

# **Análise de Redes Sociais**

---

## **Análise Estrutural**

**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 Locais

**Métricas que quantificam características dos indivíduos da rede (baseadas, por exemplo, em sua *posição* dentro da rede).**

# Métricas Locais

Métricas que quantificam características dos indivíduos da rede (baseadas, por exemplo, em sua *posição* dentro da rede).

- Medidas de centralidade

- Coeficiente de agrupamento

# Medidas de Centralidade

**Têm por objetivo quantificar o quão central é a posição que um indivíduo ocupa na rede.**

**Há diversas medidas de centralidade diferentes, veremos apenas quatro a seguir.**

# Medidas de Centralidade

Têm por objetivo quantificar o quão central é a posição que um indivíduo ocupa na rede.

Há diversas medidas de centralidade diferentes, veremos apenas quatro a seguir.

**Em análise de redes sociais a centralidade costuma estar ligada à importância, influência ou prestígio do indivíduo.**



# **Centralidade de Grau** (*Degree Centrality*)

**É igual ao grau de cada indivíduo na rede.**

**No caso de grafos direcionados, existem duas medidas de centralidade de grau (de entrada e de saída).**

# Centralidade de Grau *(Degree Centrality)*

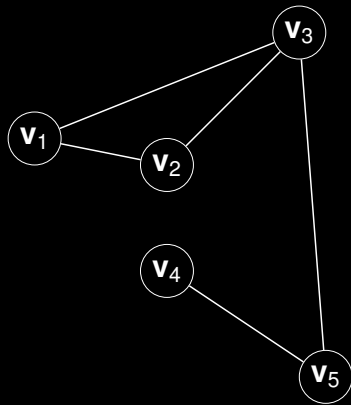
É igual ao grau de cada indivíduo na rede.

No caso de grafos direcionados, existem duas medidas de centralidade de grau (de entrada e de saída).

**Indica a quantos indivíduos o atual indivíduo está conectado (número de amigos, seguidos, seguidores, coautores etc).**

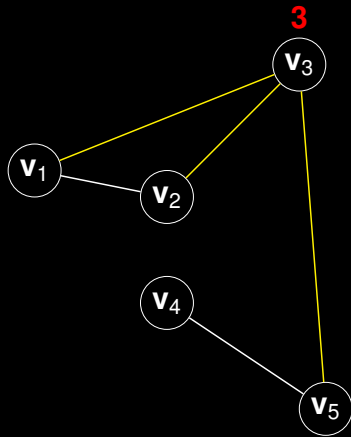
# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau em grafo não direcionado.



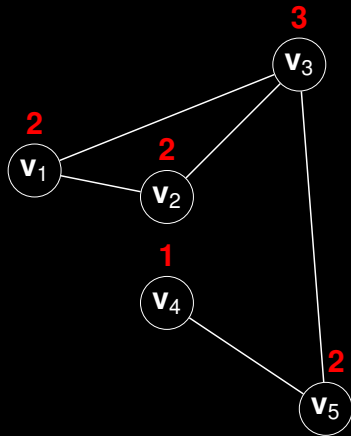
# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau em grafo não direcionado.



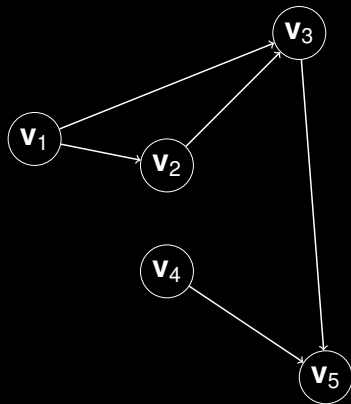
# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau em grafo não direcionado.



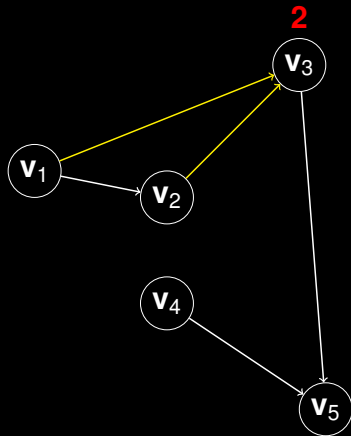
# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau de entrada (*indegree*) em grafo direcionado.



# Centralidade de Grau

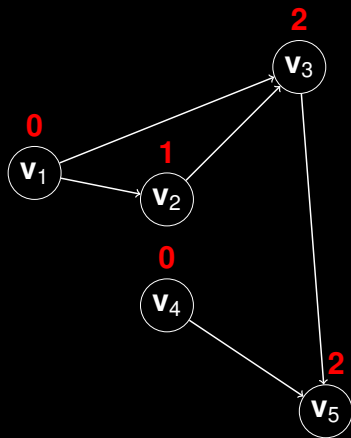
Exemplo de centralidade de grau de entrada (*indegree*) em grafo direcionado.



# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau de entrada (*indegree*) em grafo direcionado.

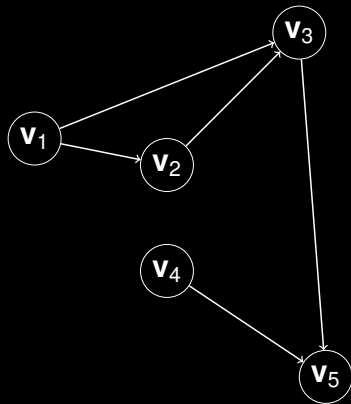
Em grafos direcionados, tipicamente, a centralidade de grau de entrada é relacionada à importância / prestígio do indivíduo.





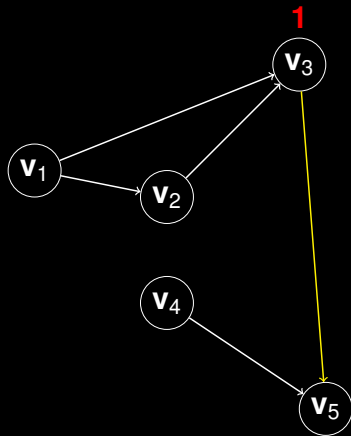
# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau de saída (*outdegree*) em grafo direcionado.



# Centralidade de Grau

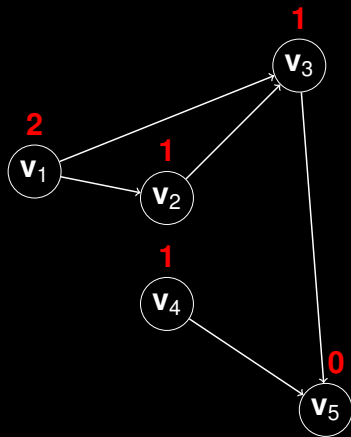
Exemplo de centralidade de grau de saída (*outdegree*) em grafo direcionado.



# Centralidade de Grau

Exemplo de centralidade de grau de saída (*outdegree*) em grafo direcionado.

Em grafos direcionados, tipicamente, a centralidade de grau de saída é relacionada à importância que o indivíduo dá aos demais (indica quantos nós são importantes para ele).



# Centralidade de Proximidade (*Closeness* *Centrality*)

# Centralidade de Proximidade (*Closeness*

*Centrality*)

Medida para verificar o quão próximo um nó está em relação a todos os demais da rede.

# Centralidade de Proximidade (*Closeness*

*Centrality*)

Medida para verificar o quão próximo um nó está em relação a todos os demais da rede.

$$CP_x = \frac{1}{\sum_y d(x, y)}$$

ou

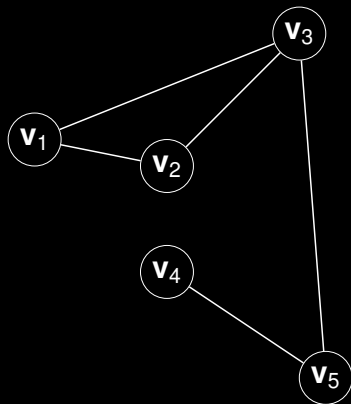
$$CP_x = \frac{n - 1}{\sum_y d(x, y)}$$

# Centralidade de Proximidade

**Identifica nós que estão mais próximos dos demais, possuindo maior capacidade de espalhar informações pela rede.**

# Centralidade de Proximidade

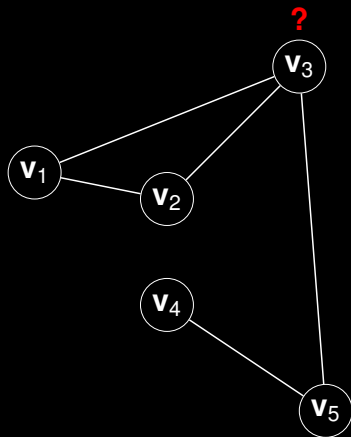
Exemplo de centralidade de proximidade em grafo não direcionado.





# Centralidade de Proximidade

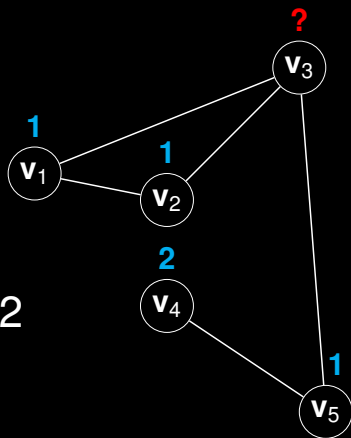
Exemplo de centralidade de proximidade em grafo não direcionado.



# Centralidade de Proximidade

Exemplo de centralidade de proximidade em grafo não direcionado.

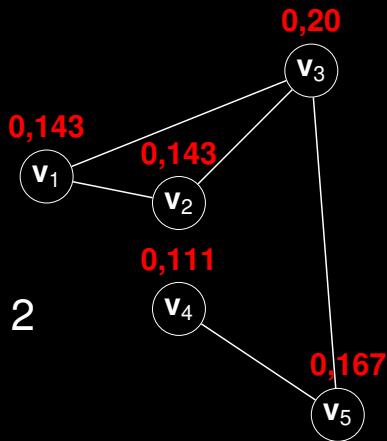
$$CP_{v_3} = \frac{1}{1 + 1 + 0 + 2 + 1} = 0,2$$



# Centralidade de Proximidade

Exemplo de centralidade de proximidade em grafo não direcionado.

$$CP_{v_3} = \frac{1}{1 + 1 + 0 + 2 + 1} = 0,2$$



# Centralidade de Proximidade (*Closeness Centrality*)

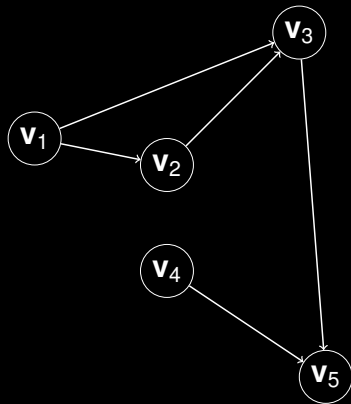
Em grafos desconexos ou digrafos que não são fortemente conexos, pode ser calculada como:

$$CP_x = \frac{1}{\sum_y d(x, y)}$$

com  $d(x, y) = \infty$ , quando não houver caminho de  $x$  a  $y$

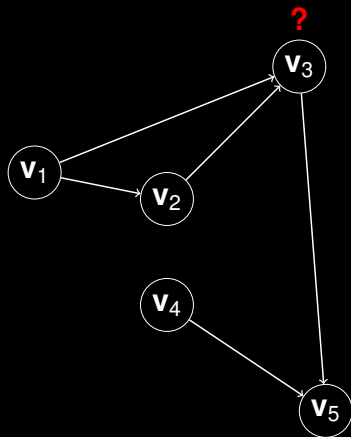
# Centralidade de Proximidade

Exemplo de centralidade de proximidade em grafo direcionado.



# Centralidade de Proximidade

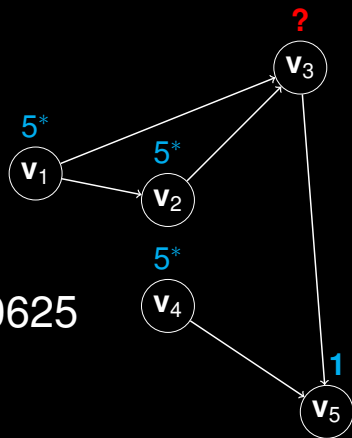
Exemplo de centralidade de proximidade em grafo direcionado.



# Centralidade de Proximidade

Exemplo de centralidade de proximidade em grafo direcionado.

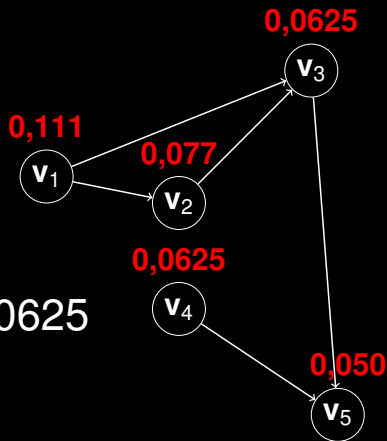
$$CP_3 = \frac{1}{5 + 5 + 0 + 5 + 1} = 0,0625$$



# Centralidade de Proximidade

Exemplo de centralidade de proximidade em grafo direcionado.

$$CP_3 = \frac{1}{5 + 5 + 0 + 5 + 1} = 0,0625$$





# Centralidade de Intermediação

*(Betweenness Centrality)*

# Centralidade de Intermediação

*(Betweenness Centrality)*

**Medida para verificar o quão presente um nó está nos caminhos mais curtos da rede.**

# Centralidade de Intermediação

*(Betweenness Centrality)*

**Medida para verificar o quão presente um nó está nos caminhos mais curtos das rede.**

$$CI_x = \sum_{s \neq x \neq t} \frac{\sigma_{st}(x)}{\sigma_{st}}$$

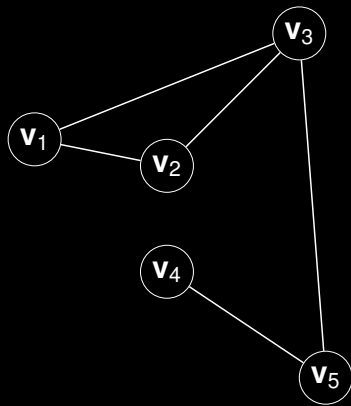
**sendo  $\sigma_{st}$  o total de caminhos mais curtos de s até t e  $\sigma_{st}(x)$  o total de caminhos mais curtos de s até t que passam por x.**

# Centralidade de Intermediação

**Identifica nós que estão nos caminhos mais curtos (que fazem as ligações mais rápidas) com os demais nós da rede. Nós com maior centralidade de intermediação estão mais presentes nos fluxos de informação mais rápidos/eficientes da rede.**

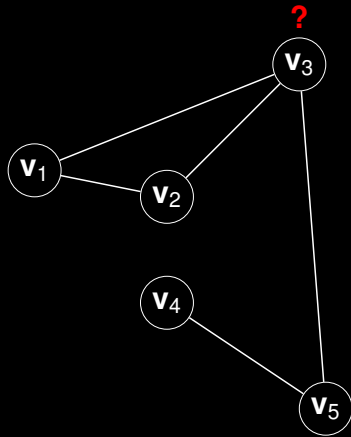
# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo não direcionado.



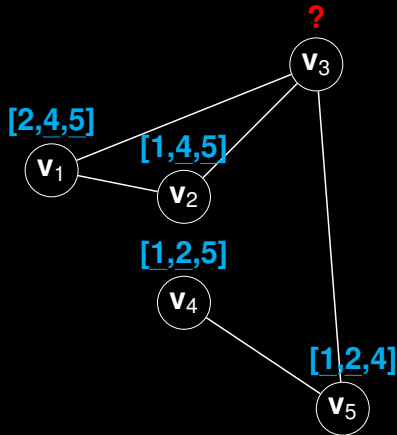
# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo não direcionado.



# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo não direcionado.

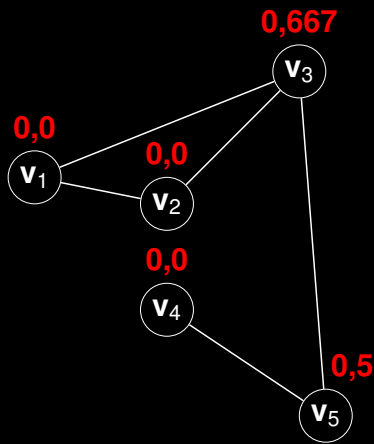


# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo não direcionado.

$$Cl_{v_3} = \frac{4}{6} = 0,667$$

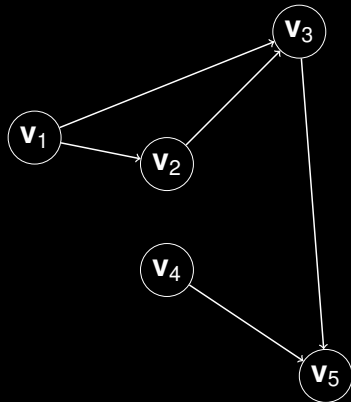
1-4 1-5 2-4 2-5 1-2 4-5





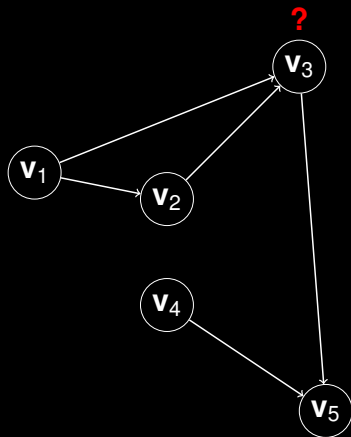
# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo direcionado.



# Centralidade de Intermediação

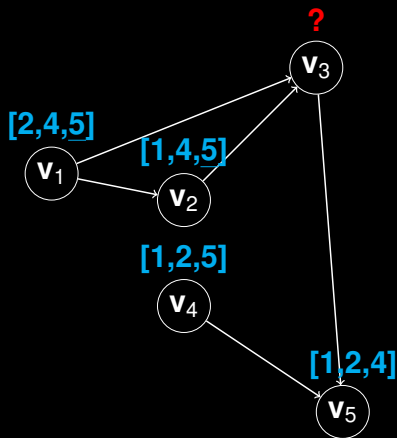
Exemplo de centralidade de intermediação em grafo direcionado.



# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo direcionado.

$$CP_3 = \frac{2}{12} = 0,167$$

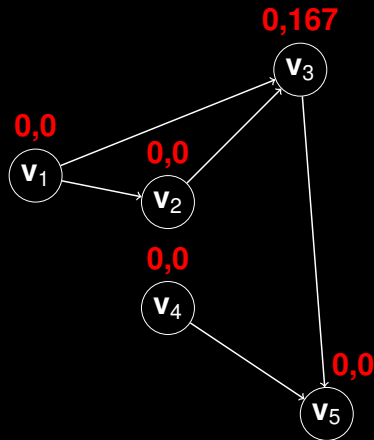


# Centralidade de Intermediação

Exemplo de centralidade de intermediação em grafo direcionado.

$$CP_3 = \frac{2}{12} = 0,167$$

1->2 1->4 1->5 2->1 2->4 2->5 4->1  
4->2 4->5 5->1 5->2 5->4



# Centralidade Page Rank

**Medida para verificar a importância de um nó com base na importância dos nós que apontam para ele. Pode ser calculada iterativamente ao algebricamente.**

# Centralidade Page Rank

$$PR(p_x; 0) = \frac{1}{N}$$

$$PR(p_x; t + 1) = \frac{1 - d}{N} + d * \sum_{y \in adj(x)} \frac{PR(p_y; t)}{Out(p_y)}$$

**sendo  $d$  o fator de amortização,  $adj(x)$  o conjunto de nós adjacentes a  $x$  e  $Out(p_y)$  o número total de arestas que saem do nó  $y$ .**

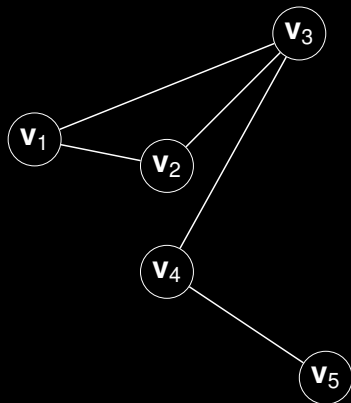
# Centralidade Page Rank

**Identifica a importância de um nó com base na importância dos nós que 'apontam' para ele.**

**Utilizada para a identificação das páginas mais relevantes no contexto do algoritmo de busca do Google.**

# Centralidade Page Rank

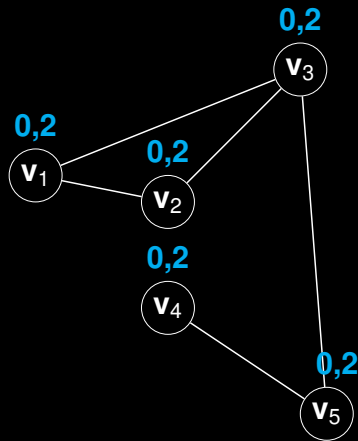
Exemplo de centralidade  
Page Rank em grafo não  
direcionado.





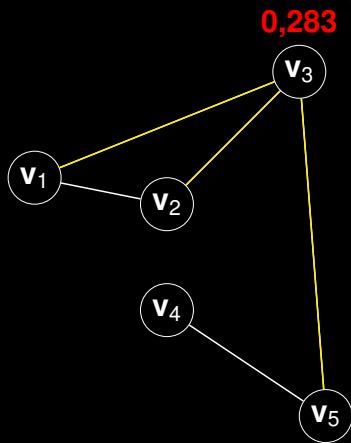
# Centralidade Page Rank

$$PR(v_3; 0) = \frac{1}{5}$$

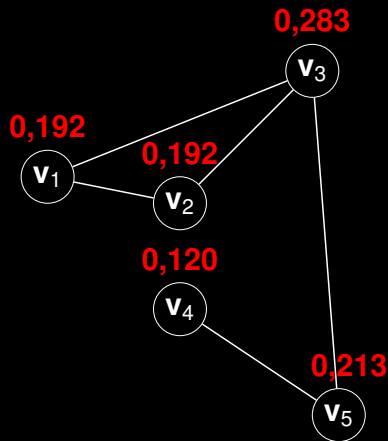


# Centralidade Page Rank

$$\begin{aligned} PR(v_3; 1) &= 0,15 * 0,2 + \\ 0,85 * \left( \frac{0,2}{2} + \frac{0,2}{2} + \frac{0,2}{2} \right) \\ &= 0,285 \end{aligned}$$

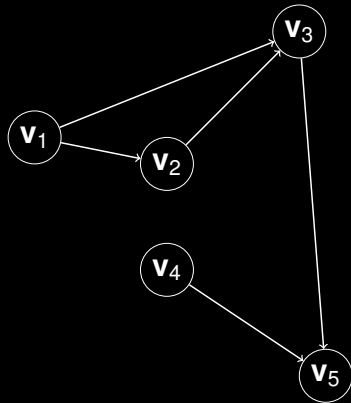


# Centralidade Page Rank



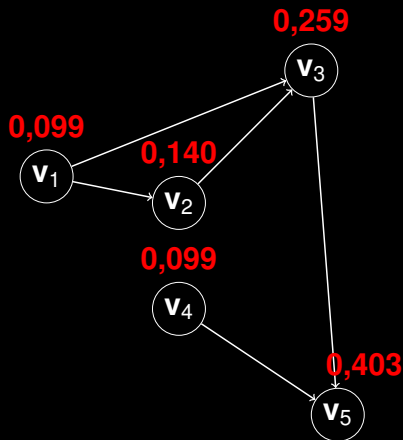
# Centralidade Page Rank

Exemplo de centralidade  
Page Rank em grafo  
direcionado.



# Centralidade Page Rank

Exemplo de centralidade  
Page Rank em grafo  
direcionado.



# Coeficiente (Local) de Agrupamento

*(Clustering coefficient)*

**Mede a transitividade das relações do nó atual.**

# Coeficiente (Local) de Agrupamento

*(Clustering coefficient)*

Mede a transitividade das relações do nó atual.

**Redes coesas/maduras tendem a ter maiores coeficientes de agrupamento (maior transitividade das relações).**

# Coeficiente (Local) de Agrupamento

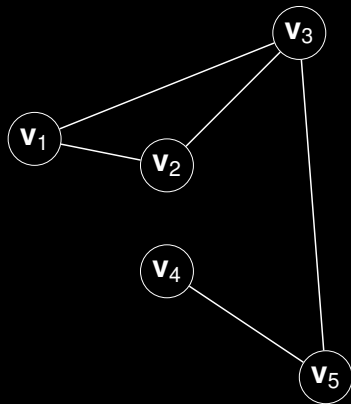
$$CA_x = 2 * \frac{e_{yz} : y \in adj(x), z \in adj(x), e_{yz} \in E}{k_x * (k_x - 1)}$$

**sendo  $e_{yz}$  a aresta entre os nós  $y$  e  $z$ ;  $adj(x)$  o conjunto de nós vizinhos de  $x$ ,  $E$  o conjunto de arestas do grafo e  $k_x$  o número de vizinhos do nó  $x$ .**



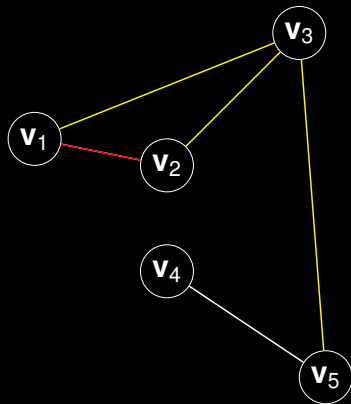
# Coeficiente de Agrupamento

Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.



# Coeficiente de Agrupamento

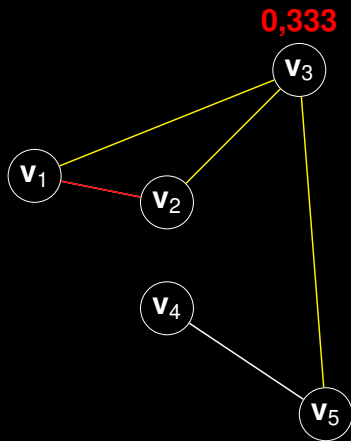
Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.



# Coeficiente de Agrupamento

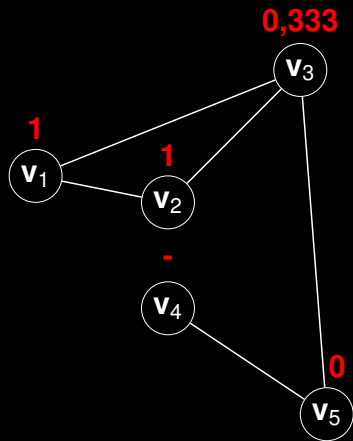
Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.

$$CA_{v_3} = 2 * \frac{1}{3 * 2} = 0,333$$



# Coeficiente de Agrupamento

Exemplo de coeficiente de agrupamento em grafo não direcionado.



# Referências

- 1 LEMIEUX, V.; OUIMET, M. Análise Estrutural das Redes Sociais. Instituto Piaget, 2008. 128 p. ISBN 9727719333.
- 2 WASSERMAN, S.; GALASKIEWICZ, J. Advances in social network analysis research in the social and behavioral sciences. SAGE, 1994. 299 p.
- 3 WASSERMAN, S.; FAUST, K. Social network analysis: methods and applications, 2009.

# **Análise de Redes Sociais**

---

## **Análise Estrutural**

**Prof. Luciano Antonio Digiampietri**  
EACH-USP