

Simulação 04 - Redes

[Propagação]

Prof. Marcos G. Quiles

Aula de hoje

- Representação de grafos (estrutura de dados)
- Formação da rede
 - Redes Regulares
 - Redes Aleatórias
 - Redes Livre de Escala
- Um modelo de propagação simples
 - Tempo/Espaço/Estado: Discreto
 - Dinâmica Estocástica
- Projeto 4 – Propagação em Redes





Estrutura de Dados e Tipos de Redes

Grafos / Redes

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)



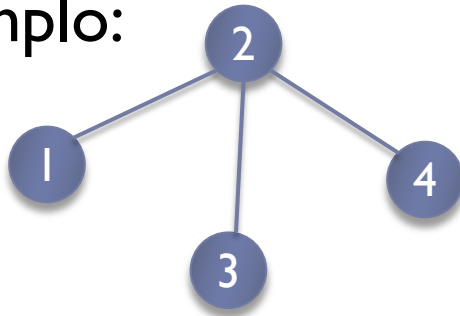
Matriz de Adjacência

- Representação utilizando matrizes
 - Vértices: representados pelos índices das linhas e colunas da matriz
 - Aresta: elementos da matriz
- Matriz de Adjacência (**A**):
 - Matriz $n \times n$, 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:

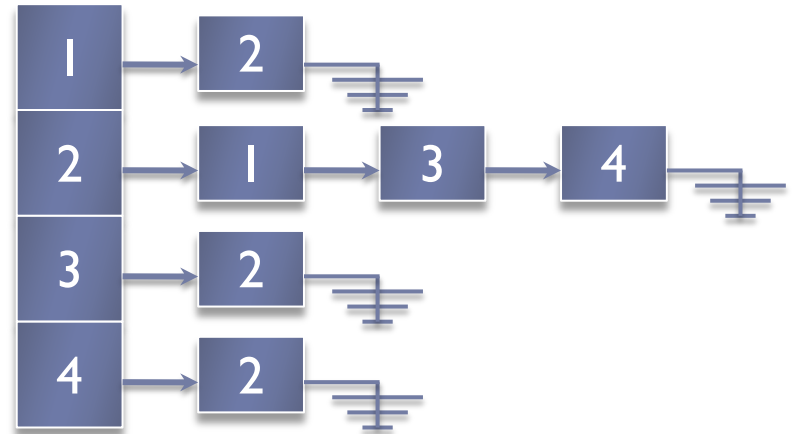
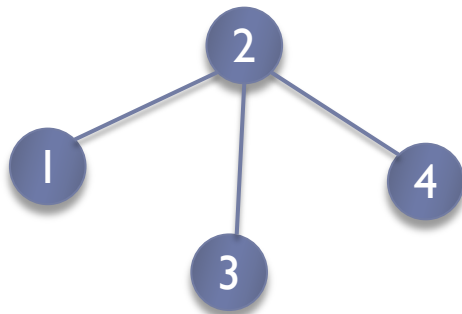


	1	2	3	4
1	0	1	0	0
2	1	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	1	0	0

- 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 às 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)

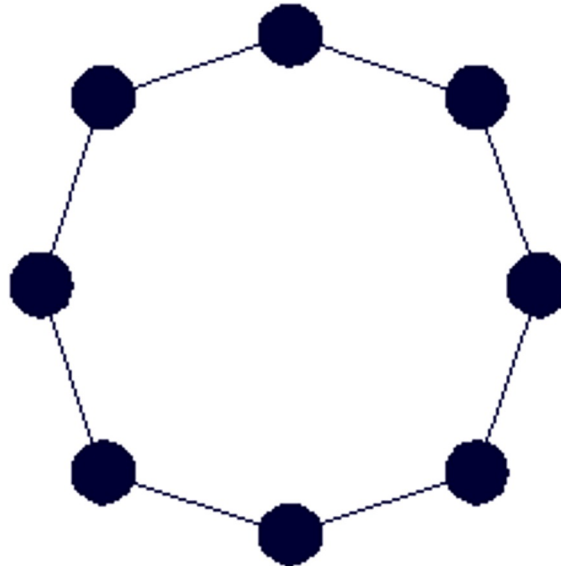
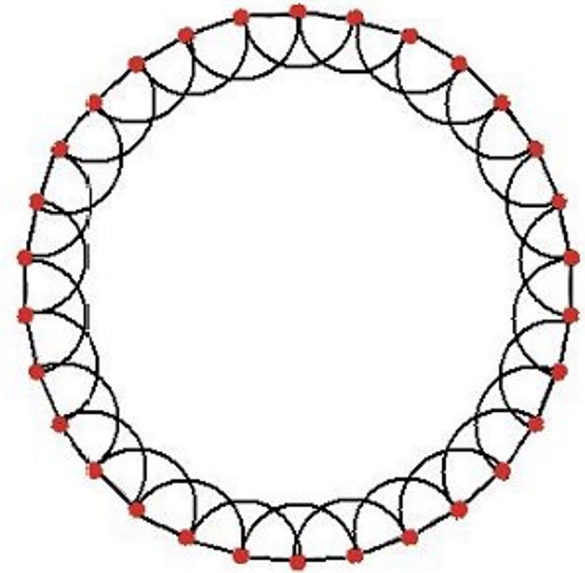
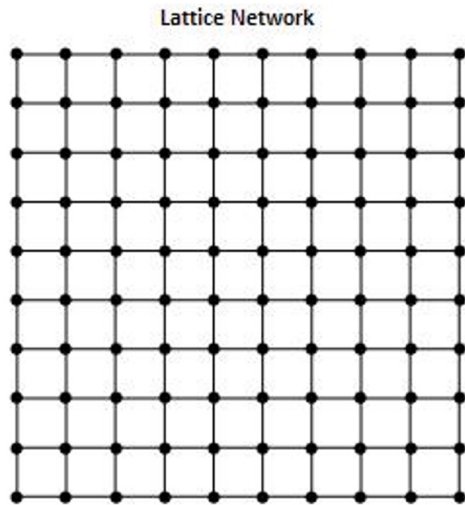
- Redes Regulares (latices ou reticulados)
- Redes Aleatórias (Modelo Erdős-Rényi)
- Redes Livre de Escala (Modelo Barabási–Albert)

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



Redes Regulares

- Grau $k(i)$ é igual para todo i



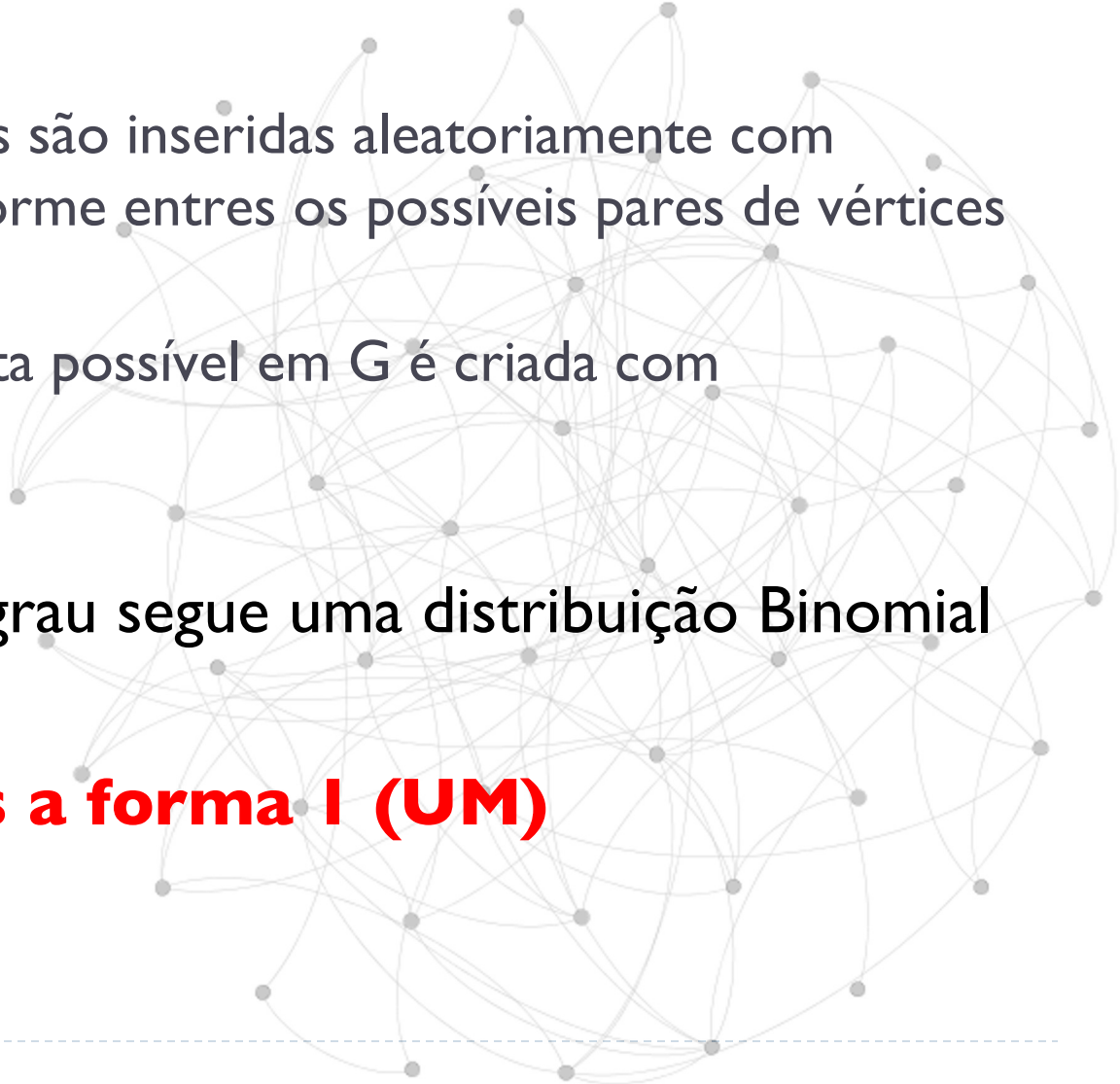
Redes Aleatórias (Erdős-Rényi)

- Duas formas:

1. $G(n,m)$ – m arestas são inseridas aleatoriamente com probabilidade uniforme entre 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

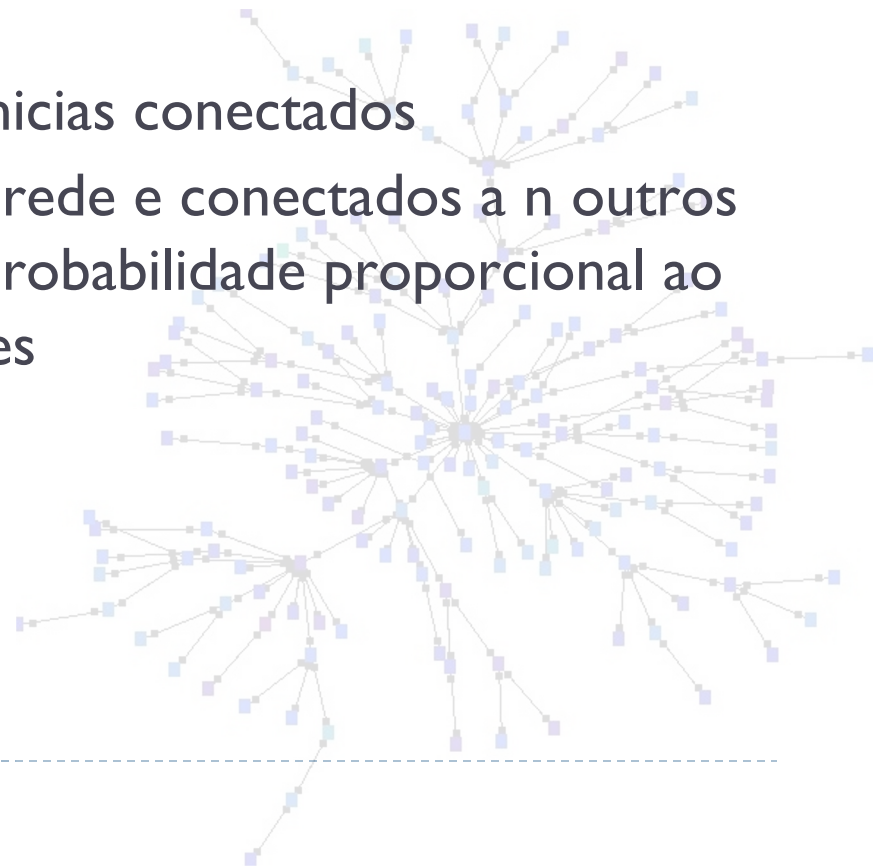
- **Obs. Usaremos a forma 1 (UM)**



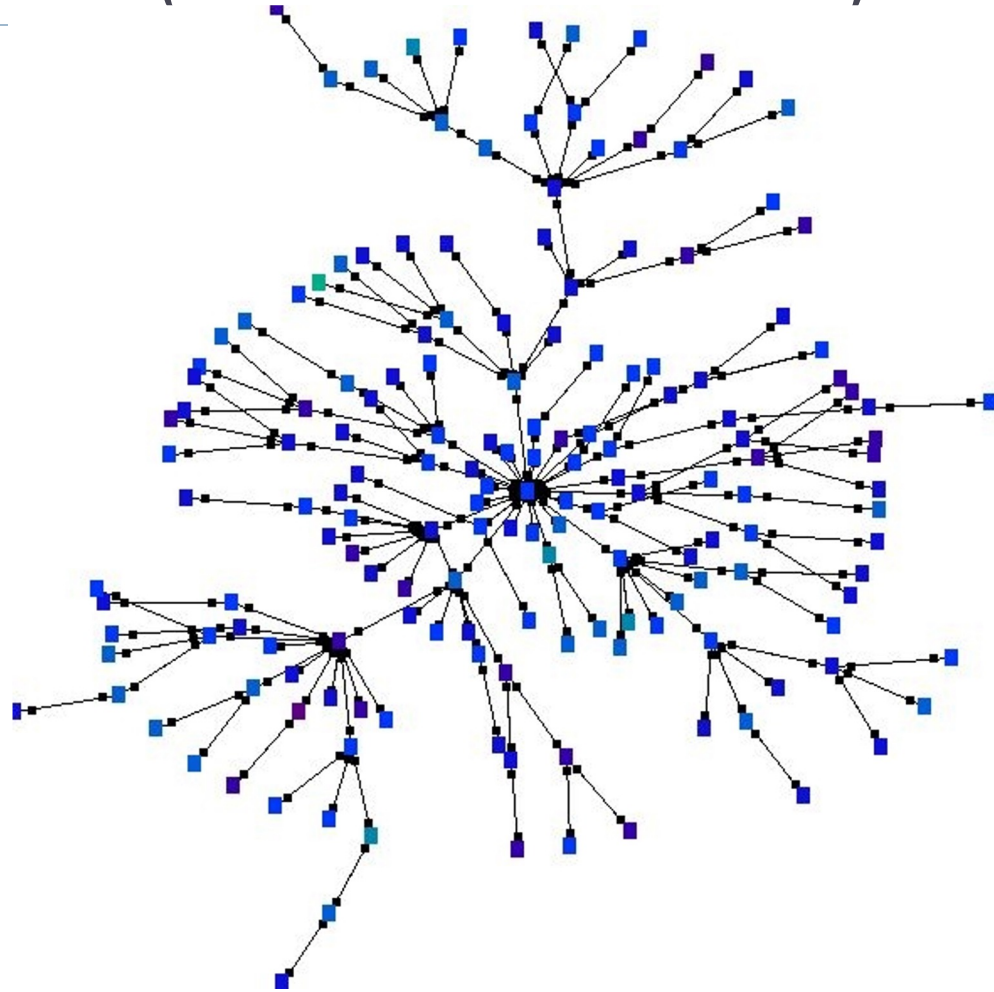
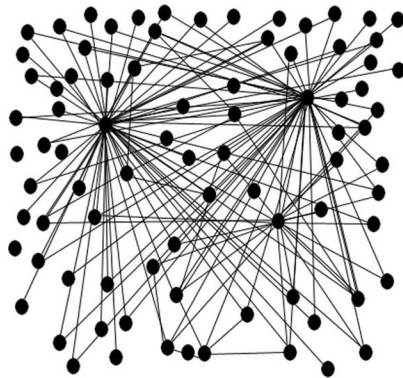
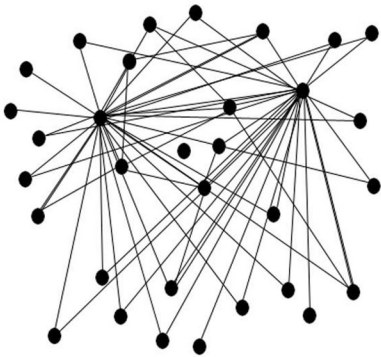
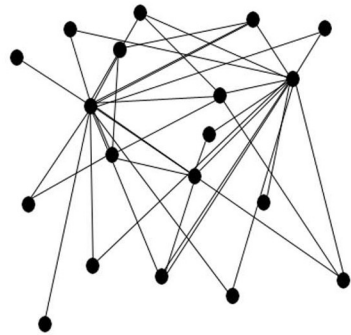
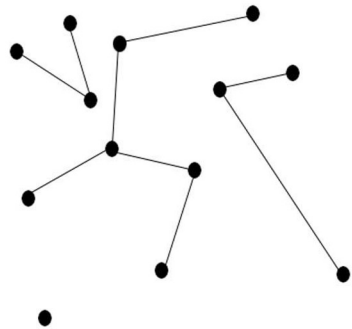
Redes Livre de Escala (Barabási–Albert)

- Geração de redes com grau seguindo uma distribuição de lei de potência
- Mecanismo de conexão preferencial (*the rich gets richer*)
- Algoritmo:
 1. Iniciar a rede com n_0 vértices iniciais conectados
 2. Novos vértices são inseridos a rede e conectados a n outros vértices v (com $n \leq n_0$) 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)



Pacotes para manipulação de Grafos

- Muitos Pacotes Disponíveis:
 - C / C++: iGraph, SNAP, etc.
 - Python: NetworkX, igraph, SNAP, etc
 - muitos outros...



Transmissão em Redes

Tipos de Propagação

Propagação de informação na rede

■ Informação Propagada

- Consenso
- Votação
- Propagação de rumores
- Marketing viral
- Doenças
- Etc.

■ Forma de Propagação

- Determinística
- Estocástica
- Tempo Contínuo
- Tempo Discreto
- Estado Contínuo
- Estado Discreto



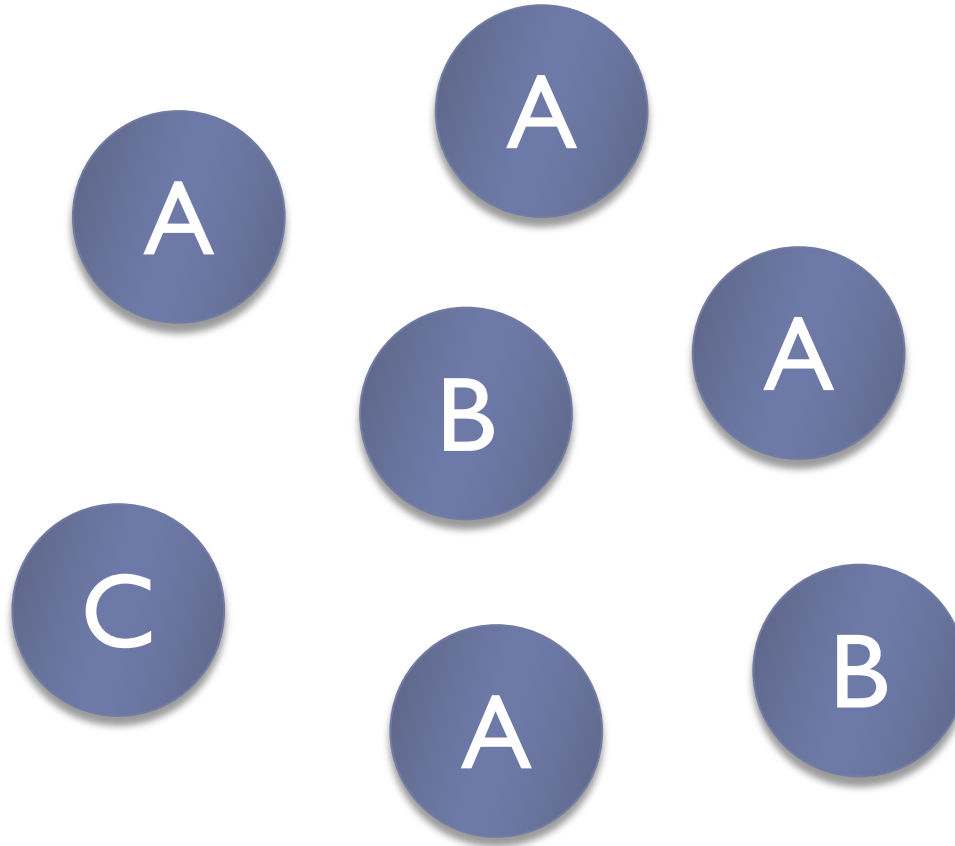
Consenso

- A população atinge um “valor/pensamento” comum:



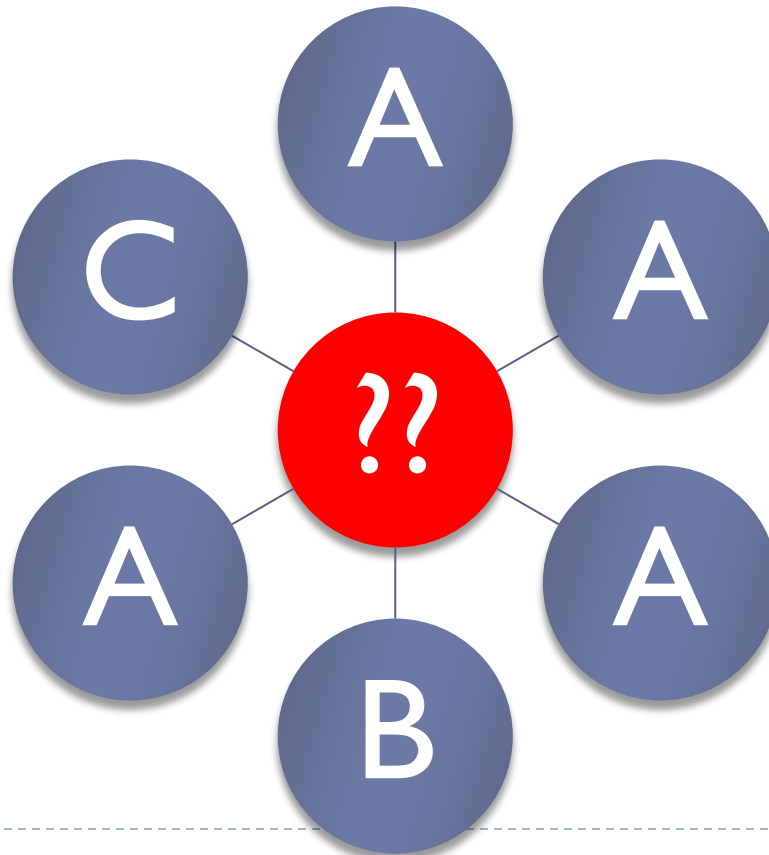
Votação

- A maioria define o resultado: A



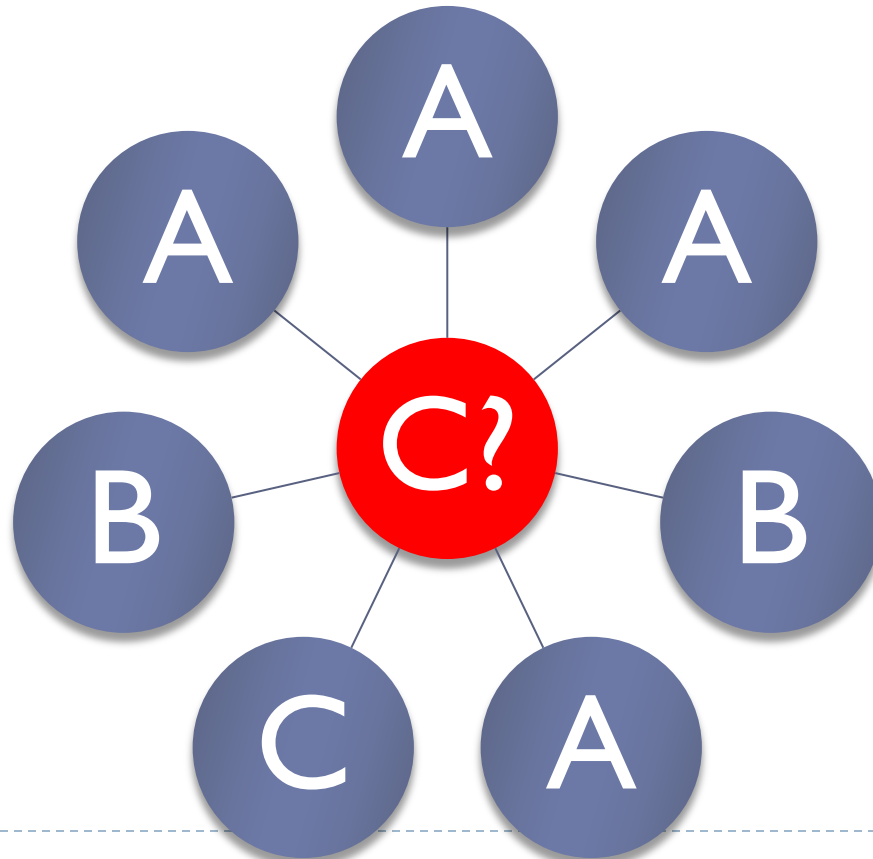
Votação

- **Influência local:**
 - O cidadão pode votar de acordo com suas influências

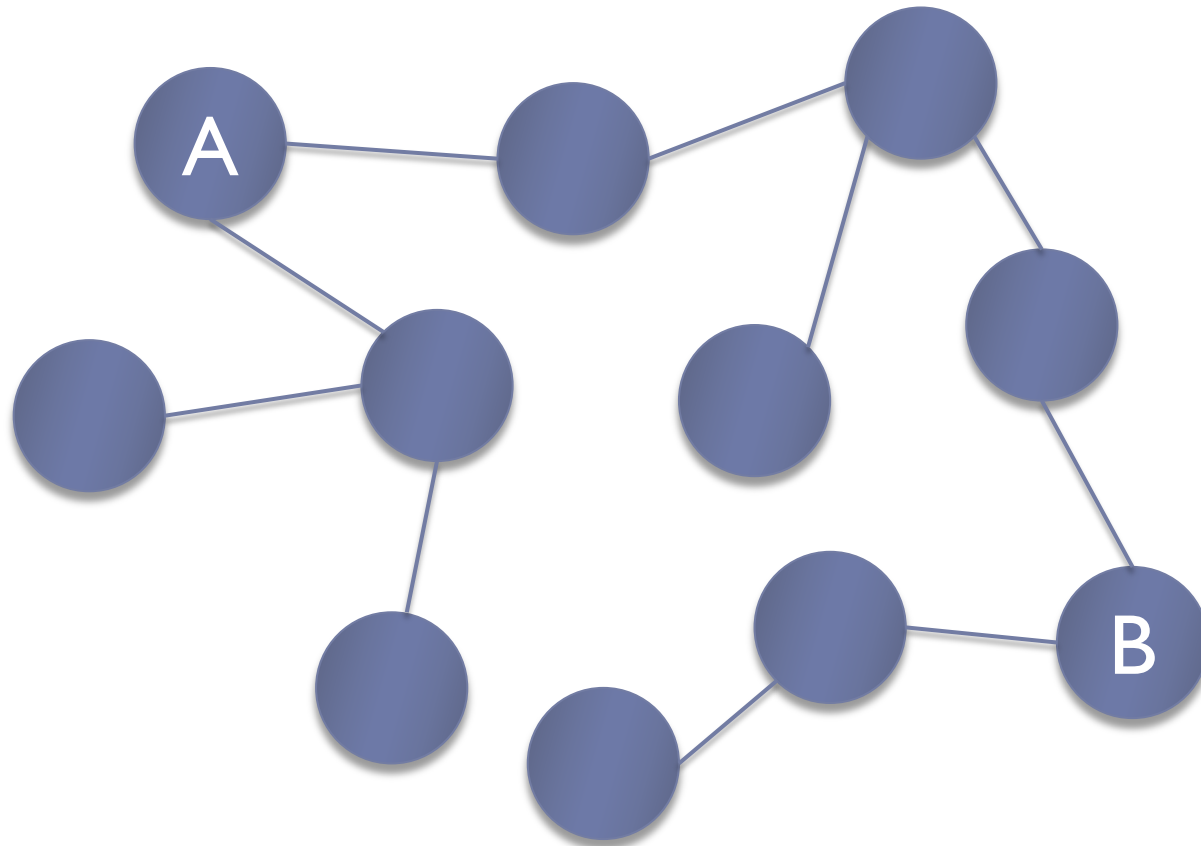


Votação

- **Influência local:**
 - O cidadão pode votar de acordo com suas influências



Rumores / Propagandas / Doenças



Questões que podem ser respondidas

1. Qual a influência do vértice inicial na propagação?
2. Poderíamos evitar a propagação removendo alguns nós? Quantos? Como selecioná-los?
3. Qual o número mínimo de vértices contaminados para que a informação se torne viral?
4. Qual a diferença na dinâmica espaço-temporal ao variar a topologia da rede?
5. Etc.



Transmissão em Redes

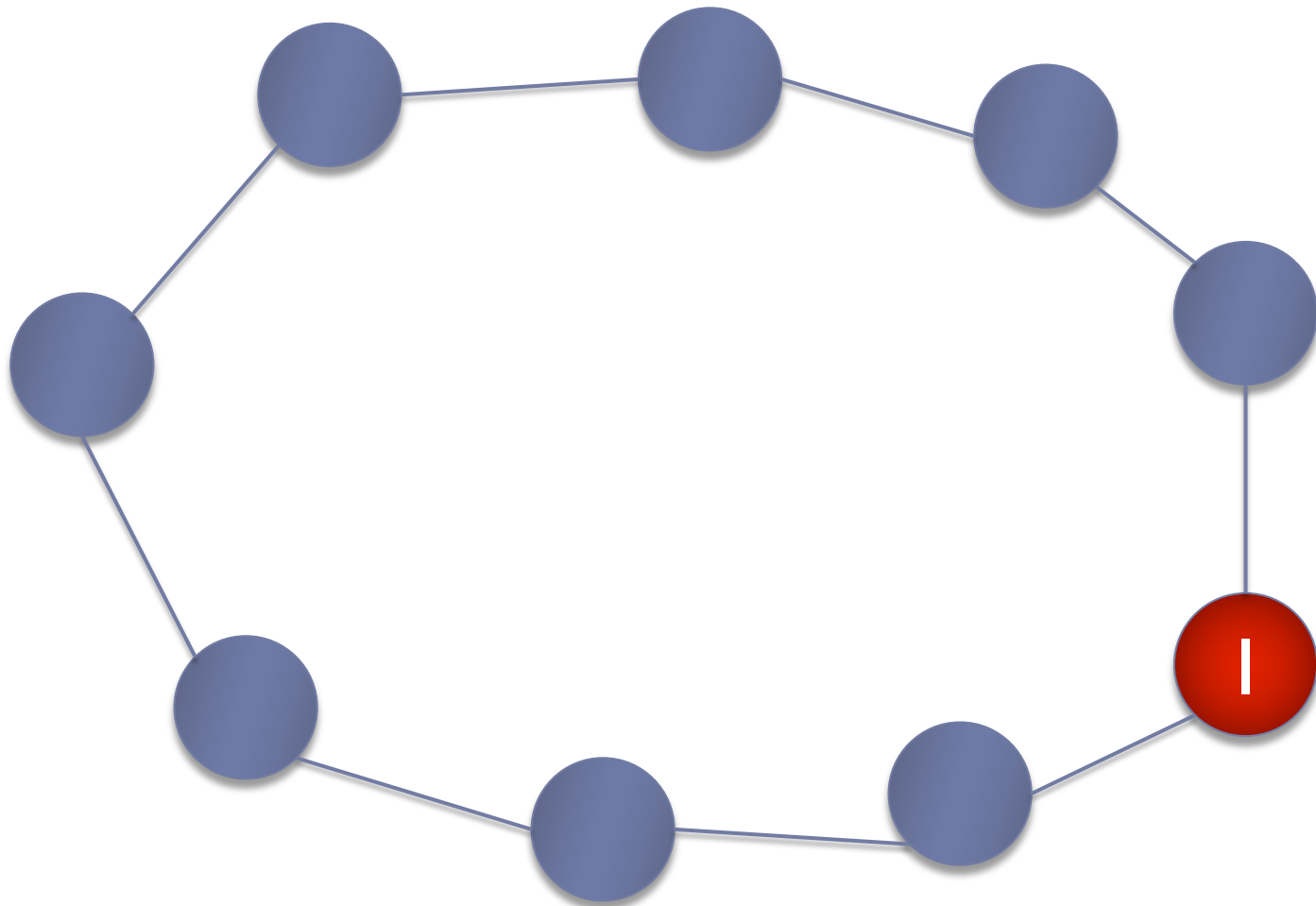
Exemplo de Simulação Discreta

Ilustração de Simulação

- Modelo com tempo, espaço e estado discreto
- Inicialmente, todos os vértices são susceptíveis, exceto um vértice (vértice 10) que estará infectado
- A propagação ocorre da seguinte forma:
 - Se um indivíduo está ligado a um outro indivíduo infectado, ele **pode** contrair a doença com **probabilidade** p
 - Um indivíduo infectado se cura após D dias
 - O passo de simulação (tempo) é medido em dias



Rede Simulada



Questões

- ❑ O que acontece se a probabilidade $\text{prob}=1$?
- ❑ O que acontece se a probabilidade $\text{prob}=0$?
- ❑ O que acontece se D for infinito (sem cura)
- ❑ Qual a probabilidade mínima para que toda a população seja infectada?
- ❑ Dentre outras.



Simulação 04 - Propagação em Rede

1. Simular uma rede com pelo menos 500 vértices
 - a. Usar rede aleatória (ER) com grau médio 4
 - b. Usar rede livre de escala (BA) com grau médio 4
2. Definir as regras de propagação (usar probabilidades)
3. Realizar diversas simulações variando a probabilidade de contágio, quantidade inicial de indivíduos (vértices) infectados, e tempo de recuperação, etc.
4. **Obs. Avaliem o sistema real antes de conceber o modelo a ser simulado**



Ilustração

