



LAÇOS FORTES E FRACOS

Redes Sociais e Econômicas

Prof. André Vignatti

MOTIVAÇÃO

estudo nos anos 60: pessoas que mudaram de emprego

como elas **encontraram** o novo emprego?

- resposta: através de **contatos pessoais**
- resposta mais precisa: através de **conhecidos**, ao invés do **amigos próximos**

como explicar isso?

- conclusão do autor: relacionar estrutura de redes e contatos mais/menos próximos

FECHAMENTO TRIÁDICO

a maioria das redes **não é estática**

devemos pensar como uma rede evolui **ao longo do tempo:**

- nós *chegam* e *partem*
- arestas se *formam* e *desaparecem*

FECHAMENTO TRIÁDICO

o **fechamento triádico** é um princípio básico de formação de novas arestas ao longo do tempo

fechamento triádico:

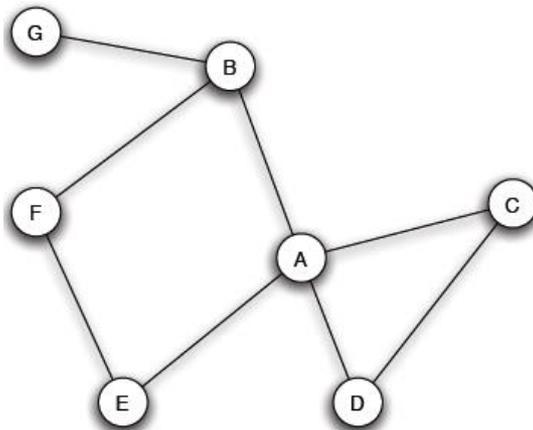
Se duas pessoas têm um **amigo em comum**, então há maior probabilidade de se tornarem amigos também

FECHAMENTO TRIÁDICO

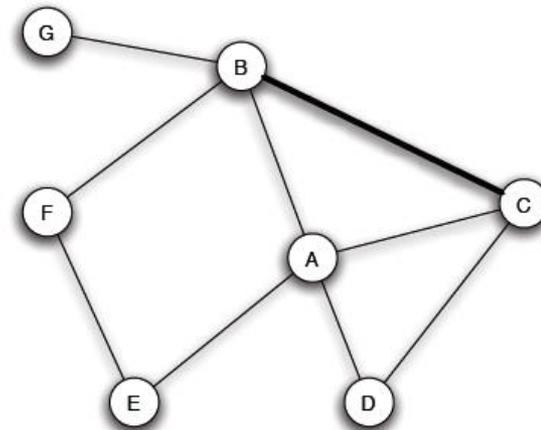
a formação da aresta entre B e C ilustra o fechamento triádico, formando um *triângulo*

B e C têm um *incentivo* para se tornar amigos (forma uma aresta BC)

o termo “*fechamento triádico*” vem do fato de que a aresta BC tem o efeito de “fechar” o terceiro lado desse triângulo



(a) Before B-C edge forms.



(b) After B-C edge forms.

O COEFICIENTE DE CLUSTERING

o fechamento triádico motiva a definição de **métricas simples** em redes sociais

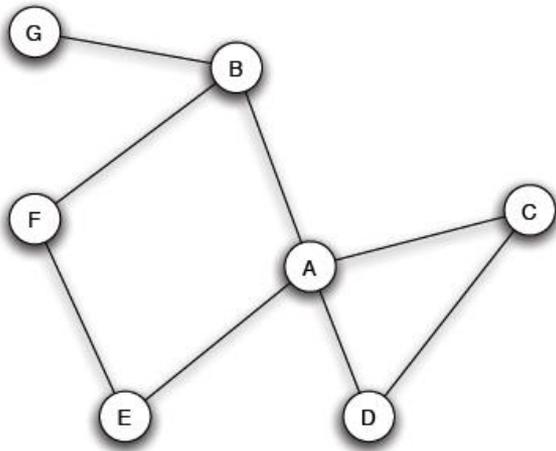
uma delas é o ***coeficiente de clustering***

O ***coeficiente de clustering*** de um nó A é uma ***probabilidade*** de que dois vizinhos de A selecionados aleatoriamente sejam ***amigos uns dos outros***

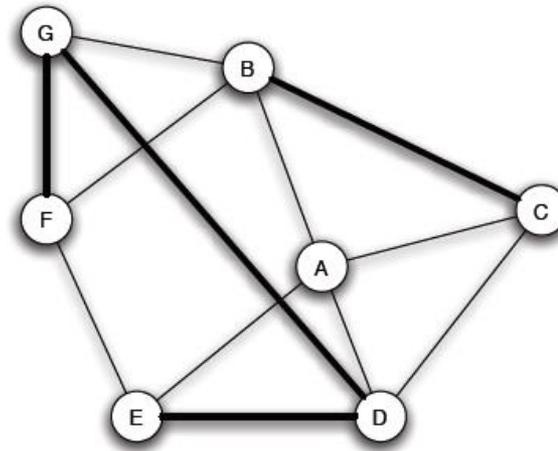
O COEFICIENTE DE CLUSTERING

exemplo:

- o coeficiente de clustering de A **antes** de novas arestas se formarem = $1/6$
(A tem 4 vizinhos, e teria no máximo 6 arestas entre eles, mas só tem uma)
- após novas arestas = $1/2$



(a) Before new edges form.



(b) After new edges form.

O COEFICIENTE DE CLUSTERING

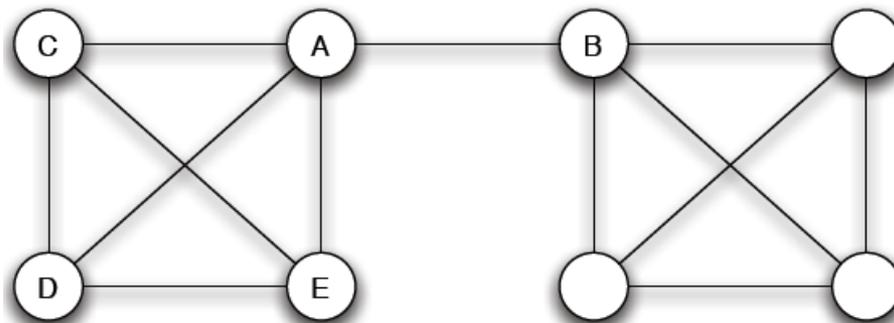
o coeficiente de clustering varia de 0 a 1

quanto *mais forte* é o fechamento triádico que opera na vizinhança de um nó, *maior o coeficiente de clustering* tende a ser

A FORÇA DOS LAÇOS FRACOS

vamos apresentar outras *duas definições* úteis

- na figura, A tem quatro amigos
- um dos amigos de A é *qualitativamente diferente* dos outros
- a amizade de A com C, D e E conecta A a um grupo **amigos bem unidos**, que conhecem uns aos outros
- a amizade de A com B parece conectar A com uma **parte diferente da rede**

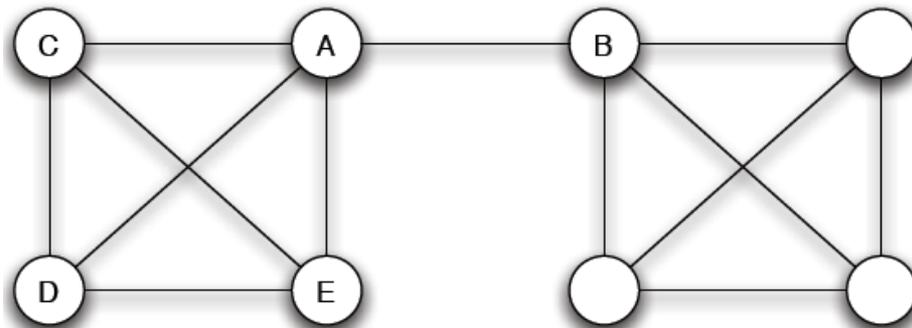


A FORÇA DOS LAÇOS FRACOS

vamos definir de maneira mais precisa o fato da aresta AB ser diferente

dizemos que uma aresta ligando dois nós A e B é uma **ponte** se ao removê-la fariam A e B ficarem em **componentes diferentes**

em outras palavras, essa aresta (de ponte) é o **único caminho** entre A e B



A FORÇA DOS LAÇOS FRACOS

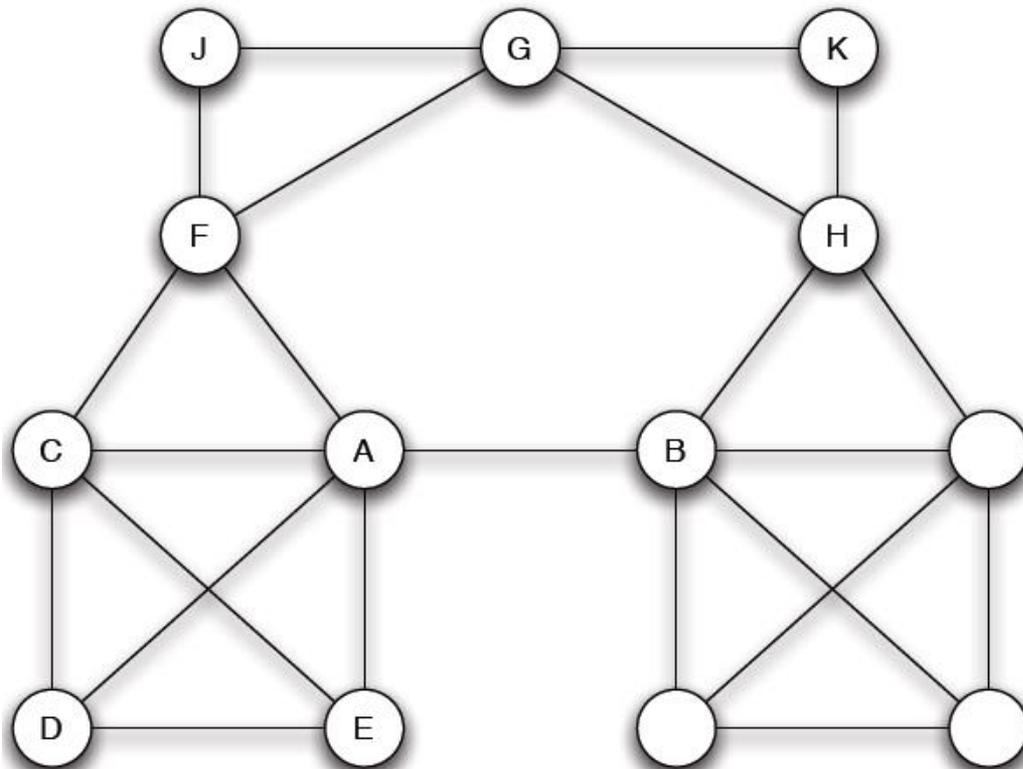
vamos lembrar sobre os **componentes gigantes** e **fenômeno de mundo pequeno**:

pontes são **extremamente raras** em redes sociais do mundo real

na verdade, pode haver um *caminho alternativo mais comprido* que liga dois vértices

A FORÇA DOS LAÇOS FRACOS

em outras palavras, se olharmos a rede da figura anterior *inserida numa rede maior*, provavelmente veremos uma imagem como essa:

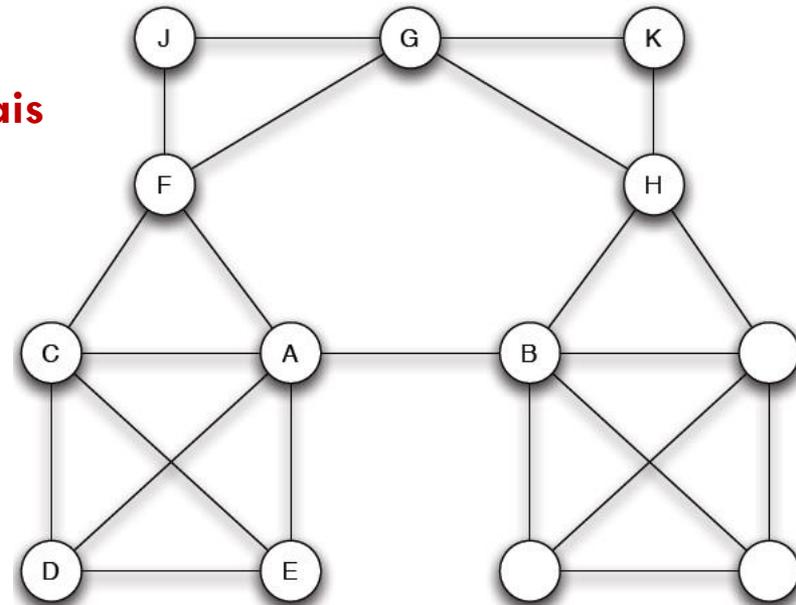


A FORÇA DOS LAÇOS FRACOS

a aresta AB *não é o único caminho* que liga A a B

A e B também estão ligados por um **caminho mais longo** através de F, G e H

uma aresta ligando dois nós A e B em um grafo é uma **ponte local** se A e B não têm vizinhos em comum



ou seja, se a remoção da aresta *aumentar a distância* entre A e B para um *valor > 2*

A FORÇA DOS LAÇOS FRACOS

uma ponte local fornece acesso a seus dois vértices que, de outra forma, seria um *acesso muito mais distante*

assim, **pontes locais** têm *mais ou menos o mesmo papel* que as **pontes**, embora sejam *menos restritivas*

pontes locais explicam parte da **motivação inicial**:

as informações de emprego vem de **amigos conectados a pontes locais** (obtem informações externas ao grupo de amigos)

PROPRIEDADE DO FECHAMENTO TRIÁDICO FORTE

devemos distinguir entre diferentes níveis de força nas ligações:

- distinguir entre “amigos” e “conhecidos” no estudo dos anos 60

não vamos ser precisos ao definir o que é “força”

apenas categorizar as arestas em um de dois tipos:

- **laços fortes**: as ligações mais fortes, corresponde aos **amigos**
- **laços fracos**: as ligações mais fracas, corresponde a **conhecidos**

PROPRIEDADE DO FECHAMENTO TRIÁDICO FORTE

é útil pensar novamente sobre o **fechamento triádico**, mas em termos dessa *classificação das arestas*

isto sugere a seguinte *hipótese qualitativa*:

- se A tem **laços fortes** para B e C, então a aresta BC é **muito provável de se formar**

dizemos que um nó A **viola** a propriedade de **Fechamento Triádico Forte** se tem **laços fortes** com dois outros nós B e C, e **não há nenhuma aresta** (forte ou fraca) entre B e C

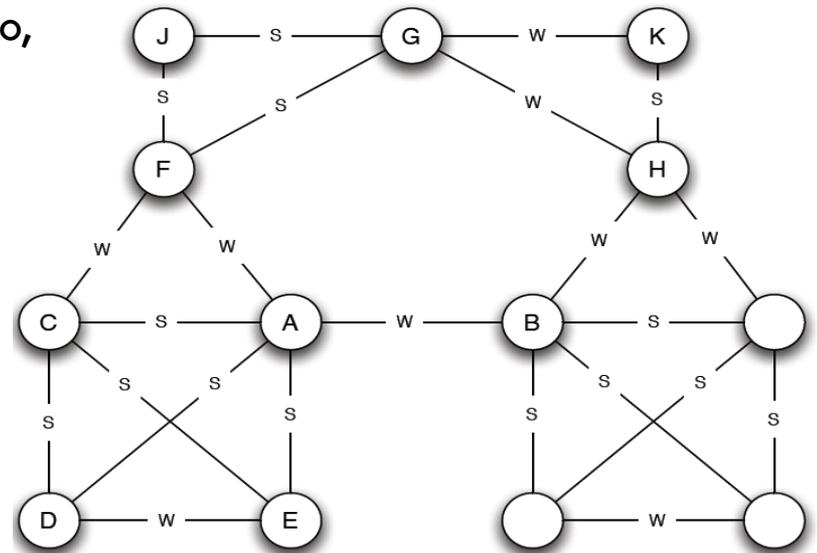
dizemos que um nó A **satisfaz** a propriedade Fechamento Triádico Forte se não violar

PROPRIEDADE DO FECHAMENTO TRIÁDICO FORTE

Figura: **nenhum nó viola** o Fechamento Triádico Forte

Mas se AF fosse um **laço forte**, em vez de fraco, então os nós A e F violariam a propriedade:

- A agora têm laços fortes com E e F sem que haja uma aresta EF
- F agora têm laços fortes com A e G sem que haja uma aresta AG

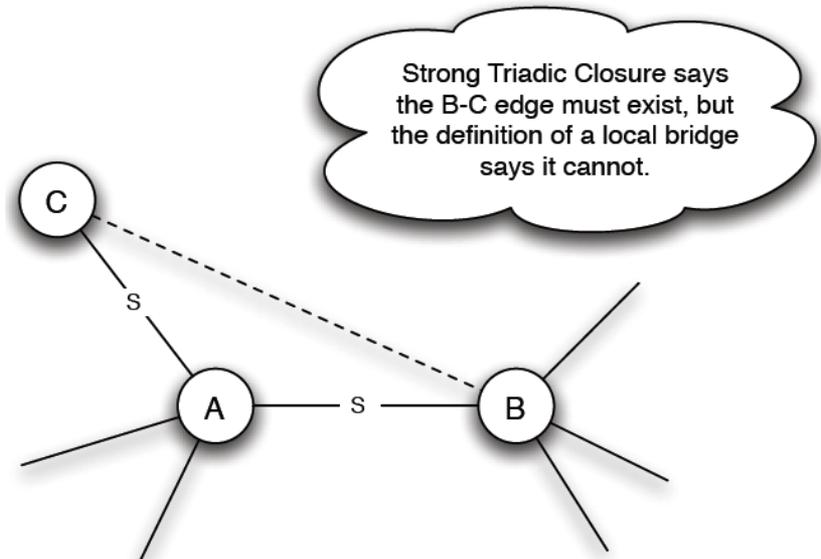


PONTES LOCAIS E LAÇOS FRACOS

Teorema: se um nó A satisfaz a propriedade do Fechamento Triádico Forte e está envolvido em pelo menos dois laços fortes, então **qualquer ponte local** em que A está envolvido deve ser um **laço fraco**

se isso for verdade, **explica o fato** de obtermos informações de “conhecidos”, ao invés de “amigos”

vamos provar isso matematicamente



PONTES LOCAIS E LAÇOS FRACOS

(a demonstração segue por contradição)

- considere o nodo A que (por contradição) tem **ponte local forte** para um nodo B
- pela hipótese, A também tem um **outro laço forte**, digamos, com C
- pela hipótese, A satisfaz a propriedade do **FTF**, assim a **aresta BC deve existir**
- mas **se a aresta BC existe**, então **AB não pode ser uma ponte local!** (pois A e B não deveriam ter amigos em comum, mas ambos tem C)