

Análise de Redes Sociais

Análise Estrutural (métricas globais)

Prof. Luciano Antonio Digiampietri
EACH-USP

Análise Estrutural de Redes Sociais

Investigar a estrutura da rede, tipicamente utilizando métricas da teoria dos grafos.

Análise Estrutural de Redes Sociais

É necessário entender as métricas, não apenas o como elas são calculadas mas também o significado no contexto da rede social.

Medidas de uma Rede Social

Uma rede social pode ser analisada considerando métricas locais (relacionadas aos indivíduos) ou globais (medidas da rede, como um todo).

Métricas Globais

Métricas que quantificam características gerais da rede.

Métricas Globais

Métricas que quantificam características gerais da rede.

Número de nós

Número de arestas

Grau médio

Densidade

Número de componentes conexos

Tamanho do componente gigante

Métricas Globais

Métricas que quantificam características gerais da rede.

Métricas Globais

Métricas que quantificam características gerais da rede.

Tamanho do clique máximo

Média dos caminhos mínimos

Diâmetro

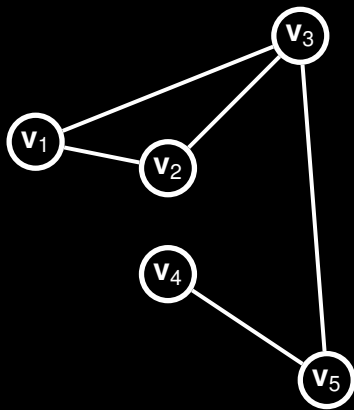
Assortatividade

Coeficiente de Agrupamento

Medidas de centralização

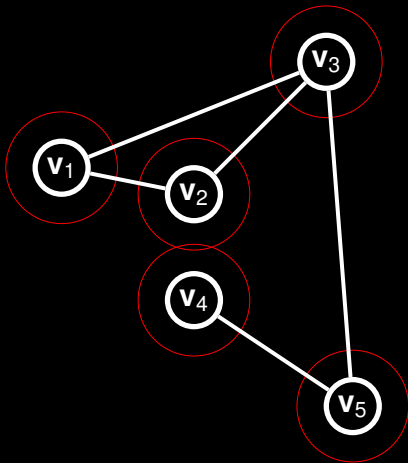
Número de Nós

Número de nós:



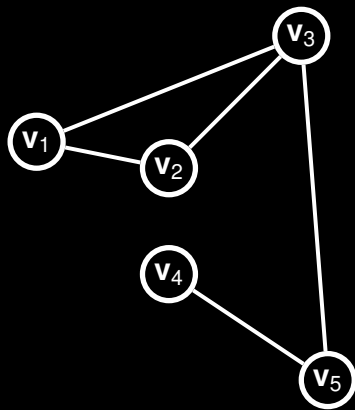
Número de Nós

Número de nós: 5



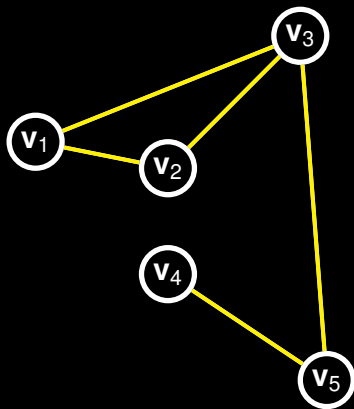
Número de Arestas

Número de arestas:



Número de Arestas

Número de arestas: 5

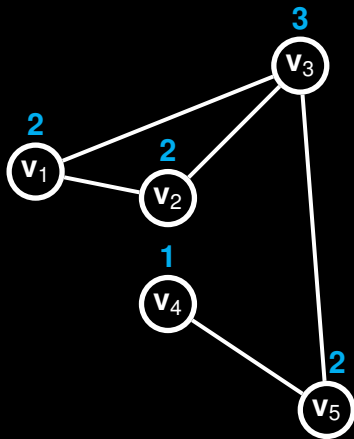


Número de Nós e de Arestas

São medidas gerais que representam o tamanho da rede (em termos de indivíduos e relações).

Grau Médio

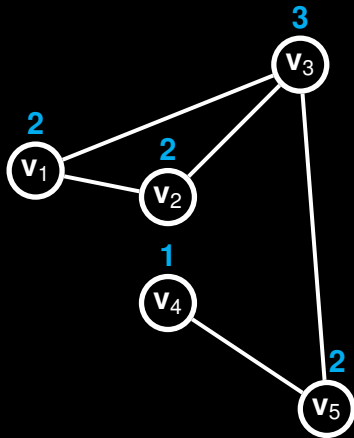
Média dos graus dos
vértices:



Grau Médio

Média dos graus dos
vértices:

$$\frac{2 + 2 + 3 + 2 + 1}{5} = 2$$



Grau Médio

Indica, na média, a quantos indivíduos cada indivíduo está conectado.

Grau Médio

Indica, na média, a quantos indivíduos cada indivíduo está conectado.

Fornece uma visão geral da conectividade da rede.

Grau Médio

Indica, na média, a quantos indivíduos cada indivíduo está conectado.

Fornece uma visão geral da conectividade da rede.

Muitas vezes usado em conjunto com o grau individual dos nós, para a realização de análises comparativas.

Densidade

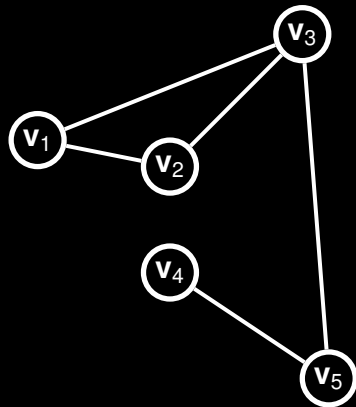
Relação entre a quantidade de arestas existentes no grafo e quantidade máxima para o respectivo número de nós.

Densidade

Relação entre a quantidade de arestas existentes no grafo e quantidade máxima para o respectivo número de nós.

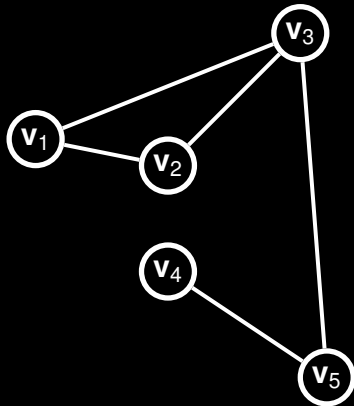
$$Densidade = \frac{2 * |E|}{N * (N - 1)}$$

Densidade



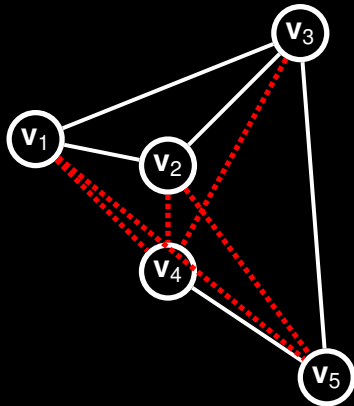
Densidade

$$Densidade = \frac{2 * 5}{5 * 4} = 0,5$$



Densidade

$$Densidade = \frac{2 * 5}{5 * 4} = 0,5$$



Densidade

Fornecer uma visão geral da conectividade da rede.

Densidade

Fornece uma visão geral da conectividade da rede.

Possibilita uma melhor comparação entre redes de diferentes tamanhos.

Densidade

Fornece uma visão geral da conectividade da rede.

Possibilita uma melhor comparação entre redes de diferentes tamanhos.

Redes Sociais mais densas costumam ser consideradas mais maduras e/ou com melhor fluxo de informação.

Número de Componentes Conexos

Quantidade de componentes da rede.

Número de Componentes Conexos

Quantidade de componentes da rede.

Ilustra em quantas 'partes' a rede está fragmentada.

Número de Componentes Conexos

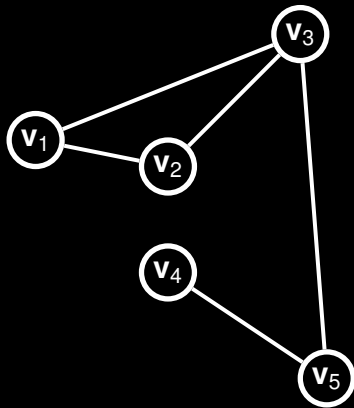
Quantidade de componentes da rede.

Ilustra em quantas 'partes' a rede está fragmentada.

Componentes podem indicar, por exemplo, bolhas ideológicas ou outros tipos de agrupamentos de indivíduos.

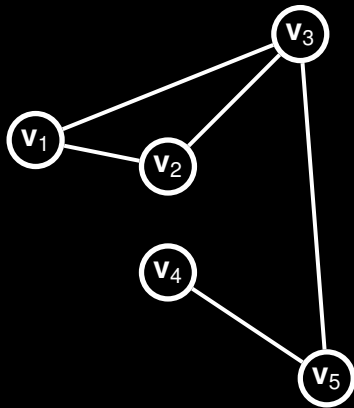
Número de Componentes Conexos

Número de Componentes
Conexos:



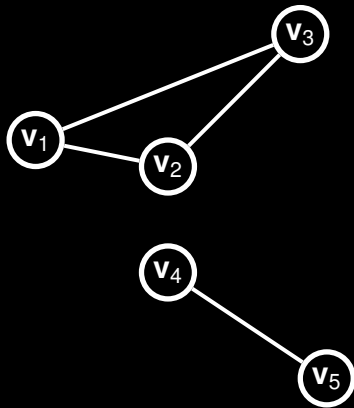
Número de Componentes Conexos

Número de Componentes
Conexos: 1



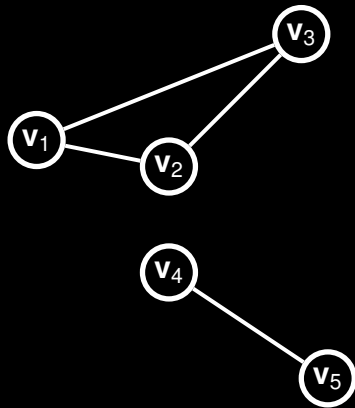
Número de Componentes Conexos

Número de Componentes
Conexos:



Número de Componentes Conexos

Número de Componentes
Conexos: 2



Tamanho do Componente Gigante

Componente gigante é o maior componente conexo da rede (em relação ao número de nós).

Tamanho do Componente Gigante

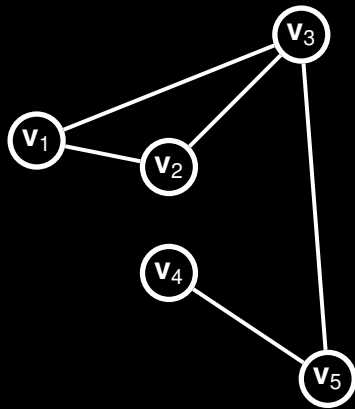
Componente gigante é o maior componente conexo da rede (em relação ao número de nós). O tamanho do componente gigante corresponde ao número de nós desse componente.

Tamanho do Componente Gigante

Componente gigante é o maior componente conexo da rede (em relação ao número de nós). O tamanho do componente gigante corresponde ao número de nós desse componente. Muitas vezes é medido de forma relativa (porcentagem de nós da rede no componente gigante).

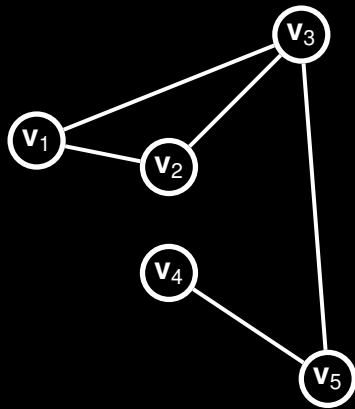
Tamanho do Componente Gigante

Tamanho do Componente Gigante:



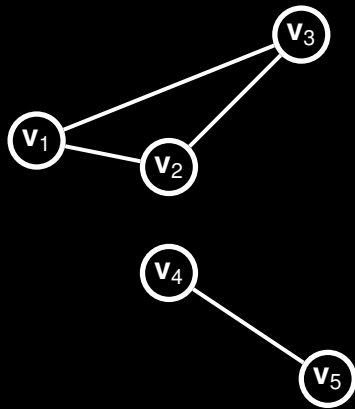
Tamanho do Componente Gigante

Tamanho do Componente
Gigante: **5 (100%)**



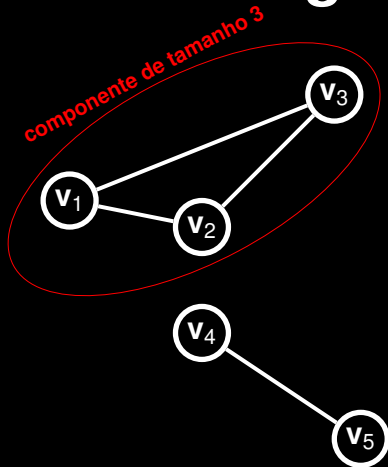
Tamanho do Componente Gigante

Tamanho do Componente Gigante:



Tamanho do Componente Gigante

Tamanho do Componente Gigante: **3 (60%)**



Tamanho do Componente Gigante

Ter a maioria dos indivíduos no componente gigante, tipicamente é considerado positivo para uma Rede Social...

Tamanho do Componente Gigante

Ter a maioria dos indivíduos no componente gigante, tipicamente é considerado positivo para uma Rede Social... pois considera-se que a maioria dos indivíduos está presente/tem acesso ao fluxo principal de informações da rede.

Tamanho do Clique Máximo

Clique máximo corresponde ao maior grupo de nós, nos quais todos estão conectados diretamente entre si.

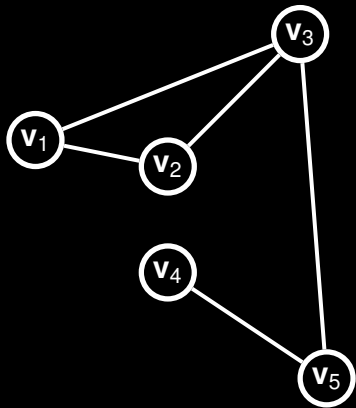
Tamanho do Clique Máximo

Clique máximo corresponde ao maior grupo de nós, nos quais todos estão conectados diretamente entre si.

O tamanho do clique máximo corresponde ao número de nós desse clique.

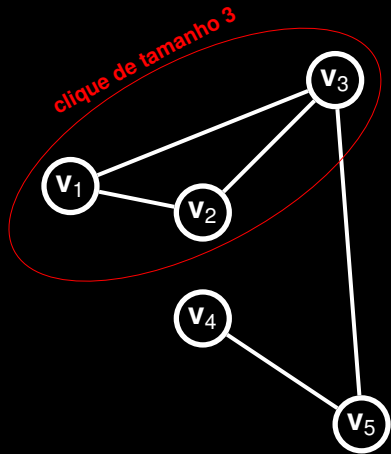
Tamanho do Clique Máximo

Tamanho do Clique
Máximo:



Tamanho do Clique Máximo

Tamanho do Clique
Máximo: **3**



Tamanho do Clique Máximo

Corresponde ao maior grupo de indivíduos totalmente conectados entre si.

Tamanho do Clique Máximo

Corresponde ao maior grupo de indivíduos totalmente conectados entre si.

Pode significar a presença de um grupo forte e/ou coeso dentro da rede.

Média dos Caminhos Mínimos

**Caminho mínimo ou caminho geodésico
corresponde ao menor caminho entre um par de
vértices.**

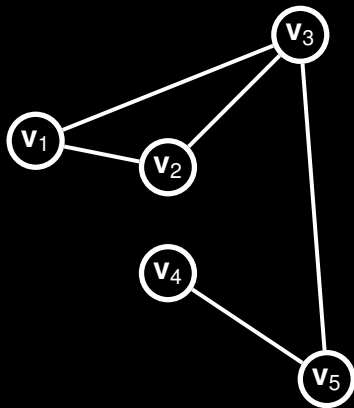
Média dos Caminhos Mínimos

Caminho mínimo ou caminho geodésico corresponde ao menor caminho entre um par de vértices.

A média dos caminhos mínimos (*average shortest path length*) corresponde a soma do tamanho do caminho mínimo entre todos os pares de vértices, dividida pelo número desses caminhos.

Média dos Caminhos Mínimos (MCM)

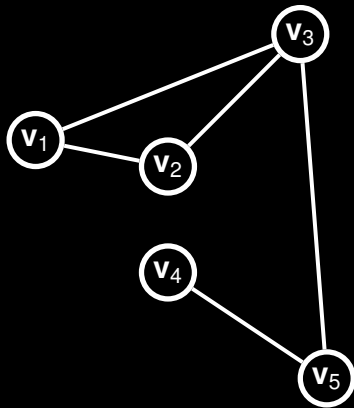
$$MCM = 2 * \frac{\sum_{x \neq y} d(v_x, v_y)}{N * (N - 1)}$$



Média dos Caminhos Mínimos (MCM)

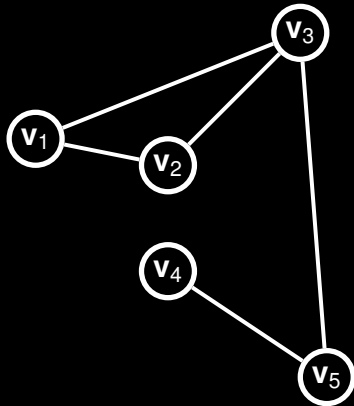
$$MCM = \frac{2}{N * (N - 1)} *$$

$(d(v_1, v_2) + d(v_1, v_3) + d(v_1, v_4) + d(v_1, v_5) + d(v_2, v_3) + d(v_2, v_4) + d(v_2, v_5) + d(v_3, v_4) + d(v_3, v_5) + d(v_4, v_5))$



Média dos Caminhos Mínimos (MCM)

$$MCM = \frac{2}{5 * 4} * \\ (1 + 1 + 3 + 2 + 1 + 3 + 2 + 2 + 1 + 1)$$

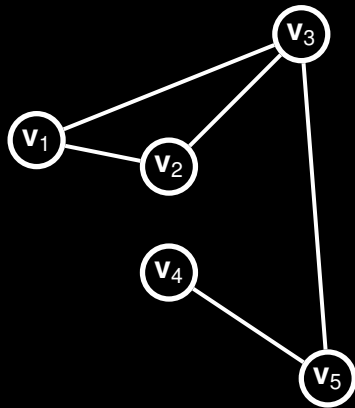


Média dos Caminhos Mínimos (MCM)

$$MCM = \frac{2}{5 * 4} *$$

$$(1 + 1 + 3 + 2 + 1 + 3 + 2 + 2 + 1 + 1)$$

$$MCM = \frac{2 * 17}{20} = 1,7$$



Média dos Caminhos Mínimos

Possuir uma média de caminhos mínimos baixa, em Redes Sociais, tipicamente é visto de forma positiva, indicando que, na média, os indivíduos estão próximos uns aos outros.

Média dos Caminhos Mínimos

Possuir uma média de caminhos mínimos baixa, em Redes Sociais, tipicamente é visto de forma positiva, indicando que, na média, os indivíduos estão próximos uns aos outros.

Teoria dos seis graus de separação*.

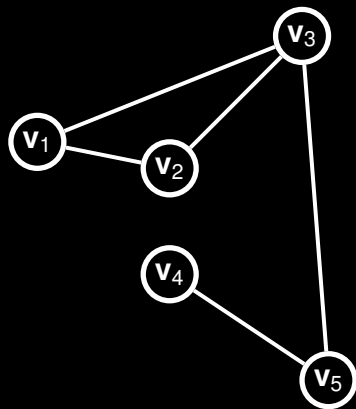
Diâmetro

Tamanho do maior caminho geodésico da rede.

Caminho geodésico, entre dois nós, corresponde ao caminho de menor tamanho entre esses nós.

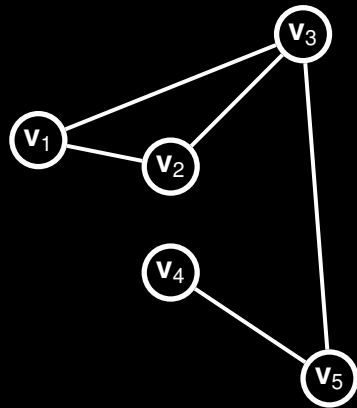
Diâmetro

$$\text{Diâmetro} = \text{MAX}_{x \neq y} (d(v_x, v_y))$$



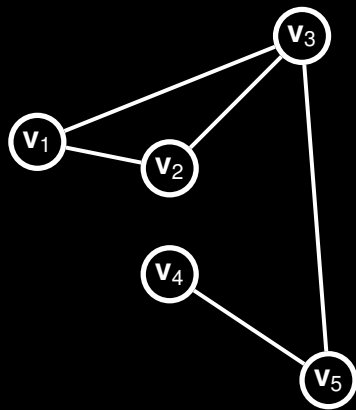
Diâmetro

Diâmetro = $MAX($
 $(d(v_1, v_2), d(v_1, v_3), d(v_1, v_4), d(v_1, v_5),$
 $d(v_2, v_3), d(v_2, v_4), d(v_2, v_5), d(v_3, v_4),$
 $d(v_3, v_5), d(v_4, v_5)))$



Diâmetro

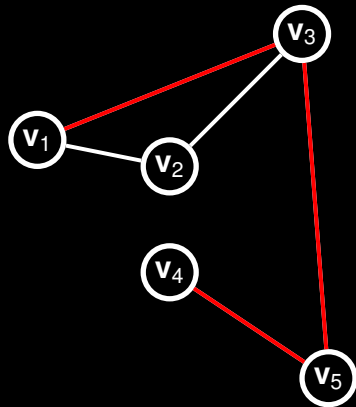
$MAX(1, 1, 3, 2, 1, 3, 2, 2, 1, 1)$



Diâmetro

$MAX(1, 1, 3, 2, 1, 3, 2, 2, 1, 1)$

Diâmetro = 3



Diâmetro

Indica o caminho mais longo que uma informação precisará passar para atravessar a rede.

Diâmetro

Indica o caminho mais longo que uma informação precisará passar para atravessar a rede.

Uma Rede Social com um diâmetro baixo costuma ser considerada mais eficiente, concisa ou madura.

Assortatividade

Quantifica a tendência de nós similares se conectarem (homofilia).

Assortatividade

Quantifica a tendência de nós similares se conectarem (homofilia).

A similaridade pode ser definida de diferentes formas, de acordo com a característica que está sendo comparada.

Assortatividade

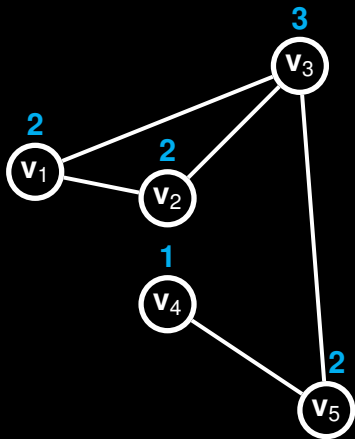
Quantifica a tendência de nós similares se conectarem (homofilia).

A similaridade pode ser definida de diferentes formas, de acordo com a característica que está sendo comparada.

A característica mais simples é o grau dos nós.

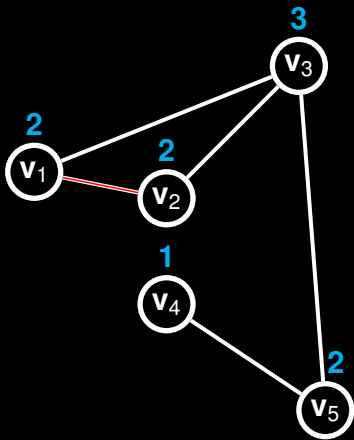
Assortatividade de Grau

O coeficiente de assortatividade de grau corresponde à correlação de Pearson dos valores dos graus entre pares de nós conectados.



Assortatividade de Grau

O coeficiente de assortatividade de grau corresponde à correlação de Pearson dos valores dos graus entre pares de nós conectados.

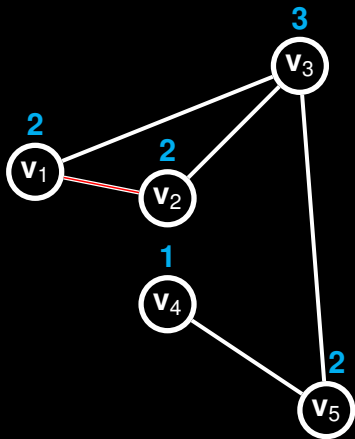


Assortatividade de Grau

O coeficiente de assortatividade de grau corresponde à correlação de Pearson dos valores dos graus entre pares de nós conectados.

Assortatividade de Grau:

-0,111



Assortatividade em Redes Sociais

Analisa a homofilia da Rede Social.

Assortatividade em Redes Sociais

Analisa a homofilia da Rede Social.

Tipicamente são analisadas características diferentes do grau dos nós, por exemplo, cidade, gênero, profissão, idade e área de atuação.

Coeficiente (Global) de Agrupamento *(Clustering coefficient)*

Mede a transitividade existente entre todas as relações da rede.

Coeficiente (Global) de Agrupamento *(Clustering coefficient)*

Mede a transitividade existente entre todas as relações da rede.

Se x é ligado a y e y é ligado a z , mede a probabilidade de x estar ligado a z .

Coeficiente (Global) de Agrupamento *(Clustering coefficient)*

Mede a transitividade existente entre todas as relações da rede.

Se x é ligado a y e y é ligado a z , mede a probabilidade de x estar ligado a z .

Redes coesas/maduras tendem a ter maiores coeficientes de agrupamento.

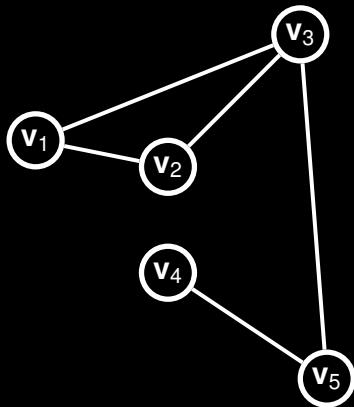
Coeficiente de Agrupamento

$$CA = \frac{3 * \text{ciclos}(3)}{\text{triplas}}$$

sendo, $\text{ciclos}(3)$ o número de ciclos de tamanho 3 e triplas o número de triplas (três nós conectados em si, formando ou não um ciclo).

Coeficiente de Agrupamento

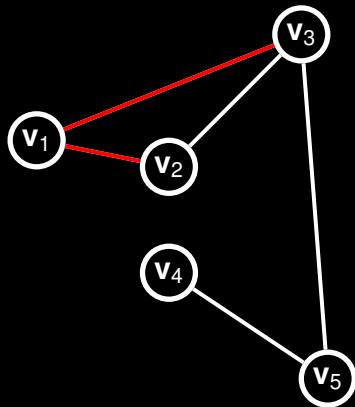
Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.



Coeficiente de Agrupamento

Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.

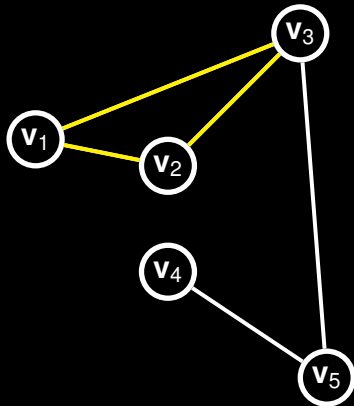
$(1,2;1,3)$, $(1,2;2,3)$, $(1,3;2,3)$
 $(1,3;3,5)$, $(2,3;3,5)$, $(3,5;4,5)$



Coeficiente de Agrupamento

Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.

$$CA = \frac{3 * 1}{6} = 0,5$$



Centralização (*Freeman Centralization*)

Mede o quão central é o nó mais central da rede em relação à centralidade dos demais nós.

Centralização (*Freeman Centralization*)

Mede o quão central é o nó mais central da rede em relação à centralidade dos demais nós.

Há um valor de centralização para cada tipo de centralidade.

Centralização (*Freeman Centralization*)

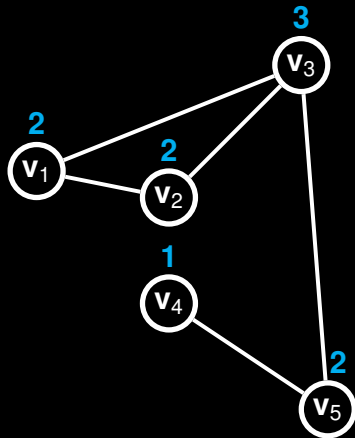
Mede o quão central é o nó mais central da rede em relação à centralidade dos demais nós.

Há um valor de centralização para cada tipo de centralidade.

É calculada pela divisão da soma da diferença das centralidade entre o nó mais central e os demais pela soma da diferença do nó mais central e dos demais nós em todas as redes do mesmo tamanho.

Centralização de Grau

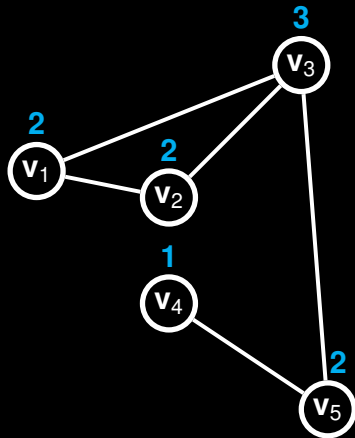
Exemplo de centralização de grau em grafo não direcionado.



Centralização de Grau

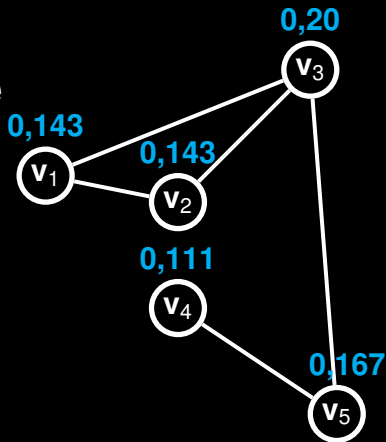
Exemplo de centralização de grau em grafo não direcionado.

Centralização de Grau: **0,25**



Centralização de Proximidade

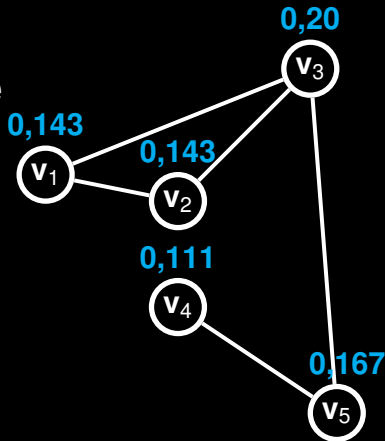
Exemplo de centralização de proximidade em grafo não direcionado.



Centralização de Proximidade

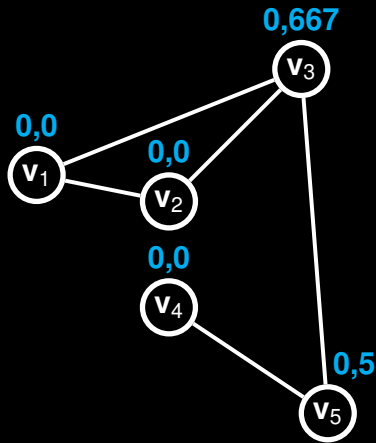
Exemplo de centralização de proximidade em grafo não direcionado.

Centralização de Proximidade: **0,552**



Centralização de Intermediação

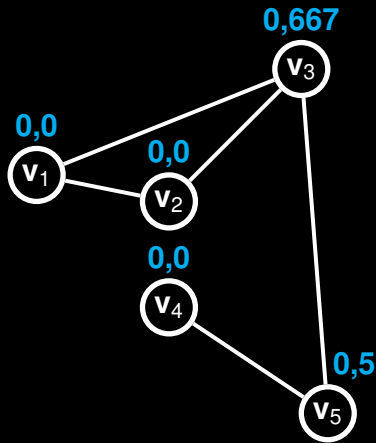
Exemplo de centralização
intermediação em grafo não
direcionado.



Centralização de Intermediação

Exemplo de centralização
intermediação em grafo não
direcionado.

Centralização de
Intermediação: **0,542**



Centralização (*Freeman Centralization*)

Uma alta centralização é, de um modo geral, vista de forma negativa numa Rede Social.

Centralização (*Freeman Centralization*)

Uma alta centralização é, de um modo geral, vista de forma negativa numa Rede Social.

Pois significa que a rede é muito dependente de seu elemento mais central (e poderá ser bastante prejudicada com sua ausência).

Modularidade (*Modularity*)

Medida utilizada para verificar a força ou ‘qualidade’ da divisão da rede em grupos, comunidades, agrupamentos ou módulos.

Modularidade (*Modularity*)

Medida utilizada para verificar a força ou ‘qualidade’ da divisão da rede em grupos, comunidades, agrupamentos ou módulos.

Corresponde à fração entre a quantidade de arestas dentro de cada grupo menos a fração esperada de arestas se estas fossem distribuídas aleatoriamente.

Modularidade (*Modularity*)

Os algoritmos de agrupamento visam a maximizar a modularidade.

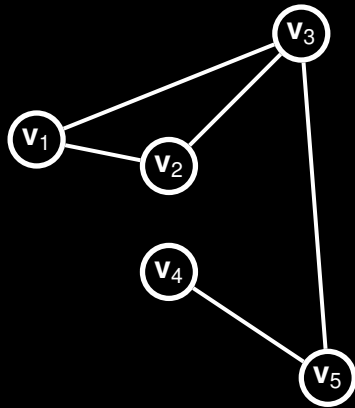
Modularidade (*Modularity*)

Os algoritmos de agrupamento visam a maximizar a modularidade.

É um problema computacionalmente complexo, por isso há diferentes heurísticas utilizadas para “resolvê-lo”.

Modularidade

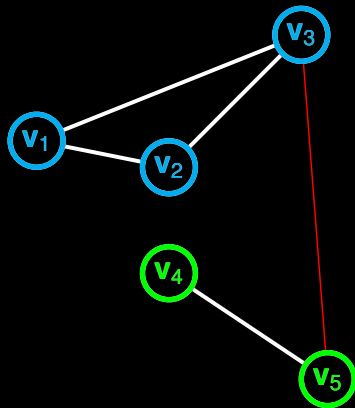
Exemplo de agrupamento
produzido em grafo não
direcionado.



Modularidade

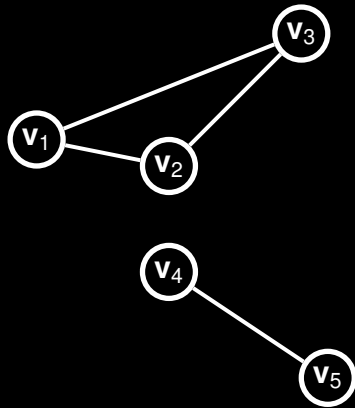
Exemplo de agrupamento
produzido em grafo não
direcionado.

Número de grupos: 2,
Modularidade: 0,22



Modularidade

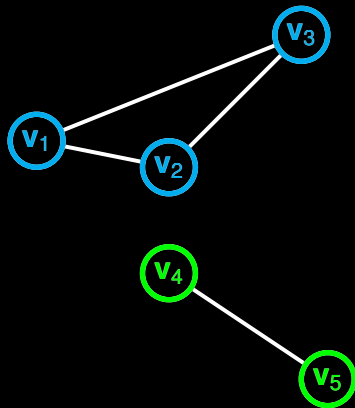
Exemplo de agrupamento
produzido em grafo não
direcionado.



Modularidade

Exemplo de agrupamento
produzido em grafo não
direcionado.

Número de grupos: **2**,
Modularidade: **0,375**



Referências

- 1 FREEMAN, L. C.. Centrality in social networks: Conceptual clarification. Social Networks, 1(3), 215-239, 1979.
- 2 LEMIEUX, V.; OUIMET, M. Análise Estrutural das Redes Sociais. Instituto Piaget, 2008. 128 p. ISBN 9727719333.
- 3 WASSERMAN, S.; FAUST, K. Social network analysis: methods and applications, 2009.
- 4 BRANDES, U.; et al. On Modularity Clustering. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 20 (2): 172–188, 2008.

Análise de Redes Sociais

Análise Estrutural (métricas globais)

Prof. Luciano Antonio Digiampietri
EACH-USP