Modelagem Computacional
[Simulação de Sistemas Complexos]

Prof. Marcos G. Quiles

Aula de hoje

- Representação de grafos (estrutura de dados)
- Formação da rede
  - Redes Regulares
  - Redes Aleatórias
  - Redes Livre de Escala

Estrutura de Dados

- Como representar um grafo no computador?
- Duas formas fundamentais (mais comuns)
  - Matriz de Adjacência
  - Lista de Adjacência

- Qual a melhor?
  - Resposta: depende do uso (algoritmo)

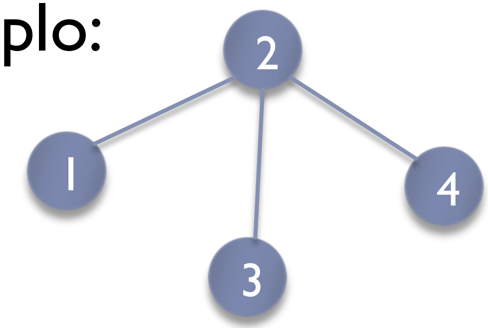
Matriz de Adjacência

- Representação utilizando matrizes
  - Vértices: representados pelos índices das linhas e colunas da matriz
  - Aresta: elementos da matriz

- Matriz de Adjacência (**A**):
  - Matriz n x n, sendo n o número de vértices
    - $a_{ij} = 1$ se existe aresta entre *i* e *j*
    - $a_{ij} = 0$ se não existe aresta entre os vértices *i* e *j*

Matriz de Adjacência

- Exemplo:

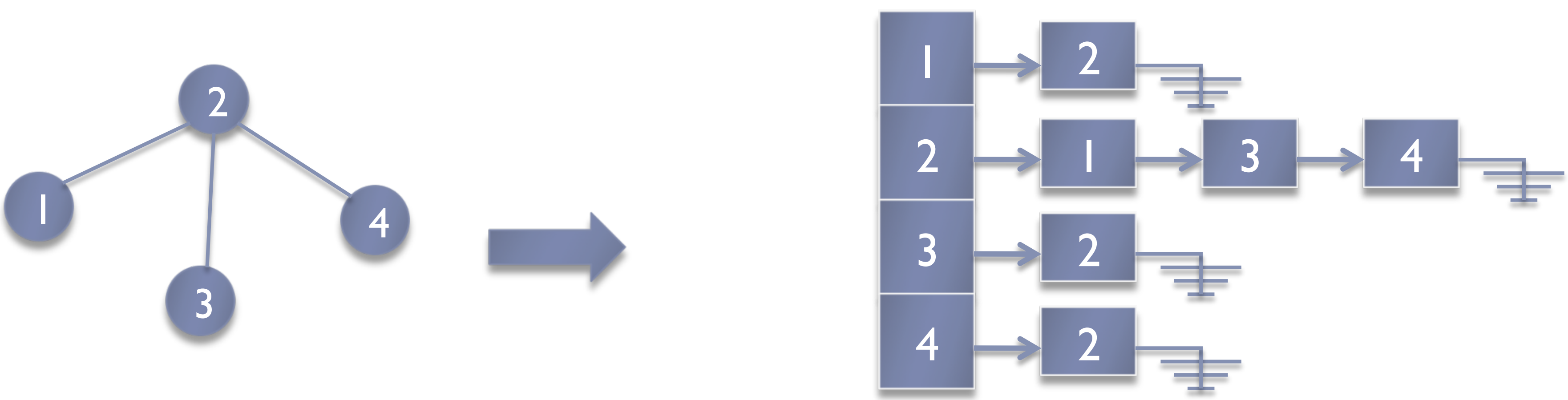


	1	2	3	4
1	0	1	0	0
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	1	0	0

- Ex. grafo não ponderado e não direcionado: matriz simétrica com valores binários
- Podemos associar uma matriz de pesos W ao grafo, permitindo que valores sejam associados as arestas

Lista de Adjacência

- Representação utilizando **Listas**
  - Vértices são associados a um vetor de ponteiros
  - Aresta: são representadas por listas ligadas a esses ponteiros



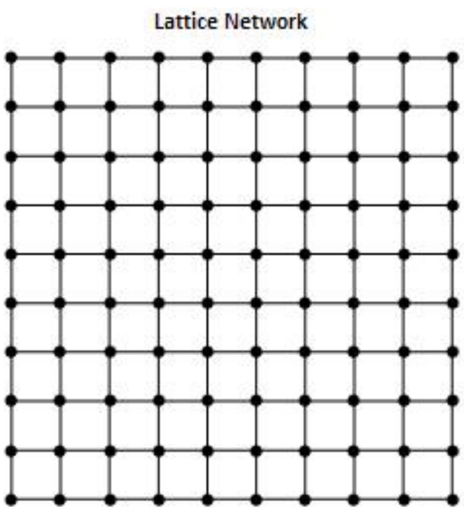
Estrutura (modelos)

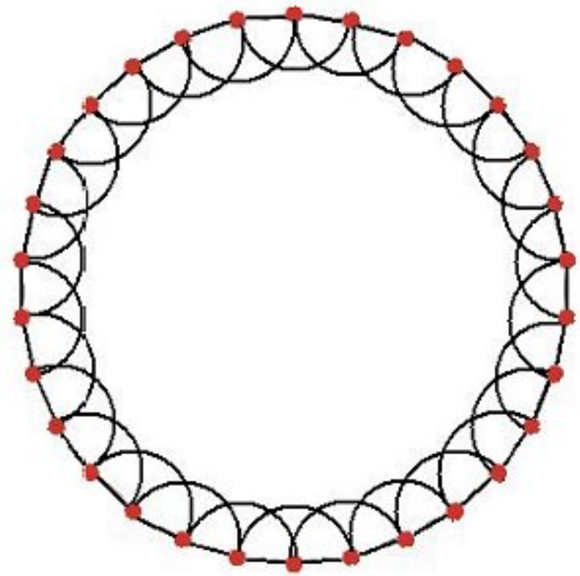
- Redes regulares (latices)
- Redes Aleatórias (Modelo Erdös-Rényi)
- Redes Livre de Escala (Modelo Barabási–Albert)

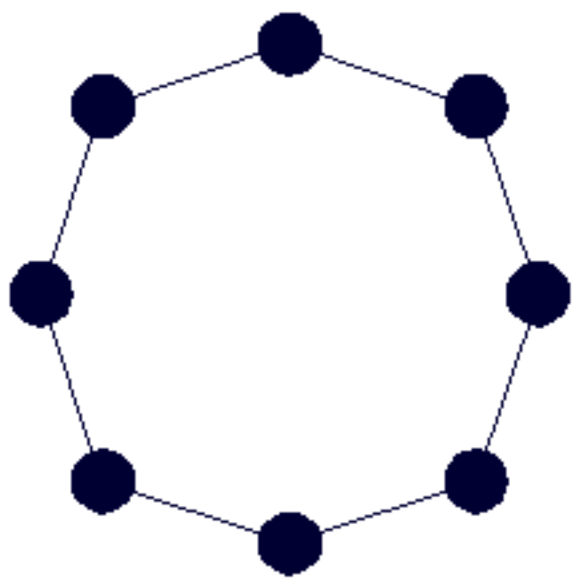
- Medidas:
  - Número de vértices (neurônios) / arestas (conexões)
  - Graus, grau médio, distribuição do grau
  - Distâncias, clusterização, betweenness

Redes Regulares

- Grau k(i) é igual para todo i







Redes Aleatórias (Erdös-Rényi)

- Duas formas:
  1. G(n,m) – m arestas são inseridas aleatoriamente com probabilidade uniforme entres os possíveis pares de vértices de G
  2. G(n,p) – cada aresta possível em G é criada com probabilidade p

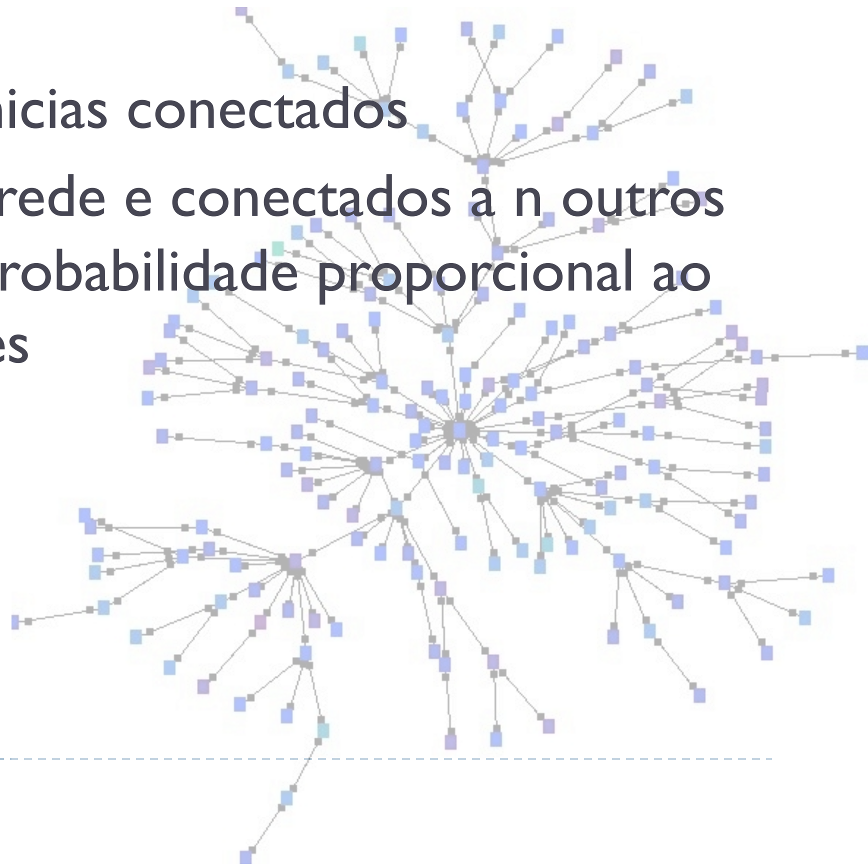
- A distribuição do grau segue uma distribuição Binomial

- **Obs. Utilizaremos a forma 1 (UM)**

Redes Livre de Escala (Barabási–Albert)

- Geração de redes com grau seguindo uma distribuição de lei de potência
- Mecanismo de conexão preferencial (*the rich get richer*)
- Algoritmo:
  1. Iniciar a rede com n_0 vértices inicias conectados
  2. Novos vértices são inseridos a rede e conectados a n outros vértices v (com n <= n_0) com probabilidade proporcional ao grau de dos vértices v existentes

$$p_i = \frac{k_i}{\sum_j k_j}$$



Redes Livre de Escala (Barabási–Albert)