

Ensino de Análise de Redes Sociais: Experiências na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo

Luciano Antonio Digiampietri¹

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo (USP)
Av. Arlindo Bettio, 1000 – 03.828-000 – São Paulo – SP – Brazil

digiapietri@usp.br

Abstract. *This article describes the Social Network Analysis course offered at the School of Arts, Sciences and Humanities at USP. The course has been taught since 2022 to undergraduate and graduate students in Information Systems, motivated by the growing interest of students and its multidisciplinary relevance. Upon graduation, students actively engage in practical group projects within the discipline. In postgraduate studies, numerous students, including freshmen or special students, utilize the learnings from the discipline to refine their research skills or in preparation for entry into the graduate program.*

Resumo. *Este artigo descreve a disciplina de Análise de Redes Sociais oferecida na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, que é ministrada desde 2022 para estudantes de graduação e pós-graduação em Sistemas de Informação, motivada pelo interesse crescente dos alunos e pela sua relevância multidisciplinar. Na graduação, observa-se elevado engajamento nos projetos práticos em grupo da disciplina. Já na pós-graduação, muitos estudantes cursam a disciplina como ingressante ou aluno especial, utilizando o aprendizado e a elaboração de projetos para aperfeiçoar sua formação como pesquisadores e/ou na preparação para o ingresso no programa de pós-graduação.*

1. Introdução

Nos últimos anos, as redes sociais online se tornaram parte integrante do dia a dia das pessoas. Estas redes, em conjunto com aplicativos de trocas de mensagens e fóruns de discussão online, revolucionaram a forma em que as pessoas se comunicam umas com as outras, bem como a maneira em que têm acesso a diferentes tipos de informação.

Uma rede social é uma estrutura composta por indivíduos conectados por um ou mais tipos de relações, por exemplo, amizade, crença ou trabalho [Lemieux and Ouimet 2008]. Assim, as redes sociais datam desde o início da humanidade e são independentes do uso de qualquer tipo de tecnologia.

Os primeiros estudos sobre as redes sociais, inicialmente chamadas de *grupos sociais* datam do século XIX, porém, só a partir da década de 1980 é que se iniciaram estudos, com o apoio da computação, de redes sociais formadas por grupos de centenas ou milhares de indivíduos [Wasserman and Faust 2009]. O grande sucesso das redes sociais online, aplicativos de mensagens e fóruns de discussão online, no século XXI, trouxe diversas possibilidades de estudo para a área bem como novos desafios ao se analisar redes de milhões de indivíduos realizando bilhões de interações diárias.

Estes novos desafios atraíram a atenção de pesquisadores e estudantes de diferentes áreas criando uma demanda por ferramentas e materiais didáticos específicos. Neste contexto foi proposta e criada a disciplina optativa *Análise de Redes Sociais - ARS* para o Bacharelado em Sistemas de Informação da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo (USP), bem como uma disciplina homônima para os cursos de Mestrado e Doutorado em Sistemas da Informação dessa mesma instituição.

Este artigo tem como objetivo descrever essas disciplinas, incluindo o conteúdo programático, estratégias utilizadas na avaliação e sumarizar o *feedback* dos estudantes que as cursaram. Tanto o material didático quanto videoaulas iniciais estão disponíveis publicamente^{1,2}.

Este documento está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta o contexto no qual as disciplinas foram criadas e são oferecidas. A Seção 3 detalha o conteúdo programático. A Seção 4 relata as formas de avaliação. Por fim, na Seção 5 são apresentadas as conclusões e direções futuras.

2. Contexto

As disciplinas de graduação e pós-graduação de Análise de Redes Sociais foram criadas em 2021 na EACH-USP a partir da experiência do Grupo de Análise de Redes Sociais e Cientometria (GARSC)³ da unidade.

A Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo (USP) é uma das mais novas unidades da USP, criada em 2005 no Campus Leste na capital de São Paulo (USP Leste), inicialmente com dez cursos de graduação, nas diferentes áreas de conhecimento. Atualmente possui 11 cursos de graduação e 11 programas de pós-graduação *stricto sensu*. Por ano, a EACH recebe mais de 1.000 ingressantes, sendo 180 no Bacharelado em Sistemas de Informação e algumas dezenas no Mestrado ou Doutorado em Sistemas de Informação.

A diversidade de professores na unidade, incluindo dezenas de professores doutores nas áreas de computação, matemática e estatística, além de professores de diferentes áreas das Ciências Sociais Aplicadas fez com que desde a fundação da EACH-USP ocorressem diferentes pesquisas multidisciplinares incluindo algumas relacionadas à Análise de Redes Sociais que eventualmente levaram à criação do GARSC.

O GARSC é um grupo de pesquisa sediado na EACH-USP que existe desde 2010 e foi oficializado como um Grupo de Pesquisa registrado⁴ no CNPq em 2013.

O grupo tem especial destaque na área de Análise e Mineração de Redes Sociais no Brasil, possuindo dezenas de trabalhos publicados em eventos científicos e periódicos nacionais e internacionais. A repercussão dos trabalhos do grupo tem destaque nas produções do principal evento brasileiro na área: *Brazilian Workshop on Social Network*

¹Slides e materiais complementares da disciplina: <https://www.each.usp.br/digiampietri/garsc/disciplina/>, acessado em 08/05/2024

²Playlist com videoaulas: https://www.youtube.com/playlist?list=PL_JAaU8k6DQUPT8LhFAGI8YLJYRXOIud0, acessado em 08/05/2024

³GARSC - Grupo de Análise de Redes Sociais e Cientometria: <http://www.each.usp.br/digiampietri/garsc/>, acessado em 28/04/2024

⁴Grupo de Análise de Redes Sociais e Cientometria: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/12921>, acessado em 28/05/2024

Analysis and Mining (BraSNAM), o qual ocorre juntamente com o Congresso da Sociedade Brasileira de Computação.

A evolução das pesquisas do GARSC em conjunto com uma demanda cada vez maior de estudantes querendo participar das atividades do grupo (em projetos de iniciação científica, trabalho de conclusão de curso, mestrado ou doutorado) evidenciou o interesse e a necessidade da criação das disciplinas de Análise de Redes Sociais.

No ano de 2020 as ementas das duas disciplinas foram preparadas e elas foram submetidas a avaliação pelos colegiados competentes. Optou-se por criar duas disciplinas com ementas bastante similares, porém com critérios de avaliação específicos, conforme será detalhado na próxima seção. As disciplinas foram aprovadas em 2021 e começaram a ser oferecidas no ano de 2022.

3. Conteúdo Programático

O conteúdo de Análise de Redes Sociais foi organizado em três partes principais: Conceitos Fundamentais, Computação Aplicada à Análise de Redes Sociais e Problemas Explorados.

Para o Bacharelado em Sistemas de Informação da EACH-USP, esta disciplina tem como pré-requisito a disciplina de terceiro semestre *Algoritmos e Estruturas de Dados II - AEDII*. O pré-requisito adotado é o chamado, na USP, de *pré-requisito fraco*, significando que cada estudante para cursar ARS deverá ter cursado a disciplina AEDII, obtido frequência mínima e média maior ou igual a 3,0. Este pré-requisito se dá pelo fato de ARS pressupor um conhecimento mínimo sobre algoritmos e grafos.

As subseções a seguir detalham o conteúdo programático de ARS.

3.1. Conceitos Fundamentais

Os conceitos fundamentais são organizados em quatro temas, detalhados ao desta subseção.

3.1.1. Redes Sociais

A disciplina é iniciada apresentando-se o conceito de Rede Social, com um breve panorama histórico dos estudos dessa área que tiveram início no século XIX [Lemieux and Ouimet 2008].

A Análise de Redes Sociais é o processo de investigação das estruturas sociais que conectam os indivíduos. Nesta análise, as características estruturais (o conjunto de relações) são tão importantes ou até mais importantes do que as características específicas de cada indivíduo.

3.1.2. Representação Computacional

Do ponto de vista de representação computacional, a disciplina explora diferentes conceitos relacionados a grafos, partindo da definição de grafos como modelos matemáticos ou

estruturas de dados [Cormen et al. 2001], sua representação computacional como matrizes de adjacências ou listas de adjacências, grafos ponderados e não ponderados e direcionados e não direcionados.

Alguns dos conceitos apresentados são: grau, caminhos e seus comprimentos, ciclos, conectividade, clique, subgrafo, grafo transposto, multigrafo e grafo bipartido.

3.1.3. Análise Estrutural de Redes Sociais

A Análise Estrutural de Redes Sociais trata-se da investigação da estrutura da rede social, a qual é tipicamente representada por um grafo [Wasserman and Faust 2009, Wasserman and Galaskiewicz 1994].

Diversas medidas podem ser utilizadas para auxiliar nessa análise, as quais podem ser divididas em métricas locais (relacionadas aos indivíduos) ou globais (medidas da rede, como um todo).

Em relação às métricas locais são exploradas diferentes medidas de centralidade, que auxiliam na identificação dos indivíduos mais importantes, influentes ou prestigiados da rede [Freeman 1979]. Na disciplina são discutidas as centralidades de Grau, Intermediação, Proximidade e PageRank. Outra medida local abordada é o coeficiente de agrupamento que mede a transitividade das relações de cada indivíduo da rede.

Diversas medidas globais são exploradas na disciplina, sendo que a maioria fornece uma visão geral de um rede social, permitindo a comparação entre diferentes redes [Lemieux and Ouimet 2008, Wasserman and Galaskiewicz 1994, Wasserman and Faust 2009]. Entre as medidas estudadas, estão: número de nós (indivíduos), número de arestas (relacionamentos), grau médio (número médio de relações de cada indivíduo), densidade (quantidade de relações existentes na rede em relação à quantidade máxima possível), número de componentes conexos, tamanho do componente gigante (número de indivíduos no maior componente conexo), tamanho do clique máximo (número de indivíduos no maior grupo no qual todos os indivíduos são diretamente relacionados entre si), média dos caminhos mínimos (comprimento médio dos caminhos geodésicos entre os indivíduos), diâmetro (comprimento do caminho que liga os indivíduos mais distantes na rede), assortatividade (tendência da existência de relacionamentos entre indivíduos “semelhantes”), coeficiente de agrupamento global (transitividade das relações da rede como um todo), medidas de centralização (relacionadas à centralidade, medem o quão importante é o indivíduo mais importante da rede em relação aos demais).

Também são discutidas diferentes formas de se identificar comunidades e do uso da medida de modularidade, que é utilizada para verificar a força ou a “qualidade” da divisão da rede em grupos, comunidades, agrupamentos ou módulos [Brandes et al. 2008].

Cada métrica é discutida do ponto de vista de sua definição formal na Teoria dos Grafos, bem como as possíveis interpretações de seus valores quando calculadas de forma contextualizada em diferentes tipos de redes sociais.

3.1.4. Visualização de Redes Sociais

No contexto da disciplina de ARS, são apresentados os diferentes aspectos que costumam estar envolvidos na representação gráfica de uma rede social, como cores, formas, tamanhos e rótulos associados aos indivíduos ou aos seus relacionamentos.

Também são discutidas as formas gráficas de posicionamento (ou organização) dos indivíduos, tipicamente utilizando um algoritmo do tipo *massa-mola*, ou com base em características dos indivíduos (por exemplo, endereço profissional). Adicionalmente, algumas das ferramentas^{5,6}, bibliotecas ou pacotes⁷ frequentemente usados na visualização das redes, mas também no cômputo de diferentes métricas, são apresentados.

3.2. Computação Aplicada à Análise de Redes Sociais

A segunda parte da disciplina enfoca em como diferentes técnicas oriundas da computação têm sido utilizadas para auxiliar na Análise de Redes Sociais.

Em particular, dá-se destaque às tarefas envolvidas na Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (*KDD - Knowledge Discovery in Databases*) e ao uso cada vez mais frequente de Processamento de Língua Natural (PLN) para auxiliar na resolução de diferentes problemas de ARS.

3.2.1. Obtenção, Organização e Análise de Dados

Como uma das primeiras etapas de um estudo de Análise de Redes Sociais, é necessário obter os dados a serem analisados. No contexto da disciplina, são apresentadas diferentes abordagens de obtenção de dados, desde se copiar conjuntos já organizados e disponibilizados por diferentes plataformas, o uso de APIs e o desenvolvimento de *web scrapers*. Adicionalmente são discutidos aspectos relacionados à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e sobre a ética em pesquisas envolvendo seres humanos.

Após a obtenção dos dados crus, é frequente a realização de algumas das (ou de todas as) cinco tarefas do processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (KDD): seleção, pré-processamento, transformação, mineração de dados e avaliação/interpretação dos resultados [Fayyad et al. 1996, Russell and Norvig 2013].

Na **seleção de dados** é realizado o recorte da amostra que se pretende analisar, tanto os indivíduos a serem analisados (tipicamente representados como linhas do conjunto de dados) como quais características serão consideradas (representadas como colunas no conjunto de dados). O processo de seleção está intimamente relacionado com o processo de obtenção dos dados e os objetivos da análise.

O **pré-processamento** pode envolver: remoção de ruído (limpeza de dados) e estratégias para lidar com valores faltantes, podendo também incluir atividades de resolução de entidades.

A **transformação dos dados** é responsável por converter os dados para o formato que será apresentado ao algoritmo de mineração de dados. Pode envolver agregação,

⁵Gephi: <https://gephi.org/>, acessado em 29/04/2024

⁶Pajek: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>, acessado em 29/04/2024

⁷igraph: <https://r.igraph.org/>, acessado em 29/04/2024

normalização, criação de novos atributos, redução de dimensionalidade (seleção de atributos ou projeção) etc. Para dados textuais, tipicamente envolve a transformação do texto em dados tabulares.

A **mineração de dados** propriamente dita é a tarefa responsável por executar os algoritmos de mineração de dados, ajustando seus hiperparâmetros, realizando, dependendo do algoritmo, treinamento, validação e teste. Entre os objetivos da mineração de dados estão: identificação de regras de associação, criação do modelo de classificação, criação do modelo de regressão, agrupamento/clusterização dos dados e identificação de anomalias (*outliers*).

No contexto da tarefa de mineração de dados é dado especial destaque a estratégias e cuidados relacionadas ao treinamento, validação e teste, incluindo uma discussão sobre tratamento de conjuntos de dados desbalanceados e diferentes abordagens para avaliar o desempenho dos modelos de acordo com o tipo de algoritmo executado e o tipo de problema tratado.

Na **análise/interpretação dos resultados** é realizada a análise crítica dos resultados obtidos, considerando não só as métricas de avaliação, mas também o impacto de sua aplicação.

3.2.2. Processamento de Língua Natural - PLN

Apesar de PLN não ser uma área tradicionalmente aplicada à Análise de Redes Sociais, nos últimos anos ela ganhou bastante destaque auxiliando, principalmente, na análise do conteúdo postado nas redes sociais e aplicativos de mensagens [Jurafsky and Martin 2024].

No contexto da disciplina, PLN é estudada como uma ferramenta para auxiliar na extração de características do texto (por exemplo, na atividade de *transformação dos dados* de KDD) ou para realizar diferentes tarefas que auxiliam no processo de investigação de uma rede social, como Análise de Sentimentos, Detecção de Posicionamento e Extração de Tópicos [Ribeiro et al. 2016].

Dentro do tópico de PLN é dada especial atenção aos grandes modelos de linguagem (*Large Language Model - LLM*) que têm obtido excelentes desempenhos em diversas tarefas de PLN tanto como transformadores de dados (*embeddings*), como classificadores usando um processo de refinamento do treinamento (*fine-tuning*) e, mais recentemente, com o uso de engenharia de *prompt* [Vaswani et al. 2017, Radford et al. 2018, Devlin et al. 2018, de Fonseca et al. 2023].

3.2.3. Justiça Algorítmica

A justiça algorítmica tipicamente refere-se às tentativas de corrigir o viés algorítmico em processos de decisão automatizados [Mitchell et al. 2021]. Os modelos criados e as análises realizadas devem sempre considerar que estão sujeitos a diferentes fontes de vieses ou danos que podem envolver desde questões históricas, de representação dos dados, problemas de medição ou agregação, questões relacionadas ao treinamento ou

avaliação dos modelos ou da forma em que são implantados [Suresh and Guttag 2021, Hooker 2021].

No contexto da disciplina, é destacada a necessidade de uma análise crítica dos resultados, em especial daqueles que envolvem modelos de aprendizado de máquina, conhecendo-se os potenciais vieses e limitações das análises automatizadas.

3.3. Problemas Explorados

A disciplina de ARS tem como um de seus objetivos apresentar alguns dos principais problemas de Análise de Redes Sociais (um problema abordado por aula). Os problemas tratados são apresentados a seguir.

3.3.1. Predição de Relacionamentos

Um dos problemas mais estudados relacionados à dinâmica de uma rede social é a predição de relacionamentos, que visa a identificar (ou sugerir) novos relacionamentos em uma rede social [Wang et al. 2015, Daud et al. 2020, Maruyama and Digiampietri 2016].

Nesta disciplina são discutidos os aspectos sociais relacionados à criação de relacionamentos (como homofilia, influência social, amizades em comum e proximidade social) [Wang et al. 2015], bem como as principais métricas que são utilizadas para a predição [Wang et al. 2015, Daud et al. 2020, Maruyama and Digiampietri 2016].

3.3.2. Sistemas de Recomendação

Sistemas de recomendação não são exclusividades das redes sociais e ganharam bastante destaque a partir dos anos 1990 nos sites de comércio eletrônico [Park et al. 2012, de Brito and Digiampietri 2013]. Nas últimas duas décadas estes sistemas se tornaram intrinsecamente ligados às redes sociais, de duas formas ortogonais. Na primeira, relações implícitas ou explícitas entre indivíduos são incorporadas aos sistemas de recomendação dando origem às estratégias de recomendação baseadas em filtro colaborativo. Por outro lado, as redes sociais online possuem plataformas em que as recomendações são chave de seus funcionamentos: grande parte do conteúdo visualizado pelos usuários é apresentado via um sistema de recomendação, adicionalmente, amizades, produtos, postagens etc. são todos sugeridos com base em sistemas de recomendação.

3.3.3. Detecção de Bots

Bots sociais, mais conhecidos apenas como *bots*, são perfis automatizados (controlados por software) que interagem em redes sociais, fóruns de discussão e aplicativos de mensagens. Eles, tipicamente, mimetizam o comportamento humano.

Apesar de existirem *bots* com diferentes propósitos, como sumarizar informações sobre algum assunto específico (por exemplo, as notícias sobre um campeonato de futebol) ou auxiliar na divulgação de emergências (alagamentos, acidentes de trânsito, deslizamentos), os *bots* ficaram bastante famosos a partir da eleição presidencial estadunidense

de 2016, na qual eles tiveram atuação significativa para tentar alterar a opinião pública criando *trend topics*, divulgando ações de um candidato, difamando outro candidato ou partido e espalhando notícias falsas [de Moraes and Digiampietri 2021, Ferreira et al. 2021].

Neste contexto, entender o funcionamento destes *bots* e como desenvolver mecanismos para detectá-los se tornou uma atividade importante na Análise de Redes Sociais.

3.3.4. Atribuição de Autoria

A atribuição de autoria é a tarefa de se identificar o autor de um “item”. Tipicamente é tratada a autoria de um texto, mas o problema se aplica a códigos-fonte, pinturas, composições etc. [Stamatatos 2009, Casimiro and Digiampietri 2022].

A atribuição de autoria não é um problema exclusivo da ARS, porém é um problema relevante em especial quando se discute o conteúdo das postagens dos usuários. Ela pode ser utilizada para a identificação de perfis que foram banidos e tentam reingressar na rede por meio de uma nova conta ou para auxiliar em diferentes tarefas, como detecção de *bots* e identificação de notícias falsas.

3.3.5. Análise de Tendências

A análise de tendências é uma expressão utilizada em diversas áreas do conhecimento. Em sociologia, analisar tendências significa observar mudanças no comportamento de pessoas ou grupos de pessoas ao longo do tempo. Já em estatística, analisar tendências consiste em modelar séries temporais para entender o comportamento dos dados, identificar padrões e prever valores futuros.

No contexto de ARS, a análise de tendências costuma ser utilizada para identificar os principais assuntos ou temas discutidos em redes sociais online ou para prever quais assuntos terão destaque no futuro [Budak et al. 2011, Trucolo and Digiampietri 2017]

3.3.6. Identificação de Notícias Falsas

A propagação de notícias falsas ocorre há séculos, porém ganhou grande destaque a partir da eleição presidencial estadunidense em 2016. Existem diversos tipos de informações falsas (ou desinformações) com diferentes objetivos, incluindo informações fabricadas, teorias da conspiração, embustes, iscas, sátiras etc. [Zannettou et al. 2019].

Na disciplina de ARS são discutidas ferramentas para combater a disseminação de informações falsas combinando dados do conteúdo da notícia em si, dados do perfil de quem postou ou compartilhou a informação e características do contexto social (contexto da rede) e de difusão [Zhang and Ghorbani 2020, Fagundes et al. 2024].

3.3.7. Análise de Redes Específicas e Análise de Grupos

Para concluir as discussões realizadas ao longo da disciplina, são apresentados diversos estudos de caso, focados em redes sociais acadêmicas, que ob-

jetivam descrever um ou mais grupos, avaliar a dinâmica da rede, realizar predição/sugestão de relacionamentos e analisar tendências com enfoque na Rede Social Acadêmica Brasileira [Digiampietri 2015, Digiampietri et al. 2012b, Digiampietri et al. 2012a, Maruyama and Digiampietri 2016, Digiampietri et al. 2014, Mena-Chalco et al. 2014].

4. Formas de Avaliação

Para a graduação, a disciplina de Análise de Redes Sociais tem sido avaliada por meio de trabalhos em grupos de até quatro alunos, os quais precisam realizar uma aplicação de ARS.

Cada grupo pode escolher o problema que será abordado e deverá realizar uma revisão da literatura sobre o tema, selecionar (ou criar) um ou mais conjuntos de dados adequados para o problema, definir e executar os métodos que serão usados e analisar criticamente os resultados produzidos. O trabalho final da disciplina é entregue no formato de um artigo científico (seguindo o modelo da SBC), mas não é exigida originalidade do trabalho. Além da entrega final, são realizadas três apresentações sobre o trabalho, que valem nota, que visam a discutir o *status* atual de desenvolvimento do trabalho, mas também servem para que os alunos recebam críticas construtivas e sugestões para o restante do desenvolvimento do projeto. Na primeira apresentação, cada grupo apresenta o tema selecionado, a abordagem usada para a realização da revisão da literatura e sumariza os resultados da revisão. Na segunda apresentação os grupos devem descrever os conjuntos de dados que serão utilizados, incluindo ao menos um resultado de visualização da rede social. Por fim, na apresentação final um resumo do projeto desenvolvido deve ser apresentado, com destaque nos resultados obtidos e conclusões.

Para a pós-graduação, a disciplina possui também um trabalho final e respectivas apresentações, mas trata-se de um trabalho individual no formato de proposta de pesquisa para a resolução de algum problema na área de ARS (usando o modelo da FAPESP).

A dinâmica das apresentações e discussões, bem como a escrita de um artigo ou de uma proposta de pesquisa sobre diferentes desafios relacionados à Análise de Redes Sociais enriquece a disciplina, diversificando os assuntos tratados e envolvendo os alunos na análise crítica dos conceitos discutidos.

5. Conclusões

Este artigo descreveu a disciplina Análise de Redes Sociais que já foi ministrada quatro vezes desde sua criação na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (duas vezes para a graduação e duas vezes para a pós-graduação). A criação e o oferecimento da disciplina se motivaram pelo crescente interesse dos estudantes no assunto e por se tratar de uma área multidisciplinar bastante relacionada com Sistemas de Informação.

A avaliação dos alunos em relação à disciplina tem sido bastante positiva. Tem-se observado um engajamento satisfatório dos estudantes de graduação nessa integração de um tema atual e na necessidade deles desenvolverem em grupo uma aplicação prática dos conceitos aprendidos.

Na pós-graduação, a maioria dos alunos cursa a disciplina como aluno ingressante, em seu primeiro semestre, ou na condição de aluno especial (aluno ainda não

regularmente matriculado no programa). Desta forma, o aprendizado do conteúdo da disciplina complementado pela escrita e apresentação de um projeto de pesquisa auxiliam na formação do aluno como pesquisador ou na preparação do projeto de pesquisa inicial, necessário para o ingresso no Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Informação da USP.

Por ser uma área muito dinâmica, um dos principais desafios relacionados à disciplina é mantê-la atualizada tanto em relação aos problemas atuais quanto às novas técnicas usadas para resolvê-los.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à USP⁸, que viabilizou a criação e o oferecimento da disciplina de ARS, ao comitê diretivo do BraSNAM⁹, que realizou o convite para a publicação deste artigo, ao GIMARS [Oliveira et al. 2023] que atua no desenvolvimento da pesquisa em mineração e análise de redes sociais no Brasil e ao GARSC, grupo no qual as pesquisas e os materiais didáticos aqui apresentados foram desenvolvidos.

Referências

- Brandes, U., Delling, D., Gaertler, M., Gorke, R., Hofer, M., Nikoloski, Z., and Wagner, D. (2008). On modularity clustering. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 20(2):172–188.
- Budak, C., Agrawal, D., and El Abbadi, A. (2011). Structural trend analysis for online social networks. *Proc. VLDB Endow.*, 4(10):646–656.
- Casimiro, G. R. and Digiampietri, L. A. (2022). Authorship attribution with temporal data in reddit. In *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Information Systems, SBSI '22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., and Stein, C. (2001). *Introduction to Algorithms*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Daud, N. N., Ab Hamid, S. H., Saadoon, M., Sahran, F., and Anuar, N. B. (2020). Applications of link prediction in social networks: A review. *Journal of Network and Computer Applications*, 166:102716.
- de Brito, J. F. and Digiampietri, L. A. (2013). Uma revisão acerca da recomendação personalizada de conteúdo. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, 12:33–40.
- de Fonseca, F., Paraboni, I., and Digiampietri, L. (2023). Contextual stance classification using prompt engineering. In *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e da Linguagem Humana*, pages 33–42, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- de Moraes, D. M. G. and Digiampietri, L. A. (2021). Methods and challenges in social bots detection: A systematic review. In *Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Information Systems, SBSI '21*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

⁸USP - Universidade de São Paulo: <https://www5.usp.br/>, acessado em 28/04/2024

⁹BraSNAM - Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining: <https://sol.sbc.org.br/index.php/brasnam>, acessado em 28/04/2024

- Devlin, J., Chang, M., Lee, K., and Toutanova, K. (2018). BERT: pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *CoRR*, abs/1810.04805.
- Digiampietri, L. (2015). *Análise da Rede Social Acadêmica Brasileira*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Digiampietri, L., Mena-Chalco, J., de Jesús Pérez-Alcázar, J., Tuesta, E. F., Delgado, K., and Mugnaini, R. (2012a). Minerando e caracterizando dados de currículos lattes. In *CSBC 2012 - BraSNAM* ().
- Digiampietri, L. A., Mena-Chalco, J., Silva, G. S., Oliveira, L., Malheiro, A., and Meira, D. (2012b). Dinâmica das relações de coautoria nos programas de pós-graduação em computação no Brasil. In *Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining (BraSNAM 2012) - Anais do XXXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2012)*, page 12, Curitiba, PR, Brasil.
- Digiampietri, L. A., Mena-chalco, J. P., Melo, P. O. V., Malheiros, A. P., Meira, D. N. O., Franco, L. F., and Oliveira, L. B. (2014). BraX-Ray: An X-Ray of the Brazilian Computer Science Graduate Programs. *Plos-One*, 9(4):e94541.
- Fagundes, M. J. G., Roman, N. T., and Digiampietri, L. A. (2024). The use of syntactic information in fake news detection: A systematic review. *SBC Reviews on Computer Science*, 4(1):1–10.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., and Smyth, P. (1996). From data mining to knowledge discovery in databases. *AI Magazine*, 17(3):37.
- Ferreira, G. E., Santos, B. L., do Ó, M. T., Braz, R. R., and Digiampietri, L. A. (2021). Social bots detection in brazilian presidential elections using natural language processing. In *Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Information Systems, SBSI '21*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1:215–239.
- Hooker, S. (2021). Moving beyond “algorithmic bias is a data problem”. *Patterns*, 2(4):100241.
- Jurafsky, D. and Martin, J. H. (2024). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 3 edition.
- Lemieux, V. and Ouimet, M. (2008). *Análise Estrutural das Redes Sociais*. Instituto Piaget.
- Maruyama, W. and Digiampietri, L. (2016). Predição de relacionamentos em redes sociais, uma revisão sistemática. In *Anais do V Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining*, pages 163–174, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Mena-Chalco, J. P., Digiampietri, L. A., Lopes, F. M., and Cesar, R. M. (2014). Brazilian bibliometric coauthorship networks. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65:1424–1445.
- Mitchell, S., Potash, E., Barocas, S., D’Amour, A., and Lum, K. (2021). Algorithmic fairness: Choices, assumptions, and definitions. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 8(Volume 8, 2021):141–163.

- Oliveira, J., Alencar, A., Xavier, C., Viana, D., Araújo, E., Lobato, F., Lopes, G., Digiampietri, L., Silva, M., Brandão, M., Moro, M., Moura, R., and Santos, R. (2023). Gimars: Grupo de interesse em mineração e análise de redes sociais. In *Anais do XII Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining*, pages 13–18, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Park, D. H., Kim, H. K., Choi, I. Y., and Kim, J. K. (2012). A literature review and classification of recommender systems research. *Expert Systems with Applications*, 39(11):10059–10072.
- Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., and Sutskever, I. (2018). Improving language understanding by Generative Pre-Training.
- Ribeiro, F. N., Araújo, M., Gonçalves, P., Gonçalves, M. A., and Benevenuto, F. (2016). Sentibench - a benchmark comparison of state-of-the-practice sentiment analysis methods. *EPJ Data Science*, 23(5):29.
- Russell, S. and Norvig, P. (2013). *Inteligência Artificial*. GEN LTC, 3 edition.
- Stamatatos, E. (2009). A survey of modern authorship attribution methods. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(3):538–556.
- Suresh, H. and Gutttag, J. (2021). A framework for understanding sources of harm throughout the machine learning life cycle. In *Proceedings of the 1st ACM Conference on Equity and Access in Algorithms, Mechanisms, and Optimization*, EAAMO '21, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Trucolo, C. C. and Digiampietri, L. A. (2017). Improving trend analysis using social network features. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 23:10.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., and Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need.
- Wang, P., Xu, B., Wu, Y., and Zhou, X. (2015). Link prediction in social networks: the state-of-the-art. *Science China Information Sciences*, 58(1):1–38.
- Wasserman, S. and Faust, K. (2009). *Social network analysis: methods and applications*. Social network analysis: methods and applications, 19 edition.
- Wasserman, S. and Galaskiewicz, J. (1994). *Advances in social network analysis research in the social and behavioral sciences*. SAGE.
- Zannettou, S., Sirivianos, M., Blackburn, J., and Kourtellis, N. (2019). The web of false information: Rumors, fake news, hoaxes, clickbait, and various other shenanigans. *J. Data and Information Quality*, 11(3).
- Zhang, X. and Ghorbani, A. A. (2020). An overview of online fake news: Characterization, detection, and discussion. *Information Processing & Management*, 57(2):102025.