

REDES COMPLEXAS APLICADAS AO ESTUDO DAS RESOLUÇÕES DOS CONSELHOS DA UEM

Guilherme Guimarães Astrath (PIBIC/CNPq), Haroldo Valentin Ribeiro (Orientador), e-mail: guiastrath@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR

FÍSICA/FÍSICA ESTATÍSTICA E TERMODINÂMICA

Palavras-chave: Sistemas Complexos, Redes Complexas, Análise de Dados.

Resumo:

Este trabalho apresenta uma análise das resoluções publicadas pelos Conselhos Superiores da Universidade Estadual de Maringá (CAD, COU e CEP) entre 1985 e 2021. Verificamos que as publicações dessas resoluções apresentam alguns padrões temporais marcados por um pico de produção em 2002, seguido por uma diminuição no número anual de resoluções. Criamos também uma rede complexa na qual os vértices são as resoluções e as ligações representam citações entre elas. A dinâmica de crescimento dessa rede revela que as resoluções eram pouco interligadas até 1994. Entre 1994 e 2007, observamos um aumento significativo das interações entre as resoluções e, após 2007, temos um novo período de estabilidade. Por fim, identificamos as resoluções mais relevantes de acordo com a métrica PageRank usando o estágio mais atual da rede.

Introdução

A ideia principal nos estudos de sistemas complexos é entender ou caracterizar como um sistema composto de muitas partes interagentes produz comportamentos coletivos emergentes [1]. Diferentemente de sistemas simples, nos quais as interações ocorrem apenas entre primeiros vizinhos (gerando uma rede regular), as redes representando as interações de sistemas complexos são caracterizadas por uma topologia muito mais rebuscada [2]. Em muitas situações, ao estudar um sistema complexo, podemos obter redes complexas subjacentes para diferentes estágios do sistema e, para compreender o que está acontecendo com a rede, podemos utilizar uma série de medidas que quantificam diversos aspectos da rede (medidas topológicas [2]). Exemplos incluem o diâmetro da rede, sua densidade, caminho médio mais curto, coeficiente de aglomeração e assortatividade [2].

Materiais e métodos

Utilizamos a linguagem de programação Python e sua biblioteca *scrapy* para a extração automatizada dos dados sobre as resoluções dos conselhos da universidade a partir do site da Secretaria dos Colegiados Superiores da UEM (scs.uem.br). O tratamento e organização do conteúdo, foram realizados com as bibliotecas *beautiful soup*, *numpy* e *pandas*. Em seguida, usamos a biblioteca *re*, também conhecida como *regular expression*, para criar expressões regulares, ou seja, padrões de texto que permitem remeter uma resolução a outra. Por exemplo, podemos criar uma *regular expression* com o padrão “de acordo com a resolução” seguido de um número, para procurar por uma citação a outra resolução. Ademais, foram coletadas as datas de publicação de todas as resoluções, buscando identificar padrões ou tendências.

Resultados e Discussão

Realizando uma análise demográfica dos dados, encontramos as resoluções mais citadas e também as mais longas (número de caracteres). Os dois primeiros painéis da Figura 1 mostram as top-10 resoluções por esses critérios. Com relação a citações, destacam-se: a resolução 518/96-CAD que estabelece normas para cursos de pós-graduação *lato sensu*; resolução 588/96-CAD que aprova regulamento das atividades de prestação de serviços; resolução 79/92-CEP que aprova regulamento dos cursos de pós-graduação *lato sensu*. Com relação ao tamanho, destacam-se: a resolução 13/09-CEP que contém o projeto político-pedagógico da UEM; a resolução 32/11-CEP que aprova regimento escolar do Colégio de Aplicação Pedagógica da UEM, dentre outras. Por sua vez, os quatro painéis inferiores mostram o número anual de resoluções de cada conselho e também de todos. Para o COU, parece existir uma tendência geral de decréscimo. Para o CEP, ocorreu uma diminuição abrupta por volta de 2007. Já o CAD é marcado por um crescimento no número de resoluções (até 2007), seguido de um decréscimo. Devido ao grande número de resoluções do CAD, esse padrão também emerge nos dados agregados de todos conselhos.

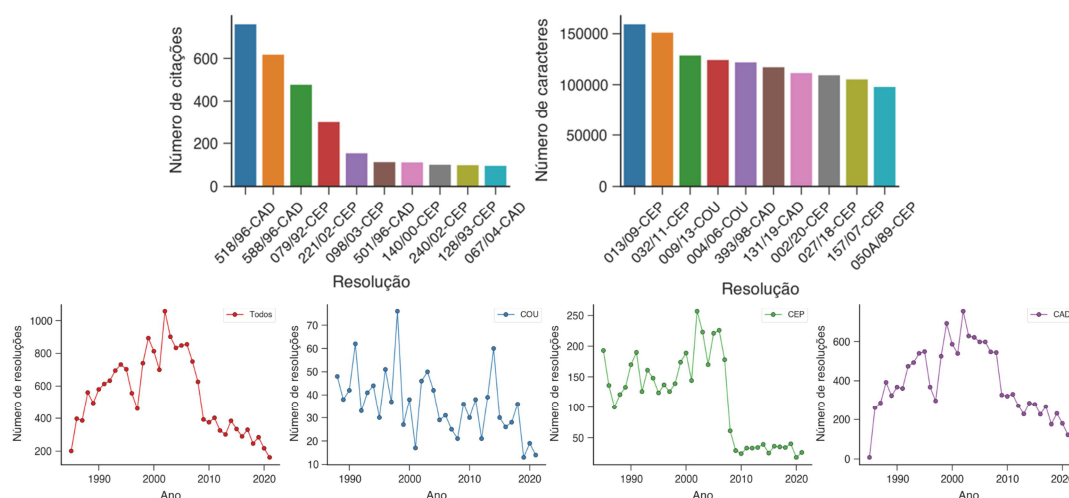


Figura 1 – Aspectos demográficos das resoluções da UEM. Os dois primeiros painéis mostram as 10 resoluções mais citadas (esquerda) e as 10 maiores resoluções (direita). Os quatro painéis inferiores mostram a evolução do número anual de resoluções.

Criamos também redes complexas para investigar a dinâmica dos padrões de citações entre as resoluções. Nesse caso, para um dado ano Y , os vértices da rede representam todas as resoluções publicadas até Y ; já as ligações indicam pares de resolução com ao menos uma citação entre elas (independentemente da direção). A Figura 2 (painéis superiores) mostram essas redes para alguns anos, nas quais notamos a presença de uma componente principal gigante (ao centro) e de várias componentes menores (ao redor). Além disso, o painel inferior dessa figura mostra as top-20 resolução de acordo com a métrica PageRank [2].

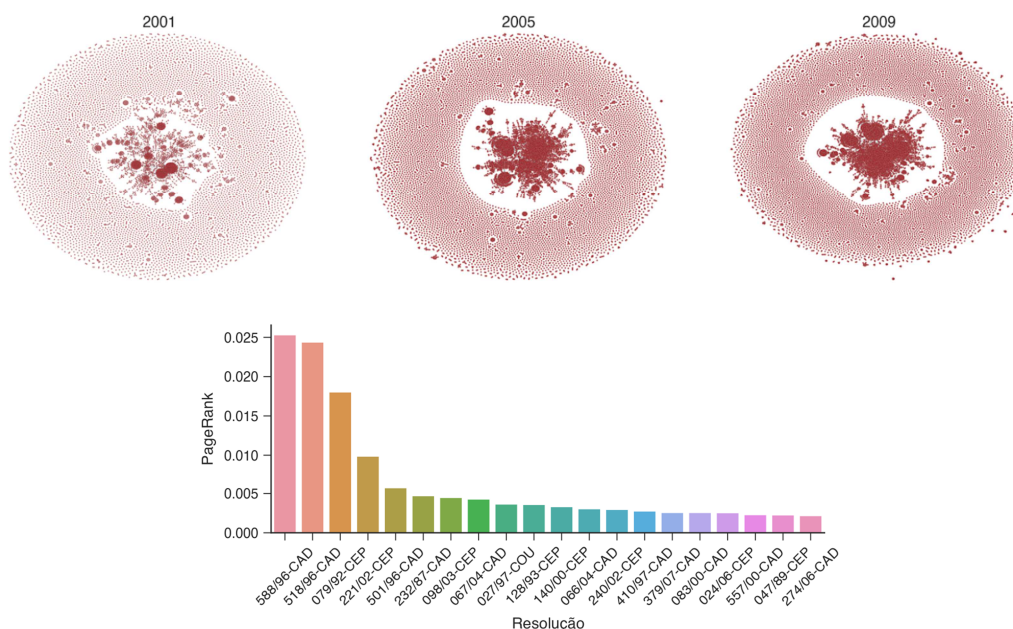


Figura 2 – Visualização da rede de resoluções da UEM. Redes de citações entre as resoluções dos conselhos em diferentes anos (painéis superiores) e top-20 resolução de acordo com o PageRank (painel inferior).

Os painéis superiores da Figura 3 mostram essa mesma evolução apenas para a componente gigante da rede. Notamos que nos primeiros anos, além de ser muito pequena em relação às demais, a componente gigante da rede de citações era relativamente simples, com uma única resolução concentrando quase todas as citações. Entretanto, com o passar do tempo, notamos a emergência de padrões muito mais complexos.

Para quantificar essa evolução da maior componente da rede, calculamos o seu tamanho (em número de vértices e também em fração de todos os vértices) e o caminho médio mais curto entre todos os pares de resoluções. Os painéis inferiores da Figura 3 mostram essas quantidades. Refletindo o fato das resoluções estarem muito fragmentadas nos anos 80 e 90,

observamos que a maior componente era muito pequena nesse período. Entre 1994 e 2007, observamos um rápido crescimento da maior componente, seguido por uma estabilização em torno de 40% da rede após 2007. Por sua vez, o caminho médio mais curto apresenta um pico durante o período de crescimento da rede, seguido por uma estabilização em torno de 7 passos. Esse padrão mostra que o crescimento da rede é marcado por dois processos: *i*) inclusão de resoluções na componente gigante e *ii*) aumento da interação entre as resoluções desse núcleo.

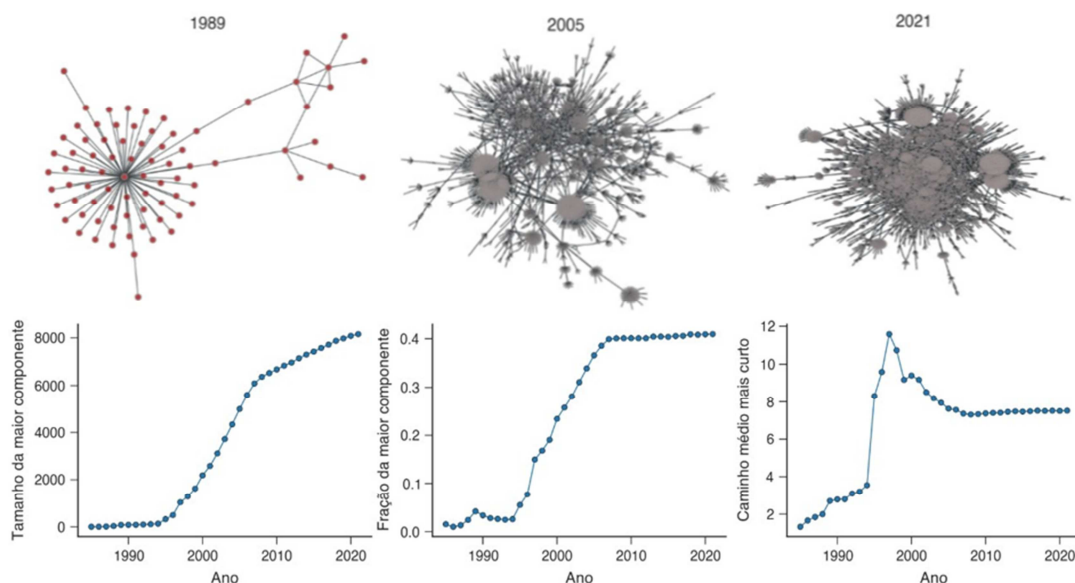


Figura 3 – Evolução da rede de resoluções da UEM. Os painéis superiores mostram a evolução da componente principal da rede das resoluções com o passar do tempo. Os painéis inferiores mostram a dinâmica do tamanho da maior componente (esquerda), da fração das resoluções contidas nela (centro) e do caminho médio mais curto (direita).

Conclusões

Apresentamos uma análise quantitativa das resoluções dos Conselhos Superiores da UEM utilizando, principalmente, de métodos de redes complexas. Nossos resultados mostraram que esse sistema apresenta diversos padrões comuns a outros sistemas complexos. Além disso, as análises serviram como introdução a diversos conceitos e métodos desse campo de pesquisa.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] MITCHELL, M. **Complexity: A guided tour**. New York: Oxford, 2009.
- [2] NEWMAN, M. **Networks**. New York: Oxford, 2018.