

Bayer e Schkolnick (1977) apresentam um conjunto de três diferentes alternativas de **protocolos para travamentos**<sup>1</sup> (*lock protocols*), que asseguram a integridade dos caminhos de acesso aos dados da árvore B\* e, ao mesmo tempo, permitem acesso concorrente. Em uma das alternativas propostas, a operação de recuperação trava (ou retém) uma página tão logo ela seja lida, de modo que outros processos não possam interferir nessa página. Na medida em que a pesquisa continua em direção ao nível seguinte da árvore, a trava aplicada na página antecessora é liberada, permitindo a leitura das páginas por outros processos.

Um processo que executa uma operação de recuperação é chamado **processo leitor**, enquanto um processo que executa uma operação de inserção ou de retirada é chamado **processo modificador**. A operação de modificação requer protocolos mais sofisticados, porque pode modificar as páginas antecessoras nos níveis acima. Em uma das alternativas apresentadas por Bayer e Schkolnick (1977), o processo modificador coloca um travamento exclusivo em cada página acessada, podendo mais tarde liberar o travamento, caso a página seja segura.

Vamos apresentar a seguir o **protocolo para processos leitores** e o **protocolo para processos modificadores** relativos à alternativa mais simples dentre as três alternativas apresentadas por Bayer e Schkolnick (1977). Esses protocolos utilizam dois tipos de travamento:

1. o *travamento-para-leitura*, que permite a um ou mais leitores acessar os dados, mas não permite inserção ou retirada de chaves;
2. o *travamento-exclusivo*, que permite qualquer tipo de operação na página (quando um processo recebe este tipo de travamento, nenhum outro processo pode operar na página).

O protocolo para processos leitores é:

- (0) Coloque um travamento-para-leitura na raiz;
- (1) Leia a página raiz e faça-a página corrente;
- (2) Enquanto a página corrente não é uma página folha, faça {o número de travamentos-para-leitura mantidos pelo processo é = 1 }
- (3) Coloque um travamento-para-leitura no descendente apropriado;
- (4) Libere o travamento-para-leitura na página corrente;
- (5) Leia a descendente da página corrente e faça-a página corrente.

O protocolo para processos modificadores é:

- (0) Coloque um travamento-exclusivo na raiz;
- (1) Leia a página raiz e faça-a página corrente;
- (2) Enquanto a página corrente não é uma página folha, faça {o número de travamentos-exclusivos mantidos pelo processo é  $\geq 1$  }
- (3) Coloque um travamento-exclusivo no descendente apropriado;

<sup>1</sup>Um protocolo para travamento é um mecanismo que assegura a modificação de apenas uma página de cada vez na árvore.

- (4) Leia a descendente da página corrente e faça-a página corrente;
- (5) Se a página corrente é segura, então libere todos os travamentos mantidos sobre as páginas antecessoras da página corrente.

Para exemplificar o funcionamento do modelo do protocolo para processos modificadores, considere a modificação da página  $\gamma$  da árvore B\* apresentada na Figura 6.17. Assuma que as páginas  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\delta$  são seguras, e a página  $\gamma$  não é segura. Antes da execução do anel principal (passos 2 a 5 do algoritmo), um travamento-exclusivo é colocado na página raiz, e a página é lida e examinada. Logo após, a sequência de eventos ocorre:

- Passo 3: Um travamento-exclusivo sobre a página  $\beta$  é solicitado;
- Passo 4: Após receber o travamento-exclusivo, a página  $\beta$  é lida;
- Passo 5: Desde que a página  $\beta$  é segura, o travamento-exclusivo sobre a página  $\alpha$  é liberado, permitindo o acesso à página  $\alpha$  para outros processos;
- Passo 3: Um travamento-exclusivo sobre a página  $\gamma$  é solicitado;
- Passo 4: Após receber o travamento-exclusivo, a página  $\gamma$  é lida;
- Passo 5: Desde que a página  $\gamma$  não é segura, o travamento-exclusivo sobre a página  $\beta$  é mantido;
- Passo 3: Um travamento-exclusivo sobre a página  $\delta$  é solicitado;
- Passo 4: Após receber o travamento-exclusivo, a página  $\delta$  é lida;
- Passo 5: Desde que a página  $\delta$  é segura, os travamentos-exclusivos sobre as páginas  $\beta$  e  $\gamma$  podem ser liberados.

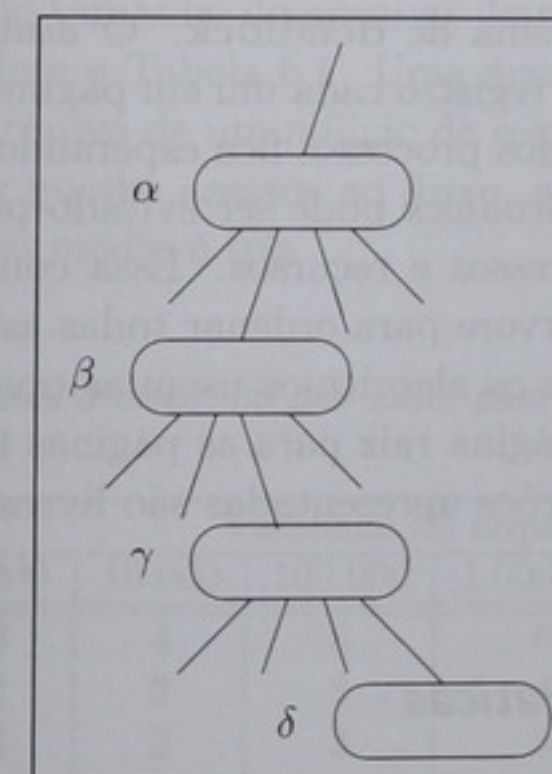


Figura 6.17 Parte de uma árvore B\*.