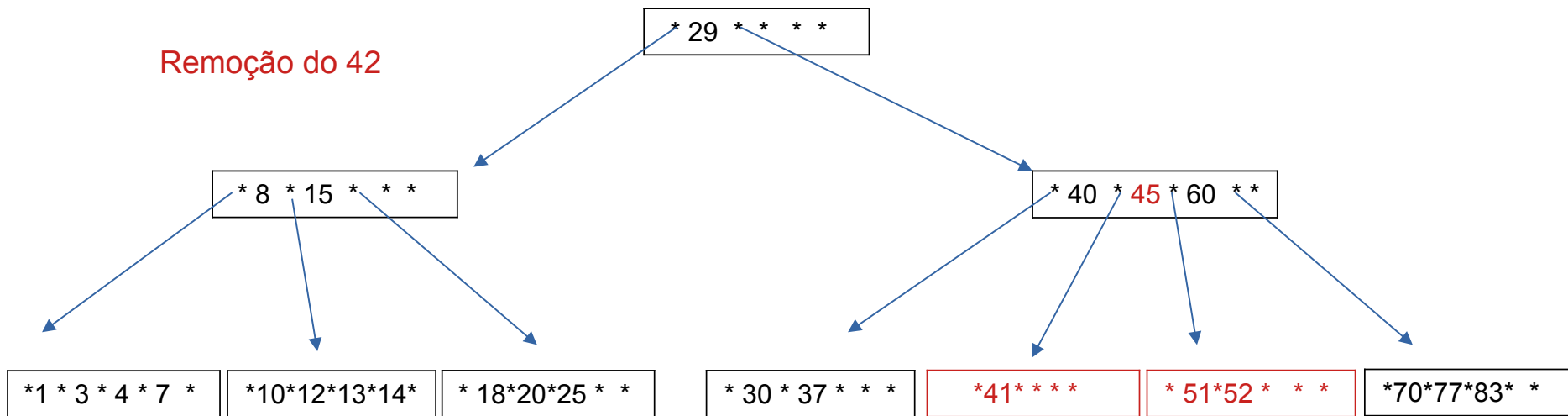
Remoção do 42



# Árvore B - Remoção

**Caso 4:** se a folha ficar com menos de 50% de ocupação e as páginas irmãs não puderem ceder uma chave

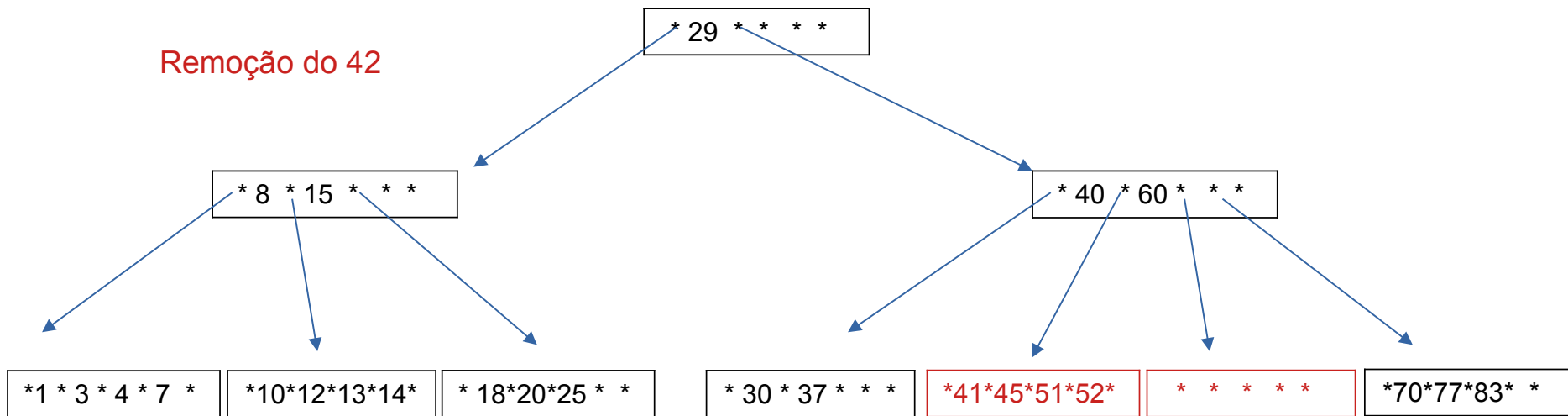
Remoção do 42



# Árvore B - Remoção

**Caso 4:** se a folha ficar com menos de 50% de ocupação e as páginas irmãs não puderem ceder uma chave

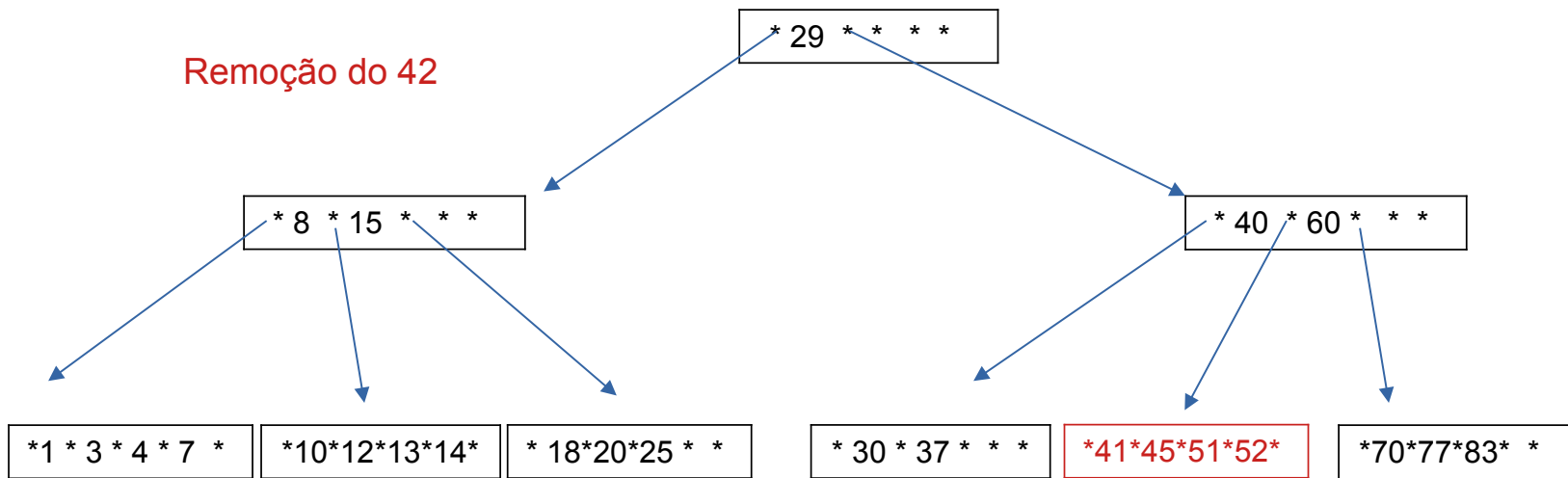
Remoção do 42



# Árvore B - Remoção

**Caso 4:** se a folha ficar com menos de 50% de ocupação e as páginas irmãs não puderem ceder uma chave

Remoção do 42



# Estrutura da Página (tamanho fixo)

# Estrutura do Índice

N	P0	C0D0	P1	C1D1	P2	C2D2	P3	C3D3	.....	Pn-1	Cn-1 Dn-1	Pn
---	----	------	----	------	----	------	----	------	-------	------	-----------	----

Em que:

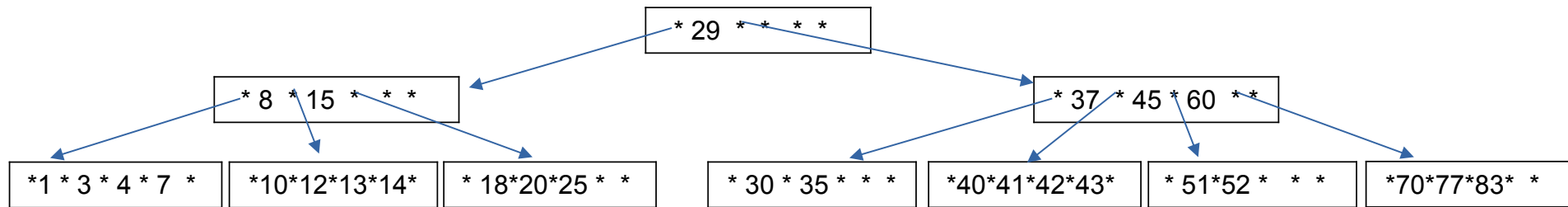
- N número de elementos presentes na página
- Ci chave do registro (geralmente um código)
- Di dados (ex.: endereço do registro no arquivo)
- Pi ponteiro para o i-ésimo filho

Obs: Registros de tamanho fixo armazenados em um arquivo

# Estrutura do Índice

Ponteiro da raiz

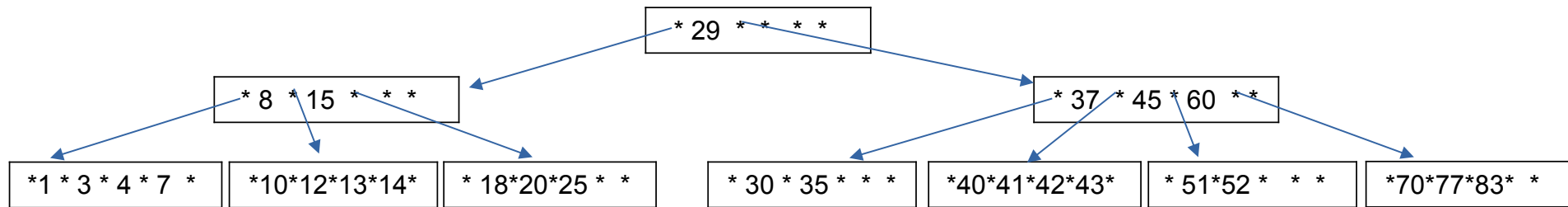
0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1

Número de elementos na página

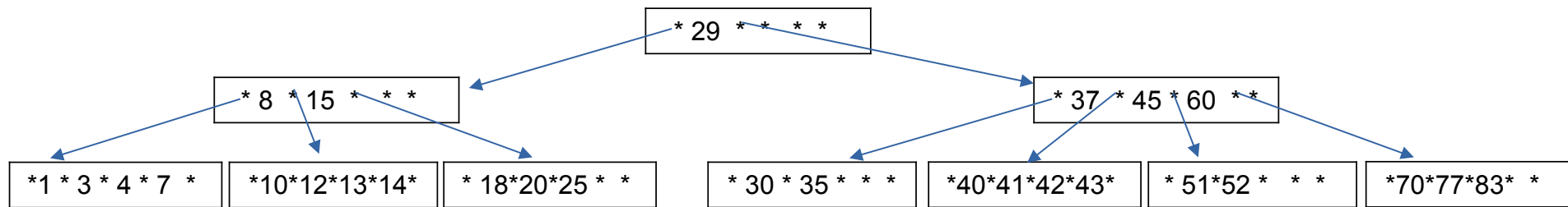




# Estrutura do Índice

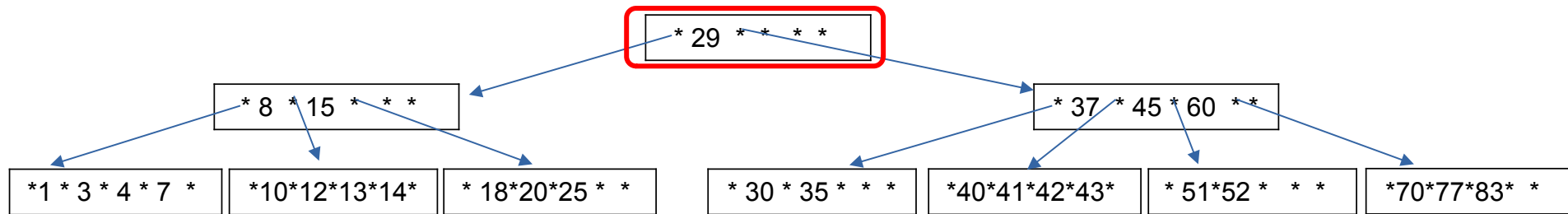
0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1

Pi ponteiro para o i-ésimo filho



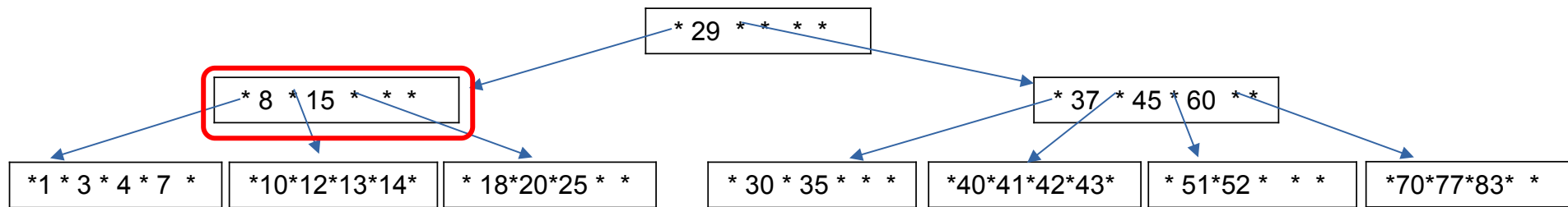
# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



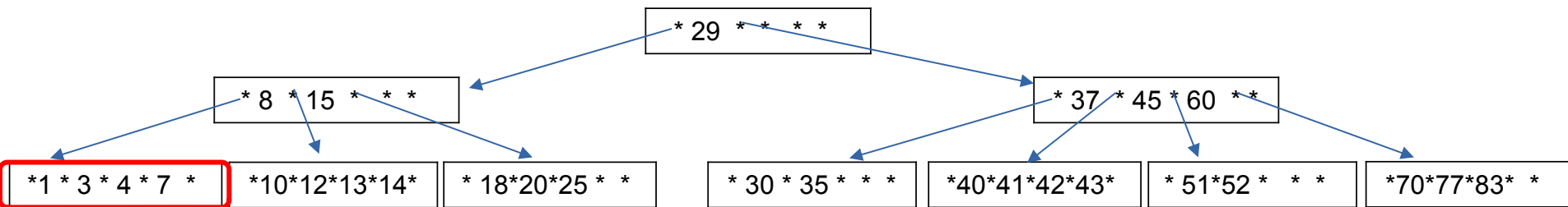
# Estrutura do Índice

0	296														
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1				-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3		-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3		-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1				-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1				-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872				-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1				-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3		-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1				-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1				-1



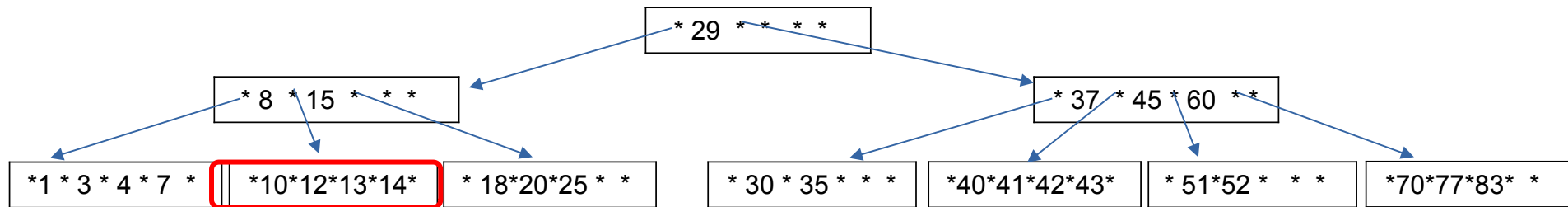
# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



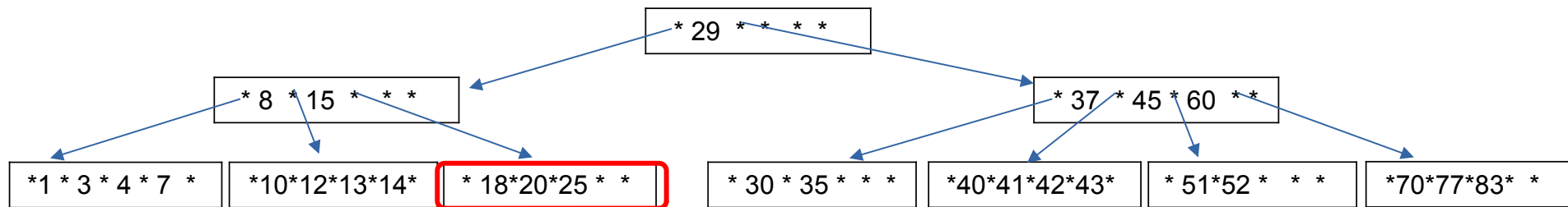
# Estrutura do Índice

0	296														
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1				-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3		-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3		-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1				-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1				-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872				-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1				-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3		-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1				-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1				-1



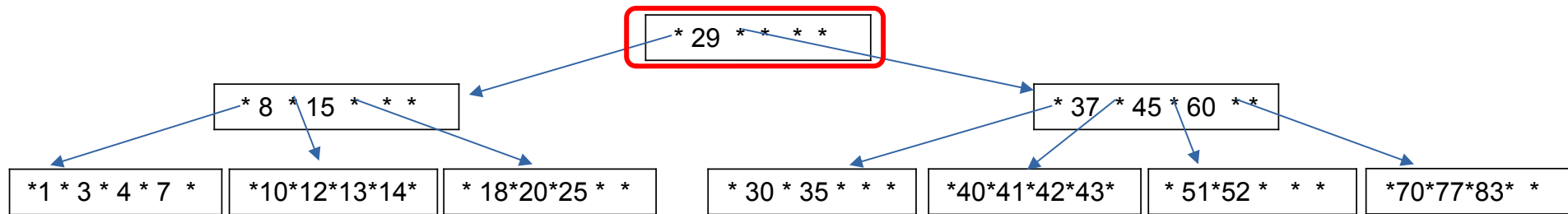
# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



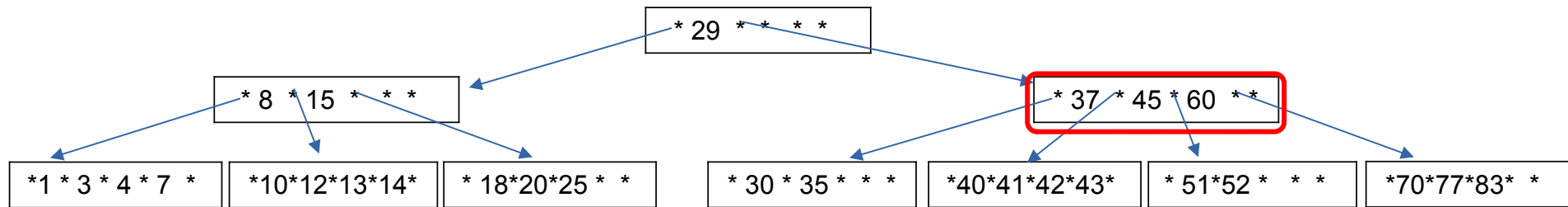
# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



# Estrutura do Índice

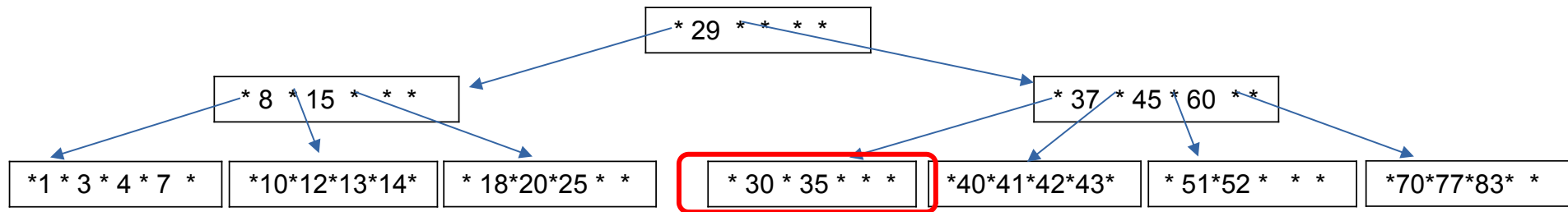
0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1





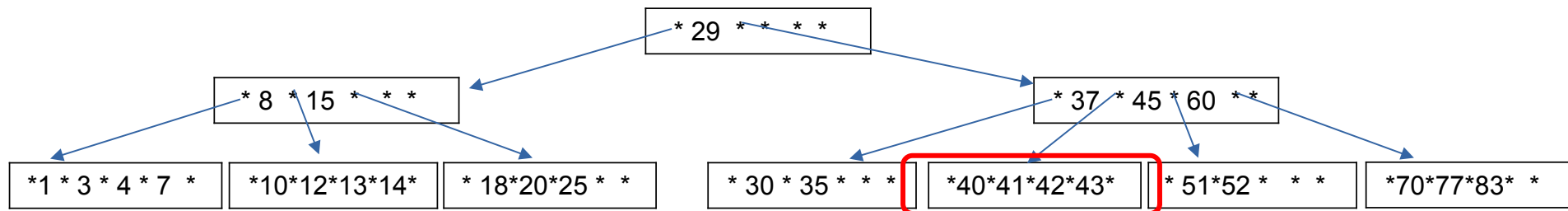
# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



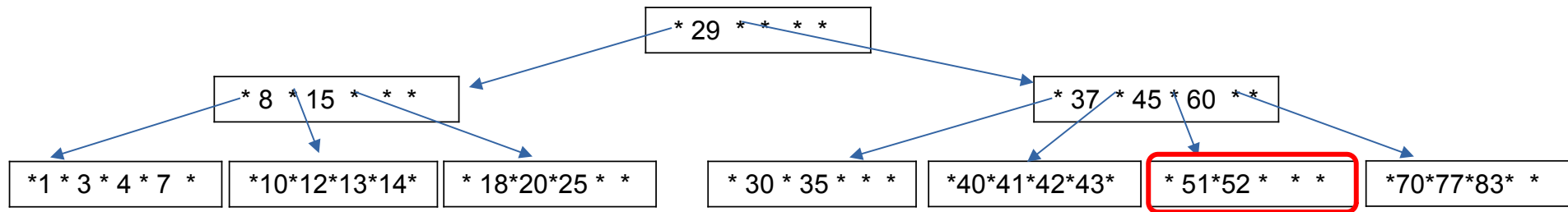
# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1



# Estrutura do Índice

0	296													
8	2	104	8	D0	200	15	D1	392			-1			-1
104	4	-1	1	D0	-1	3	D1	-1	4	D2	-1	7	D3	-1
200	4	-1	10	D0	-1	12	D1	-1	13	D2	-1	14	D3	-1
296	1	8	29	D0	488			-1			-1			-1
392	3	-1	18	D0	-1	20	D1	-1	25	D2	-1			-1
488	3	584	37	D0	680	45	D1	776	60	D2	872			-1
584	2	-1	30	D0	-1	35	D1	-1			-1			-1
680	4	-1	40	D0	-1	41	D1	-1	42	D2	-1	43	D3	-1
776	2	-1	51	D0	-1	52	D1	-1			-1			-1
872	3	-1	70	D0	-1	77	D1	-1	83	D2	-1			-1

