Topicos Especiais em Computação Científica e Aplicada
Redes Complexas e suas Aplicações

1. Sobre o professor

- **Professor:** David Correa Martins Jr
- **E-mail:** david.martins@ufabc.edu.br

2. Objetivos

Ciência das redes é um campo académico interdisciplinar que estuda redes complexas tais como redes de telecomunicações, redes de computadores, redes biológicas, redes cognitivas, redes semânticas e redes sociais. É baseado em um grupo de teorias e métodos, incluindo teoria dos grafos, mecânica estatística, mineração de dados, visualização de informação, modelagem inferencial, e estrutura social. No contexto da teoria de redes complexas, uma rede corresponde a um grafo, que se representa por um conjunto de nós ligados por arestas, que em conjunto formam uma rede. Esta rede ou grafo, permite representar relações. Estudos envolvendo redes complexas são essenciais para a compreensão das relações complexas existentes em todas as áreas do conhecimento. Esse curso tem o objetivo principal de conhecer e trabalhar com a área interdisciplinar de redes complexas (ou ciência das redes), envolvendo conceitos, aplicações, relacionamentos, métodos e ferramentas computacionais, especialmente envolvendo os pacotes igraph (R e Python), NetworkX (Python), e o software Gephi para visualização e extração de medidas de redes complexas.

3. Ementa

Compreender os conceitos fundamentais de redes complexas, uma área interdisciplinar que envolve disciplinas como física, matemática, engenharia, computação, biologia e sociologia.

- Conhecer a teoria dos grafos e sua aplicação nas redes complexas.
- Conhecer propriedades topológicas de grafos e redes complexas
- Conhecer os principais modelos de geração de redes, como redes aleatórias, small-world, e redes livres de escala.
- Conhecer aplicações dos conceitos em várias redes do mundo real

4. Metodologia

As aulas serão focadas em resolução de dúvidas e discussão sobre o desenvolvimento dos projetos. Slides e video-aulas gravadas serão disponibilizadas desde o início do curso. A avaliação da disciplina será feita através de listas de exercícios teóricos e práticos, e o desenvolvimento de um projeto de tema livre, incluindo a escrita de um artigo científico aplicando os conceitos da disciplina em uma base de dados de interesse, bem como a apresentação de um seminário curto sobre o projeto.

5. Planejamento

- **Semanas 1 a 4**
  - Apresentação, introdução e motivação; Introdução a teoria dos grafos: conceitos básicos e representação
  - Busca em Largura e Busca em Profundidade em grafos
  - Caminhos Mínimos em grafos
  - Redes de computadores; Internet e Web; Roteamento

- **Semana 5 a 8**
  - Propriedades estruturais de redes complexas; Lei de Potência (Power Law)
  - Modelos de redes: redes aleatórias, redes mundo pequeno (small world), e redes livres de escala (scale free);
  - Vulnerabilidade e robustez em redes
  - Modularidade e Motifs em grafos

- **Semana 9 a 11**
  - Aplicações de redes complexas:
    - Internet e Web
    - Redes Sociais
    - Redes Biológicas
    - Outras aplicações

- **Semana 12**
  - Apresentações sobre os projetos

6. Critérios de Avaliação

- Projeto (80%)
- Listas de Exercícios (20%)
- Conversão Média para Conceito:
  - Média >= 8,5 → A
  - 7,0 <= Média < 8,5 → B
  - 6,0 <= Média < 7,0 → C
  - Média < 6,0 → F

7. Referências Bibliográficas

[1] A. L. Barabasi. *Linked: The New Science of Networks*. Perseus Publishing. 2002.

[2] T. H. Comen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein. *Introduction to Algorithms*. The MIT Press. 3rd Edition. 2009.

[3] Newman, M., *The structure and Function of Complex Networks*, Siam Review, Vol. 45, No 2, pp.167-256, 2003.

[4] Watts, D. J., *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, Norton & Company, 2003.

[5] Boccalettia, S. et al., *Complex networks: Structure and dynamics*, Physics Reports 424, pp. 175 – 308, 2006.

[6] Albert, R., Barabasi, A.-L., *Statistical mechanics of complex networks*, Reviews of Modern Physics, Vol. 74, 2002.

[7] Costa, L. F. et al., *Characterization of Complex Networks: A Survey of measurements*, Europhysics Letters, 85, 2009.

[8] J. F. Kurose, K. W. Ross. *Computer Networking: A Top-Down Approach.* Addison-Wesley. 5th Edition. 2010.

[9] Huston, G. *Interconnection, Peering, and Settlements*, Internet Society Conference 99 (INET99), 1999.

[10] M. Faloutsos, P. Faloutsos, C. Faloutsos. *On power-law relationships of the Internet topology.* ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 29(4):251 – 262, 1999.

[11] Broder, A., Kumar, R., Maghoul, F., Raghavan, P, Rajagopalan, S., Stata, R., Tomkins, A. and Wiener, J. *Graph structure in the Web*. Computer Networks Magazine, Vol. 33, 309-320, 2000.

[12] S. Merugu, S. Srinivasan, E. Zegura. *Adding structure to unstructured peer-to-peer networks: the use of small-world graphs.* J. Parallel Distrib. Comput. 65, 142 – 153, 2005.

[13] A. Mislove, M. Marcon, K. P. Gummadi, P. Drusche, B. Bhattacharjee. *Measurement and Analysis of Online Social Networks.* IMC '07: Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM conference on Internet measurement. 29 – 42, 2007.

[14] Leskovec, J. et al., *Microscopic Evolution of Social Networks*, Knowledge Discovery and Data Mining Conference (KDD), 2008.

[15] Newman, M. & Girvan, M. *Finding and evaluating community structure in networks*. Physical Review E, 69:26-113, 2004.

[16] O. Sporns, G. Tononi and G. Edelman. *Theoretical neuroanatomy: Relating anatomical and functional connectivity in graphs and cortical connection matrices*. Cerebral Cortex, Vol 10, pp. 127—141, Oxford (2000)

[17] R. Milo, SS. Shen-Orr, S. Itzkovitz, N. Kashtan, D. Chklovskii, U. Alon. *Network motifs: simple building blocks of complex networks*. Science 298 (5594): 824–827, 2002.

[18] X. Zhu, M. Gerstein, and M. Snyder. *Getting connected: analysis and principles of biological networks.* Genes & Dev, 21: 1010-1024, 2007.

[19] A. Wagner. *How the global structure of protein interaction networks evolves*. Proc. of the Royal Society of London B, vol 270, no 1514, pp 457—466 (2003)