



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**ANÁLISE DE REDE MULTICAMADAS E  
DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS HUMANOS**

Janaina Rezende de Andrade

Relatório de iniciação científica do  
Programa PIBIC orientada pelo  
Dr. Gustavo Felipe Balué Arcorverde

**INPE**  
São José dos Campos  
2020



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**ANÁLISE DE REDE MULTICAMADAS E**  
**DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS HUMANOS**

Janaina Rezende de Andrade

Relatório de iniciação científica do  
Programa PIBIC orientada pelo  
Dr. Gustavo Felipe Balué Arcorverde

**INPE**  
São José dos Campos  
2020

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre como ao longo das últimas décadas os sistemas que envolvem um número de atores interagem entre si podem interferir no sistema. Muitos desses sistemas exigem propriedades coletivas emergentes e são encontrados nas diversas áreas da ciência e pesquisas. A teoria de redes ou ator-rede, graças a sua versatilidade, tem se mostrado uma ferramenta matemática muito poderosa no estudo destes sistemas. Esse estudo possibilitou determinar qual indivíduo é mais influente baseado no número total de suas relações. Assim detectou-se qual o grau de centralidade de cada ator e os caminhos mais curtos para se chegar até ele. Foi realizada uma leitura aprofundada sobre o tema e algumas análises de redes através de software específicos para atingir os resultados.

Palavras – chaves: análise de rede, ator-rede

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. DESENVOLVIMENTO .....	6
2.1. Resenha Crítica .....	7
2.2. Análise das redes .....	15
3. CONCLUSÃO .....	16
4. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....	17

## 1. INTRODUÇÃO

A bolsa PIBIC está incluída na estratégia de ampliação de capacitação institucional do INPE CCST em análise de redes.

O título da bolsa é de Análise de redes multicamadas e diagnóstico de sistemas humanos

E tem como objetivos:

1-Apoiar o desenvolvimento de análises de rede multicamadas com foco em diagnóstico de aspectos relacionais de atores institucionais envolvidos em temáticas de gestão de recursos hídricos e mudanças ambientais.

2-Apoiar o desenvolvimento de revisão sistemática de referencial bibliográfico.

3-Apoiar a construção de artigo científico sobre análise de redes multicamadas.

O cronograma previsto para execução inicial segmentava os trabalhos no primeiro semestre de organização de referencial bibliográfico mínimo a partir de leitura do livro *Linked The New Science os Networks* e de curso de capacitação interno de análise de redes. No segundo semestre foi planejado com o apoio a pesquisa de análise de rede multicamadas com dados coletados da bolsa PCI “Análise de redes multicamadas e diagnóstico de sistema humanos.”

Com a reprogramação do cronograma em março de 2020, as atividades foram totalmente remanejadas em virtude da disponibilidade presencial para capacitação e recursos físicos para processamento dos dados. A não renovação da bolsa também é reflexo do remanejamento do projeto, tendo em vista o desenho inicial e a necessidade de encontros presenciais.

Nesse sentido, o projeto teve como foco a revisão crítica do livro bolsa *LINKED: The New Science os Networks* e a apresentação de teste de redes para dados reais coletados no projeto “Análise de redes multicamadas e diagnóstico de sistema humanos.”

## 2. DESENVOLVIMENTO

Para realização desse trabalho o uso de ferramentas como softwares, tal como Gephi, para construção das redes e atingir o resultado. Também foi necessária uma leitura avançada e detalhada do livro Linked onde o autor Albert-László Barabási mostra como as redes evoluíram através das décadas e como nos auxilia na formação das redes de contatos. O conceito de Análise de Redes Sociais (ARS) pode ser utilizado em diversas áreas de estudo como uma ferramenta para análise da interação entre os elementos de uma rede.

Sabemos que o mapeamento de dados é uma das atividades mais importantes para a entendermos como um ator é conhecido e como se chega até ele. Ao identificar padrões e conexões, é possível prever o comportamento do principal do ator e para isso utilizamos software como o GEPHI na construção dessas redes. E também o estudo através da literatura baseada nas pesquisas sobre o tema. Definição de métricas para obter os resultados.

## 2.1. Resenha Crítica



Sérgio Pulice

---

## RESENHA

Trata-se de um livro de ciência popular escrito pelo físico Albert- László Barabási e publicado em 2002.

Barabási é um físico húngaro-americano nascido na Rômenia, ficou conhecido por seu trabalho na área da "teoria de redes".

No livro 'Linked', o autor verificou que os sites que formam a 'world wide web' (www) tem determinadas propriedades matemáticas que dependem de três condições para ocorrer.

A primeira é que a rede tem de se expandir, crescer. Tal condição de crescimento é muito importante, assim como a idéia de emergência que a acompanha. Está em constante evolução e adaptação e existe acentuadamente com a rede (www).

A segunda refere-se a conexões preferenciais, ou seja, novos integrantes vão querer ligar-se a hubs, que participam da rede com mais conexões.

A terceira denomina-se aptidão competitiva, que, em termos de rede, implica sua taxa de atração.

É uma leitura interessante onde através dos estudos do autor temos um debate teórico e crítico sobre os links e conexões que todos nós podemos alcançar.

## **PRIMEIRA CONEXÃO: INTRODUÇÃO**

Um jovem de 15 anos que se auto denominou de Mafiaboy conseguiu paralisar o funcionamento de páginas como Yahoo, Amazon e CNN burlando o sistema de segurança, enviando milhares de mensagens escrito “Sim, eu ouvi você!”.

O FBI investigou o caso acreditando se tratar de uma organização ciberterrorista, mas deram de cara com um menino de 15 anos, puderam imaginar que se ele conseguiu tamanha façanha atingindo uma das maiores corporações o que um grupo bem treinado formado para esse intuito então não conseguiria.

O Cristianismo, da forma em que Paulo utilizou o que tinha para difundir uma ideia, em uma época em que não existia internet e que as mensagens eram dadas conversando uns com os outros, ele viajou e espalhou o que acreditava em comunidades importantes, povos e lugares diferentes.

Em uma comparação não levando em conta as intenções de Mafiaboy e Paulo os dois conseguiram espalhar as mensagens de formas completamente diferentes, um usando a tecnologia a seu favor e outro as conexões sociais. O resultado foi atingido da mesma forma porque ambos estavam conectados.

Mostra também que na rede nada funciona sozinho, tudo está interligado, mesmo em assuntos tão diferentes você pode encontrar muitas características similares uma com as outras!

## **SEGUNDA CONEXÃO: UNIVERSO RANDÔMICO**

Leonhard Euler foi um importante matemático conhecido pela descoberta da Teoria dos Grafos.

Em 1736 resolveu um problema conhecido como sete pontes de Königsberg. O problema consistia em decidir se era possível seguir um caminho que atravessa cada uma das pontes uma única vez e retornar ao ponto de partida. Euler denominou as faixas de terras como nós e as pontes de links.

Isso foi só o início para inspirar outros matemáticos a pensar em como se formavam os grafos, como se formava as redes, Paul Erdős e Alfréd Rényi revolucionaram a teoria dos grafos, a solução que encontraram transformou as bases da teoria das redes randômicas, trabalhando com aleatoriedade!

Isso tudo para chegarmos em uma comparação em que as pessoas são os nós e os encontros casuais delas são os links. Acrescentando links irá ter mais conexões, formando um aglomerado. A sociedade é parte de um aglomerado, da qual ninguém é excluído.

## **TERCEIRA CONEXÃO: SEIS GRAUS DE SEPARAÇÃO**

Stanley Milgram redescobriu o conceito de “seis graus de separação” que consiste em que todo mundo está separado por apenas seis outras pessoas, o estudo envolveu envios de cartas para identificar os números de laços existentes entre duas pessoas.

Mostrando o quanto vivemos em um mundo pequeno e em uma sociedade bastante densa. O mundo parece estar encurtando porque atualmente os vínculos sociais estão mais fortes.

## **QUARTA CONEXÃO: MUNDOS PEQUENOS**

Granovetter buscou saber como as pessoas entram na rede, quais as conexões sociais elas utilizavam para buscar um emprego, entrevistou funcionários e gerentes e chegou a conclusão que eram seus conhecidos que haviam ajudado a conseguir um emprego.

A teoria dos laços fracos mostra em como tem uma grande importância os “conhecidos”, permite estabelecer uma conexão com pessoas fora do seu círculo social de convivência, obtendo conhecimentos diferentes e aumentando sua lista de contatos.

## **QUINTA CONEXÃO: HUBS E CONECTORES**

Malcolm Gladwell que trabalha como redator da revista New Yorker depois de uma pesquisa chegou a conclusão que pessoas que tem facilidade em fazer amigos e conhecidos são consideradas “conectores”.

Nas redes sociais são considerados importantes justamente por serem populares e assim poderem espalhar novidades.

Hubs acumulam laços, como os sites que contém um grande grau de conectividade.

O ator americano Kevin Bacon pode ser considerado um conector, já que atuou em diversos filmes e tem muitos contatos com outros atores, até surgiu um jogo com seu nome. O jogo consistia em dizer o nome de uma celebridade e conectar ela a Bacon usando outras pessoas que já haviam trabalhado com ele.

## **SEXTA CONEXÃO: REGRA 80/20**

*A lei de Pareto, também conhecida como princípio 80/20 afirma que para muitos fenômenos, 80% dos efeitos surgem a partir de apenas 20% das causas.*

*Foi observado com as redes sem escalas que o mais importante são as conexões e não os conectores.*

### **SÉTIMA CONEXÃO: RICOS FICAM MAIS RICOS**

Quanto mais conexões um nó possuir maior será a oportunidade dele ter mais novas conexões. A popularidade é atrativa, páginas com maiores conexões terão maior probabilidade de serem acessadas novamente entrando então em duas leis: crescimento e conexão preferencial.

Crescimento: começa com um pequeno número de nós sem conexões e a cada instante é adicionado um novo nó que faz novas conexões a diferentes nós já presentes na rede.

Conexão Preferencial: cada novo nó se conecta com dois novos nós já existentes com dois links, a probabilidade do novo nó se conectar ao nó mais conectado é maior.

Ou seja, comparando uma página já existente com uma que acabou de ser criada, a primeira já tem muitas conexões e assim sua popularidade é maior as chances de preferirem acessar ela é maior do que a da página nova, como se as distribuições fossem desiguais e assim “os ricos ficam mais ricos”.

### **OITAVA CONEXÃO: LEGADO DE EINSTEIN**

Barabási estava interessado em descobrir como Google, uma empresa nova tornou-se o que é hoje.

Nós com características diferentes, adquirem ligações em taxas diferentes. Prevê que o crescimento de um nó depende da sua aptidão.

A idade de uma rede não é o melhor preditor de sucesso de um nó, redes “novatas” também tem a chance de atrair links para se tornar um hub.

### **NONA CONEXÃO: CALCANHAR DE AQUILES**

Hubs são os elementos essenciais das redes, pois quando um deles é excluído

blocos de nós desprendem-se da rede e desconectam-se do aglomerado principal.

Para ocasionar uma falha na rede não precisamos remover um grande número de nós, mas inabilitar alguns poucos hubs para que uma rede sem escala se desintegre em pouco tempo.

## **DÉCIMA CONEXÃO: VÍRUS E MODISMOS**

Depois de comparar dois casos completamente diferentes, um sobre Gaetan Dugas com AIDS, infectando outras pessoas e outro caso do Mike Collins com seu cartum viralizando. Chegou a conclusão de que ideias e modismos se espalham em uma velocidade muito rápida, hubs são muito importantes pois eles são os responsáveis de propagar ideias, inovações e vírus.

No caso do vírus, para se extinguir os casos deveriam tratar preferencialmente os hubs, pois são eles que espalham.

## **DÉCIMA PRIMEIRA CONEXÃO: DESPERTAR NA INTERNET**

Explica sobre a infraestrutura física da conexão a internet, que chegou a ser comparado a um cérebro humano, com a diferença de que a internet continua crescendo cada vez mais.

Existem investidores que buscam mapear a internet, pegar todas as características do tráfego a topologia. Sem conhecer a topologia é impossível projetar ferramentas e serviços de uma forma que se adeque a certas situações.

Em muitas pesquisas encontrar que a internet obedece a uma lei de potência, que uma coleção de roteadores conectados por várias linhas físicas é uma rede sem escala. Descobriram que nós ricos em links conseguem mais links do que outros nós que tem alguns links.

## **DÉCIMA SEGUNDA CONEXÃO: REDE FRAGMENTADA**

Existem diversos robôs trabalhando nesse momento e que nem podemos vez, registrando com muitos detalhes a leitura e indexação de webpages.

Analisando os resultados descobriram que a rede é fragmentada, com lugares nunca visitados, divididos em 4 grandes continentes ( Núcleo Central onde abriga todos os grandes sites, interior, exterior e o último continente formado por filamentos e ilhas desconectadas).

## **DÉCIMA TERCEIRA CONEXÃO: MAPA DA VIDA**

Em uma comparação entre a rede da web e a rede de nossas células os nós das redes são os genes e as proteínas do DNA, links são as interações bioquímicas.

As células são reproduzidas por duplicação do seu conteúdo e por bipartição impactando na rede celular.

Criando um nó, cada proteína em contato com a proteína duplicada recebe um link extra.

## **DÉCIMA QUARTA CONEXÃO: ECONOMIA EM REDE**

O mercado econômico é uma rede direcionada, as empresas são os nós, os links são todas as atividades financeiras como compras, vendas e projetos de marketing, o peso dos links mostra o valor das transações. Toda a estrutura e a evolução dessa rede determinam o resultado dos processos macroeconômicos.

Compradores e fornecedores são parceiros e não estão competindo entre si. A estabilidade permite as empresas se concentrar em outros assuntos.

Caso não seja respeitada a parceria pode-se levar a um desequilíbrio macroeconômico .

As falhas em cascata vem de uma economia em rede, com problema de interdependência entre elas devido a economia global. Nenhum país está livre de falhas assim, ocasionalmente a ruptura de alguns nós bastante seletos leva a uma cascata de falhas que pode abalar a totalidade do sistema.

Uma grande aposta para as empresas venderem mais seus produtos é o marketing e publicidade, embora não funcione para todos os casos.

## **ÚLTIMA CONEXÃO: TEIA SEM ARANHA**

Uma rede sem escala é uma rede sem aranha, onde não tem ninguém que controle e monitore cada link ou cada nó, existe sim uma grande hierarquia de hubs que garante a inteireza das redes, as redes reais são auto-organizadas.

## **CONCLUSÃO**

Barabási fez conexões em diversas teorias matemáticas e compara com nosso dia-dia, onde tudo de alguma forma está interligado, desde a economia, saúde, entre outros campos da nossa vida. Ele vai em busca de como as redes funcionam, sua estrutura e necessidades, chegando a conclusão que nada funciona sozinho, para a rede funcionar

precisa de interação entre os componentes, e que a mesma está em constante crescimento, dia após dia. Que pequenas situações podem ter grandes consequências.

Buscou saber como as conexões funcionam, descobriu que links mais acessados passam uma certa preferência as pessoas e conseqüentemente terá mais conexões, viu que a internet é vasta e existe lugares que nunca foram visitados.

Vale a leitura.

## 2.2. Análise das redes

### Teste preliminar para rede de influência

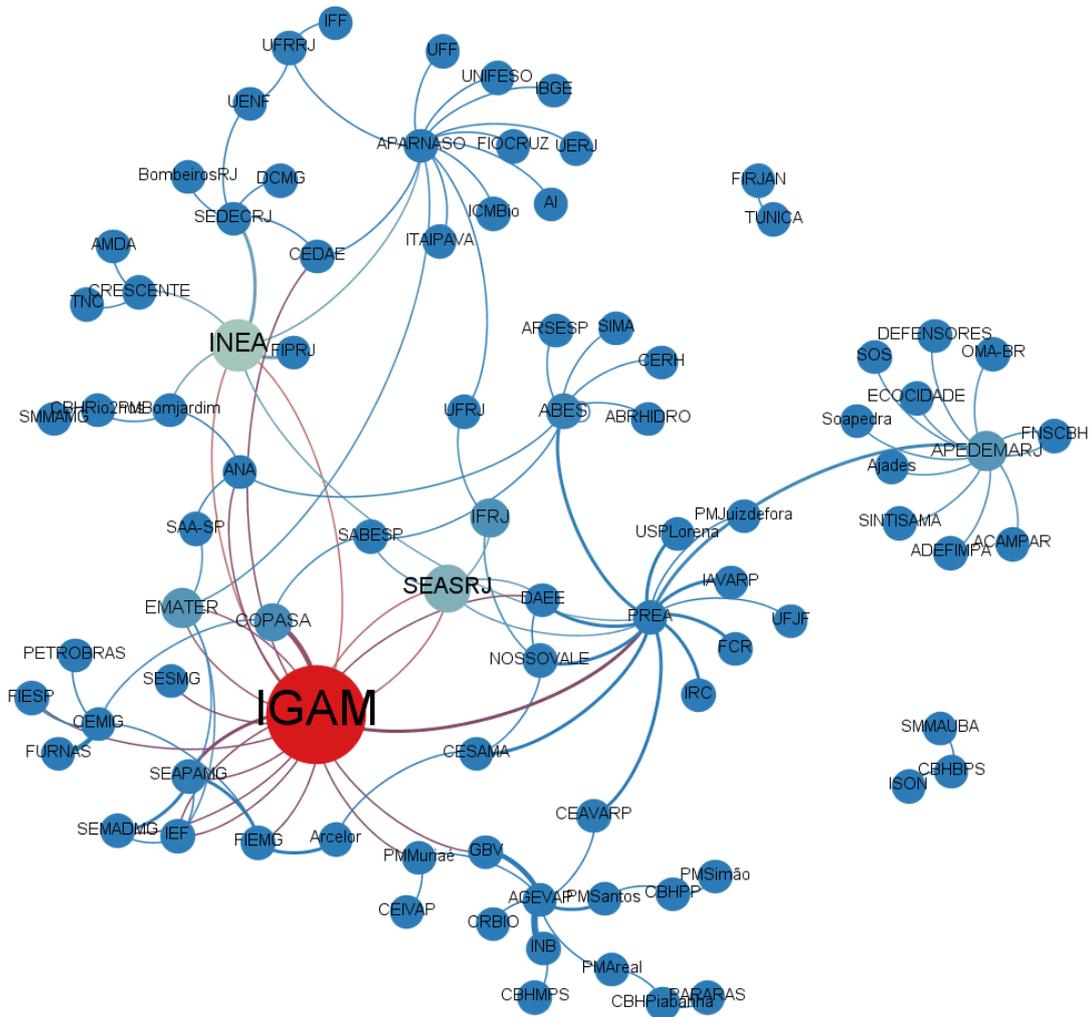


FIGURA 1 - REDE DE INFLUÊNCIA. TESTE PRELIMINAR (FONTE: PRÓPRIA AUTORA)

Dimension	nodes	edges	average degree	density	cluster coeff	weak	mod coeffi	n of group	champion
Influence	61	95	1,557	0,026	0,078	4	0,522	10	IGAM

### 3. CONCLUSÃO

O modelo de Barabási, traz um importante insight no sentido de prever o mecanismo de construção das redes, o de "ricos mais ricos" e a presença de conectores. Fez conexões em diversas teorias matemáticas e compara com nosso dia-dia, onde tudo de alguma forma está interligado, desde a economia, saúde, entre outros campos da nossa vida. Ele vai em busca de como as redes funcionam, sua estrutura e necessidades, chegando a conclusão que nada funciona sozinho, para a rede funcionar precisa de interação entre os componentes, e que a mesma está em constante crescimento, dia após dia. Que pequenas situações podem ter grandes consequências.

Buscou saber como as conexões funcionam, descobriu que links mais acessados passam uma certa preferência as pessoas e conseqüentemente terá mais conexões, viu que a internet é vasta e existe lugares que nunca foram visitados.

Entretanto, a modelo falha em pontos cruciais para o estudo das redes sociais geradas via comunicação mediada por computador.

#### 4. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

BARABÁSI, Albert-László. Linked. How Everything is Connected to Everything else and What it means for Business, Science and Everydai Life. Cambridge: Plume, 2003.

WASSERMAN, S; FAUST, K. Social Network Analysis: Methods and Applications. New York: Cambridge Press, 1994