**Análise de grafos**

**Nome: Grau**

**Descrição**

**Analítica:** O grau mede o número de arestas conectadas a um vértice. Pode ser usado como medida de importância. Interpreta-se que o vértice com o maior grau é o mais importante da rede, pois tem o maior número de conexões.

**Forma de cálculo**

**Descrição Matemática:** Para um grafo não direcionado, com *n* vértices o grau pode ser escrito a partir dos elementos da matriz de adjacência *Aij* pela expressão:



**Pacote e função:** Pacote Networkx, funções *degree, in\_degree e out\_degree.*

**Conseguiu implementar?** Sim

**Referência:** <https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** As funções podem ser aplicadas em todos os tipos de grafos.

**Nome: Densidade**

**Descrição**

**Analítica:** A densidade é uma métrica que procura captar o quão conectada é uma rede. Quanto mais conexões uma rede possuir, maior é a sua densidade.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:** A densidade *D(G)* é definida como a fração de arestas em *G* para o número de arestas possíveis. Os valores variam entre 0 e 1.

Para grafos não direcionados:

****

Para grafos direcionados:

****

Onde *n* é o número de nós e *m* o número de arestas.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *density*.

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** As funções podem ser aplicadas em todos os tipos de grafos.

**Nome: Eficiência**

**Descrição**

**Analítica:** A eficiência mede se o aumento de conexões em um grafo contribui para a redução do tamanho médio dos caminhos de uma rede. Também podemos utilizar para comparar grafos similares e entender se uma topologia é mais eficiente do que outras.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde *TMC* é o tamanho médio dos caminhos e *m* o número de arestas.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, funções *global\_efficiency* e *local\_efficiency*.

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

<https://redesemexame.blogspot.com/2020/09/eficiencia-dos-enlaces.html>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** Se destina para grafos não direcionados.

**Nome: Componente Gigante**

**Descrição**

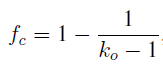
**Analítica:** Uma rede tem componente gigante (maior cluster conectado da rede) se em média cada nó tem mais de uma ligação. Podemos então perguntar quantos vértices devem ser removidos para que a rede se fragmente em vários grupos.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:** A existência de um componente gigante pode ser obtida pelo critério de Molloy-Reed baseado na razão entre o grau quadrático médio (k²) e o grau médio (k) obtidos da distribuição de grau.



A partir do critério de Molloy-Reed é possível definir a robustez de uma rede por:



Que representa a fração crítica de vértices que devem ser removidos para que um componente gigante seja desfeito.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *connected\_components*.

Segundo o manual de referência do Networkx, a forma mais eficiente de encontrar o componente gigante é utilizando a função *max,* exemplo:

*largest\_cc = max(nx.connected\_components(G), key=len)*.

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** Somente para grafos não direcionados.

**Nome: Diâmetro**

**Descrição**

**Analítica:** É a máxima excentricidade (maior distância dos menores caminhos possíveis de um nó para todos os outros nós do grafo) de um vértice.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *diameter*.

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** A função pode ser aplicada em todos os tipos de grafos.

**Nome: Coeficiente de Agrupamento / Aglomeração**

**Descrição**

**Analítica:** Coesão do grupo a que o nó pertence. Quanto mais os vizinhos do nó se conhecerem, maior é o coeficiente de aglomeração; mais coeso é o grupo. Esta medida também pode ser calculada sob a perspectiva da rede, desta forma o coeficiente é dado pela média dos coeficientes de aglomeração dos nós da rede.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**

Calculando para um nó de uma rede direcionada:



Onde *c* é o número de ligações compartilhadas entre os vizinhos do nó *i e di* é o grau de um nó *i.*

Calculando para um nó de uma rede não direcionada:



Calculando para a rede:



**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *clustering* (para um nó específico) e *average\_clusterin* (para toda a rede).

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** As funções podem ser aplicadas em todos os tipos de grafos.

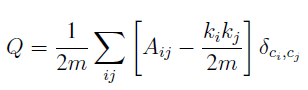
**Nome: Modularidade**

**Descrição**

**Analítica:** É utilizada para identificar comunidades na estrutura de redes.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde*Aij* representa o número de arestas entre os vértices *i* e *j,* o produto *kikj* representa o número esperado de arestas entre *i* e *j, m* é o número total de arestas e δ é a chamada delta de Kronecker, que é 1 se os elementos pertencem a mesma comunidade e 0 se não pertencem.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *modularity.*

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

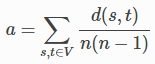
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** A função pode ser aplicada em todos os tipos de grafos.

**Nome: Comprimento médio do caminho mais curto**

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde *v* é o conjunto de nós do grafo, *d(s,t)* é o caminho mais curto de *s* a *t*, e **n** é o número de nós no grafo.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *average\_shortest\_path\_length.*

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** A função pode ser aplicada em todos os tipos de grafos.

**Nome: Small World / Redes de Pequeno Mundo**

**Descrição**

**Analítica:** É caracterizado por um pequeno comprimento médio de caminho mais curto e um grande coeficiente de agrupamento. O modelo small world procura combinar regularidade com aleatoriedade, de modo a aproveitar as características básicas da rede regular com o efeito característico da aleatoriedade: a redução do tamanho dos caminhos na rede. No contexto de uma rede social, isso resulta no [fenômeno](https://en.wikipedia.org/wiki/Small-world_experiment) do [pequeno mundo](https://en.wikipedia.org/wiki/Small-world_experiment) de estranhos sendo ligados por uma pequena cadeia de [conhecidos](https://en.wikipedia.org/wiki/Acquaintance).

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde o primeiro termo corresponde à razão entre o coeficiente de agrupamento da rede e de sua versão aleatória, e o segundo termo é a razão entre o comprimento médio do caminho mais curto da rede aleatória e do grafo original.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *sigma.*

**Conseguiu implementar?** Não.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

https://redesemexame.blogspot.com/

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** Aplicada em grafos não direcionados.

**Nome: Eigenvector / Centralidade do Autovetor**

**Descrição**

**Analítica:** A medida de Centralidade do autovetor descreve a centralidade de um nó em relação à estrutura global da rede. Ela atribui pontuações relativas a todos os nós na rede com base no conceito de que as conexões para nós com alta pontuação contribuem mais do que as conexões para nós com baixa pontuação. Ela mede a extensão em que um nó é conectado a nós bem conectados. Nós com alta pontuação são considerados influentes por estarem conectados a nós importantes.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde *A* é uma matriz de adjacência do grafo com autovalor *λ.* Em virtude do teorema de Perron-Frobenius, há uma solução única e positiva se *λ* é o maior autovalor associado ao autovetor da matriz de adjacência *A*.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *eigenvector\_centrality\_numpy* (mais rápida) *e eigenvector\_centrality.*

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** Aplicada em todos os tipos de grafos.

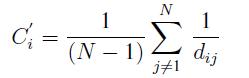
**Nome: Closeness (Centralidade de Proximidade)**

**Descrição**

**Analítica:** Esta medida de centralidade tenta expressar a importância de um vértice pelo fato dele estar próximo a muitos outros vértices. Esse vértice pode ser importante se estiver relativamente próximo do conjunto restante dos demais vértices na rede. A centralidade de proximidade é importante para entender a disseminação de informações em redes, de modo que a distância entre um nó em particular e outros tenha um efeito sobre como esse nó pode receber ou enviar informações para outros nós. Nas redes de informação, a proximidade revela quanto tempo leva para que um pouco de informação flua de um nó para outro na rede. Nós de alta pontuação geralmente têm caminhos mais curtos para o restante dos nós na rede.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde *N* é o número de nós do grafo e *dij* é a distância do menor caminho entre os nós *i* e *j*.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *closeness\_centrality.*

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** Pode ser aplicada em todos os tipos de grafos.

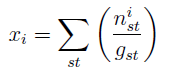
**Nome: Betweenness (Centralidade de Intermediação)**

**Descrição**

**Analítica:** Mede o número de caminhos mais curtos em que o nó se encontra. Essa centralidade pode ser descrita como quão importante um nó é, como um link entre diferentes redes. Nós com alta centralidade controlam o fluxo de informação porque eles formam pontes críticas entre outros nós ou grupos de nós. A Centralidade de Intermediação mostra quais nós são prováveis caminhos de informação e pode ser usado para determinar como um grafo irá separar os nós. Da mesma forma, é uma maneira de identificar aqueles que atuam como pontes (também chamadas de chaves de limite) entre dois ou mais segmentos de grafos que, de outra forma, não seriam capazes de se comunicar entre si. Essa medida toca na importância que um ator pode ganhar estando no meio das comunicações sociais de uma rede e em que medida, em uma sociedade, ele é necessário como elo na cadeia de contatos.

**Forma de cálculo:**

**Descrição Matemática:**



Onde *n* é o número de caminhos geodésicos de *s* até *t* que passa por *i*, e *g* é o número total de caminhos geodésicos de *s* até *t*.

**Pacote e função:** Pacote Networkx, função *betweenness\_centrality.*

**Conseguiu implementar?** Sim.

**Referência:**

<https://networkx.org/documentation/stable/reference/index.html>

<http://networksciencebook.com/>

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-02102018-092930/publico/LeticiaAOriguela_Corrigida.pdf>

**Para qual tipo de grafo a técnica se destina? Qual tipo de grafo aceita melhor a técnica?** Pode ser aplicada em todos os tipos de grafos.