

SCC0216 - Modelagem Computacional em Grafos  
Estruturas de Dados

2014

Profa. Cristina (cristina@icmc.usp.br)  
Profa. Rosane (rminghim@icmc.usp.br)  
PAE: Bilzã (bmarques@icmc.usp.br) / Rafael (rmartins@icmc.usp.br) /  
Jorge Henrique (jorgehpo@gmail.com)

Baseado no material de aula original: Profª. Josiane M. Bueno e de outros docentes e assistentes do ICMC.

## Tópicos deste slide

- ❑ Estrutura de Dados: Matriz de Adjacências e Estrutura de Adjacências.
- ❑ TAD Grafo
- ❑ Comparação
- ❑ Exercícios

## Estruturas de Dados

- A escolha da estrutura de dados certa para a representação de grafos tem um enorme impacto no desempenho de um algoritmo.
- Há duas representações básicas:
  - ❑ Matriz de Adjacências
  - ❑ Listas Lineares de Adjacências

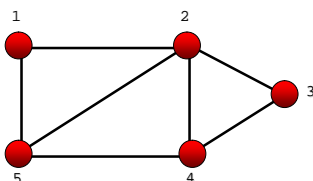
## Matriz de Adjacências

- Dado um grafo  $G = (V, E)$ , a **matriz de adjacências**  $M$  é uma matriz de ordem  $n \times n$ , tal que:

$n$  = número de vértices  
 $M[i,j] = 1$ , se existir aresta de  $i$  a  $j$   
 $M[i,j] = 0$ , se NÃO existir aresta de  $i$  a  $j$

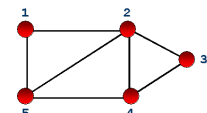
## Matriz de Adjacências

- Qual a matriz de adjacências do grafo a seguir?



## Matriz de Adjacências

- Resposta:



$M =$

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

vértices

## Matriz de Adjacências

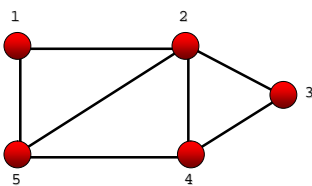
- Forma mais simples de representação.
- Propriedades:
  - representa um grafo sem ambigüidade
  - é simétrica para um grafo não direcionado
  - Armazenamento:  $O(n^2)$
  - Teste se aresta  $(i,j)$  está no grafo:  $O(1)$
- Uma matriz de adjacências caracteriza univocamente um grafo. Mas, um mesmo grafo pode corresponder a várias matrizes diferentes.

## Estrutura de Adjacências

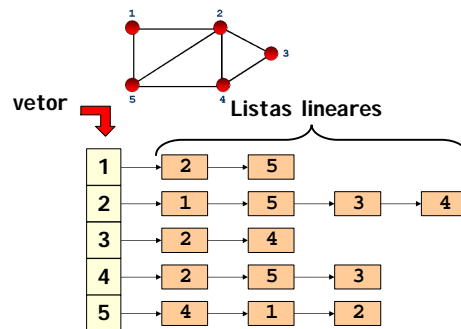
- Dado um grafo  $G = (V, E)$ , a **estrutura de adjacências**  $A$  é um conjunto de  $n$  listas  $A(v)$ , uma para cada vértice  $v$  pertencente a  $V$ . Cada lista  $A(v)$  é denominada **lista de adjacências** do vértice  $v$  e contém os vértices  $w$  adjacentes a  $v$  em  $G$ .
- Ou seja, a **estrutura de adjacências** é um **vetor** de  $n$  elementos que são capazes de apontar, cada um, para uma **lista linear**. O  $i$ -ésimo elemento do vetor aponta para a lista linear das arestas que incidem no vértice  $i$ .

## Matriz de Adjacências

- Qual a estrutura de adjacências do grafo a seguir?

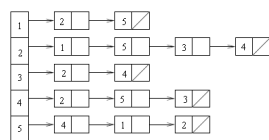
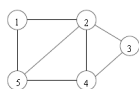


## Estrutura de Adjacências



## Estruturas de Dados – exemplo fazer

▷ Grafo não orientado:

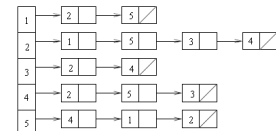
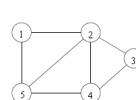


	1	2	3	4	5
1	0	1	0	0	1
2	1	0	1	1	1
3	0	1	0	1	0
4	0	1	1	0	1
5	1	1	0	1	0

Fonte: Material Cid S. Souza IC UNICAMP

## Estruturas de Dados – exemplo

▷ Grafo não orientado: representação sem uso de ponteiros.



Índice\_Adj 

1	2	3	4	5	6
1	3	7	9	12	15

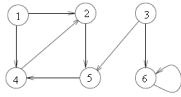
Adj 

2	5	1	3	4	5	2	4	2	3	5	1	2	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

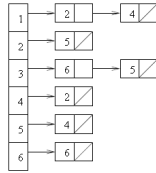
Fonte: Material Cid S. Souza IC UNICAMP

## Estruturas de Dados – exemplo 2 fazer

▷ Grafo orientado:



	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	1	0	0
2	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	1



Fonte: Material Cid S. Souza IC UNICAMP

## TAD Grafo

### Operadores do TAD Grafo

1. Criar um grafo vazio.
2. Inserir uma aresta no grafo.
3. Verificar se existe determinada aresta no grafo.
4. Obter a lista de vértices adjacentes a determinado vértice.
5. Retirar uma aresta do grafo.
6. Imprimir um grafo.
7. Obter o número de vértices do grafo.
8. Obter o transposto de um grafo direcionado.
9. Obter a aresta de menor peso de um grafo.

Fonte: slides livro N. Ziviani

## Estrutura de Adjacências

- Representação mais elaborada.
- Armazenamento:  $O(m + n)$
- Teste se aresta  $(i,j)$  está no grafo:  $O(d_i)$ , com  $d_i$  sendo o grau do vértice  $i$ .

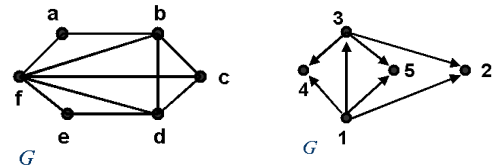
## Comparação

	Matriz de Adjacência	Lista de Adjacência
Rapidez para saber se $(x,y)$ está no grafo	X	
Rapidez para determinar o grau de um vértice		X
Menor memória em grafos pequenos	$O(n^2)$	$O(m + n)$
Menor memória em grafos grandes	X	

## Comparação

	Matriz de Adjacência	Lista de Adjacência
Inserção/Remoção de arestas	$O(1)$	$O(d)$
Melhor na maioria dos problemas		X
Rapidez para percorrer o grafo	$O(n^2)$	$O(m + n)$

## Exercício de Fixação



- Represente os grafos acima utilizando matriz de adjacências e estrutura de adjacências.

---

## Por fim

- No final das aulas referentes ao material deste arquivo, espera-se que você tenha aprendido os conceitos de estruturas de dados para grafos.
- Para ajudar no aprendizado procure realizar algumas coisas, como:
  1. Defina formalmente e intuitivamente os tópicos ensinados na aula.
  2. Resolva todos os exercícios propostos, e os sugeridos em sala de aula .
  3. Implemente o TAD Grafo usando as representações de matriz E de lista de adjacências.
  4. Revise os conceitos após a implementação.

Bons estudos!

---