

MODELO PARA ESTUDO DE DESEMPENHO ACADÊMICO DE ESTUDANTES E SUAS RELAÇÕES DE AMIZADE UTILIZANDO REDES COMPLEXAS

Samuel Oliveira Silva Bianch ¹
João Gabriel Rocha Silva ²

RESUMO

O conceito de modelagem utilizando redes complexas é baseado na consideração de elementos e suas relações em um sistema para o compreender um ambiente através de suas propriedades. Essa abordagem é aplicável em diferentes contextos de diversas áreas do conhecimento, entre elas, a modelagem de pessoas e suas relações de amizade para entendimento de diversos fenômenos, entre estes a influência de um elemento em outro. Considerando o fato de que as relações de amizade entre estudantes podem ser um fator determinante em relação ao desempenho acadêmico, a compreensão de formação de grupos e segregação ou exclusão de alunos em uma classe podem definir estratégias pedagógicas de intervenção em uma turma, surge a motivação deste projeto. No trabalho é apresentado uma metodologia para elaboração de redes complexas de alunos de uma turma a partir de questionários aplicados a estudantes do nível médio técnico, será possível elencar os aspectos que embasarão estudos futuros no tema. Face ao exposto, esta proposta elenca alguns meios de se modelar uma rede de alunos e, posteriormente, aplicar diversas métricas para identificar uma relação entre amizade e desempenho acadêmico. Por fim, é apresentado um estudo preliminar aplicado a uma turma do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFMT, campus Pontes e Lacerda. Os resultados preliminares apontam um cenário promissor no sentido de compreensão dos conceitos de redes complexas e as relações de amizade entre os alunos.

Palavras-chave: Redes de amizade, Teoria dos grafos, Redes complexas, Desempenho acadêmico, Modelagem computacional.

INTRODUÇÃO

O conceito de redes complexas vem sendo discutido e explorado cada vez mais pela comunidade científica (LI *et al*, 2021). Nesse sentido, é possível defini-las como uma estrutura de representação gráfica e computacional capaz de expressar as relações entre elementos de um sistema (NEWMAN, 2003). As redes complexas foram

¹ Graduando do Curso de Engenharia da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT, samuelbianch38@gmail.com;

² Professor orientador: Mestre em Modelagem Computacional pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT, joagabriel.comp@gmail.com.

inspiradas em dados de observações empíricas e no modelo de teoria de grafos, as observações consideraram elementos ou objetos e como estes se relacionam, por exemplo: interações de sistemas biológicos e sociais, o que as caracterizam como uma ferramenta interdisciplinar no meio acadêmico (BARBIERI, 2010).

O crescimento da utilização de redes complexas em diferentes aplicações, entre outros fatores, se deve a facilidade e simplicidade de sua representação, sendo necessário apenas a consideração dos elementos a serem estudados e suas relações, caracterizando um modelo de aplicação. Na literatura, encontram-se aplicações em diversas áreas, a saber: em geografia, considerando os elementos como municípios e as rodovias como ligação entre eles (ROSVALL, 2005); em redes de computadores, modelando os computadores e suas relações de compartilhamento de dados (HOLME, 2002); em contextos social, no qual são modelados os seres humanos e suas conexões e relações como vértices e arestas, estes sinônimos de elementos e relações (WANG, 2003).; e, mais recentemente, em simulações de dispersão de casos e estudos sobre o COVID-19 (SCABINI, 2021).

Outras aplicações de redes complexas, estas mais próximas a este trabalho, referem-se a modelos de redes que consideram a relação de amizade entre pessoas, considerando as relações como ligações e cada pessoa existente no sistema como um elemento. Assim, quando duas pessoas são amigas, estas são conectadas por meio de uma aresta. A não existência dessa aresta significa a ausência de amizade entre esses elementos (FIGUEIREDO, 2011).

Ao considerar o aspecto educacional como centro de discussão, uma possibilidade é pensar em modelos de redes complexas que representam alunos de uma mesma turma como elementos e suas relações de amizades como arestas entre eles. Analisando essa premissa, informações importantes podem ser extraídas dessas redes, como por exemplo: qual o comportamento da distribuição de amizade dentro de uma classe; verificação de se os colegas de classe que são amigos tendem a ter desempenho acadêmico similar ou mesmo se existe algum tipo de segregação ou afastamento de um aluno ou grupo de alunos em uma turma.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de geração de um modelo de redes complexas que mapeia e representa as relações de amizade de uma turma de 2º ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). Para tanto, foi desenvolvido um questionário acerca das amizades

existentes entre os alunos desta turma, em seguida, os dados extraídos do questionário foram estudados e montados como uma rede utilizando a linguagem de programação Python.

Resultados apontam dados promissores, que elucidam a compreensão e um melhor entendimento dos relacionamentos entre estes alunos. Ademais, faz-se presente uma enorme gama de dados tendenciosos sobre o comportamento das arestas dos elementos analisados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Pode-se conceituar redes complexas como um conjunto de objetos ou elementos que se relacionam de alguma forma, também é possível mapear as estruturas comportamentais dessas relações (LIU, 2011).

Aprofundando nos conceitos e nas estruturas de uma rede complexa, define-se o conceito de vértices, também conhecidos como nós; e arestas, que podem ser chamados de arcos. Essas arestas possuem a função de interligar dois vértices a partir de uma relação definida pelo sistema, já os vértices têm o papel de representar os elementos ou objetos que se relacionam nesse sistema. Em um sistema modelado como uma rede complexa, as arestas podem ser direcionadas, quando estabelecem uma direção na relação que fundamentam, e não direcionadas quando a relação estabelecida entre os vértices no sistema é mútua (RIBEIRO, 2021). Na Figura 1, é apresentado de maneira gráfica um exemplo de vértices e arestas que se conectam em um modelo de rede com arestas direcionada.

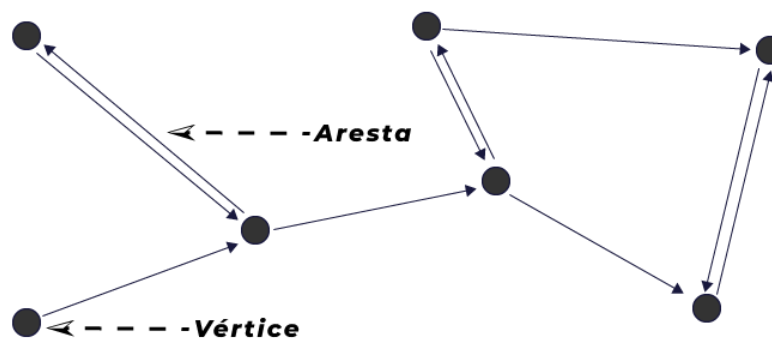


Figura 1 -Exemplo gráfico do conceito de vértices e arestas direcionadas

Fonte: Os autores

Neste trabalho, o grafo é gerado a partir de uma lista de adjacência, que também é conhecida como lista de arestas, esta por sua vez é definida como uma coleção do conjunto de arestas, contendo uma descrição em sequência das relações finais com os vértices (DE ASSIS MOTA, *et al.*, 2004). Sendo assim, o algoritmo interpreta esta lista e a transforma em um grafo direcionado.

Ainda, vale ressaltar alguns termos abordados durante esta pesquisa, como a reciprocidade, que é a qualidade dos vértices terem relações de amizades recíprocas; a assortatividade, que é a tendência de nós de mesmo grau se conectarem; como também a transitividade média, que é a disposição da rede de criar comunidades entre os vértices (COSTA, *et. al.*, 2007) e (METZ, *et. al.*, 2007). Todos estes termos qualitativos, estão inseridos em um espaço amostral de $[-1, 1]$, sendo que próximos de (-1) significa que este fenômeno é quase inexistente e tendendo a (1) , este comportamento é altíssimo na rede.

Decorrente da generalidade de conhecimentos e cenários nos quais a aplicação de redes complexas tornam-se possíveis, encontra-se na literatura diversas aplicações em diferentes áreas do conhecimento, como por exemplo: área de engenharias e ciências exatas em (BARABÁSI, 2003) e (COSTA, *et. al.*, 2007); redes sociais (SILVA, *et. al.*, 2020); e oriundas de relações entre pessoas, essas redes podem ser estabelecidas a partir de diferentes tipos de relações, entre elas, as redes de amizades entre adolescentes (FABBRI, 2017).

Após a modelagem de um sistema como uma rede complexa é possível, com o auxílio de algoritmos e análises de suas características, extrair uma série de informações do sistema modelado, entre elas, o quão os vértices se aglomeram, se espalham, se isolam e a influência que um vértice pode apresentar no comportamento dos seus adjacentes (KELLY, *et.al.*, 2003).

No âmbito escolar, visando avaliação de desempenho individual, apresentam-se estudos que atestam que características sociais e de relação, sejam elas de amizade ou familiares influenciam no desempenho acadêmico dos discentes (FLORES, *et. al.*, 2021) e (CAMACHO, *et.al.*, 2010). Nos trabalhos são apresentadas teorias e métricas que atestam a influência dos amigos e da família no desenvolvimento acadêmico do aluno, mesmo que de forma individual.

Pensando neste aspecto, este trabalho propôs um modelo de rede complexa para uma turma de ensino médio integrado do IFMT, considerando os alunos como vértices e suas amizades como arestas, a fim de utilizá-lo para extração e estudo de características da turma, visando em um futuro, alinhado com o setor pedagógico da instituição, propor intervenções que dinamizem e maximizem o processo ensino-aprendizagem e as relações de amizade na turma.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da proposta, e montagem de uma rede complexa para estudos em uma turma de alunos do ensino médio seguiu-se a seguinte sistemática: Montagem e Aplicação de um questionário seguida da codificação do resultado do questionário de um modo que os dados sejam lidos pela linguagem de programação e a rede seja montada, por fim, a análise utilizando os códigos desenvolvidos e observações sobre o comportamento da rede gerada.

O questionário desenvolvido visou obter informações sobre as relações de amizades entre os alunos da turma selecionada, além disso perguntas qualitativas sobre como o aluno se vê em meio a essas relações. A primeira pergunta do questionário consiste na identificação do aluno. Que de modo subsequente, recebe uma lista de alunos matriculados na turma e aposta por meio de uma ferramenta que permite a escolha de até cinco opções, os nomes dos alunos com quem realiza atividades escolares de maneira coletiva e existe uma relação de amizade.

O teste ainda conteve questões qualitativas acerca da visão do aluno respondente sobre suas relações de amizade. Essas perguntas foram: Você se considera um bom colega de turma? Costuma incentivar seus colegas nas atividades escolares?

Devido à pandemia do novo Coronavírus, o questionário foi aplicado de maneira remota utilizando a ferramenta de questionários da empresa Google. A turma escolhida para a aplicação foi a turma do 2º ano do curso Técnico em Informática integrado ao Ensino Médio da instituição. A escolha da turma baseou-se no fato do engajamento da turma às atividades remotas realizadas pela instituição durante o período de pandemia. Assim, acredita-se que menos relações de amizade foram afetadas nesta turma em detrimento a outras turmas.

A turma escolhida para aplicação, possuía, no momento da aplicação do teste, 32 alunos regularmente matriculados. Cabe ressaltar que, todos os alunos entrevistados preencheram um termo de consentimento sobre suas respostas e as respostas dos alunos não são divulgadas de forma nominal visando a preservação dessas informações.

Após a aplicação do questionário, iniciou-se a fase computacional e de modelagem da rede de amizades da turma em uma rede complexa. O primeiro passo foi a codificação dos nomes dos alunos em números inteiros, visando um anonimato desses dados. Após esta operação, foi gerado um arquivo de texto contendo o índice (valor inteiro) que representa o aluno depois da codificação e a relação deste aluno com quais alunos considera como amigo ou colega de realização de tarefas. Cada relação é expressa em uma linha do arquivo de texto.

De modo subsequente, o arquivo gerado pelo questionário foi lido em um programa de computador escrito na linguagem de programação *Python* com o auxílio da biblioteca *iGraph*, própria para desenvolvimento de aplicações em redes complexas. Após a leitura a rede foi desenhada de modo a considerar cada aluno como um vértice e cada relação de amizade como uma aresta direcionada, dado que um aluno pode considerar amigo de outro e a recíproca não ser verdadeira. Assim, os resultados gerados pela rede modelada e os dados do questionário encontram-se prontos para análise.

Diante disso, utilizou-se da programação visual fornecida pela empresa Google, para que de forma simples, seja representado os gráficos das respostas qualitativas dos discentes. Neste modelo, também foi aproveitado alguns algoritmos usados em trabalhos anteriores para mensurar algumas tendências da rede (SILVA, *et. al.*, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção é demonstrado alguns resultados e discussões, obtidos a partir dos dados coletados na seção precedente.

O Questionário proposto para a turma, obteve um aceite de 26 discentes de um espaço amostral de 32 candidatos aptos ao teste. Devido a pandemia do COVID-19, alguns alunos não responderam às solicitações de respostas do exame. Então, houve um aceite por parte da classe de 81,25% e uma abstenção de 18,75% a pesquisa.

Destes respondentes, 3 indivíduos declararam não ter nenhuma relação de amizade dentro da sua classe (apenas 9,75%). Estes ainda, colocaram algum nome na opção “Outro”, porém estes outros elementos serão desconsiderados neste trabalho.

A Figura 2, mostra como os discentes se consideram em relação às suas qualidades relacionais de amizade dentro da classe de aula. Então, quando indagados sobre “Você se considera um bom colega de turma?”, obteve-se o seguinte resultado.

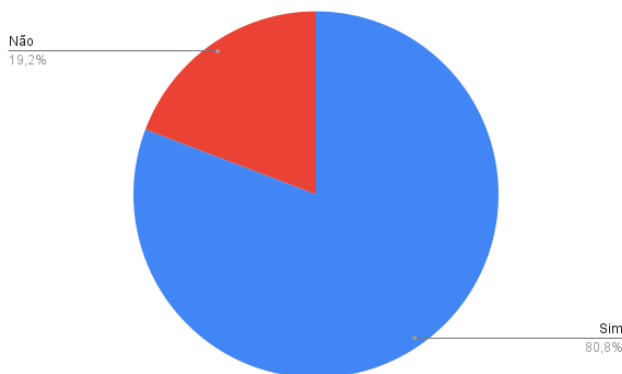


Figura 2 - Resposta a qualidade nas relações de amizade

Fonte: Os autores

Percebe-se que a maioria dos alunos, se declararam bons colegas de turma, o que resulta em uma troca de conhecimentos eficaz entre os pares adjacentes na rede. Este fator, pode ser determinante em estudos futuros, para analisar a rede com pesos nas arestas, de acordo com a classificação qualitativa dos próprios discentes.

Em seguida, estes alunos foram indagados sobre o seu comportamento quanto a periodicidade em transmitir seu conhecimento com seu colega. Partindo da seguinte questão “Costuma incentivar seus colegas nas atividades escolares?”, então os discentes responderam da seguinte forma na Figura 3.

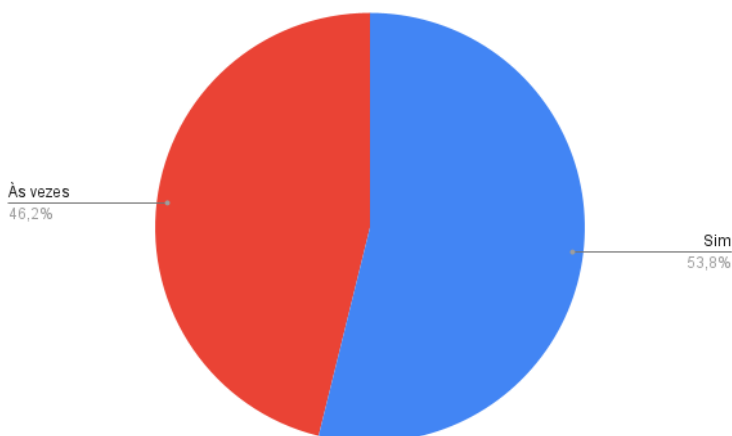


Figura 3 - Periodicidade ao incentivo aos colegas

Fonte: Os autores

Vale ressaltar, que nenhum membro deste espaço amostral se revelou como um indivíduo egoísta ao ponto de não incentivar seus amigos nas atividades escolares. E ainda, mais da metade se disse disposto a ajudar seus colegas (53,8%).

Analisando então os dados que a rede fornece na Tabela 1, encontra-se uma reciprocidade entre os discentes regular de [0.6176], entretanto, quando observa-se a assortatividade, que é a tendência de vértices de mesmo nível se conectarem, a rede reflete uma tendência baixa a este fenômeno [0.3246].

Número de arestas	68
Número de vértices	32
Reciprocidade	0.6176
Assortatividade	0.3246
Transitividade Média	0.3853

Tabela 1 - Características da rede

Fonte: Os autores

Na Tabela 1, pode-se inferir que a rede de amizade entre os discentes, é munida de uma baixa-média capacidade de se formar comunidades [0.3853], que trazendo para o campo acadêmico, seriam os famosos "Grupos de Estudos".

Face ao exposto, estas relações de amizades foram transformadas em uma lista de adjacência, que representa as arestas entre os vértices da rede. Com o grafo direcionado da rede de amizade dos alunos, representado na Figura 4, é perceptível que alguns alunos se encontram na "periferia" da sua classe.

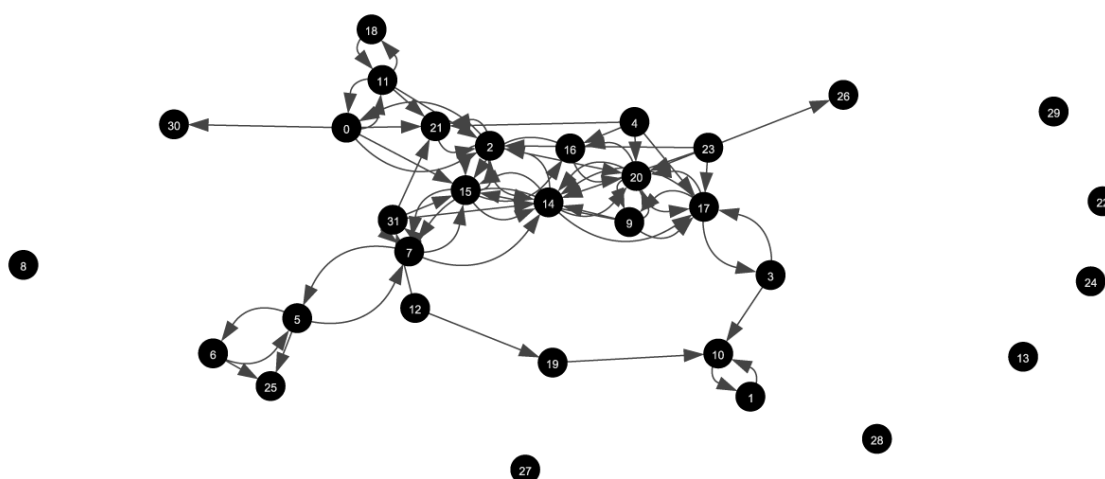


Figura 4 - Rede de amizade dos discentes

Fonte: Os autores

Com estes alunos que se encontram “soltos” na rede, pode-se criar duas hipóteses: (I) A dificuldade de socializar, já que o ensino está sendo aplicado de forma remota; (II) O indivíduo é uma pessoa introvertida. Estas hipóteses, por sua vez, podem então se completar, fazendo com que o caso de isolamento do indivíduo seja ainda maior. Na literatura, encontra-se um trabalho com abstenções semelhantes (CONCATTO, 2020).

Na Tabela 1, foi relatada uma baixa-média tendência na rede de se criar comunidade, isso fica claro quando observa-se a Figura 4, nas disposições centrais dos estudantes na rede. Evidencia-se, que alguns alunos são pontes entre seus outros colegas e que existem alguns indivíduos que estão fortemente conectados com a rede.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Face ao exposto, este trabalho abordou temas centrais ligados à educação e as redes complexas, discutindo temas essenciais sobre os relacionamento de amizades entre discentes e a sua influência no desempenho acadêmico.

Ademais, vale ressaltar a escassez de trabalhos avaliando estas relações de amizade e desempenho acadêmico na literatura. Sendo, quase inexistente artigos que relacionam estes temas, utilizando uma abordagem da modelagem computacional, as redes complexas.

Diante disto, como perspectivas futuras este trabalho deve coletar mais dados, em face que o período de pandemia deve ser amenizado e assim conseguir realizar pesquisas de campo, entendendo melhor os comportamentos relacionais entre os discentes e os desempenhos acadêmicos. Faz-se possível também, a utilização de métricas de ranking presente em trabalhos anteriores (SILVA, *et. al.*, 2020), para inferir se o elemento mais influente ou mais conectado da rede, é o que possui o melhor desempenho acadêmico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo suporte financeiro destinado à execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BARABÁSI, Albert-László et al. Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business. Science, and Everyday Life. **Plume**, v. 2, 2003.

BARBIERI, André Luiz. Análise de robustez em redes complexas. 2010. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

CAMACHO, Inês Nobre Martins et al. A escola e os adolescentes: Qual a influência da família e dos amigos?. **Revista de Psicologia da Criança e do Adolescente**, p. 101-116, 2010.

CONCATTO, Fernando et al. Investigação Quanto ao Papel de Círculos Sociais no Desempenho Discente no Ensino Superior Utilizando Análise de Redes Complexas. **Anais do Computer on the Beach**, v. 11, n. 1, p. 206-213, 2020.

COSTA, L. da F. et al. Characterization of complex networks: A survey of measurements. **Advances in physics**, v. 56, n. 1, p. 167-242, 2007.

DE ASSIS MOTA, Alexandre; MOTA, Lia Toledo Moreira; FRANÇA, André Luiz Morelato. Metodologia orientada a objetos para visualização rápida de grafos nao-dirigidos a partir da lista de arestas. **Anais do XXXVI SBPO-Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2004.

FABBRI, Renato. Redes complexas para redes sociais: introdução, aspectos críticos e software. **Impulso**, v. 27, n. 69, p. 87-97, 2017.

FIGUEIREDO, Daniel R. Introdução a redes complexas. **Atualizações em Informática**, p. 303-358, 2011.

FLORES, Sandra Nogueira; CORDEIRO, Rogério Soares. A importância da articulação família e escola na formação do aluno em uma perspectiva da Educação do Campo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e6410413905-e6410413905, 2021.

KELLER, Edward; BERRY, Jonathan. The influentials: One American in ten tells the other nine how to vote, where to eat, and what to buy. **Simon and Schuster**, 2003.

LI, Sen; ZHANG, Biguang; LI, Wenxue. Stabilisation of multi-weights stochastic complex networks with time-varying delay driven by G-Brownian motion via aperiodically intermittent adaptive control. **International Journal of Control**, v. 94, n. 1, p. 7-20, 2021.

LIU, Yang-Yu; SLOTINE, Jean-Jacques; BARABÁSI, Albert-László. Controllability of complex networks. **Nature**, v. 473, n. 7346, p. 167-173, 2011.

METZ, Jean et al. Redes complexas: conceitos e aplicações. **RELATÓRIOS TÉCNICOS DO ICMC**, 2007.

NEWMAN, Mark EJ. The structure and function of complex networks. **SIAM review**, v. 45, n. 2, p. 167-256, 2003.

RIBEIRO, José Mauro et al. Caracterização da relação entre redes sociais e mobilidade de indivíduos em contextos urbanos. In: **Anais do X Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining**. SBC, 2021. p. 32-43.

ROSVALL, Martin, et al. Networks and cities: An information perspective. **Physical Review Letters** 94.2 (2005): 028701.

SCABINI, Leonardo FS et al. Social interaction layers in complex networks for the dynamical epidemic modeling of COVID-19 in Brazil. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 564, p. 125498, 2021.

SILVA, Samuel O. et al. Estudo comparativo de métricas de ranking em Redes Sociais. In: **Anais do VII Encontro Nacional de Computação dos Institutos Federais**. SBC, 2020. p. 53-60.

WANG, Xiao Fan; CHEN, Guanrong. Complex networks: small-world, scale-free and beyond. **IEEE circuits and systems magazine**, v. 3, n. 1, p. 6-20, 2003.