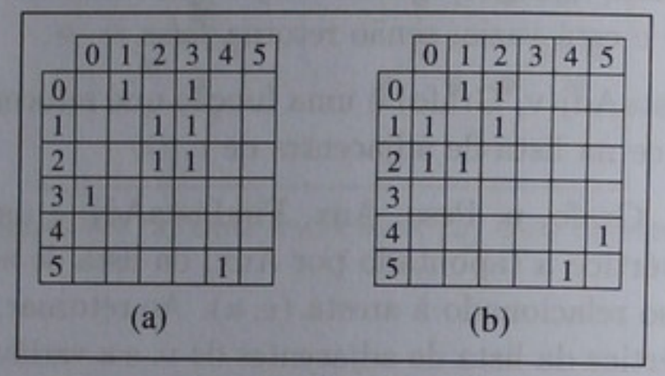
$A[i, j]$ contém o rótulo ou peso associado à aresta e, nesse caso, a matriz não é de *bits*. Se não existir uma aresta de i para j, então é necessário utilizar um valor que não possa ser usado como rótulo ou peso, tal como o valor 0 ou branco, conforme ilustra a Figura 7.7.



	0	1	2	3	4	5
0		1		1		
1			1	1		
2			1	1		
3	1					
4						
5					1	

(a)

	0	1	2	3	4	5
0		1	1			
1	1		1			
2	1	1				
3						
4						1
5					1	

(b)

Figura 7.7 *Representação por matrizes de adjacência. (a) Representação para o grafo direcionado da Figura 7.1(a); (b) Representação para o grafo não direcionado da Figura 7.1(b).*

A representação por matrizes de adjacência deve ser utilizada para grafos **densos**, em que $|A|$ é próximo de $|V|^2$. Nessa representação, o tempo necessário para acessar um elemento é independente de $|V|$ ou $|A|$. Logo, essa representação é muito útil para algoritmos em que necessitamos saber com rapidez se existe uma aresta ligando dois vértices. A maior desvantagem de usar matrizes de adjacência para representar grafos é que a matriz necessita $\Omega(|V|^2)$ de espaço. Isso significa que simplesmente ler ou examinar a matriz tem complexidade de tempo $O(|V|^2)$.

Em um tipo estruturado arranjo de duas dimensões, os itens são armazenados em posições contíguas de memória, e a inserção de um novo vértice ou retirada de um vértice já existente pode ser realizada com custo constante. O campo Mat é o principal componente do registro TipoGrafo mostrado no Programa 7.2. Os itens são armazenados em um **array** de duas dimensões de tamanho suficiente para armazenar o grafo. As constantes MaxNumVertices e MaxNumArestas definem o maior número de vértices e de arestas que o grafo pode ter.

Programa 7.2 *Estrutura do tipo grafo implementado como matriz de adjacência*

```
const MAXNUMVERTICES = 100;
      MAXNUMARESTAS  = 4500;
type
  TipoValorVertice = 0..MAXNUMVERTICES;
  TipoPeso         = integer;
  TipoGrafo        = record
                       Mat: array[TipoValorVertice,TipoValorVertice]
                            of TipoPeso;
                       NumVertices: 0..MAXNUMVERTICES;
                       NumArestas : 0..MAXNUMARESTAS;
                     end;
  TipoApontador    = TipoValorVertice;
```


Uma possível implementação para as primeiras sete operações definidas anteriormente é mostrada no Programa 7.3.

Programa 7.3 *Operadores sobre grafos implementados como matrizes de adjacência*

```
procedure FGVazio (var Grafo: TipoGrafo);
var i, j: integer;
begin
  for i := 0 to Grafo.NumVertices do
    for j := 0 to Grafo.NumVertices do
      Grafo.mat[i, j] := 0;
end;

procedure InsereAresta (V1, V2: TipoValorVertice;
                        Peso  : TipoPeso; var Grafo : TipoGrafo);
begin
  Grafo.Mat[V1, V2] := peso;
end;

function ExisteAresta (Vertice1, Vertice2: TipoValorVertice;
                       var Grafo: TipoGrafo): boolean;
begin
  ExisteAresta := Grafo.Mat[Vertice1, Vertice2] > 0;
end; { ExisteAresta }

{-- Operadores para obter a lista de adjacentes --}
function ListaAdjVazia (Vertice: TipoValorVertice;
                        var Grafo: TipoGrafo): boolean;
var Aux: TipoApontador;  ListaVazia: boolean;
begin
  ListaVazia := true;  Aux := 0;
  while (Aux < Grafo.NumVertices) and ListaVazia do
    if Grafo.Mat[Vertice, Aux] > 0
    then ListaVazia := false
    else Aux := Aux + 1;
  ListaAdjVazia := ListaVazia = true;
end; { ListaAdjVazia }

function PrimeiroListaAdj (Vertice: TipoValorVertice;
                           var Grafo: TipoGrafo): TipoApontador;
var Aux: TipoApontador;  ListaVazia: boolean;
begin
  ListaVazia := true;  Aux := 0;
  while (Aux < Grafo.NumVertices) and ListaVazia do
    if Grafo.Mat[Vertice, Aux] > 0
    then begin PrimeiroListaAdj := Aux; ListaVazia := false; end
    else Aux := Aux + 1;
  if Aux = Grafo.NumVertices
  then writeln ('Erro: Lista adjacencia vazia (PrimeiroListaAdj)');
end; { PrimeiroListaAdj }
```