

Figura 7.12 Progresso da busca em largura do grafo não direcionado da Figura 7.5.

**Programa 7.12** Imprime os vértices do caminho mais curto entre o vértice origem e outro vértice qualquer do grafo

```
procedure ImprimeCaminho (Origem, v: TipoValorVertice);
begin
  if Origem = v
  then write (Origem:3)
  else if Antecessor[v] = -1
  then write ('Nao existe caminho de', Origem:3, ' ate', v:3)
  else begin
    ImprimeCaminho (Origem, Antecessor[v]);
    write (v:3);
  end;
end; { ImprimeCaminho }
```

## 7.6 Ordenação Topológica

O Programa 7.9 para realizar busca em profundidade pode ser usado para obter a ordenação topológica de um grafo direcionado acíclico. A ordenação topológica de um grafo direcionado acíclico  $G = (V, A)$  é uma ordenação linear de todos os seus vértices tal que se  $G$  contém uma aresta  $(u, v)$ , então  $u$  aparece antes de  $v$ . A ordenação topológica é diferente da ordenação estudada no Capítulo 4. A ordenação topológica de um grafo pode ser vista como uma ordenação de seus vértices ao longo de uma linha horizontal, de tal forma que todas as arestas estão direcionadas da esquerda para a direita.

Os grafos direcionados acíclicos são usados para indicar precedências entre eventos. A Figura 7.13(a) mostra um exemplo de um grafo direcionado acíclico. Esse grafo exemplo pode ser usado para modelar um conjunto de atividades, em que cada atividade está representada por um vértice do grafo. Algumas atividades têm de ser processadas após o término de outras atividades. Uma aresta direcionada  $(u, v)$  no grafo direcionado acíclico da Figura 7.13(a) indica que a atividade  $u$  tem de ser realizada antes da atividade  $v$ . Assim, a atividade 3 (representada pelo vértice 3) somente pode ser iniciada após o término das atividades 0 e 2. Outras atividades podem ser realizadas em qualquer ordem, como no caso da atividade 9. Assim, uma ordenação topológica do grafo fornece a ordem em que as atividades devem ser processadas. O tempo de descoberta e o tempo de término de uma busca em profundidade são mostrados ao lado de cada vértice. A Figura 7.13(b) mostra a ordenação topológica do grafo da Figura 7.13(a), na qual os vértices aparecem ao longo de uma linha horizontal de modo que todas as arestas direcionadas vão da esquerda para a direita.

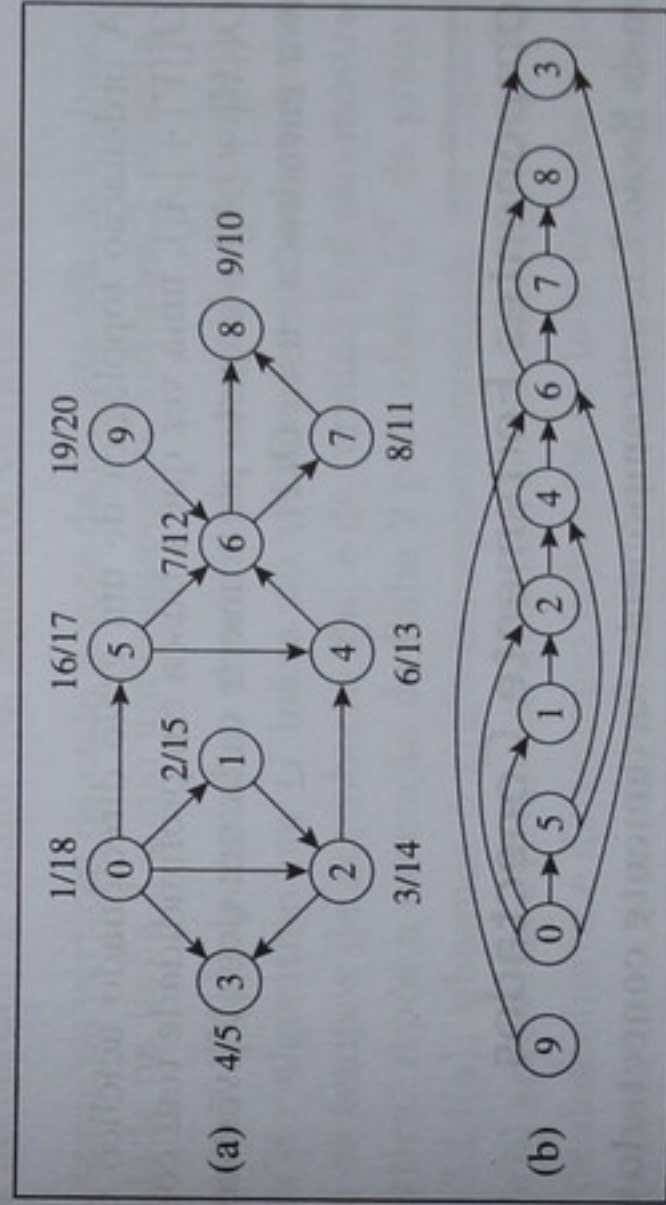


Figura 7.13 (a) Grafo direcionado acíclico; (b) O mesmo grafo após a ordenação topológica.

O pseudocódigo mostrado a seguir apresenta o algoritmo para ordenar topologicamente um grafo direcionado acíclico  $G = (V, A)$ :