

UMA BREVE INTRODUÇÃO A ANÁLISE DE REDES SOCIAIS ...
... e mais algumas palavras sobre a teoria de redes.

Salvador
2013

Sumário

Sumário.....	2
1. Introdução.....	3
2. Ferramentas e Programas.....	4
3. Redes Complexas, suas Métricas e Propriedades Estruturais e Topológicas.....	4
4. Exemplos de Redes com algumas análises e discussões.....	14
5. Considerações finais.....	20
Referências.....	22

1. Introdução

Uma história pode ser contada de muitas formas. Existem diversas possibilidades de olhar para o mesmo ponto. A área de Análises de Redes Sociais (ARS) permite ampliar as possibilidades de como observar os fatos, as histórias, as dinâmicas, pessoas, instituições (públicas e privadas), discursos e palavras, relacionamentos entre cidades, transportes, bairros, serviços, movimentos, grupos, moléculas, organismos, fluxos.

Este novo prisma traz a visibilidade sobre comportamentos e práticas da realidade, permitindo novas análises e novas questões. Em termos de transmissão do conhecimento, de dados, de fluxos de bens e pessoas, seu objetivo deve ser trabalhar para que se passe a ter uma melhor compreensão sobre a sociedade em que se vive ou o sistema que é analisado, não só dos resultados de pesquisa científica, mas da própria natureza das diversas atividades humanas. (LÉVY-LEBLOND, 2006).

Dentre as áreas de conhecimento, o conceito de rede é bastante difundido e utilizado. Na Físico-Química, **redes** cristalinas são utilizadas para explicar a disposição dos átomos, íons e moléculas. Na área de eletrodinâmica e energia elétrica: **redes** representam interações entre circuitos elétricos e sistemas de energia elétrica. Na Saúde e Biologia existem as **redes** biológicas, sanguíneas, neurais, metabólicas, de combate a epidemias. Em áreas como a Psicologia, Serviço Social, Antropologia, Sociologia, Administração, Ciências Políticas: **redes** representam vínculos e relações entre indivíduos, organizações, associações, partidos políticos, etc. Podemos então citar dois trechos que melhor contextualizam as redes de maneira multidisciplinar:

*“... o relacionamento entre Estado e sociedade civil organizada nos espaços públicos de decisões, as estratégias em **rede** adotadas pelas corporações capitalistas, e as complexas articulações das ações coletivas e movimentos sociais. Para esses fenômenos a literatura científica vem usando os conceitos de **redes sociais** ...”*

*“... interações sócio-espaciais entre lugares, regiões e territórios ... **redes** urbanas, **redes** técnicas, **redes** territoriais, **rede** regional e **redes** políticas, os estudos se dedicam a apreensão das relações funcionais entre as cidades, dos circuitos espaciais de produção flexível, do impacto das infraestruturas técnicas de circulação na organização do território ou das alianças políticas realizadas no plano dos entes federados como estratégias de gestão territorial .” (Milton Santos)*

2. Ferramentas e Programas

Abaixo é feita uma listagem das ferramentas consideradas mais relevantes para a análise de redes sociais e para a aquisição de dados em redes sociais digitais. São também apresentados os tipos de arquivos mais utilizados por estas ferramentas.

1. Pajek;
2. Gephi;
3. Excel;
4. Broffice;
5. Ucinet;
6. Origin.
7. Txt2Pajek
8. NetVizz
9. YourTwitterKeapper

Formatos de arquivos:

.net
.gdf
.gephi
.csv
.tab
.xls
.ods

3. Redes Complexas, suas Métricas e Propriedades Estruturais e Topológicas

A análise de redes sociais é uma área de estudo recente e de muitas possibilidades de pesquisa em diversos setores como educação, transportes, saúde, biologia, física, esportes, economia, redes de computadores, Internet, entre outros. Isso a caracteriza como sendo multidisciplinar, e dependendo de algumas outras características como o tamanho da rede, abre perspectivas para outra área de estudos: as redes complexas.

Não sendo tarefa simples conceituar ou caracterizar as redes complexas, buscamos nos apoiar em autores que nos auxiliam na compreensão e estudos das redes. Uma maneira possível é tentar buscar elementos dos sistemas complexos e na teoria dos grafos para tentar enquadrar redes complexas, o que não diminui o nível de dificuldade. De Angelis (2005) apresenta uma série de considerações sobre as redes complexas de

maneira clara, parte das quais reproduzimos abaixo:

- as redes complexas apresentam a característica da emergência dos sistemas complexos, onde não existe possibilidade de explicar, caracterizar ou conceituar a rede a partir do estudo dos seus elementos constituintes;
- existe uma dificuldade grande em caracterizar uma rede complexa quanto ao seu tamanho e alguma dificuldade em relacionar uma pequena rede como complexa, sendo mais fácil fazê-lo quando exhibe proporções maiores, no entanto pequenas redes podem ser redes complexas, pois independente do tamanho, o que se busca estudar são as relações, interações, fatos, mudanças em relação as ligações; e
- a teoria dos grafos é um importante instrumento de caracterização das redes complexas e que auxilia no tratamento no tocante ao tamanho. Uma rede pequena pode ser analisada visualmente por um gráfico e a medida que o tamanho cresce pode se tornar inviável através da visualização buscar determinadas características, e a partir destes ponto é interessante pautar o estudo através de características matemáticas, estatísticas e estruturais.

Nesta sessão procuramos apresentar um breve resumo sobre as propriedades estruturais e topológicas, assim como as métricas, muitas das quais derivadas da teoria dos grafos. Antes faz-se necessário definir formalmente um grafo G como composição de 2 conjuntos: um conjunto (V) de objetos (vértices) e um conjunto (E) de pares relacionados (arestas). Assim, dois vértices são considerados adjacentes ou vizinhos se existe alguma aresta entre eles. Apresentamos abaixo uma serie de conceitos necessários ao entendimento e desenvolvimento do presente trabalho:

Grafo conexo: Existe caminho entre qualquer par de vértices.

Subgrafo: Um grafo que é parte de outro grafo.

Ciclo: Caminho simples que começa e termina no mesmo vértice.

Componente : conjunto de nodos onde cada nó possui um caminho para todos os nós. Na prática, identificar componentes é interessante no caso de grafos direcionados, para que assim possam ser localizados componentes fortemente conectados.

Componente Maior (ou componente gigante): componente com a maior parte dos nós da rede. Para efeito de análise, considera-se o componente maior que tenha mais de 50% da quantidade total de nós.

Clique: Subgrafo completo (sem cut points) (“panelinhas”) utilizado para estudar a coesão de subgrupos maximais.

Grafo direcionado, dirigido ou dígrafo: é aquele que existe origem e destino, partida e chegada, onde a ligação entre dois vértices é chamada arco. Dados dois vértices i e j , em um dígrafo, a ligação de i para j é diferente da ligação de j para i .

Grafo não direcionado, ou não dirigido: é aquele que não existe origem ou destino, onde a ligação de dois vértices é chamada de aresta. Dados dois vértices i e j , em um grafo não dirigido, a ligação de i para j é a mesma de j para i .

Grafos Bipartite ou de 2-modos: Uma variação da forma de representação e organização dos grafos clássicos é o grafo bipartite ou grafo de 2-modos, definido formalmente como um grafo G que possui dois conjuntos V_a e V_b de classes diferentes de vértices e um único conjunto de arestas E . A diferença das redes clássicas reside no fato de que os conjuntos de nós V_a e V_b são disjuntos e que as arestas somente ligam pares de nós que estão em grupos diferentes. Ou seja, não existem pares de nós que pertençam ao mesmo grupo (Latapy et al, 2008).

3.1 Métricas dos Vértices

Grau, Centralidade de grau ("degree centrality"): O grau de um vértice corresponde ao número total de relacionamentos que este vértice possui. Ou seja, dado um vértice i , o seu grau k_i é o número de arestas que incidem sobre ele. Informa a visibilidade ou potencial de atividade de comunicação do nó, que pode ser um ponto focal de comunicação, podendo desenvolver um senso de estar no mainstream do fluxo de informação na rede, com boa capacidade de receber e enviar "inputs". Assim, ele está em contato direto com muito outros nós e acaba ocupando um lugar central na rede. Pode ser interpretado como um nó com capacidade de influenciar e ser influenciado diretamente. Também conhecido como centralidade de grau.

Coeficiente de Aglomeração Local ou do vértice i ("cc" ou C_i): representa a relação entre vizinhos em uma rede. O coeficiente de aglomeração local C_i de um dado vértice i é dado pela fração dos pares de vértices vizinhos a este vértice i e que com ele estão conectados (Watts e Strogatz, 1998). Ou seja, é a razão entre o dobro do total de arestas entre vizinhos de um vértice i (excluindo i) e o total de arestas possíveis entre i todos seus vizinhos ($k_i(k_i-1)$).

$$C_i = 2 * (\text{Número de pares vizinhos conectados a } i) / k_i (k_i - 1)$$

Centralidade de Proximidade (closeness): A independência de um nó é

determinada pela sua proximidade em relação a todos os outros nós da rede. Ou seja, dado um determinado vértice i , calcula-se a sua proximidade em relação a todos vértices j , sendo $j \neq i$. Está relacionado ao controle da comunicação no sentido de que um nó pode evitar o potencial de controle de outros nós. Nós que não possuam uma posição de centralidade de proximidade precisam utilizar de outros nós para enviar mensagens, enquanto aqueles que possuem proximidade alta *escutam* as informações antes que os demais. Assim, a Centralidade de Proximidade significa distâncias curtas, poucas transmissões de mensagens, custos e tempos menores (Freeman, 1979). Tem relação direta com eficiência e eficácia, assim como com independência.

Centralidade de intermediação ou Betweenness : indica o número de caminhos mínimos que passam por um determinado elemento da rede (Freeman, 1979). Mostra a importância do elemento para a rede, ocupando locais estratégicos em canais de comunicação. Em geral indica o nível de controle de comunicação daquele nó dentro da rede. Pode separar ou unir parte da rede.

- ⊙ Prestígio do ator: um nó de prestígio é objeto de muitos relacionamentos, desde que ele seja o receptor destes relacionamentos.

Apesar destas métricas focarem em atores participantes da rede, elas também podem ser combinadas entre os atores para obter a medida da rede como um todo ou de determinados sub-grupos. Assim, essas métricas podem ser úteis para comparar diferentes redes sociais facilmente.

3.2 Métricas das Redes

Número de vértices : n .

Número de arestas : m .

Grau médio ou $\langle k \rangle$: é a média dos graus de todos os vértices que fazem parte da rede.

Densidade (density ou delta ou Δ): a densidade Δ de um grafo é a razão entre o número de arestas existentes e o maior número possível de arestas (Latapy et al, 2008).

Caminho mínimo médio ou L ou CMM: comprimento (número de arestas) médio do menor caminho entre dois vértices i e j , para todos os pares de vértices (i,j) existentes na rede (Watts & Strogatz, 1998).

Distância ou Diâmetro: maior distância (caminho mínimo) entre 2 vértices

quaisquer ou comprimento (número de arestas) do menor caminho entre dois vértices.

Coeficiente de agrupamento médio ou ou CAM ou "c" ou "CC" (clustering coefficient): para toda a rede, o CC é média de todos os cc's

$$C = \frac{1}{n} * \sum_i (2 * E_i / k_i (k_i - 1))$$

em que E_i representa o número de pares vizinhos conectados ao vértice i e k_i é a quantidade de arestas de i .

Distribuição de graus: A distribuição de graus p_k de um vértice i indica a probabilidade do vértice ter k ligações. É um índice importante porque pode determinar o tipo de uma rede. É concebida a partir da frequência (quantidade) de nós que possuem um mesmo número x como grau de conectividade.

3.3 Redes Complexas e suas Topologias

Sobre redes complexas, quanto à topologias de conexão as redes podem ser completamente regulares ou completamente aleatórias. Pode-se assim dizer que as redes reais, objeto de estudo de uma área que hoje pode-se chamar de “Ciência das redes”, situam-se entre esses dois extremos.

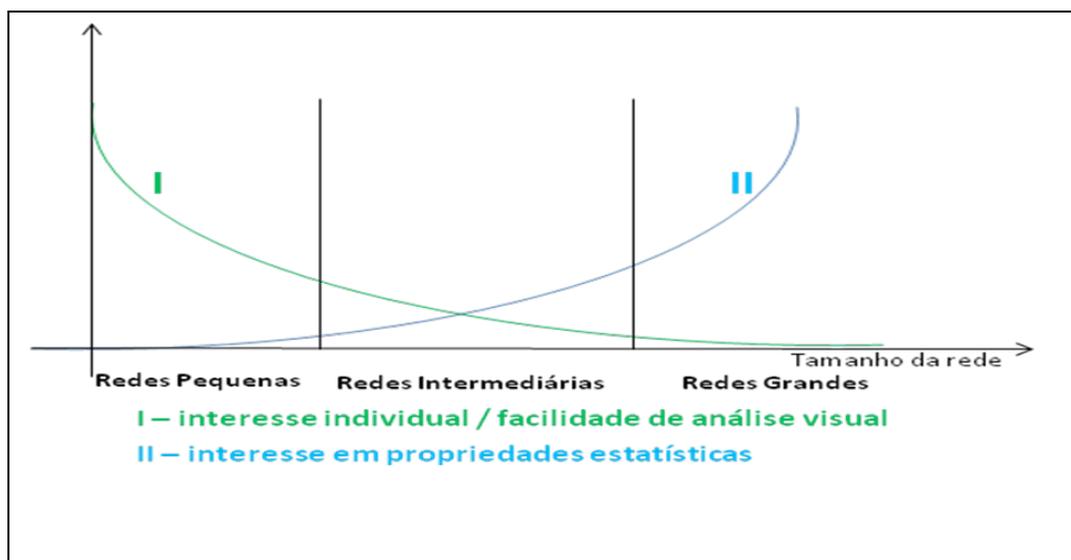


Figura 1 - Relação entre tamanho e complexidade na análise de redes (De Angelis, 2005).

De Angelis (2005) exhibe uma classificação quanto ao tamanho da rede que é

mostrado na Figura 1, onde a curva decrescente exprime o interesse das características individuais dos nós e da facilidade do exame visual, e a curva crescente exprime o interesse das medidas estatísticas e da dificuldade do exame individual. Apresentamos a seguir uma breve introdução aos 3 tipos de redes clássicos da teoria de redes.

3.4 Topologias clássicas de redes

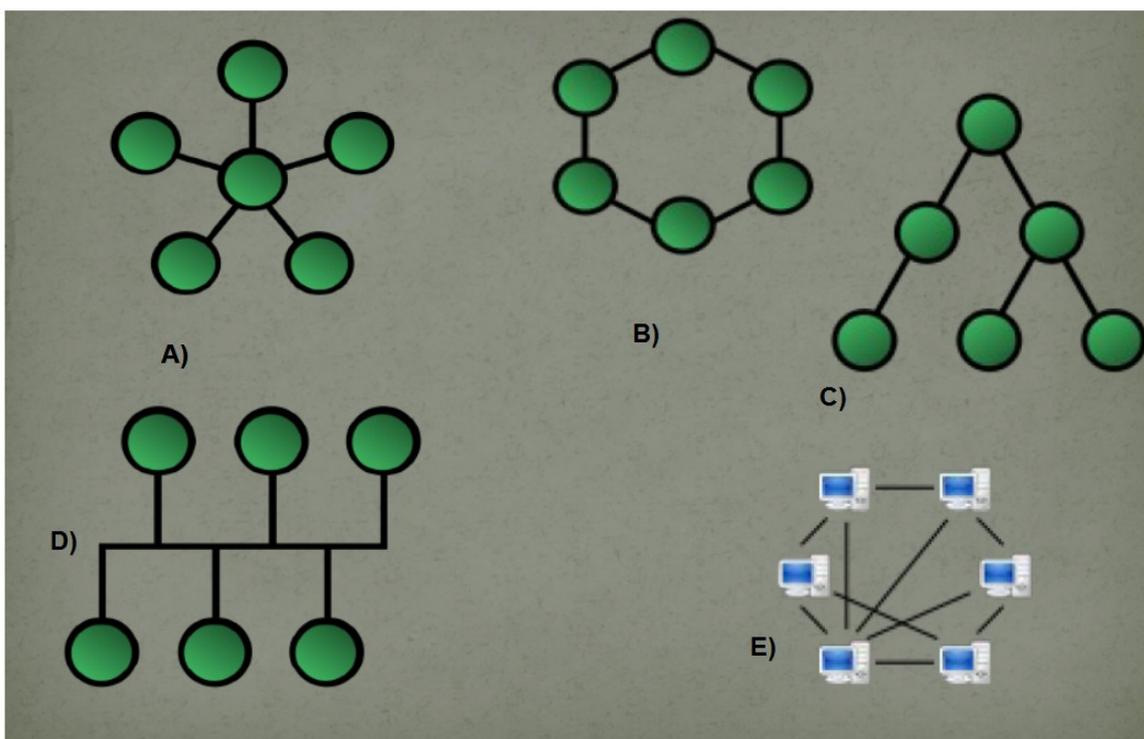


Figura 2 - 5 topologias clássicas de redes (Barabasi).

As redes possuem algumas topologias clássicas, utilizadas principalmente em redes de computadores para classificar a maneira pela qual os nós destas redes conectam-se. No caso A) temos uma rede estrela, com um dos nós centralizando todas as conexões. No exemplo B) temos a rede em anel, onde todos os nós possuem o mesmo grau de conectividade. No caso C), temos uma estrutura em forma de árvore, onde um dos nós é a raiz para acessar todos os demais, considerados folhas da árvore. No caso D), temos uma estrutura baseada em um barramento, ao qual todos os nós estão conectados. O barramento é o meio principal de comunicação. No último caso, exemplo E), temos uma rede mista, incorporando várias características das demais topologias clássicas.

Exercícios:

- ⌚ Calcular o grau de conectividade de todos os nós em cada exemplo.
- ⌚ Identificar quais os nós ou elementos mais importantes para cada rede.

3.5 Topologias de redes complexas

Redes de Mundo Pequeno (Small World Theory): rede que possui uma distância pequena entre quaisquer dois vértices. A maior manifestação popular deste fenômeno é o conceito dos “seis graus de separação”, descoberto por Stanley Milgram em 1967. Em seu experimento, Milgram conclui que existe uma distância média de 6 entre os moradores dos EUA. O fenômeno do mundo pequeno parece caracterizar muitas das redes complexas. Tornam-se sociedades clusterizadas, contituídas por círculos de amigos altamente conectados. 'Laços fracos' conectam membros destes círculos fechados a outros indivíduos pertencentes a outros grupos, que exercem um papel crucial em nossa habilidade de comunicação fora do *mundo pequeno*. Exemplos: LiveJournal, Orkut, Flickr, Youtube.

Características:

C = Alto

L = Baixo

P(k) = Não determinante

Redes Livres de Escala: São redes em que poucas entidades aglomeram muitas outras entidades e muitas entidades relacionam-se com poucas outras entidades (Slide Hernane). Em geral, uma rede livre de escala contém hubs¹, ou seja, nós com um grande número de relacionamentos. A distribuição dos graus dos nós destas redes seguem uma lei de potência em que nós de grau alto tendem a se conectar a outros nós de grau alto. Neste tipo de rede, a maioria dos nós tem poucas conexões e alguns poucos nós

¹**Visibilidade, Hubs e Espaços Democráticos:**

Os nós de uma rede variam em termos de sua visibilidade e poder de atração. Aos nós mais visíveis e capazes de atrair conexões de outros nós, dá-se o nome de hubs ou conectores. São nós com uma grande quantidade de relacionamentos. Hubs dominam a estrutura das redes nos quais estão presentes, tornando-as 'mundos pequenos', criando caminhos curtos entre dois nós em um sistema. São motivadores para as atividades de análise de redes sociais, pois são capazes de proliferar mais rapidamente ideias, conceitos, informação, tendências, doenças... Os hubs, fazem do mundo algo realmente pequeno. De acordo com as pesquisas, os hubs não se formam aleatoriamente, existem leis matemáticas que podem comprovar sua existência.

A Internet está longe de ser um espaço democrático, pois a visibilidade (número de ligações) é reservada àqueles com maior capacidade de atração. A importância da identificação destes elementos está em compreender a vulnerabilidade de uma rede. Os hubs são os principais propagadores e os nós com maior capacidade de atração de outros nós dentro da rede, sendo os principais alvos para desestruturar ou destruir uma rede. Exemplos: Rede Rodoviária: Salvador x Feira de Santana; Rede de Aviação – Guarulhos x Santos Dummont x Brasília; Rede de Comunicação: Incêndio 2010 da Estação Itaipara – Oi/Telemar; Abastecimento de Água: Filme “Batman” & Lençol freático. Curiosidade: A ideia de 'The Rich get Richer' e o potencial de atração INOVADOR deixam os hubs com alta capacidade de atrair muito rapidamente novos nós para sua rede.

possuem uma grande quantidade de relacionamentos. Tais redes possuem características heterogêneas e epidêmicas e são extremamente vulneráveis a ataques coordenados que podem desconectar os seus hubs, logo, mais resistentes a ataques aleatórios. Neste tipo de rede a quantidade de nós cresce continuamente.

Características:

C= não determinante

L= não determinante

$$P(k) = \text{Lei de Potência}$$

Examples of Scale-Free Networks

NETWORK	NODES	LINKS
Cellular metabolism	Molecules involved in burning food for energy	Participation in the same biochemical reaction
Hollywood	Actors	Appearance in the same movie
Internet	Routers	Optical and other physical connections
Protein regulatory network	Proteins that help to regulate a cell's activities	Interactions among proteins
Research collaborations	Scientists	Co-authorship of papers
Sexual relationships	People	Sexual contact
World Wide Web	Web pages	URLs

Figura 3 - Exemplos de redes livres de escala (Barabasi).

Redes Aleatórias: modelo mais simples, onde cada par de vértices tem a mesma probabilidade de conexão e essa conexão ocorre de forma independente das demais. Estas redes possuem nós cuja distribuição de graus segue uma distribuição de Poisson. Em geral, não possuem cliques (ou "panelinhas"). O modelo clássico de redes aleatórias é o de Erdos & Renyi (1960), até hoje sendo utilizado para procedimentos de análise de redes complexas, permitindo a comparação e análise de valores de métricas de redes de mesmo n que redes geradas a partir das ideias de Erdos & Renyi.

Características:

C = Baixo

L = Baixo

$P(k)$ = Binomial ou Poisson

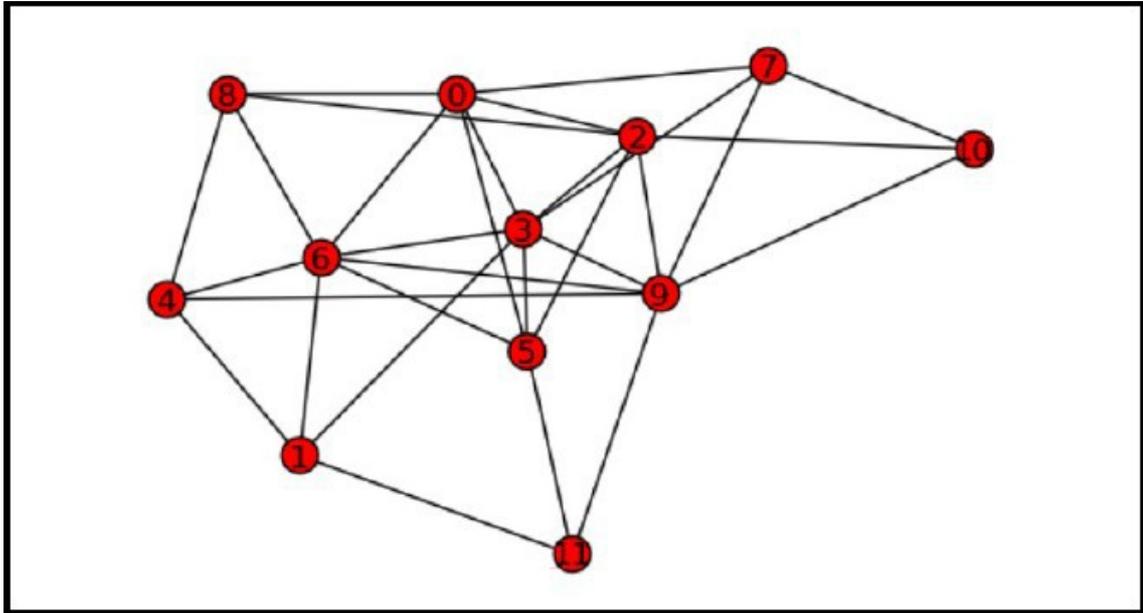


Figura 4 - Exemplo rede aleatória.

4. Exemplos de Redes com algumas análises e discussões

Apresentamos dois exemplos de redes criadas para ilustrar algumas das métricas e aspectos apresentados na sessão anterior. Em ambos os casos utilizamos como base para coleta de dados o livro “The Information”. No primeiro exemplo é apresentada a rede de todos autores citados no livro, caracterizando uma rede de 1 modo. No segundo exemplo foi gerada uma rede de 2-modos, correlacionando autores e instituições identificadas no livro. Para uma melhor compreensão, cada uma das redes é caracterizada em quatro itens: Métricas aferidas, no qual são detalhados os índices; Redes geradas, trata-se das representações gráficas das mesmas; regressão linear para compreender a distribuição de graus por nó da rede, o que permitirá indicar o tipo da rede ou uma tendência para classificá-la; e por fim, em interpretações, a que conclusão podemos chegar ou ao menos apontar sobre a rede exemplo apresentada.

Para realizar a análise, identificação e classificação de redes, foram seguidas as cinco premissas definidas por Watts & Strogatz (1998) que garantem a possibilidade de estudo e comparação das mesmas:

1. A rede deve ser não dirigida;
2. As arestas não devem ser ponderadas;
3. As redes não devem possuir arestas múltiplas;
4. A rede deve ser esparsa, ou seja, o número de arestas deve ser muito menor que o máximo possível $\Rightarrow n * n-1/2$;
5. A rede deve ser conectada (deve haver um caminho entre qualquer par de dois vértices na rede) ².

Assim, além de atender às premissas 1 e 2, foram retiradas todas as arestas múltiplas para atender a premissa 3 e, em todos os casos, buscamos o componente maior da rede para atender a premissa 5. Quanto à premissa 4, todas as redes analisadas eram esparsas. Apresentamos a seguir a análises e dados sobre cada uma das quatro redes.

² Em geral, procura-se usar o componente com 50% dos vértices

4.1. Autor X Autor

4.1.1 Métricas aferidas

			Grau médio	clustering coeficient	density	caminho mínimo médio
	n	m	$\langle k \rangle$	C	Δ	L
rede base	304	292	1,921	0,36	0,01	4,479
Maior componente	180	268	1,92	0,34	0,02	4,485
				C_{RD}		L_{RD}
				0,018		7,715
				0,031		4,569

Quadro 1 - Métricas Autor X Autor. Fonte: autores (2013)

4.1.2 Redes Geradas

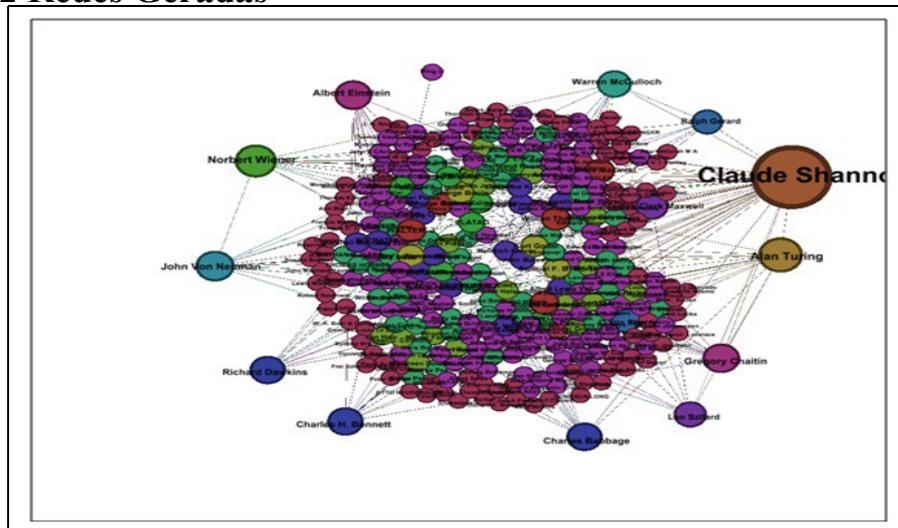


Figura 5– Rede base Autor x Autor. Fonte: Autores (2013)

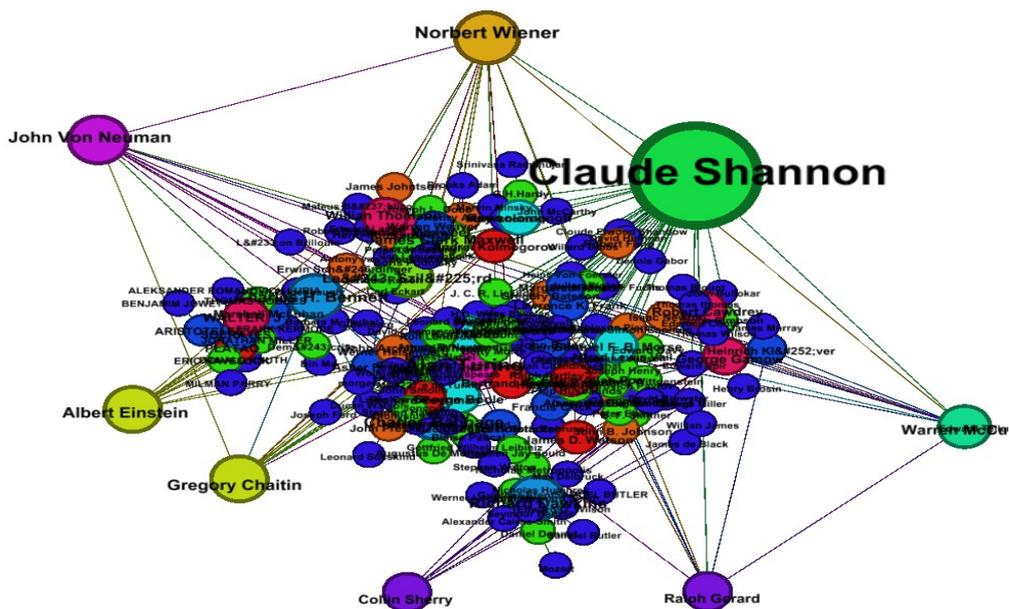


Figura 6 – Componente Maior Autor x Autor. Fonte: autores (2013)

4.1.3 Regressão Linear para a distribuição de graus

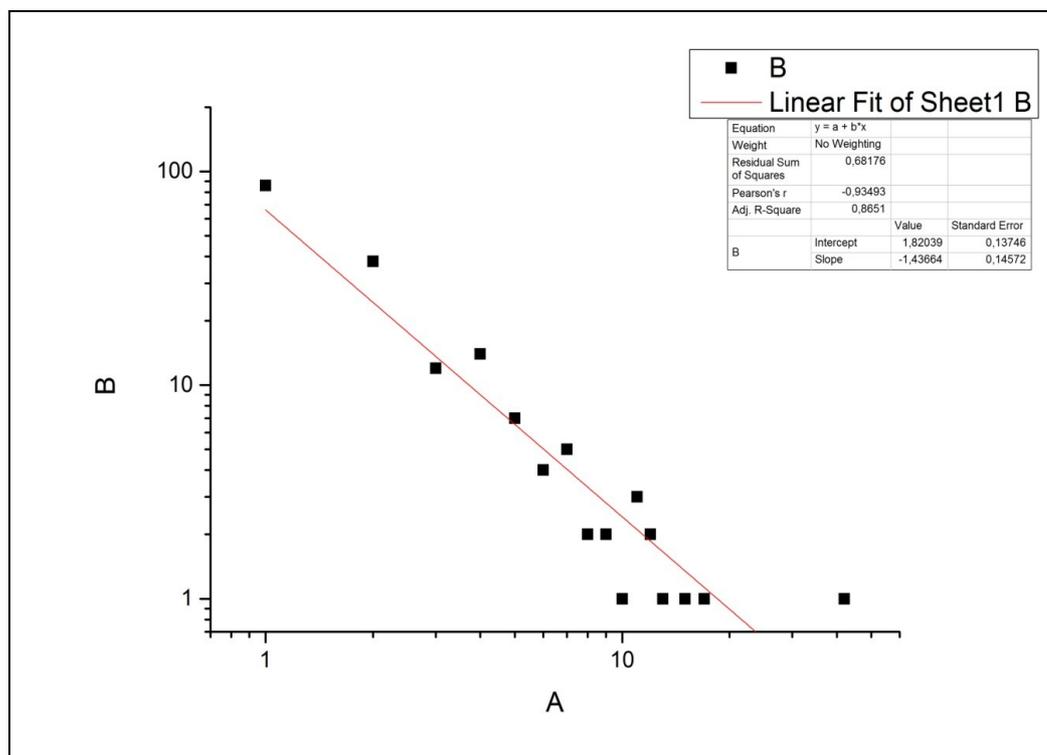


Gráfico 1 – Regressão linear Autor X Autor . Fonte: autores (2013)

4.1.4 Interpretações

O C (coeficiente de aglomeração) do maior componente é muito maior que o C_{rd} , o L é aproximadamente igual ao L_{rd} . Isso nos permite afirmar que é uma rede Small World. O R^2 da regressão linear desta rede deveria estar entre 0,9 e 1 (90% e 100%) para ser também considerada livre de escala. Como esta medida está com um valor aproximado a 0,9 ($R^2 = 0,86$ ou 86%), ela apresenta indícios de que a rede analisada também é livre de escala

Sendo uma rede Small world, podemos inferir que o conhecimento gerado nas conexões dos autores através de conferências, troca de correspondências, estudos conjuntos, entre outros, propicia um fluxo de informações mais eficiente que se desdobram em avanços. Do ponto de vista da distribuição de graus, conforme já apresentado, a rede apresenta indícios de uma rede livre de escala: mesmo que o R^2 regressão linear não apresente valor superior a 90%, esta rede, autor x autor, alcança o valor de 86%. Esta característica evidencia a existência de determinados autores com

alto grau de conectividade, como por exemplo Claude Shannon, Alan Turing, John Von Newman e Norbert Wiener, e também muitos autores pouco conectados. Isto significa dizer que determinados trabalhos de determinados autores são muito mais requisitados que a maioria.

4.2. Autor X Instituição

4.2.1 Métricas aferidas

Para a rede que relaciona autor X instituição, verifica-se que autor aponta 54,76%, enquanto instituição, 45,24%. Observa-se, ainda, o maior componente que representa 101 vértices, ou seja, 60,119%. Na rede criada a partir do maior componente, percebe-se a seguinte variação: Instituição 43,56% e Autor 56,44%. No quadro, as métricas das duas redes:

	N	m	Grau médio <k>	clustering coeficient C	density delta	Caminho mínimo médio L	Diâmetro
Rede base	168	153	1.82142857	0,0000000	0.02188215	4.41287	10
Instituição	76	210	5.52631579	0.86916682	0.07368421	2.08709	4
Autor	92	262	5.69565217	0.87533217	0.06258958	2.32505	5
RD-1	168	169	2.01190476	0,0000000	0.02417048	6.85388	20
Instituição	76	135	3.55263158	0.46950323	0.04736842	3.36847	9
Autor	92	181	3.93478261	0.58098592	0.04323937	3.51481	10
Maior componente	101	114	2.25742574	0,0000000	0.04545455	4.44990	10
Instituição	44	203	9.22727273	0.85608351	0.21458774	2.09514	4
Autor	57	249	8.73684211	0.86378885	0.15601504	2.33584	5
RD-1	101	124	2.45544554	0,0000000	0.04944179	4.76899	11
Instituição	44	129	5.86363636	0.58195620	0.13636364	2.35976	5
Autor	57	170	5.96491228	0.65746187	0.10651629	2.43843	5

Quadro 3 – Métricas Autor X Instituição. Fonte: autores (2013)

4.2.2 Redes Geradas

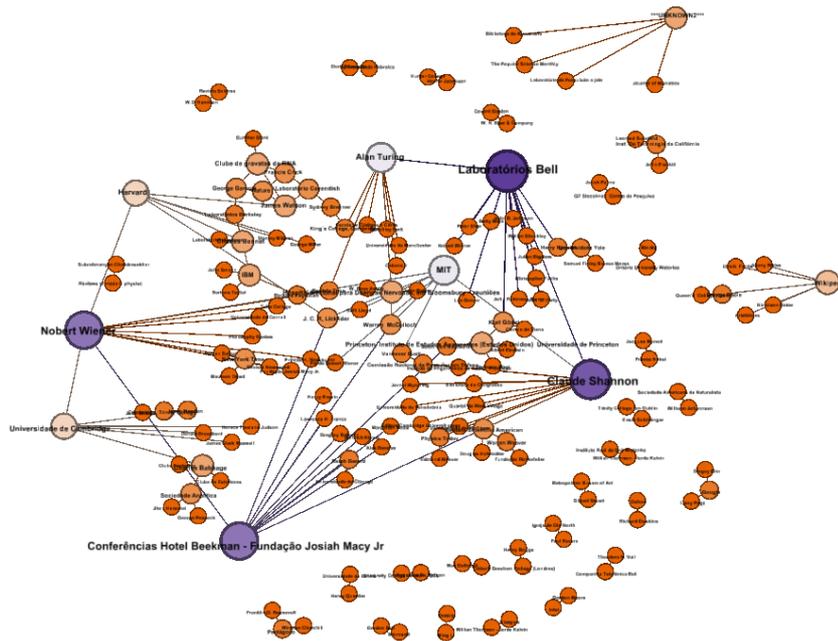


Figura 7 – Rede base Autor X Instituição. Fonte: autores (2013)

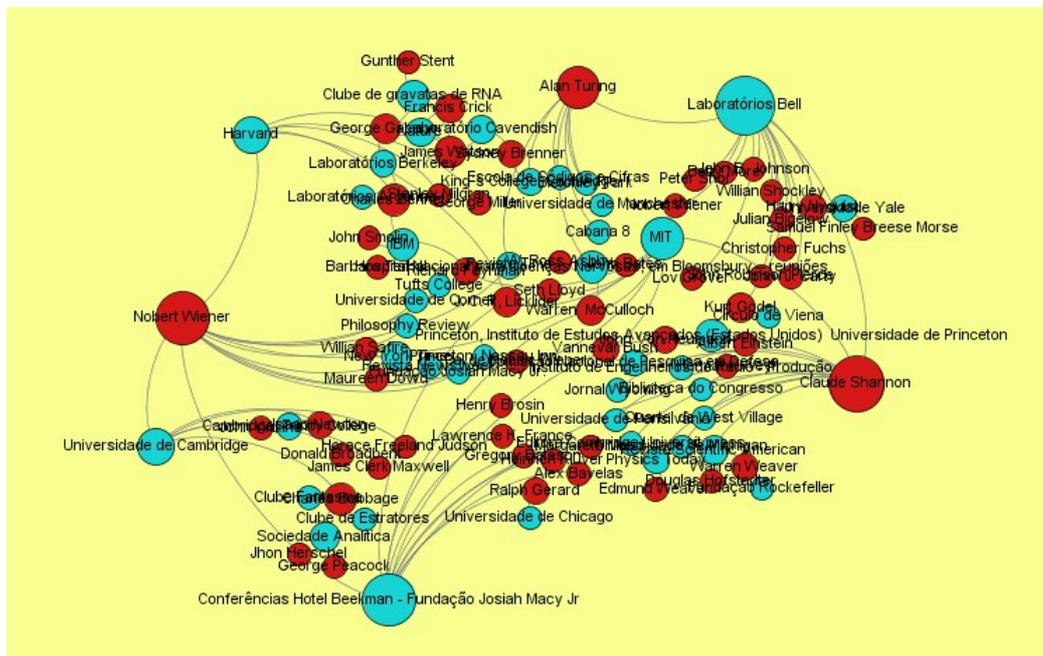


Figura 8 – Rede Maior Componente Autor X Instituição. Fonte: autores (2013)

4.2.3 Regressão Linear para a distribuição de graus

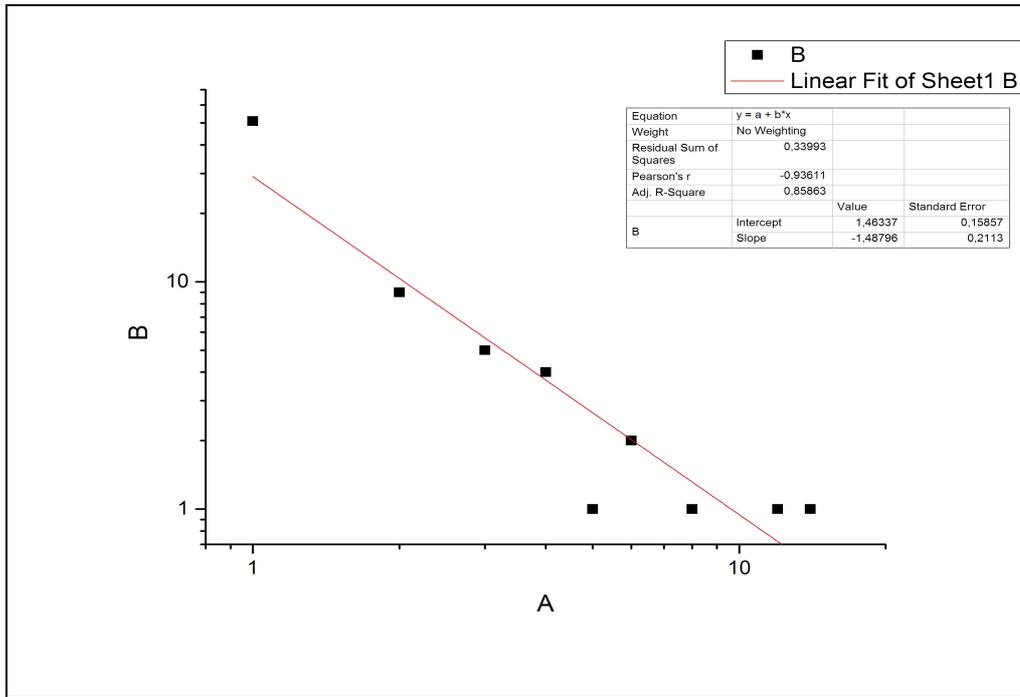


Gráfico 4– Regressão linear para Autor X Instituição modo 1. Fonte: autores (2013)

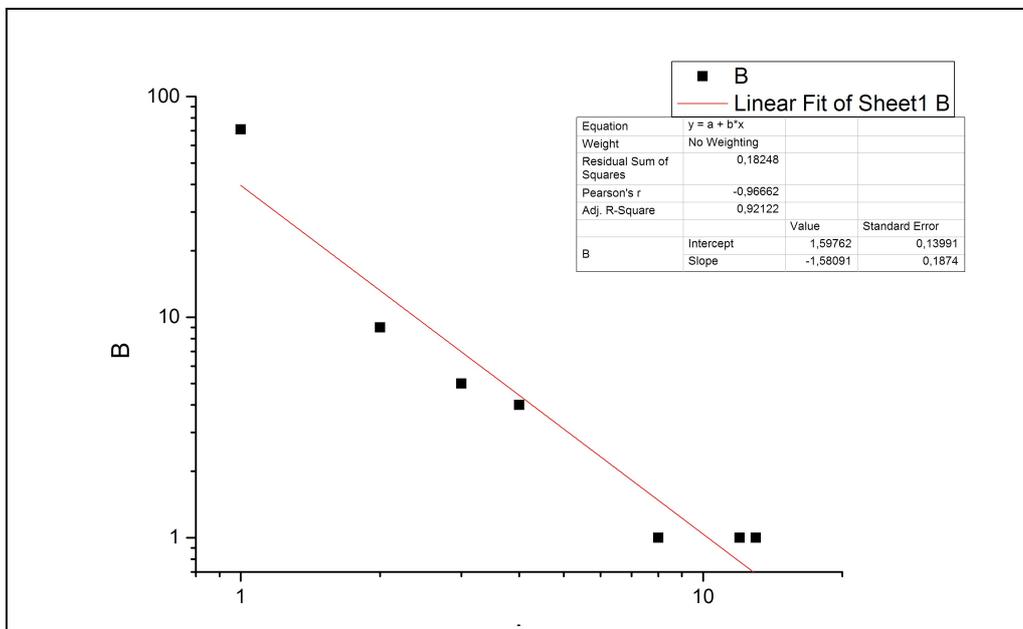


Gráfico 5– Regressão linear para Autor X Instituição modo 2. Fonte: autores (2013)

4.2.4 Interpretações

O C (coeficiente de aglomeração) é maior que o C_{rd} para as projeções dos dois modos, assim como o L é aproximadamente igual ao L_{rd} para a rede do maior componente (ou seja, pequeno). Isso significa dizer que é uma rede Small World.

O R^2 da regressão linear para a distribuição do modo 1 ficou em 0,858, e para o modo 2 em 0,921. Para os valores de gama obtivemos -1,487 e -1,580, respectivamente. Em ambos os modos os valores não são altos o suficiente, segundo a literatura, para assegurar a classificação da rede como livre de escala, no entanto, mostram uma tendência para tal.

4.5. Quadro Geral de comparação de índices

No sentido de facilitar as análises das métricas coletadas para as redes exemplo, um quadro geral de comparação dos índices levantados é apresentado abaixo.

	C	C_{rd}	L	L_{rd}	Slope	R²
Autor X Autor						
Rede base	0,360	0,018	4,479	7,715	--	--
Rede C. Gigante	0,340	0,031	4,485	4,569	-1,436	0,865
Instituição X Autor						
	Modo 1	Modo 2	Modo 1	Modo 2	Modo 1	Modo 2
Rede base	0,869	0,875	0,469	0,580	4,412	6,853
Rede C. Gigante	0,856	0,863	0,581	0,657	4,449	4,768
					Modo 1	Modo 2
					--	--
					0,858	0,921

Quadro 5 – Quadro geral para comparação de métricas com todas as redes e respectivas projeções. Fonte: autores (2013).

5. Considerações finais

A ARS não pode nem deve restringir-se a análise quantitativa, mas também a questões qualitativas que podem ser inferidas a partir das modelagens construídas. Identificar tendências e nós de maior relevância e centralidade é fundamental para projetar novas possibilidades dos cenários e redes analisadas.

Por exemplo, dentro dos cenários apresentados nesta apostila, podemos inferir que as duas redes apresentam forte tendência a cliques (e *panelinhas*) e que também apresentam uma evolução dinâmica, onde fica clara, como na rede autor x autor, a tendência de que vértices com muitas conexões tendam a atrair os novos componentes

que se conectam a rede, como pode ser visto na rede autor x autor nos vértices Claude Shannon, Alan Turing e Nobert Wiener; e na rede autor x instituição, onde além destes vértices podem ser citados MIT, Laboratório Bell e Conferências no Hotel Beekmam (Fundação Josiah Macy Jr). É notória a importância de pessoas como Shannon e Turing e de seus respectivos trabalhos. Isto permite supor que a retirada destes nós das redes construídas levaria provavelmente a um estado de menor difusão da informação (visto que o tema do livro utilizado para construir as redes exemplo é como a informação se difundiu nos últimos séculos), já que existe uma tendência a caracterizar a rede Autor x Autor como livre de escala, por tanto, com a presença de *hubs* concentradores. No entanto, como esta mesma rede é também uma rede de mundo pequeno, muito provavelmente, com poucos passos, novos caminhos se formariam para continuar a evolução dos avanços na área da informática e difusão da informação, gerando assim um retardo, mas não impedindo a evolução.

Perante a crescente e continuada gama de informações acumuladas no mundo digital e a perspectiva que esse faz de outras dimensões, como a geografia ou o urbanismo, a pergunta que emerge é o que fazer com esse universo de informação. Dentre tantas possibilidades, essa questão nos coloca diante de uma ideia de como processar tantos dados espalhados, às vezes relacionados, entre tantas plataformas e redes digitais. A questão mais recente do BigData é uma das áreas mais efervescentes no sentido de observar o império da informação como elemento fundamental na sociedade contemporânea onde dados escorrem silenciosamente pelas teias digitais e multiplicam e sobrepõem tempo e espaço.

A informação é o que alimenta o funcionamento do nosso mundo moderno e contemporâneo. E tod@s estão sujeit@s a mensagens, instruções e códigos.

*Esta apostila é um recorte e adaptação do trabalho apresentado por: CLAUDIA SISAN SILVA DE SANTANA, EWERTTON CARNEIRO PONTES, HELAINE PEREIRA DE SOUZA e PABLO VIEIRA FLORENTINO, intitulado “Como se difunde a informação? Um estudo sobre a difusão do conhecimento com base na teoria de redes”, Relatório apresentado como requisito parcial de avaliação da disciplina *Análises de Redes Sociais*, componente curricular do Doutorado Multidisciplinar e*

Referências

DE ANGELIS, A. F. Tutorial de Redes Complexas. Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, São Carlos, 2005

ERDOS, P.; RENYI, A. On the evolution of random graphs, *Publications of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences* 5, 17–61.1960

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*. v. 1, p. 215-239, 1979.

GLEIK, J. *A Informação: Uma história, uma teoria, uma enxurrada*. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

LATAPY, M.; MAGNIEN, C.; DEL VECCHIO, N. Basic notions for the analysis of large two-mode networks. *Social Networks*, v. 30, n. 1, p. 31-48, 2008.

LEITE, F. C.L. Gestão do conhecimento científico no contexto acadêmico: proposta de um modelo conceitual. Brasília, 240p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade de Brasília, 2006.

LÉVY-LEBLOND, J.M. Cultura científica: impossível e necessária. In. VOGT, Carlos (Org). *Cultura científica: desafios*. São Paulo: Edusp, p. 28-55, 2006.

PESSOA JR., O . Histórias Contrafactuais: O Surgimento da Física Quântica. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 14, n.39, p. 175-204, 2000.

WATTS, D. J.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature* 393, 440–442, 1998.