

---

CURSO: Doutorado em Modelagem Matemática  
DISCIPLINA: CIÊNCIA DE REDES (NETWORK SCIENCE)  
PROFESSOR(ES): ALBERTO PACCANARO  
CLASSIFICAÇÃO: ELETIVA  
CARGA HORÁRIA: 60h  
HORÁRIO E SALA DE ATENDIMENTO: Terças-feiras, das 13h às 14h  
Quintas-feiras das 12h às 13h

## PLANO DE ENSINO

### 1. Ementa

- Introdução: social networks, communication networks, the web, the internet, biological networks
- conceitos-chave da teoria dos grafos: networks and graphs, degree, average degree and degree distribution, adjacency matrix, weighted networks, bipartite networks, paths and distances, connectedness, clustering coefficient
- random networks: the Erdos-Renyi model, number of links, degree distribution of random networks, small worlds, clustering coefficient in random networks
- a scale free property: power laws and scale-free networks, hubs, the meaning of scale-free, the role of the degree exponent, generating networks with arbitrary degree distribution
- o Barabasi-Albert model: growth and preferential attachment, degree dynamics, degree distribution, measuring preferential attachment, non-linear preferential attachment, the origins of preferential attachment, diameter and clustering coefficient
- degree correlations: assortativity and disassortativity, measuring degree correlations, structural cutoffs, correlations in real networks, the impact of degree correlations
- communities: basics of communities, hierarchical clustering, modularity, overlapping communities, characterizing communities, testing communities
- (se o tempo permitir) Graph representations learning: node embeddings, Graph Neural Networks, Deep Generative Models for networks

Laboratórios semanais e atividades de programação usarão a linguagem Python.

### 2. Objetivos da disciplina

Esta disciplina tem como objetivo geral fornecer uma visão geral das principais ideias e técnicas de Ciência da Rede. Ele irá abranger os fundamentos matemáticos dos algoritmos, bem como sua implementação prática e aplicação a conjuntos de dados do mundo real.

### 3. Procedimentos de ensino (metodologia)

O curso tem duas aulas por semana.

A cada semana, durante a primeira aula, irei abordar novos algoritmos e seus fundamentos teóricos e matemáticos. Fornecerei aos alunos os slides que usarei em sala de aula e os indicarei os capítulos de livros relevantes e o material onde o conteúdo pode ser encontrado.

A segunda aula de cada semana será uma aula de laboratório, onde os alunos aprenderão a programar esses algoritmos e aplicá-los a conjuntos de dados do mundo real. Aqui, os alunos receberão dados, código de exemplo no Python e problemas para eles resolverem. O objetivo é consolidar os conhecimentos apresentados na aula teórica.

Todo o material mencionado acima será disponibilizado na plataforma eClass.

#### 4. Bibliografia Obrigatória

- Barabási, and M. Pósfai Network science Cambridge University Press, 2016

#### 5. Bibliografia Complementar

- F. Menczer, S. Fortunato, C. A. Davis A first course in network Science Cambridge University Press, 2020
- V. Latora, V. Nicosia, G. Russo Complex Networks Cambridge University, 2017
- M. Newman Networks, an introduction Oxford University press, 2010
- W. L. Hamilton Graph Representation Learning, McGill University, 2020
- Caldarelli, Guido e Catanzaro, Michele - Networks : a very short introduction. Oxford University Press
- Easley, David e Kleinberg, Jon. Networks, crowds, and markets : reasoning about a highly connected world - Cambridge University Press.
- Wilson, Robin J. - Introduction to graph theory - Prentice Hall.
- Kiss, I.Z.; Miller, J.C. e Simon, P.L. - Mathematics of Epidemics on Networks - Springer
- Estrada, Ernesto - A First Course in Network Theory - Oxford University Press

#### 6. Minicurrículo do(s) Professor(s)

**Alberto Paccanaro** <https://paccanarolab.org> - Sou Professor Titular da Escola de Matemática Aplicada (EMAp) da FGV do Rio de Janeiro, onde ingressei em 2020. Obtive meu doutorado em Ciência da Computação em 2002 pela Universidade de Toronto, com especialização em Aprendizado de Máquina sob orientação de Geoffrey Hinton. Entre 2002 e 2006, fiz pós-doutorado em Biologia Computacional, primeiro no laboratório de Mansoor Saqi na Queen Mary University of London, e depois no laboratório de Mark Gerstein na Yale University. Tornei-me PI em 2006, obtendo o cargo de professor na Royal Holloway University of London. Em 2014 tornei-me Professor Titular de Aprendizagem de Máquina e Biologia Computacional e Diretor do Centro de Sistemas e Biologia Sintética, da mesma Universidade. Sou professor visitante da Universidade

---

Católica de Assunção (Paraguai), onde conduzo um posto avançado de meu laboratório. Também fui professor / membro visitante em Cornell, Yale e na Universidade de Veneza. Sou responsável por várias colaborações internacionais na área de Aprendizagem de Máquina aplicada à Biologia e Medicina. Eu co-dirijo bolsas de pesquisa junto com acadêmicos da Yale University, Cornell University, University of Tennessee e da Catholic University of Asuncion. Vários de meus algoritmos de aprendizado de máquina foram publicados em revistas como Nature, Nature Methods, Nature Communications, Cell, PNAS.

## 7. Link para o Currículo Lattes

**Aberto Paccanaro** - <http://lattes.cnpq.br/9819989502690120>