

USANDO O FACEBOOK E APRENDENDO SOBRE GRAFOS

Vinicius Schmidt Monego - viniciusmm@rocketmail.com

Universidade Federal de Santa Maria, Campus Camobi, 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil

Monique Rubenich Nascimento - moniquee.rn@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria, Campus Camobi, 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil

Alice de Jesus Kozakevicius - alicek@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria, Campus Camobi, 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil

Resumo. Este trabalho faz um paralelo entre ações normalmente executadas por usuários do Facebook e as definições mais fundamentais da teoria de grafos. De forma lúdica, os conceitos essenciais para a teoria de grafos são introduzidos, de tal maneira que a aprendizagem possa ser realizada através da associação dos novos conceitos aos já usuais do cotidiano dos usuários de redes sociais.

Palavras Chave: Rede social, Grafo, Dagrafo, Relação de amizade, Caminho

1 INTRODUÇÃO

As redes sociais online têm atraído cada vez mais usuários a se conectarem regularmente para interagir e compartilhar informações com outras pessoas [Cheng et al.\(2012\)](#). Essas redes sociais, como por exemplo Facebook, Twitter e LinkedIn, tornaram-se o meio de comunicação predominante tanto para relações pessoais, quanto para relações empresariais e acadêmicas [Durr et al.\(2012\)](#).

Todo este crescente sucesso também fez com que o Facebook se tornasse objeto dos mais variados tipos de estudo, desde questões relacionadas à mineração dos dados disponíveis na rede [Safaei et al.\(2009\)](#), quanto à privacidade de seus usuários [Erlandsson et al.\(2012\)](#). Além disso, o Facebook vem atraindo cada vez mais a atenção de educadores, tutores e pesquisadores como uma ferramenta de aprendizagem, sendo destaque de blogs como o SmartTutor [SmartTutor\(2014\)](#), que divulga aplicativos gratuitos com novas tecnologias para educação.

Este trabalho, segue então a linha proposta pelos colaboradores do SmartTutor e de pesquisas como as apresentadas em [Hogan\(2011\)](#) e [Irwin et al.\(2012\)](#), que considera o Facebook como uma fonte de exemplos e motivação para o ensino. Aqui o tópico explorado é a Teoria de Grafos, especialmente porque o próprio Facebook, da maneira com que foi concebido por seus desenvolvedores, utiliza grafos na implementação de sua estrutura de gerência de dados, de usuários e nos seus algoritmos de busca e acesso de informação (Graph Search).

Nas seções que seguem, serão traçados paralelos entre ações usuais dentro do Facebook e as definições e conceitos fundamentais da teoria de Grafos, que geralmente são introduzidos na disciplina de Matemática Discreta para acadêmicos de primeiro ou segundo semestre de graduação em Licenciatura em Matemática, Computação e Sistemas de Informação.

2 FACEBOOK E GRAFOS

Quando se pensa inicialmente no Facebook e seus usuários, de uma maneira simplificada ele pode ser considerado como um conjunto de páginas, uma para cada usuário. A partir dessa

primeira interpretação, o Facebook pode ser definido como um conjunto G que contém um conjunto de vértices V , cada vértice representando um usuário distinto, e portanto uma página distinta. A Fig. 1a ilustra essa situação, na qual 43 vértices são apresentados.

No entanto, o Facebook é muito mais do que apenas um conjunto de páginas (vértices), ele é algo que permite a interação entre essas páginas (usuários) através de diversas relações possíveis. Uma delas, talvez a mais popular, é a relação de amizade. Um usuário convida alguém para entrar em sua rede de amigos e esta pessoa recebe uma notificação perguntando se ela aceita ou não a solicitação de amizade. No momento em que ela aceita, os dois tornam-se amigos na rede social e podem então compartilhar informações entre si. Sendo assim, o Facebook, visto como um conjunto G que contém usuários (vértices), deve então conter também um outro conjunto que represente essa relação de amizade entre usuários. Para tanto, define-se o conjunto A formado por arestas que conectam vértices, ou seja, pelas ligações entre usuários que são amigos. A Fig. 1b representa então essas ligações(arestas) entre usuários(vértices).

Observa-se que a relação de amizade é recíproca: quando um usuário é amigo de outro, o segundo é automaticamente amigo do primeiro. Desta forma o Facebook é um par ordenado $G = (V, A)$ formado por dois conjuntos, V de seus vértices (usuários), e A que representa a relação entre estes vértices (neste caso, a de amizade). Matematicamente, esta estrutura é definida como sendo um Grafo [Santos et al.\(2008\)](#).

Por praticidade, consideram-se os elementos do conjunto dos usuários (vértices) V não representados por nomes, mas sim por números, $V = \{1, 2, 3, \dots, i, \dots, j, \dots, n\} \subset \mathbb{N}$. Cada aresta, que corresponde a uma ligação entre dois vértices distintos, $\{i\}$ e $\{j\}$, é um par não-ordenado denotado por $\{i, j\}$. Para cada aresta $\{i, j\}$, $\{i\}$ e $\{j\}$ são ditos as extremidades desta aresta, e a aresta é dita incidente aos vértices. Analogamente, um vértice é incidente nas arestas às quais está associado. Duas arestas incidentes num mesmo vértice são chamadas adjacentes e dois vértices incidentes numa mesma aresta também são adjacentes. O grau de um vértice é o número de arestas incidentes neste vértice. Assim, o grau de um vértice representa o número de amigos que um usuário possui em sua rede. Na Fig. 1b, o grau do vértice central (em vermelho) é 43 e todos os demais vértices do grafo são adjacentes a este vértice central, caracterizando a rede de amizade desse vértice em vermelho.

Um passeio entre os vértices $\{i\}$ e $\{j\}$ de um grafo é uma sequência alternante de vértices e arestas, $\{i\} - \{i, k_1\} - \{k_1\} - \{k_1, k_2\} - \{k_2\} - \dots - \{k_m, j\} - \{j\}$, começando no vértice $\{i\}$, e terminando em $\{j\}$, tal que cada aresta é incidente aos vértices que a cercam na sequência. Em passeio, os vértices intermediários podem ser visitados várias vezes. No contexto do Facebook, quando se identificam os *amigos mútuos* entre dois usuários, está-se na verdade construindo um passeio entre estes dois usuários.

Na teoria de grafos, classificam-se ainda outras formas de se sair de um vértice e chegar até outro. Por exemplo, um caminho é um passeio que não contém nós intermediários repetidos. Um circuito é um passeio fechado, no qual o início e o final da trajetória percorrida é o vértice inicial. Um ciclo é um caminho fechado, isto é, um passeio que contém apenas dois vértices iguais, o primeiro e o último.

Na Fig. 1c, existem vértices que não são adjacentes aos demais, ou seja, são usuários que não fazem parte da mesma rede de amigos. Neste caso, não existem caminhos, nem passeios que possam acessar usuários não relacionados, ou seja, não adjacentes. Neste caso, o grafo dado na Fig. 1c é dito grafo desconexo, ou seja, ele possui várias componentes que não estão conectadas. Aqui, as componentes conexas de um grafo são cada um dos vértices isolados, ou o subgrafo no qual todos os seus vértices são adjacentes (que possuem ligações entre si). Desta

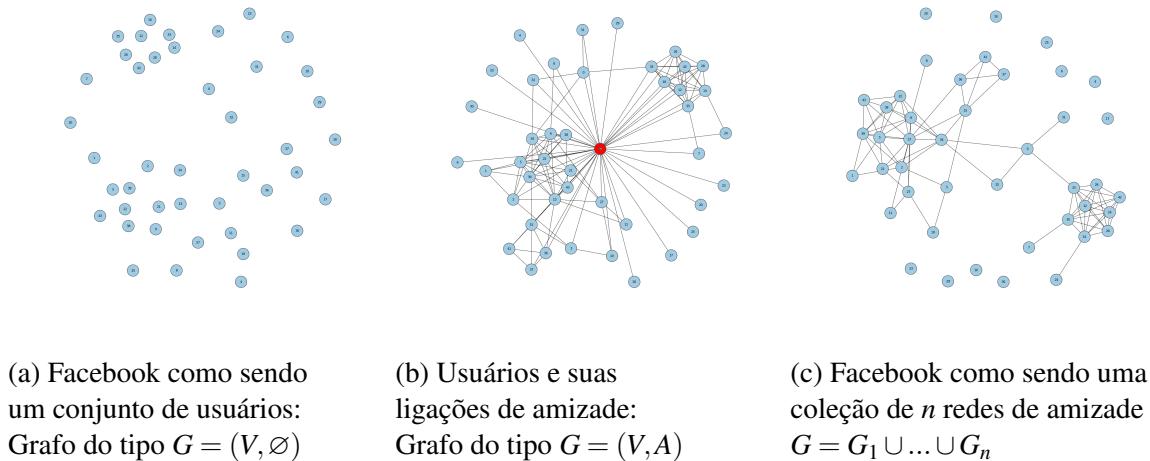


Figura 1: Evolução de uma rede de amigos

forma o próprio Facebook pode ser classificado como sendo um grafo desconexo com muitas componentes conexas, cada uma classificada como sendo um subgrafo.

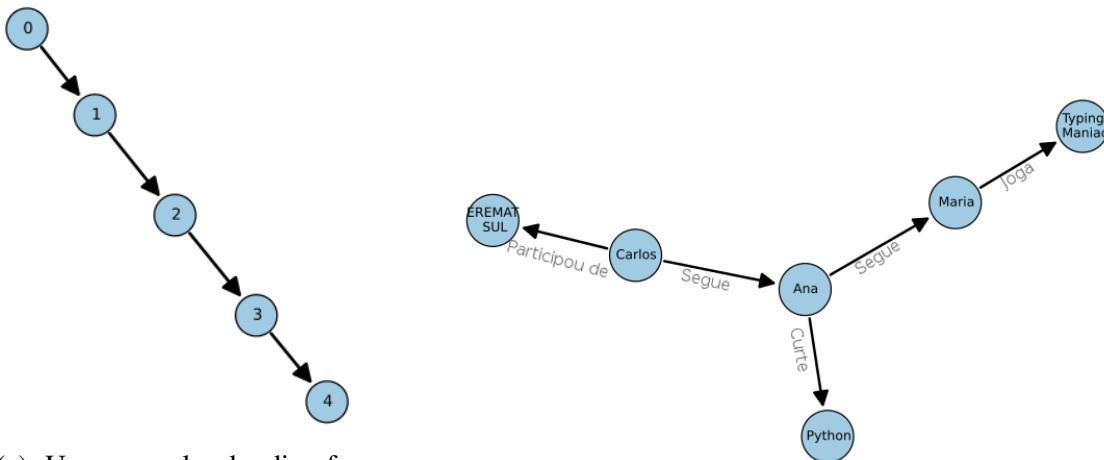
3 O GRAFO SOCIAL

Grafo social é um termo que ficou popularizado a partir da conferência de desenvolvedores e empresários [Zuckerberg\(2007\)](#) para representar as mais diversas relações possíveis entre os usuários da rede. São exemplos dessas relações: a de amizade, apresentada na seção anterior, curtidas, participação em eventos, marcações em fotos, jogos, seguir alguém, etc.

Como mencionado anteriormente, a relação de amizade é uma relação simétrica: $\{i\}$ amigo de $\{j\} \Leftrightarrow \{j\}$ amigo de $\{i\}$. Entretanto, esse nem sempre é o caso para os outros tipos de relações disponíveis no Facebook, como por exemplo *segir alguém*. Quando um usuário $\{i\}$ segue um usuário $\{j\}$, a recíproca não é necessariamente verdadeira. Sendo assim, é preciso indicar uma direção na representação de um grupo de usuários que seguem alguém ou na representação de todos os eventos e páginas seguidas por um determinado usuário. Desta forma as arestas passam a ser setas e os grafos correspondentes são classificados como sendo *grafos direcionados*, abreviado por *digrafos*.

Um digrafo $G = (V, A)$ é constituído por um conjunto finito de vértices V e um conjunto A de arestas direcionadas, de tal forma que exista uma correspondência biunívoca (1-1) entre os elementos de A e um subconjunto do produto cartesiano $\mathbb{N} \times \mathbb{N}$ que não contenha os pares (i, i) . Cada aresta direcionada corresponde a um par ordenado de vértices. Neste caso o conceito de incidência é modificado e a aresta correspondente ao par (i, j) é incidente do vértice i e incidente para o vértice j , e a direção da aresta é indicada graficamente como uma seta no vértice j .

O grau de entrada de um vértice $\{i\}$ é o número de arestas que chegam neste vértice, ou seja, são incidentes para o vértice e o grau de saída é definido de maneira análoga. Em um digrafo são dados novos conceitos dependentes da orientação: passeio orientado e caminho orientado de um vértice $\{i\}$ para um vértice $\{j\}$. A diferença agora é que há uma orientação para o passeio ou caminho, e com isso cada aresta na sequência é incidente do vértice que o precede para o vértice que o sucede na sequência. Na Fig. 2a apresenta-se um exemplo de digrafo, no qual o usuário 0 não é seguido por ninguém e o usuário 4 não segue ninguém.



(a) Um exemplo de digrafo:
Usuário 0 segue 1, que segue 2,
que segue 3, que segue 4, que
não segue ninguém

(b) Um exemplo de grafo social: digrafo com nós e vértices com definições distintas.

Figura 2: Exemplos de digrafos

Em um grafo social, os vértices não precisam representar apenas usuários, eles podem representar qualquer objeto ou evento com o qual o usuário se relaciona de alguma maneira. Sendo assim, num mesmo grafo social, é possível adicionar páginas curtidas, onde as arestas representam um tipo de relação diferente das arestas de amizade. Com isso, a definição de grafo social dá muito mais liberdade na interpretação tanto do conjunto de vértices quanto de arestas. A Fig. 2b ilustra diferentes relações, não só entre usuários, mas entre usuários e eventos, usuários e páginas, ou fotos, ou jogos.

Existe um recurso do Facebook chamado *Graph API*, uma especificação da rede para ser usada em aplicativos de terceiros. Utilizando a Graph API juntamente com um código publicado em [Russell\(2013\)](#), é possível criar grafos da rede de amizades de qualquer usuário. A Fig. 1b é um grafo de uma lista real de amigos obtida dessa forma. A API também permite coletar outros tipos de relações na rede, conforme mencionado anteriormente. Ela pode ser explorada em <https://developer.facebook.com>.

Além de grafos e digrafos, têm-se o conceito de Multigrafos que são grafos nos quais são permitidas duas ou mais arestas associadas a um mesmo par de vértices. Quando os vértices $\{i\}$ e $\{j\}$ do par não-ordenado que definem a aresta forem iguais, esta aresta será dita um laço. Uma maneira divertida de se interpretar laços é o caso de um usuário postar seu selfie e curtí-lo ao mesmo tempo!

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho algumas das principais ações do Facebook são utilizadas como exemplos para uma apresentação introdutória de conceitos e definições essenciais para se começar o estudo de grafos. A maneira intuitiva e relacionada ao dia-a-dia de usuários do Facebook faz com que os conceitos apresentados possam ser fixados com maior facilidade.

REFERENCIAS

- CHENG, Y., PARK, J., SANDHU, R. Relationship-based access control for online social networks: Beyond user-to-user relationships. Em: **ASE/IEEE International Conference on Social Computing and 2012 ASE/IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust.**, pp. 646–655, 2012.
- DURR, M., PROTSCHKY, V., LINNHOFF-POPIEN, C. Modeling social network interaction graphs. Em: **Proceedings of the 2012 International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM 2012).**, pp. 660–667, 2012.
- ERLANDSSON, F., BOLDT, M., JOHNSON, H. Privacy threats related to user profiling in online social networks. Em: **IEEE International Conference on Social Computing and 2012 ASE/IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust**, pp. 838–842, 2012.
- HOGAN, B. **Analyzing social media networks with NODEXL: Insights from a connected world**, Elsevier, Cap. Chapter 11 – Visualizing and Interpreting Facebook Networks, p 280, 2011.
- IRWIN, C., BALL, L., DESBROW, B., LEVERITT, M. Students' perceptions of using facebook as an interactive learning resource at university. **Australasian Journal of Educational Technology**, 28(7), 1221–1232, 2012.
- RUSSELL, M. A. **Mining the Social Web, 2nd Edition**. O'Reilly Media, 2013.
- SAFAEI, M., SAHAN, M., ILKAN, M. Social graph generation & forecasting using social network mining. Em: **33rd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference.**, pp. 31–35, 2009.
- SANTOS, J. P. O., MELLO, M. P., MURARI, I. T. C. **Introdução à Análise Combinatória**. Editora Ciência Moderna, 2008.
- SmartTutor (2014). **Smart tutor - education programs**. URL <http://thinkonline.smarttutor.com/10-ways-to-use-facebook-as-a-learning-tool/>, URL <http://www.smarttutor.com/>.
- ZUCKERBERG, M. **Keynote speech f8**, Facebook F8, San Francisco, 2007, <https://www.facebook.com>.