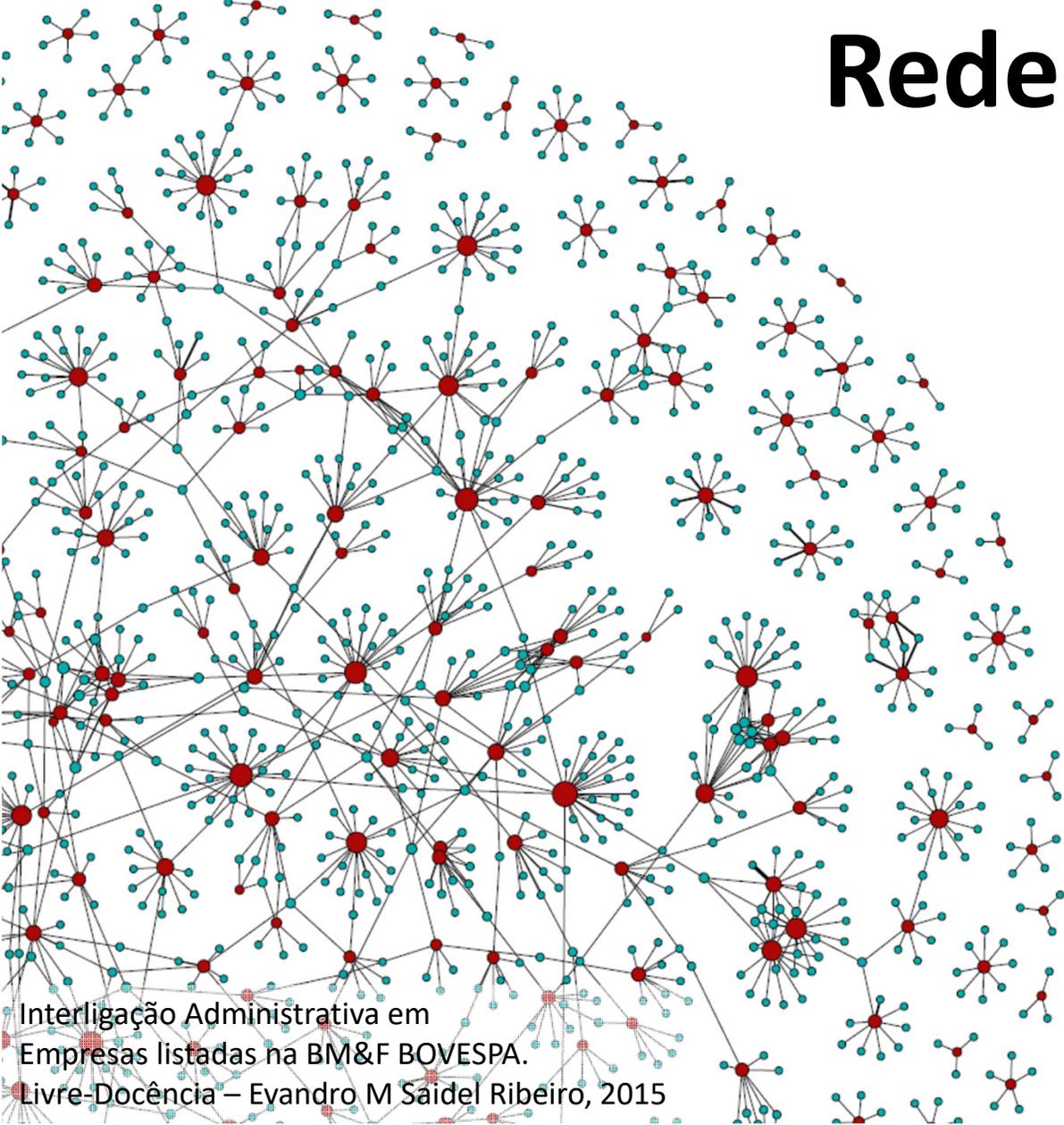


Redes Econômicas e Sociais: Teoria e Aplicações

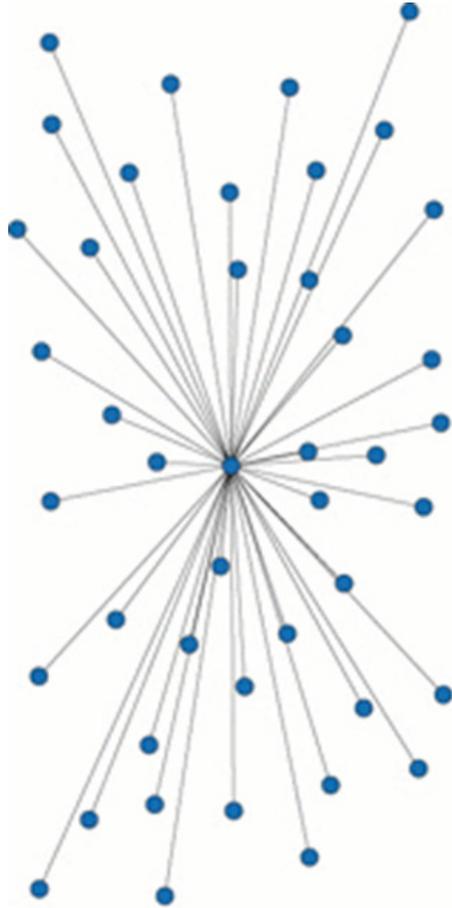
4 - Estrutura

Prof. Evandro Saidel
RAD5056 – PPGA0

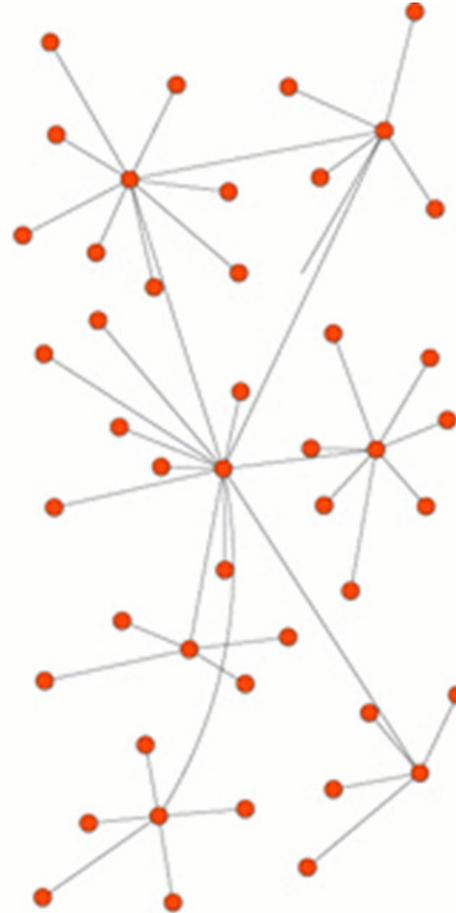


Interligação Administrativa em
Empresas listadas na BM&F BOVESPA.
Livre-Docência – Evandro M Saidel Ribeiro, 2015

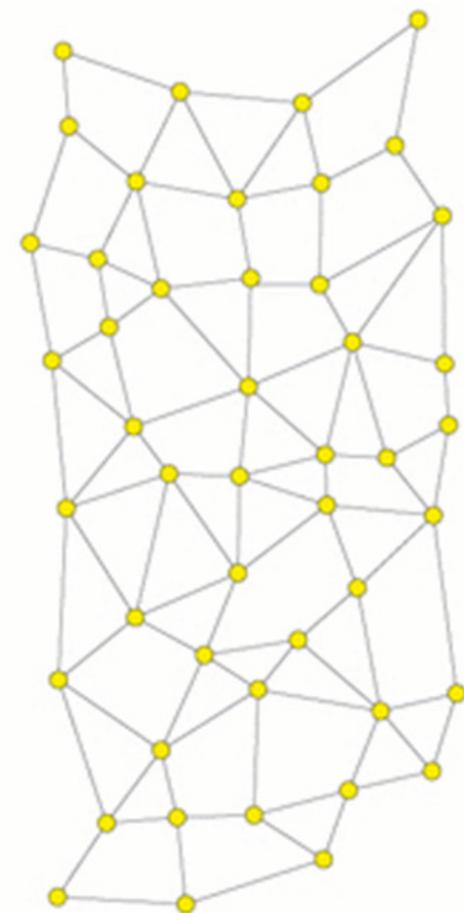
4. Estrutura de Redes



Centralizada



Descentralizada



Distribuída

Fonte: Paul Baran. *On distributed communication: 1 - Introduction to distributed communication networks*. United States Air Force Project RAND, 1964

4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo*

* Material: Newton Calegari, TIDD PUC-SP, Maio 2014

- **Node degree:** número de links do nó
- **in-degree, out-degree:** núm. links de entrada ou saída de um nó. Em grafos dirigidos a soma de in e out resulta no grau do nó
- **Average degree:** L (links), N (nodes)
não-dirigido $\langle k \rangle = 2L \div N$
dirigido $\langle k \rangle = L \div N$

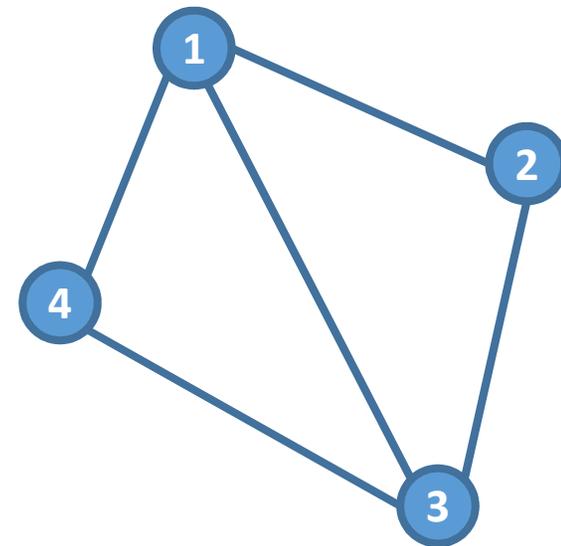
4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Representação

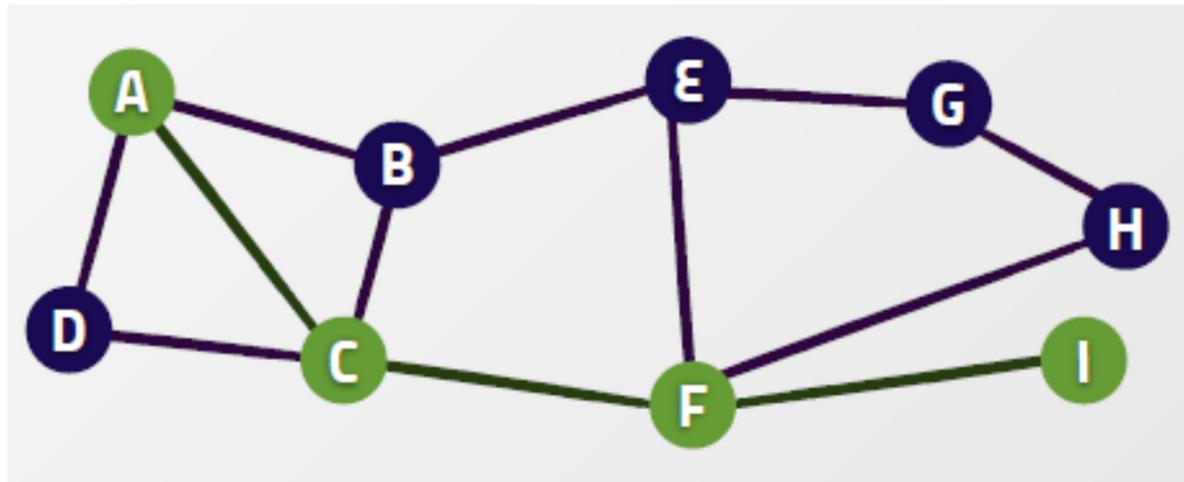
- Lista de arestas $\{(1, 2), (1, 3), (1, 4), (2, 3), (3, 4)\}$
- Lista de adjacências
1: 2, 3, 4
2: 1, 3
3: 1, 2, 4
4: 1, 3
- Matriz de adjacências

0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo



A **distância** entre dois vértices é definida pelo número de arestas do menor caminho que os conecta

A, B, C, F, I	4 arestas
A, B, E, G, H, F, I	6 arestas
A, D, C, F, I	4 arestas
A, C, F, I	3 arestas

4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Caminhos

- Caminho (path)
- Distância (shortest path)
- Diâmetro do grafo (maior distância no grafo)
- Distância média (average path length)
- Ciclo (n início = n fim)
- Caminho Euleriano (cada aresta uma vez)
- Caminho Hamiltoniano (cada vértice uma vez)

4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Conectividade dos grafos

- **Grafo não-dirigido: Connected** - dois nós quaisquer são alcançáveis por um caminho. **Disconnected** - formado por dois ou mais componentes não conectados entre si.
- **Grafo dirigido: Strongly Connected** - cada vértice qualquer possui um caminho para outro vértice (e vice-versa) Ex, $A \rightarrow B$ e $B \rightarrow A$. **Weakly Connected** - é conectado se não considerarmos a direção das arestas

4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Componentes Conectados

Strongly connected components

B, C, D, E

A

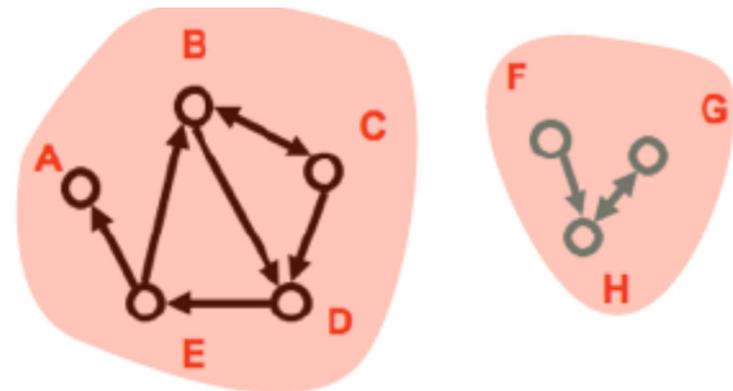
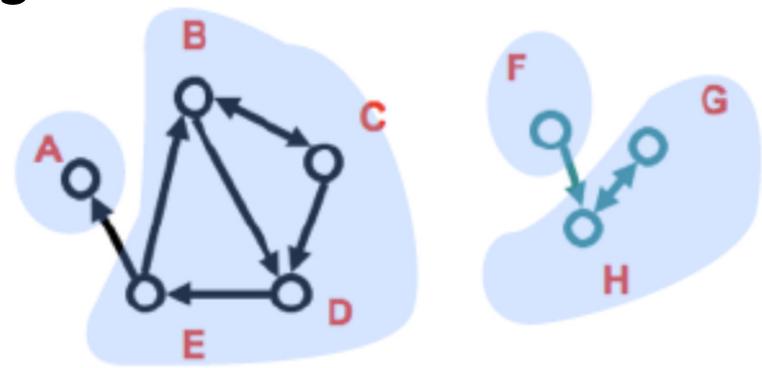
F

G, H

Weakly connected components

A B C D E

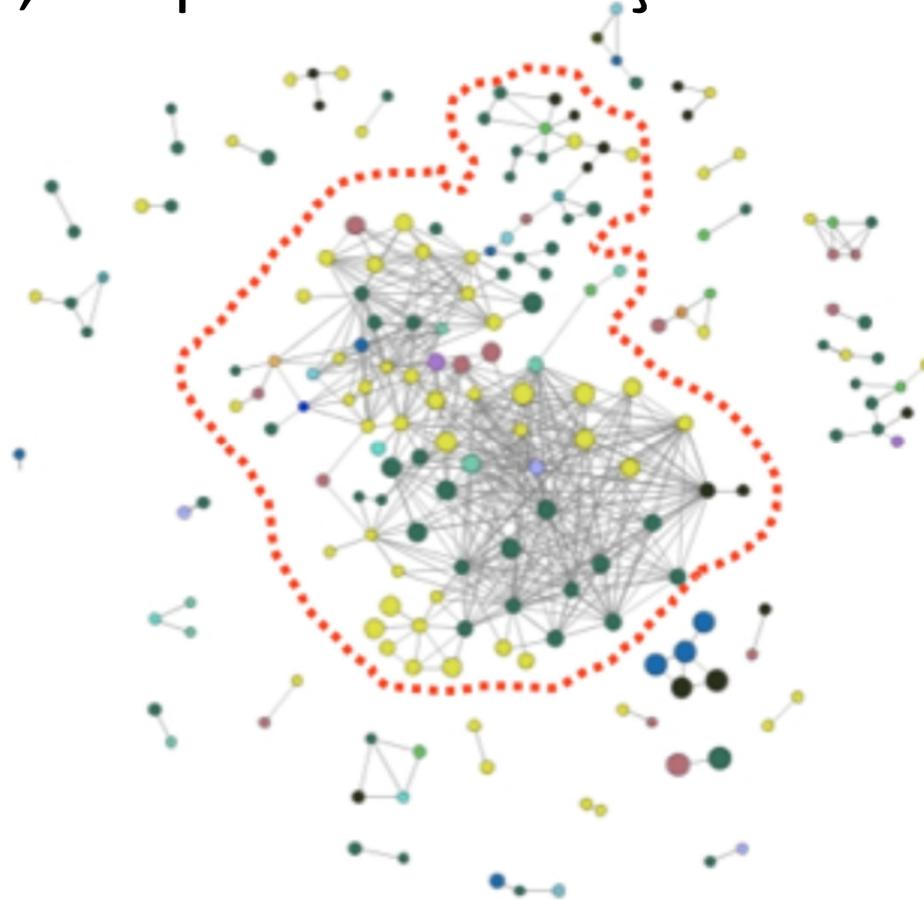
G H F



4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Componente Gigante: (giant component) componente que, geralmente, ocupa a maior fração da rede



4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo*

* Material: Celia La, Sarah Guido, PyCon 2015

Degree distribution

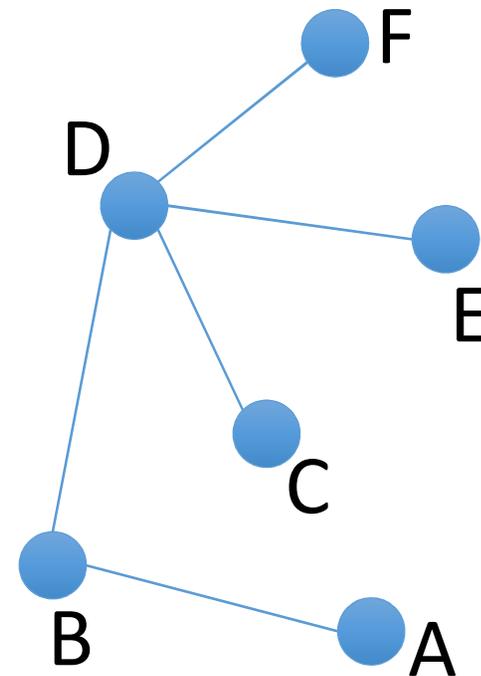
1 nó com 4 arestas

1 nó com 2 arestas

4 nós com 1 aresta

Distribuição:

$[(1: 4), (1: 2), (4: 1)]$



4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Centrality (Centralidade de nó)

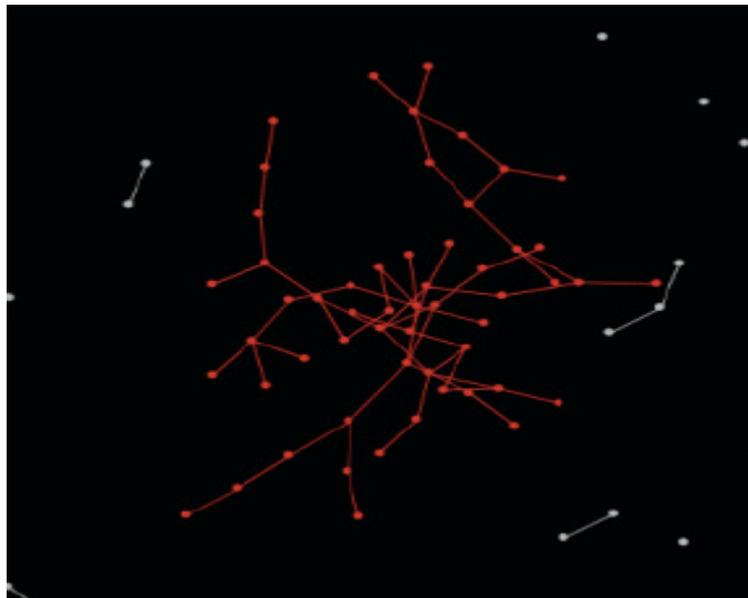
- **Degree** (Grau): Número de conexões de um nó.
- **Betweenness** (Intermediação): número de “shortest paths” de todos os nós para todos os outros nós que passam através de um nó em particular
- **Closeness** (proximidade): Comprimento médio das distâncias entre um nó específico e todos os outros nós no grafo.

4. Estrutura de Redes

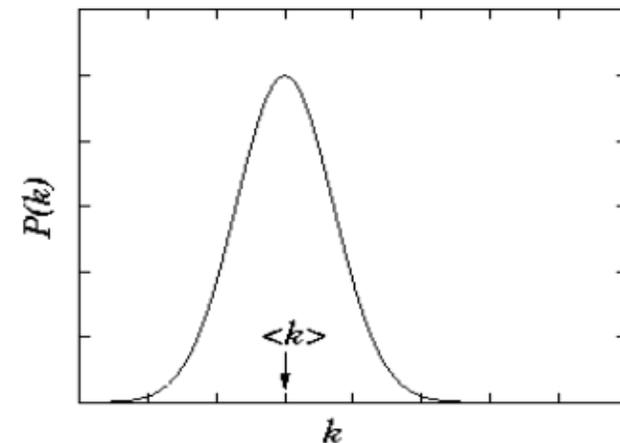
4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Modelos de Formação de Redes - Random Network (Erdős-Rényi)

- Conexão aleatória entre os nós
- Distribuição binomial de ligações entre os nós.



Poisson distribution

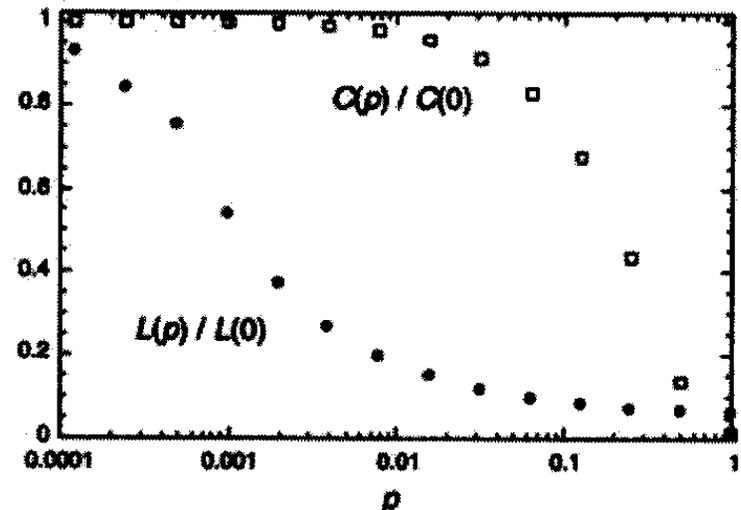
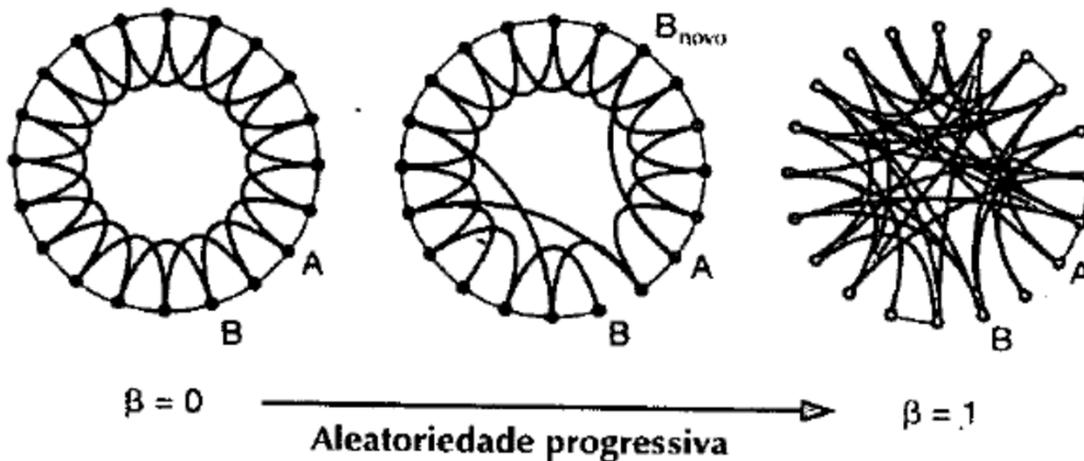


4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Modelos de Formação de Redes - Small world network (Watts-Strogatz)

- Six degrees of separation
- Clustering alto, Distância Característica baixa.



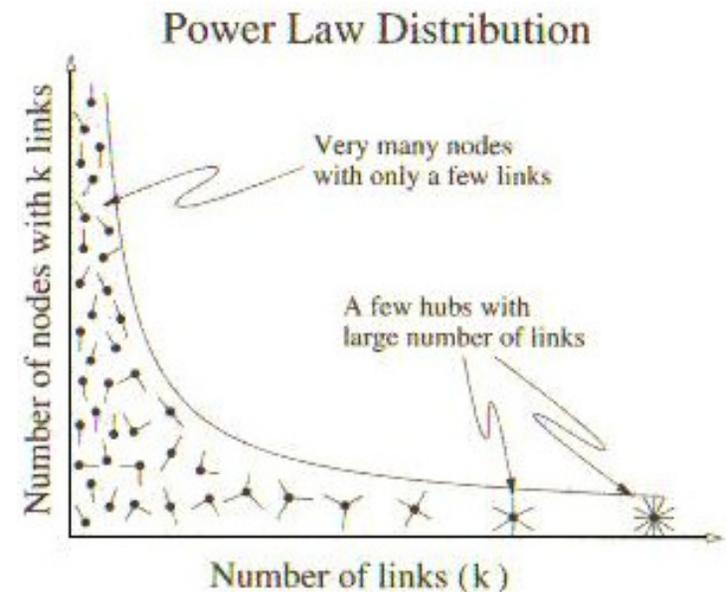
L: Path Length
C: Clustering

4. Estrutura de Redes

4.1 Conceitos de Redes: Resumo

Modelos de Formação de Redes - Scale-free networks (Barabási-Albert)

- Power law distribution (Distribuição: lei de potência)

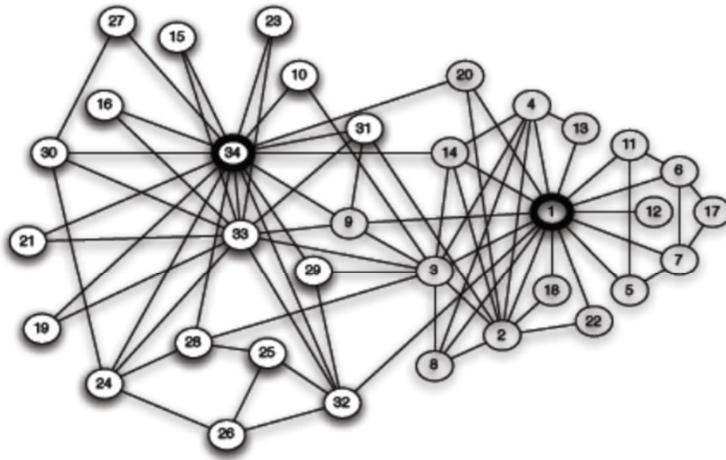


4. Estrutura de Redes

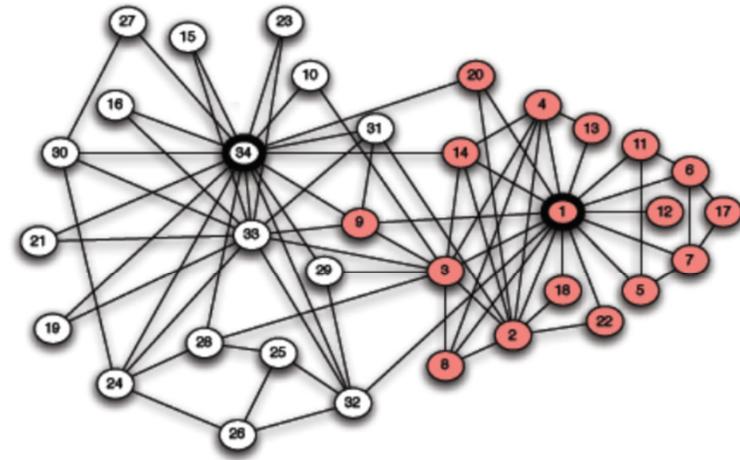
4.2 Estrutura da rede: Comunidades

- Por que olhar para a estrutura de comunidades?
- Métodos para encontrar a estrutura.
- Medida de grupos isolados
- Entendendo a dinâmica/adoção da opinião

Exemplo - Zachary Karate Club:



(a) *Karate club network*

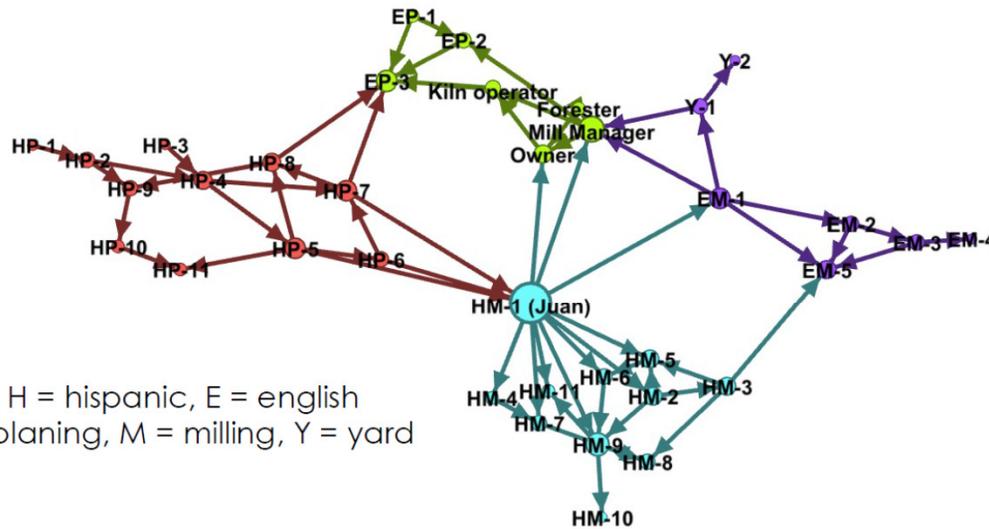


(b) *After a split into two clubs*

4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Exemplo - Sawmill network:

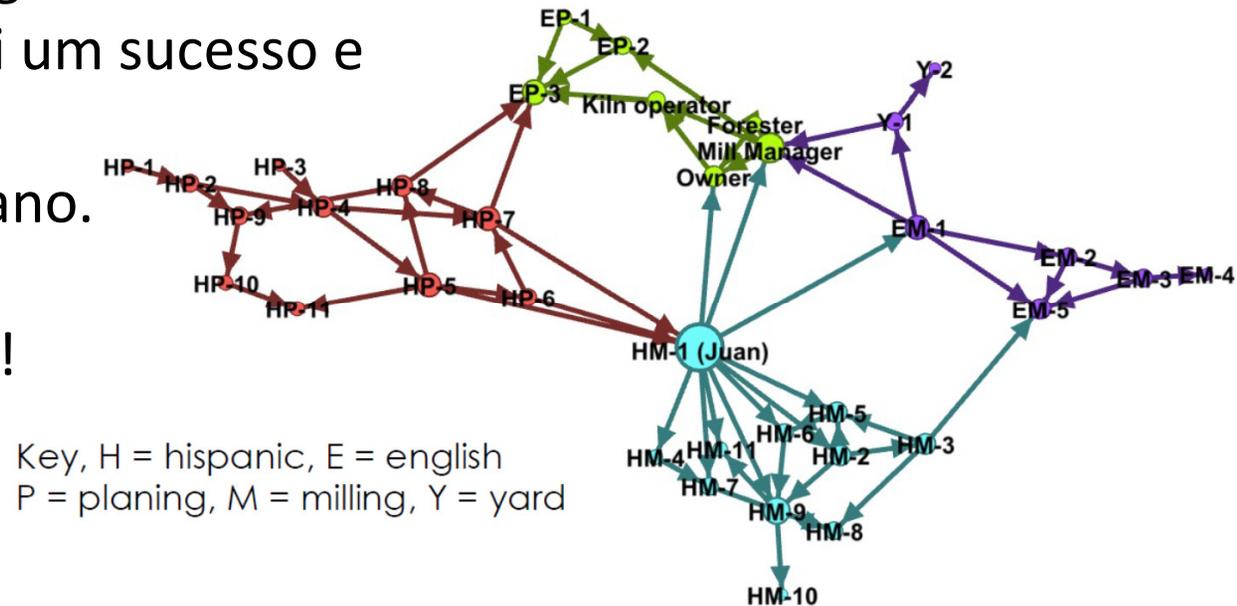


Key, H = hispanic, E = english
 P = planing, M = milling, Y = yard

4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Exemplo - Sawmill network: O gerente da Sawmill estava com dificuldade de convencer os trabalhadores a adotarem um novo plano, mesmo sabendo que todos seriam beneficiados. Em particular trabalhadores hispânicos (H) estavam relutantes. O gerente chamou um sociólogo que mapeou quem conversa com quem de forma regular. Então ele sugeriu ao gerente falar com Juan e deixar Juan falar com os hispânicos. A ação foi um sucesso e prontamente todos abraçaram o novo plano. Por que? Formação de opinião!



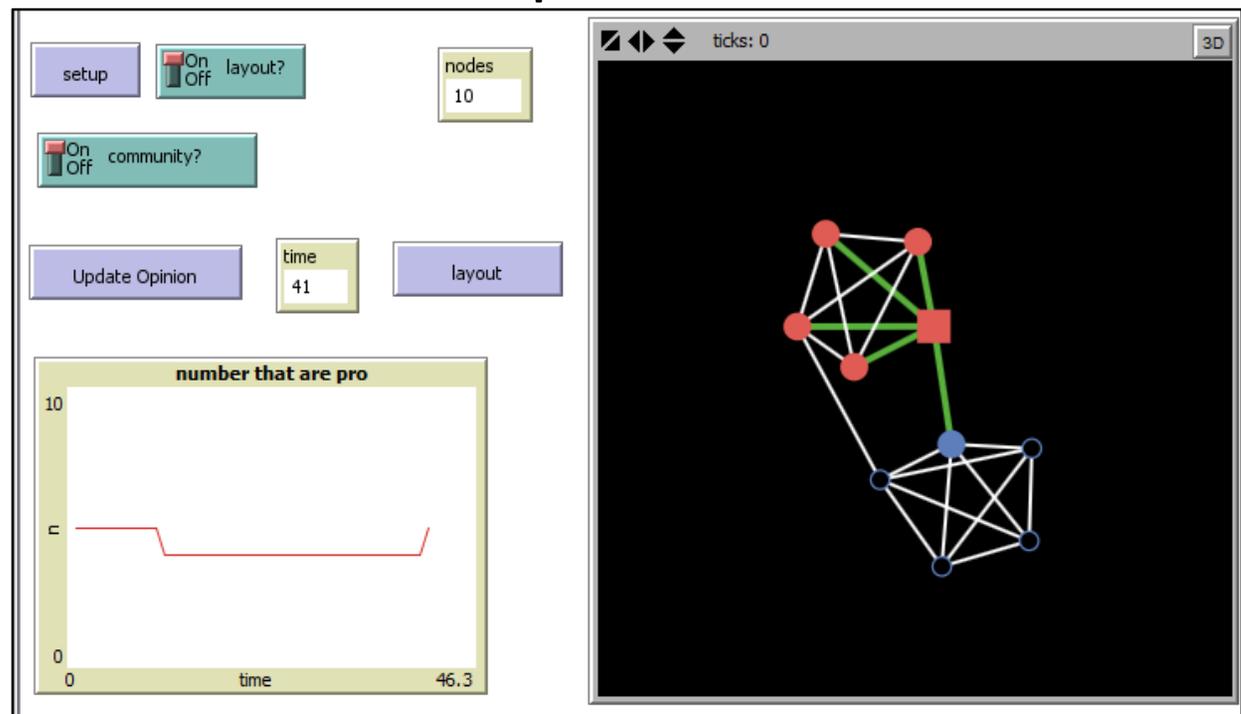
4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Formação de opinião e Estrutura de comunidade

Considere o exemplo no Aplicativo Netlogo e verifique a formação de opinião em redes do tipo:

- Erdos-Renyi
- 2 comunidades



Veja o link no STOA da disciplina

4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

O que forma uma comunidade?

- **Compartilhamento de laços**
 - Todos no grupo se conhecem
- **Frequência de laços entre membros**
 - Todos no grupo tem ligações com, pelo menos, k outros no grupo
- **Proximidade ou alcance de membros de subgrupos**
 - Indivíduos são separados por no máximo n passos
- **Frequência relativa de laços entre membros de subgrupos comparada àquela entre não-membros**

4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

O que forma uma comunidade?

Cada membro do grupo tem ligação com outro membro.

Porém:

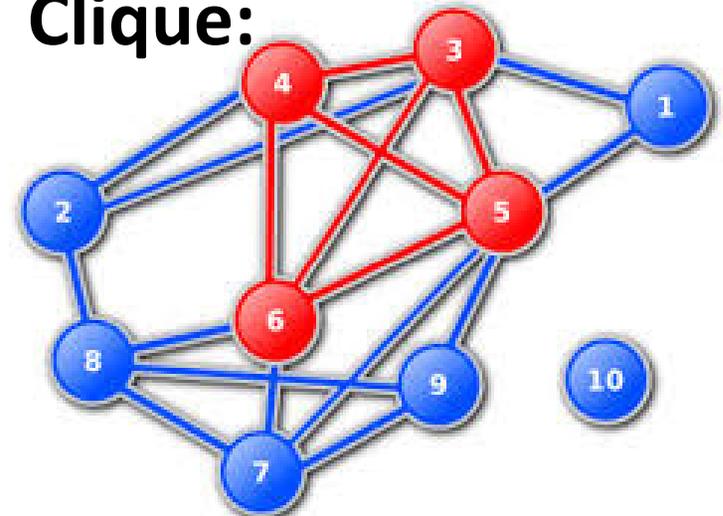
Não é uma hipótese robusta:

- Um link ausente pode desqualificar um clique

Não é muito interessante:

- Todo mundo deve estar conectado em todo mundo
- Não apresenta estrutura centro-periferia
- Não diferencia medidas de centralidade

Clique:

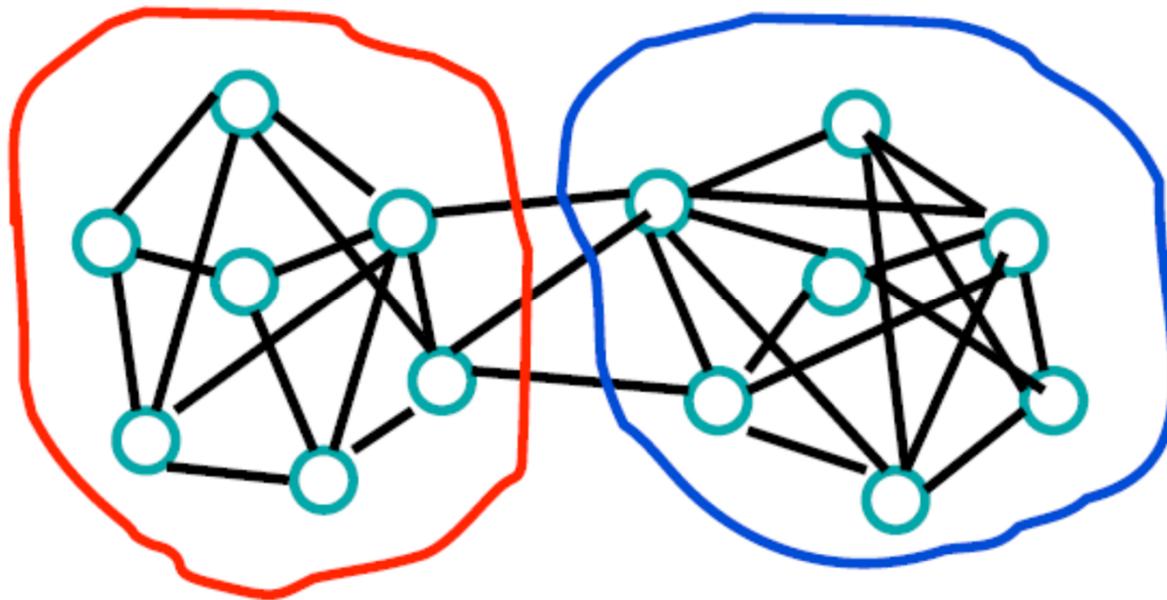


4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

O que forma uma comunidade? k -cores:

Cada nó num grupo é conectado a k outros nós no grupo.
Problema semelhante ao clique.



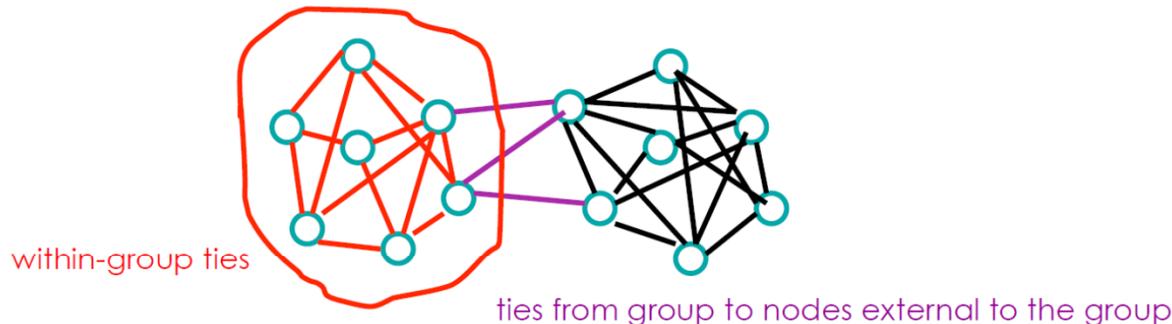
4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

O que forma uma comunidade? p -clique

p -cliques: Frequência de laços no grupo:

A rede é particionada em grupos nos quais os nós tem pelo menos uma proporção p (número entre 0 e 1) de vizinhos dentro do grupo



4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

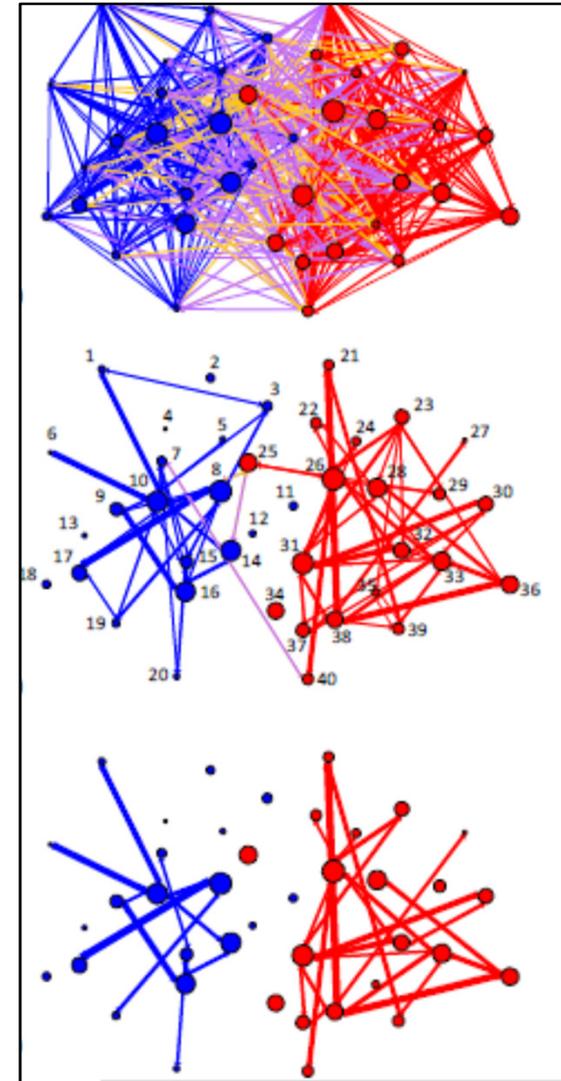
O que forma uma comunidade?

Ex. Political Blog

Adamic & Glance, LinkKDD2005:

Estratégia:

- Encontrar componentes conectadas fortemente
- Manter apenas um subconjunto de laços antes de encontrar componentes conectadas.



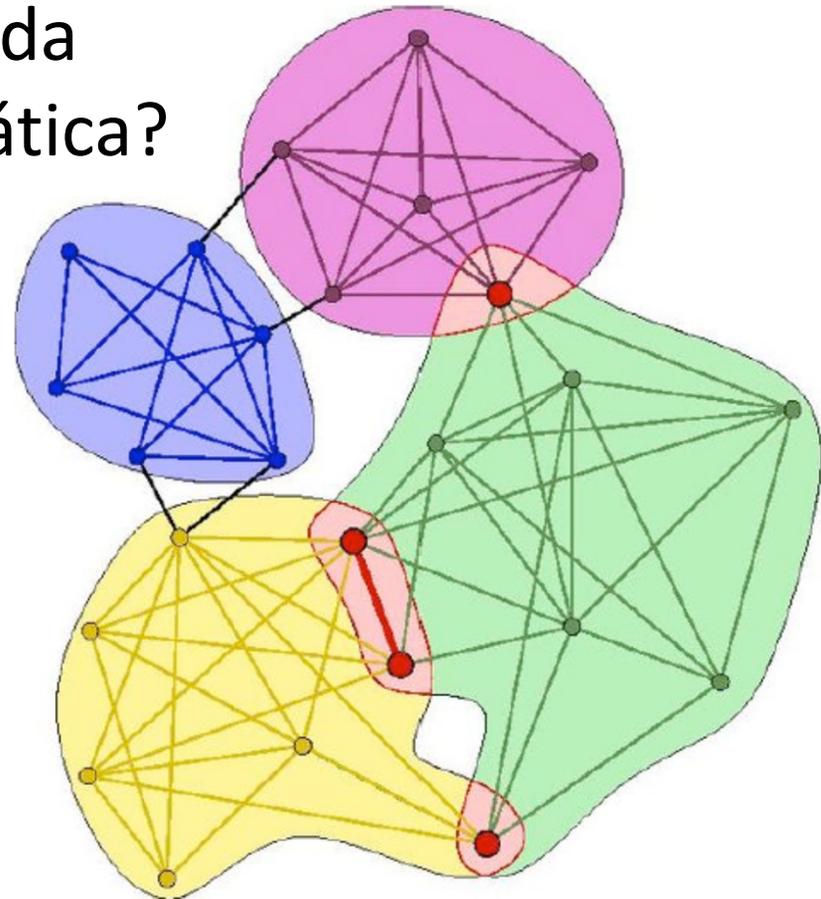
4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Determinando uma comunidade (outras aproximações)

Como determinar a estrutura da comunidade de forma automática?

- Cluster hierárquico
- Clusterização de Intermediação
- Modularidade
- Clique Finder



4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Cluster hierárquico

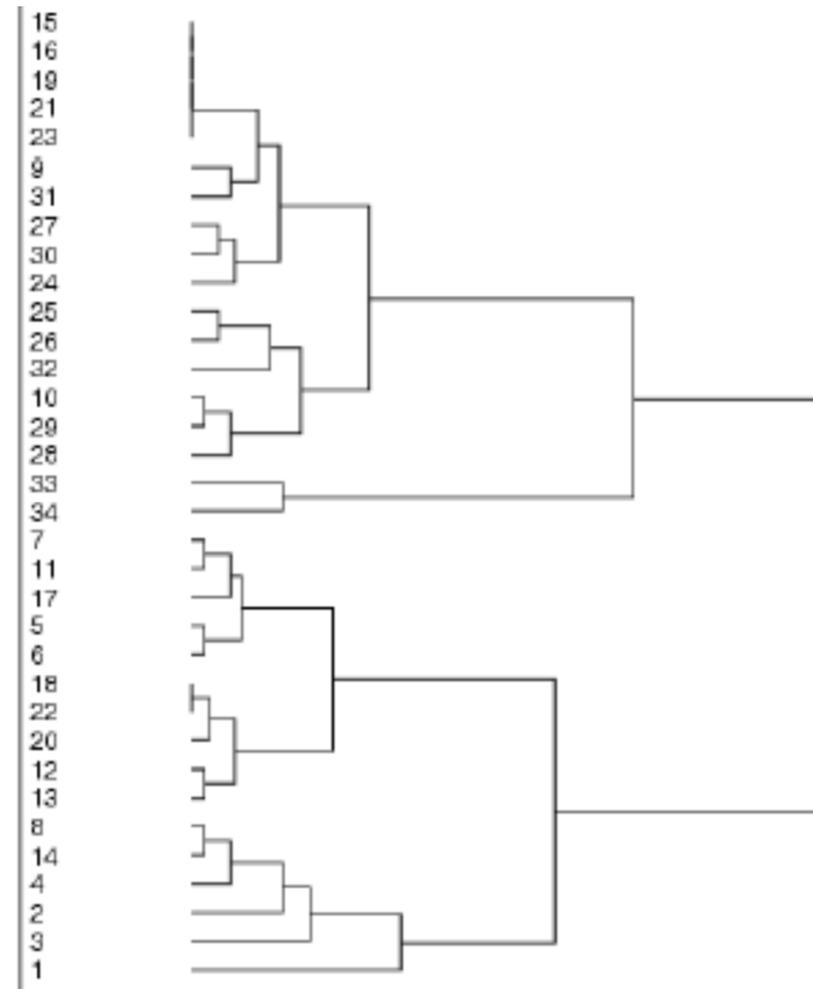
Calculam-se pesos para todos os pares de vértices.

No início todos os vértices estão desconectados

Adiciona-se ligações entre pares, um por um, na ordem decrescente de pesos.

Obtém-se uma estrutura hierárquica (clusters)

Dendrograma - Zachary Karate Club:

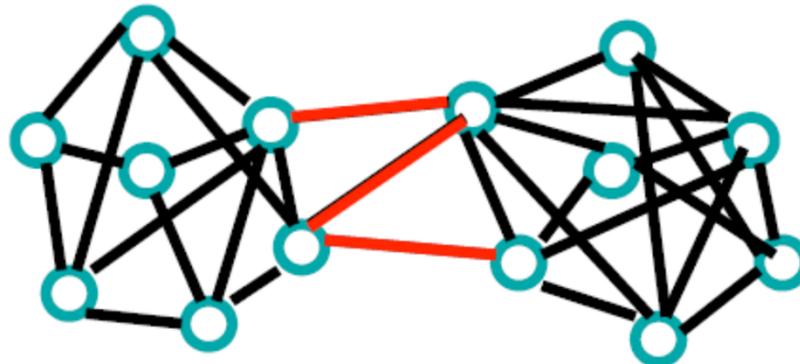


4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Clusterização de Intermediação (betweenness clustering)

- (1) Calcule a intermediação de aresta (edge betweenness) para todas as arestas.
- (2) Remova a aresta com maior edge betweenness
- (3) Recalcule o edge betweenness
- (4) Repita os passos (2) e (3) para obter as comunidades



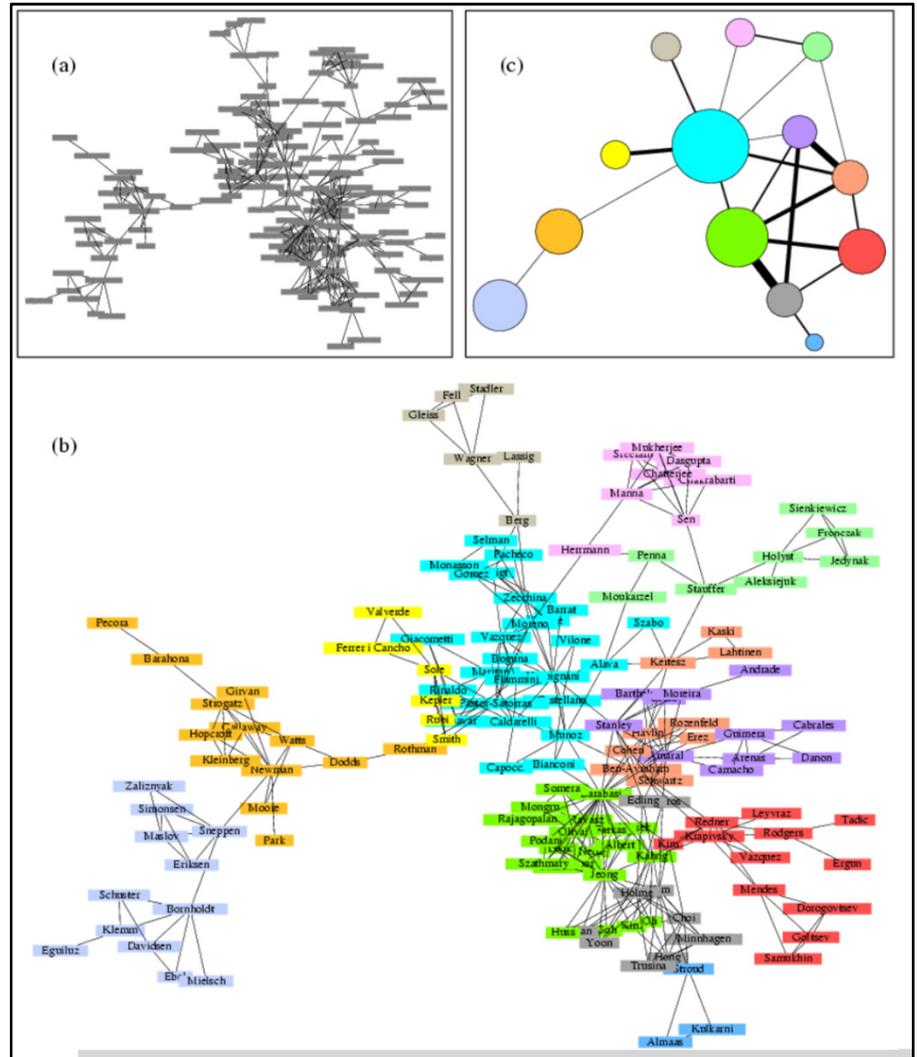
4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Modularidade:

Finding community structure in very large networks

Aaron Clauset,
M. E. J. Newman,
Christopher Moore 2004.



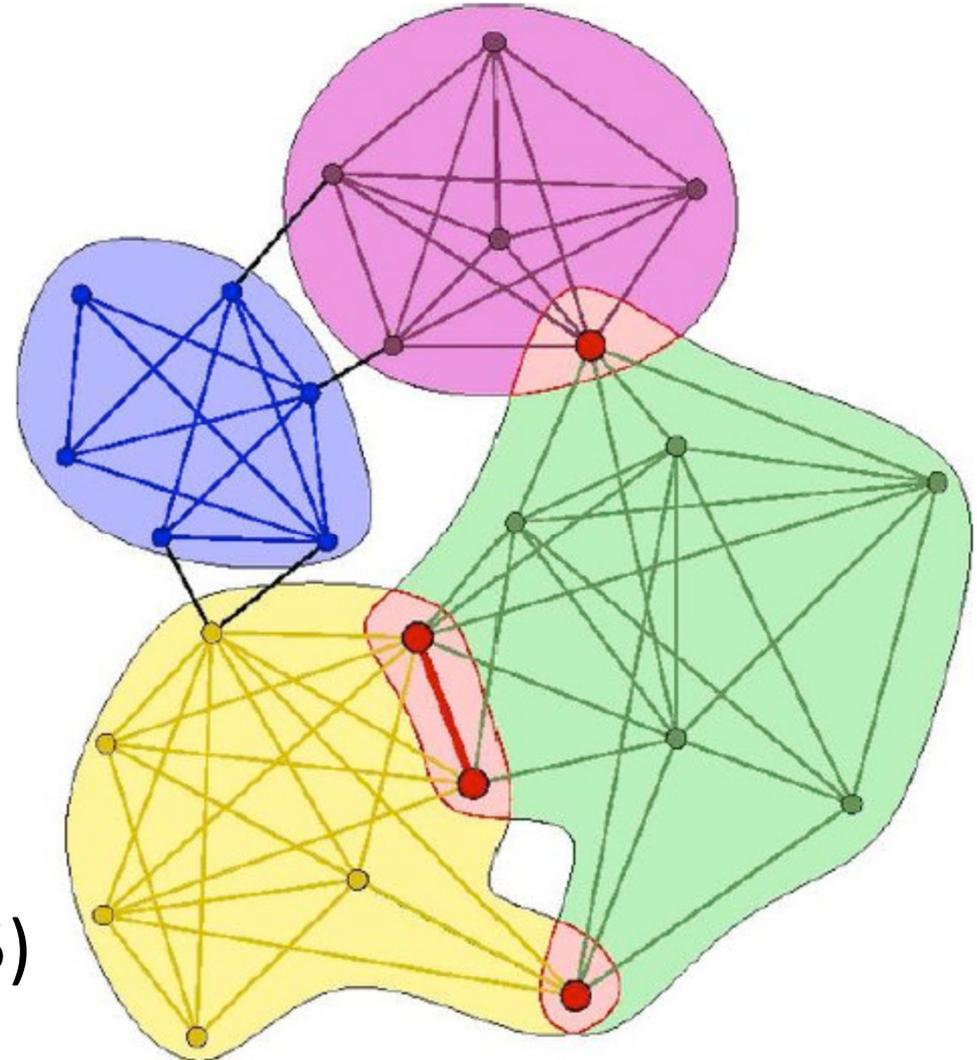
4. Estrutura de Redes

4.2 Estrutura da rede: Comunidades

Clique Finder

<http://cfinder.org>

Uncovering the overlapping community structure of complex networks in nature and society G. Palla, I. Derényi, I. Farkas, and T. Vicsek:
Nature 435, 814–818 (2005)



4. Estrutura de Redes

4.3 Estrutura da rede: Exemplo rede social

Facebook Aplicativo Netvizz: Page like network

<https://www.facebook.com/sosorquestrarp>

<https://lookup-id.com/> 1438243026497168

