



Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

FT -- Faculdade de Tecnologia

LMC -- Laboratório de Matemática Concreta

Prof. Dr. André F. de Angelis

PIBIC – EM: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – Ensino Médio
Quota 2022/2023

Projeto

As Redes que nos Envolvem I

Catálogo Pessoal de Redes Complexas

MARIANA MELO PEREIRA

Limeira/SP

2023

Sumário

Motivação.....	3
Introdução.....	4
Rede - Receitas Culinárias (Doces para todos os dias).....	5
Rede - Receitas Culinárias (Festas de Natal).....	8
Rede - Cidades da Região Metropolitana de Campinas.....	10
Rede - Doenças e vetores.....	12
Rede - Lago Ontário.....	14
Rede - Vagas Olímpicas.....	17
Rede - Java (S.Heymann & J.Palmier, 2008).....	22
Rede - Jogos Copa do Mundo.....	25

Motivação

A escrita do presente catálogo motivou-se a partir da fase IV (Catalogação de Redes) do Projeto de Iniciação Científica “Redes que nos envolvem I”, participante do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - quota 2022/2023.

O objetivo principal do Projeto foi reconhecer e identificar as redes presentes no cotidiano, sejam elas concretas ou abstratas. Dessa forma, foi possível estudar os conceitos que estão envolvidos na sua modelagem e compreensão e, ao final, descrevê-las.

A partir dos dados obtidos, foi possível entender as redes que estão presentes no dia a dia, classificando-as e identificando a importância que a observação das características de cada uma delas tem na elaboração de soluções para problemas da vida cotidiana.

A escrita do presente catálogo foi uma forma de conclusão das pesquisas e também um registro importante das análises realizadas durante o desenvolvimento do projeto.

Introdução

Redes são conjuntos de componentes conectados entre si. Esses componentes, também chamados de nós, podem ser concretos ou abstratos, sendo que a ligação que se estabelece entre eles é denominada como aresta.

Para caracterizar uma rede, pode-se determinar uma classificação quanto a sua topologia, à estrutura física ou ao grau de seus nós.

O último parâmetro dentre os citados (grau dos nós) se refere à medida que obtém-se ao determinar - escolhendo um nó como ponto de referência - a quantidade de nós vizinhos (ou arestas) que dele partem. Quanto maior for a quantidade de nós vizinhos, maior será o grau daquele nó.

Nesse contexto, há redes que possuem características específicas e que delimitam a sua classificação como "Redes Complexas". Para ser determinada como tal, é necessário que haja variação entre os graus dos seus nós, independentemente da quantidade dos mesmos.

Dessa forma, ao estudar e analisar os modelos de Redes Complexas, identificam-se algumas medidas essenciais para um entendimento de sua estrutura. No presente catálogo, destacam-se:

- I. Ordem: quantidade total de nós de uma rede;
- II. Tamanho: quantidade total de arestas (ligações) que conectam os nós de uma rede;
- III. Grau médio: número médio de conexões que um nó estabelece com outros em uma rede;
- IV. Grau médio ponderado: grau médio da rede, considerando os pesos de cada conexão;
- V. Diâmetro: a maior distância entre dois nós de uma rede, medida em número de ligações;
- VI. Densidade: razão entre o número de arestas de um grafo e o número de arestas possíveis;
- VII. Componentes: quantidade de "conjuntos" formados dentro de uma mesma rede;
- VIII. Modularidade: grau de mudança no desempenho ou qualidade da rede caso sejam feitas alterações nela;
- IX. Coeficiente de cluster médio: número médio do coeficiente de cluster local, ou seja, é o valor médio do grau que os vizinhos de um nó se ligam;
- X. Comprimento de caminho médio: soma dos caminhos mais curtos entre os pares de nós, dividindo-os pela quantidade de pares existentes em uma rede.

Juntamente com os conceitos citados, as redes também foram modeladas de maneira visual no programa Gephi, sendo possível estabelecer uma relação entre as medidas e a aparência da rede. Dessa forma, foi possível entender as redes escolhidas, classificando-as e analisando a diferença entre elas, tanto em sua estrutura, quanto nas características das ligações entre seus nós. As conclusões podem ser observadas nos tópicos seguintes.

Rede - Receitas Culinárias (Doces para todos os dias)

Identificação

Rede formada pelas receitas do Livro de Receitas União 90 Anos, que associa cada um dos doces aos seus ingredientes. A rede é direcionada (receita → ingrediente). Também é bipartida, visto que não existem arestas de receita a receita ou de ingrediente a ingrediente.

Motivação

Esta rede foi escolhida para participar do catálogo porque a alimentação em geral é parte do cotidiano de todas as pessoas e, portanto, está plenamente em acordo com o projeto no sentido de identificar redes presentes no comum do dia-a-dia. O registro das receitas separa o alimento pronto de seus componentes e permite a transcrição direta de nós para uma planilha, facilitando o trabalho de mapeamento e posteriores avaliações.

Tipo

Rede complexa bipartida. Grafo direcionado. Finito.

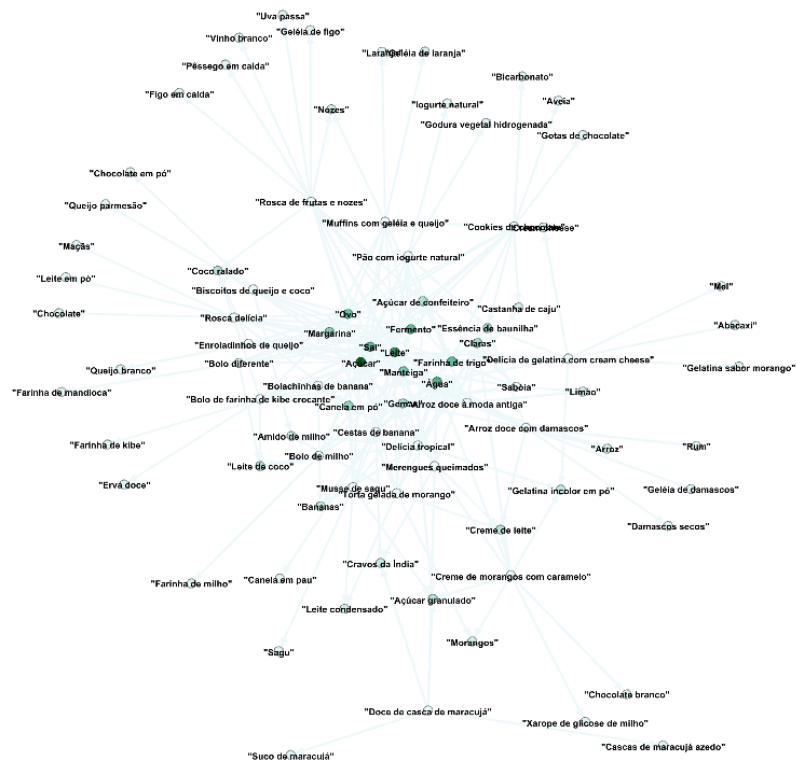
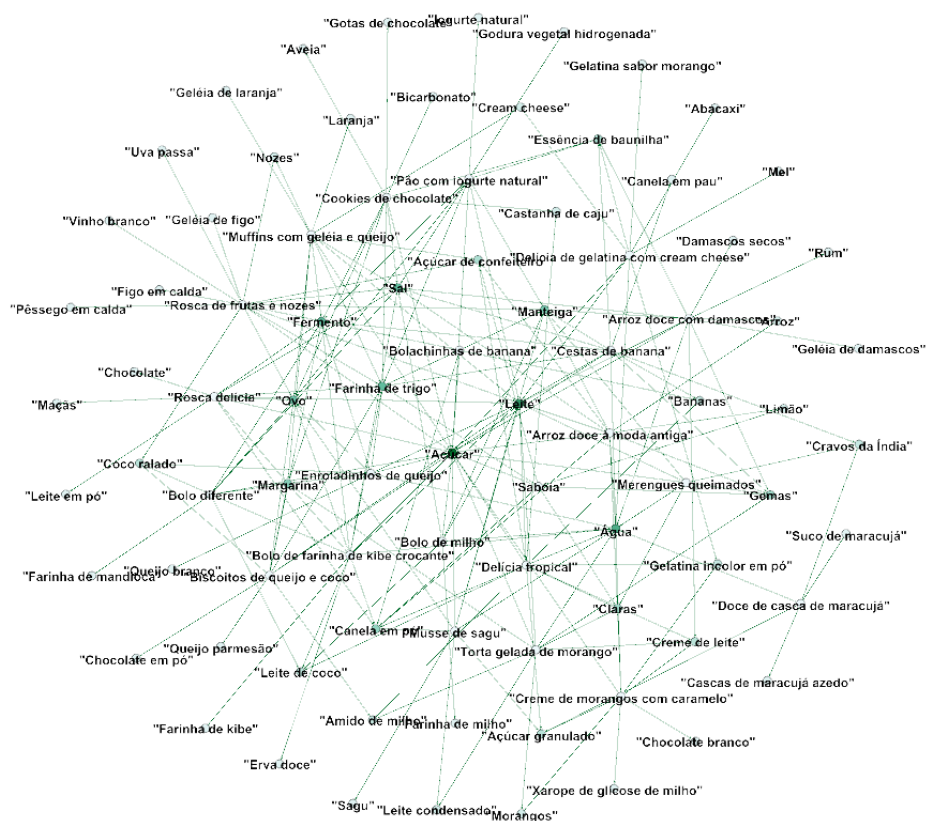
Componentes

Nós: doces preparados segundo as receitas fornecidas; ingredientes
Arcos: receitas → ingredientes

Medições (Grafo Direcionado)

Ordem:	85 nós
Tamanho:	215 arestas
Grau médio:	2,529
Grau médio ponderado:	2,529
Diâmetro:	1,0
Densidade:	0,03
Componentes:	1
Modularidade:	0,323
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,0
Comprimento de caminho médio:	1,0

Representações gráficas



Rede - Receitas Culinárias (Festas de Natal)

Identificação

Rede formada pelas receitas do Livro de Receitas União 90 Anos, que associa cada um dos doces aos seus ingredientes. A rede é direcionada (receita → ingrediente). Também é bipartida, visto que não existem arestas de receita a receita ou de ingrediente a ingrediente.

Motivação

Esta rede foi escolhida para participar do catálogo porque a alimentação em geral é parte do cotidiano de todas as pessoas e, portanto, está plenamente em acordo com o projeto no sentido de identificar redes presentes no comum do dia-a-dia. O registro das receitas separa o alimento pronto de seus componentes e permite a transcrição direta de nós para uma planilha, facilitando o trabalho de mapeamento e posteriores avaliações.

Tipo

Rede complexa bipartida. Grafo direcionado. Finito.

Componentes

Nós: doces preparados segundo as receitas fornecidas; ingredientes
Arcos: receitas → ingredientes

Medições (Grafo Direcionado)

Ordem:	76 nós
Tamanho:	202 arestas
Grau médio:	2,658
Grau médio ponderado:	2,658
Diâmetro:	1,0
Densidade:	0,035
Componentes:	1
Modularidade:	0,292
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,0
Comprimento de caminho médio:	1,0

Representações gráficas

Rede - Cidades da Região Metropolitana de Campinas

Identificação

Rede formada pelas divisas entre as 20 cidades da Região Metropolitana de Campinas. A rede é bidirecional, pois se uma cidade A é vizinha de B, B é vizinha de A. Não é bipartida, visto que existem arestas de cidade a cidade.

Motivação

Esta rede foi escolhida para participar do catálogo por representar a ligação de cidades de uma região de grande influência comercial e industrial. Por meio dela, é possível verificar aquelas que possuem ligação direta e, consequentemente, quais são os variados caminhos que se pode percorrer para ir de uma cidade a outra.

Tipo

Rede complexa. Grafo bidirecional. Finito.

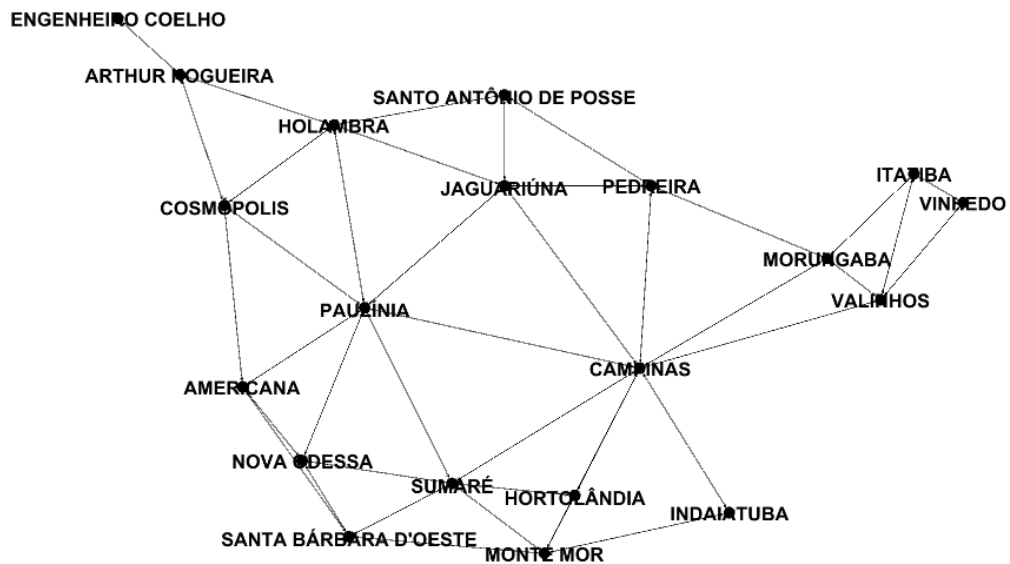
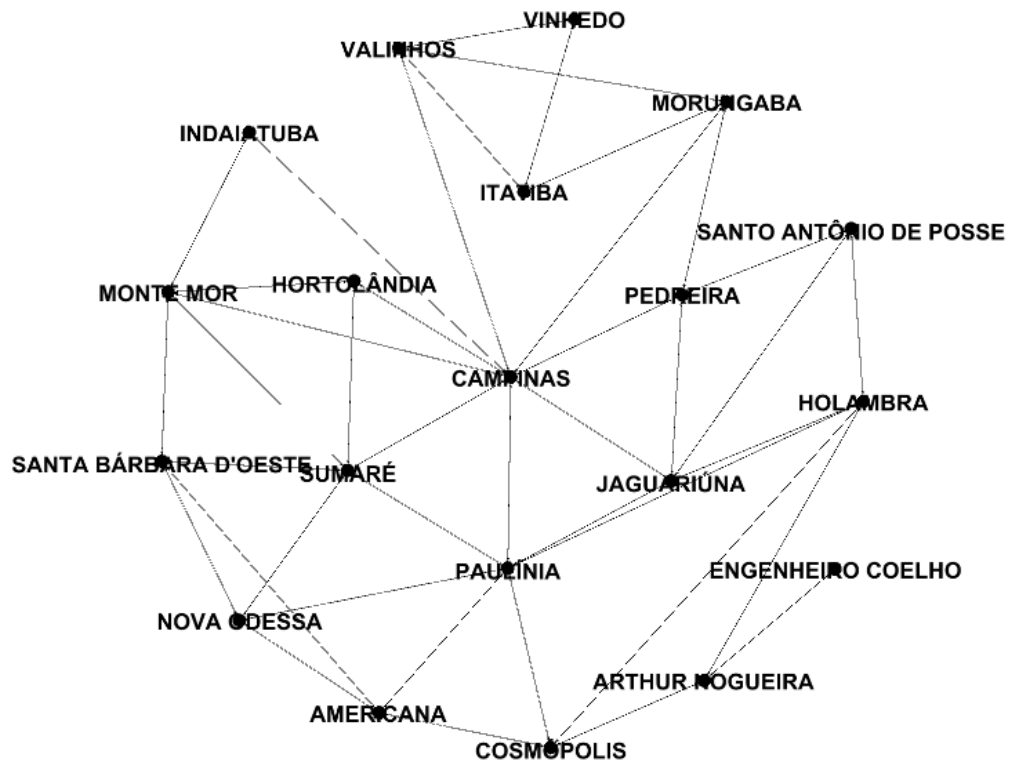
Componentes

Nós: cidades
Arestas: cidade → cidade

Medições (Grafo Direcionado)

Ordem:	20 nós
Tamanho:	82 arestas
Grau médio:	4,1
Grau médio ponderado:	4,1
Diâmetro:	6
Densidade:	0,216
Componentes:	1
Modularidade:	0,394
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,568
Comprimento de caminho médio:	2,458

Representações gráficas



Rede - Doenças e vetores

Identificação

Rede formada pelas doenças e seus respectivos vetores. A rede é direcionada (doença \rightarrow vetor). Também é bipartida, visto que não existem arestas de doença a doença ou de vetor a vetor.

Motivação

Esta rede foi escolhida para participar do catálogo pela importância de estudar as doenças e como elas se transmitem. Por meio dela, é possível identificar quais são os vetores que transmitem uma maior quantidade de doenças.

A coleta de dados resultou numa matriz de adjacências para a rede bipartida.

Tipo

Rede complexa bipartida. Grafo direcionado. Finito.

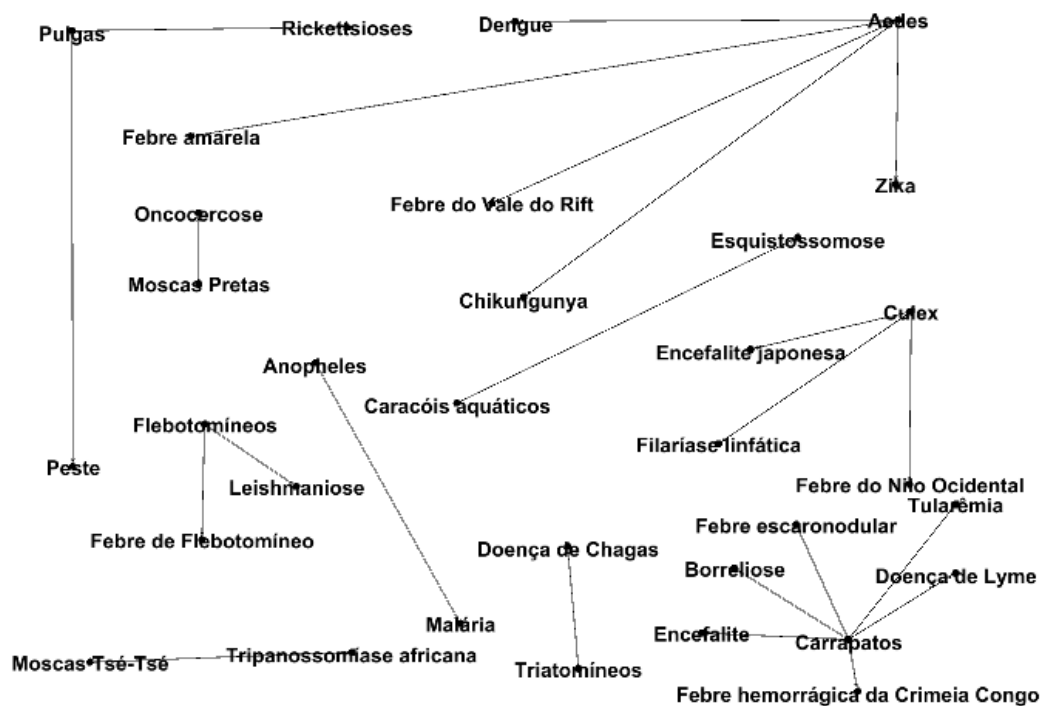
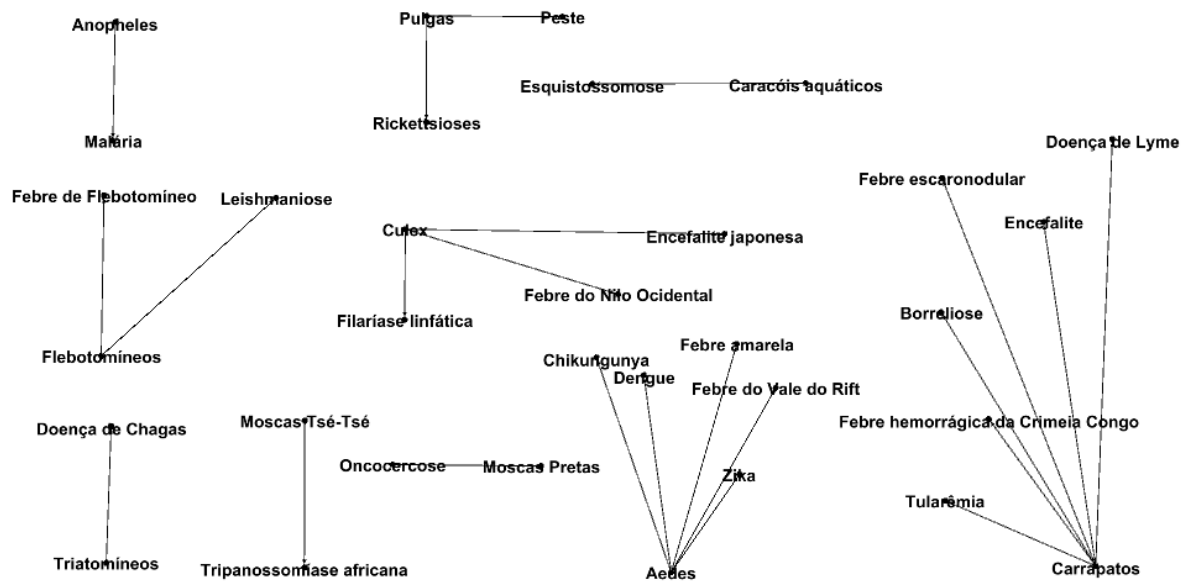
Componentes

Nós: doenças e vetores
Arcos: doenças \rightarrow vetores

Medições (Grafo Direcionado)

Ordem:	33 nós
Tamanho:	23 arestas
Grau médio:	0,697
Grau médio ponderado:	0,697
Diâmetro:	1
Densidade:	0,022
Componentes:	10
Modularidade:	0,843
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0
Comprimento de caminho médio:	1

Representações gráficas



Rede - Lago Ontário

Identificação

Rede formada pelas relações de presa e predador das espécies que habitam o Lago Ontário, abrangendo 33 delas. A rede é direcionada (presa → predador).

Motivação

Esta rede foi escolhida, pois com ela é possível verificar quais espécies fazem parte da base e do topo da cadeia alimentar. Também é válido identificar quais são os predadores e presas de cada espécie, bem como aquelas que não são predadores nem presas de outras.

Tipo

Rede complexa. Grafo direcionado. Finito.

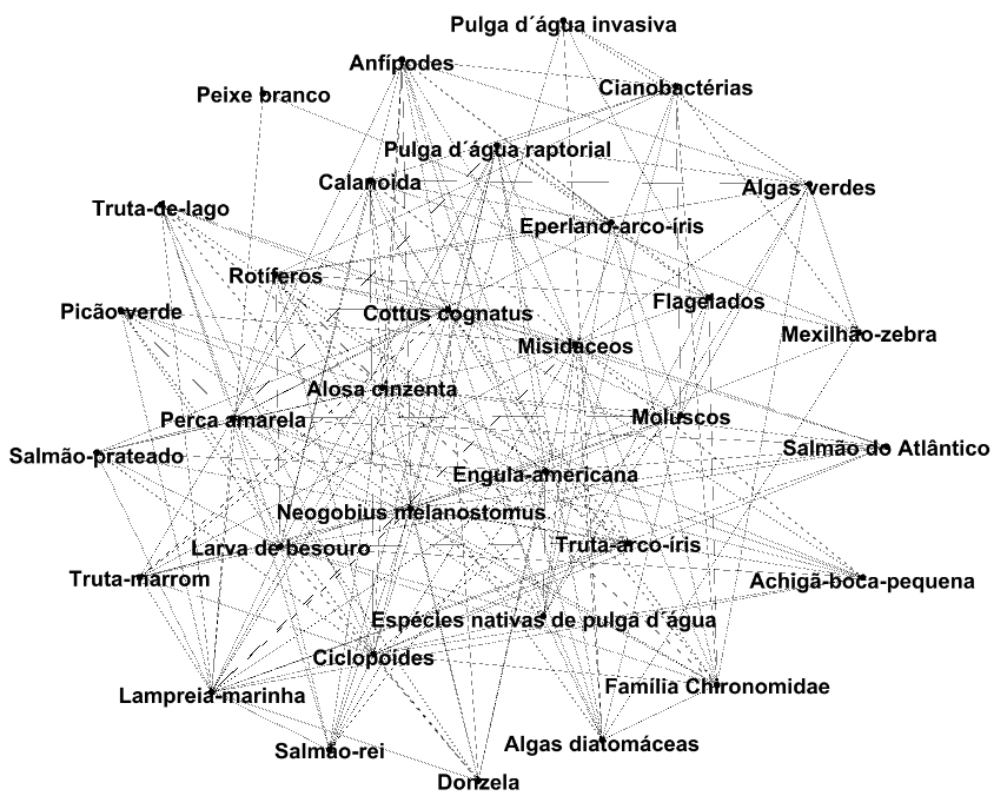
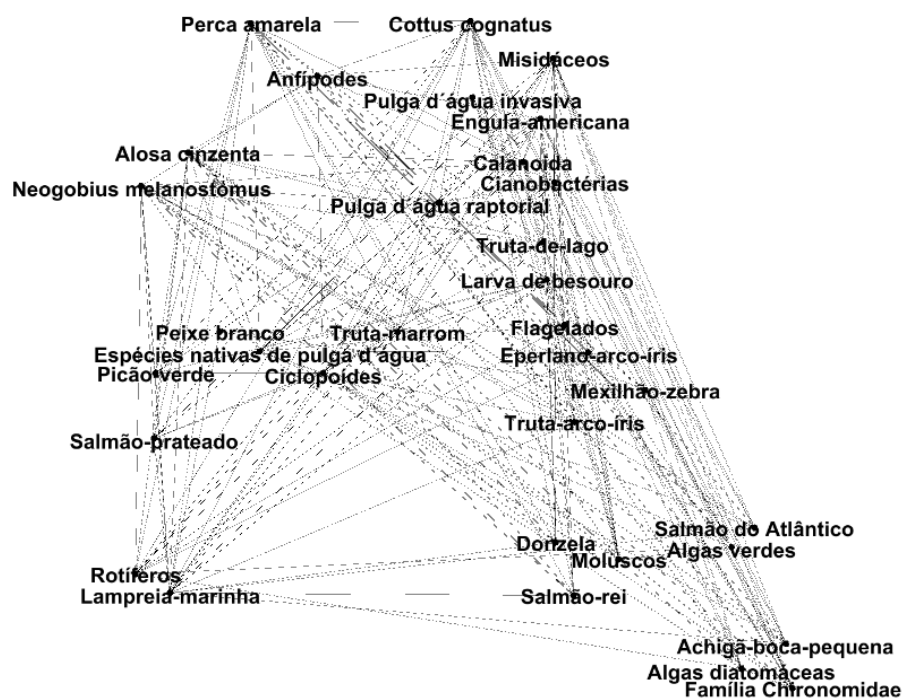
Componentes

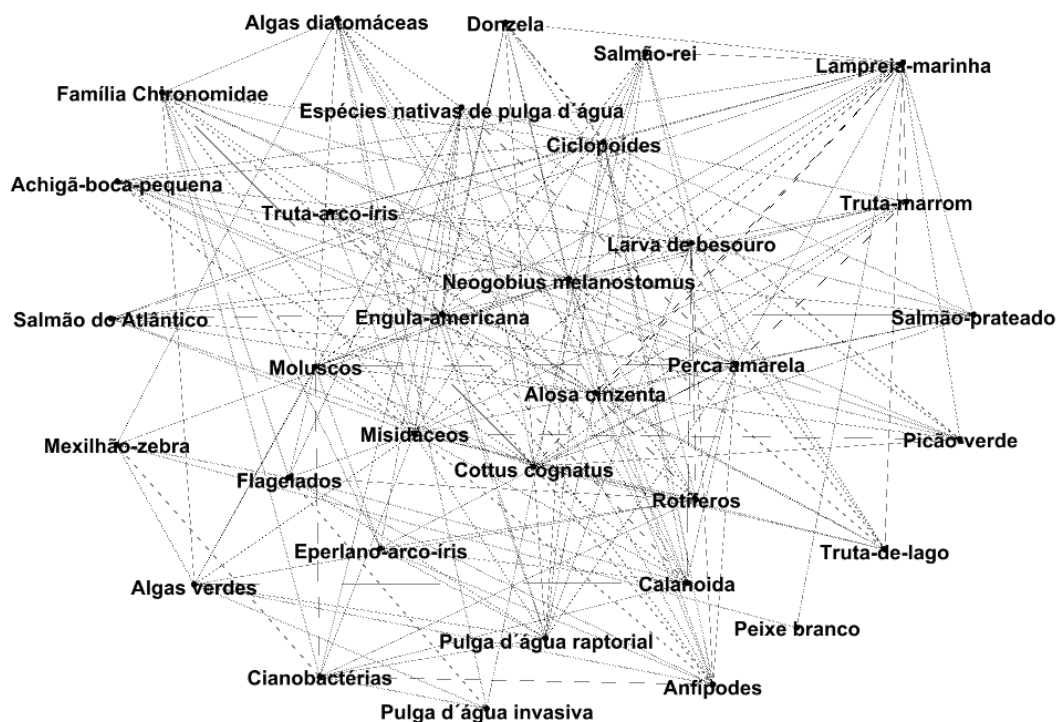
Nós: espécies
Arcos: presa → predador

Medições (Grafo Direcionado)

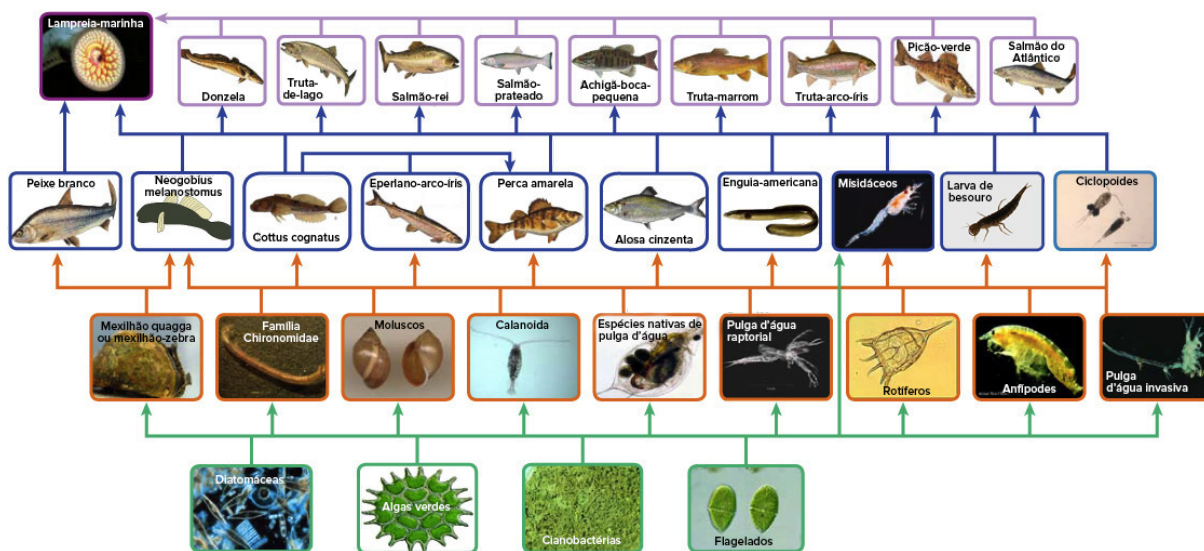
Ordem:	33 nós
Tamanho:	198 arestas
Grau médio:	6
Grau médio ponderado:	6
Diâmetro:	2
Densidade:	0,188
Componentes:	1
Modularidade:	0,174
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,076
Comprimento de caminho médio:	1,471

Representações gráficas





Imagem



Rede - Vagas Olímpicas

Identificação

Rede formada pelas relações de cursos de graduação oferecidos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e as olimpíadas que podem garantir uma vaga na universidade. A rede é direcionada (curso \rightarrow olimpíada). Também é bipartida, visto que não existem arestas de curso a curso ou de olimpíada a olimpíada.

Motivação

Esta rede foi escolhida com o objetivo de analisar quais são as olimpíadas que podem oferecer uma vaga aos vestibulandos e quais delas são prioritárias (podem ser usadas em uma maior quantidade de cursos).

A coleta de dados resultou numa matriz de adjacências para a rede bipartida.

Tipo

Rede complexa bipartida. Grafo direcionado. Finito.

Componentes

Nós: olimpíadas e cursos de graduação
Arcos: curso \rightarrow olimpíada

Medições (Grafo Direcionado)

Ordem:	55 nós
Tamanho:	360 arestas
Grau médio:	6,545
Grau médio ponderado:	6,545
Diâmetro:	1,0
Densidade:	0,121
Componentes:	2,0
Modularidade:	0,128
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,0
Comprimento de caminho médio:	1,0

Matriz

	I M O	O I M	O B M	O B E P	I O I	IP h O	Cl IC	lb F	O BI	O B F	O B E P	O B R	IC h O	I O A	O B Q	IB O	IA B	O B C	O B A	C A N G U N H	O B
Administração (Noturno)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administração Pública (Noturno)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciência da Computação (Noturno)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Ciências Biológicas - Licenciatura (Noturno)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Ciências Biológicas (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Curso 51: Engenharia Física/ Física/ Física Médica e Biomédica/ Matemática Aplicada Computacional (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Engenharia Agrícola (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Engenharia Ambiental (Noturno)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0
Engenharia Civil (Integral)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
Engenharia de Alimentos (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
Engenharia de Alimentos (Noturno)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Engenharia de Computação (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia de Controle e Automação (Noturno)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia de Manufatura (Integral)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Engenharia de Produção (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia de Telecomunicações (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia de Transportes (Noturno)	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia Elétrica (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia Elétrica (Noturno)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia Mecânica (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Engenharia Química (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Engenharia Química (Noturno)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Estatística (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Farmácia (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Física - Licenciatura (Noturno)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
História (Integral)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Matemática - Licenciatura (Noturno)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odontologia (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Química (Integral)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Química Tecnológica (Noturno)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistemas de Informação (Integral)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (Noturno)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tecnologia em Saneamento Ambiental (Noturno)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Representações gráficas

Rede - Java (S.Heymann & J.Palmier, 2008)

Identificação

Rede formada pela estrutura do código-fonte de um determinado programa em linguagem Java. A rede é direcionada (chamador → chamado).

Motivação

Esta rede foi escolhida com o propósito de verificar qual a inter-relação dentro da linguagem Java. Por se tratar de uma rede pré-modelada e disponível na plataforma GitHub, também foi possível entender o funcionamento de redes diferentes do inicialmente planejado.

A coleta de dados resultou numa matriz de adjacências para a rede bipartida.

Tipo

Rede complexa. Grafo direcionado. Finito.

Componentes

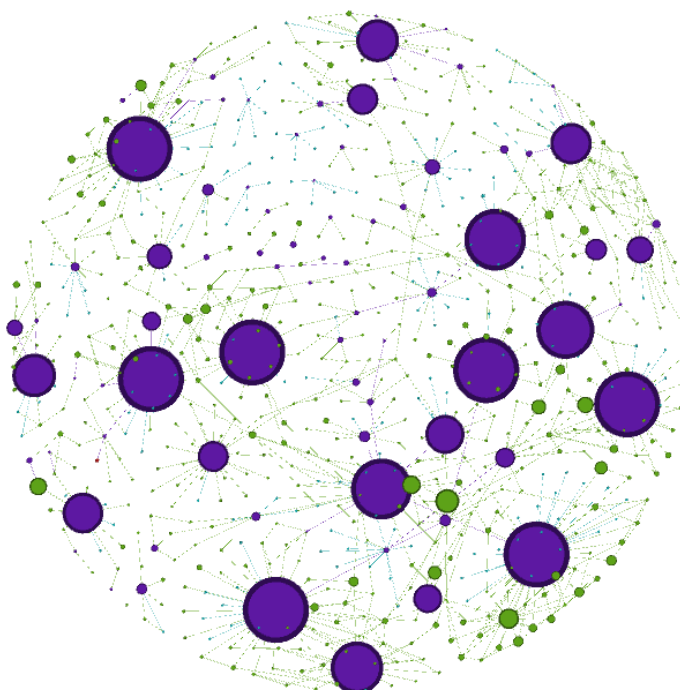
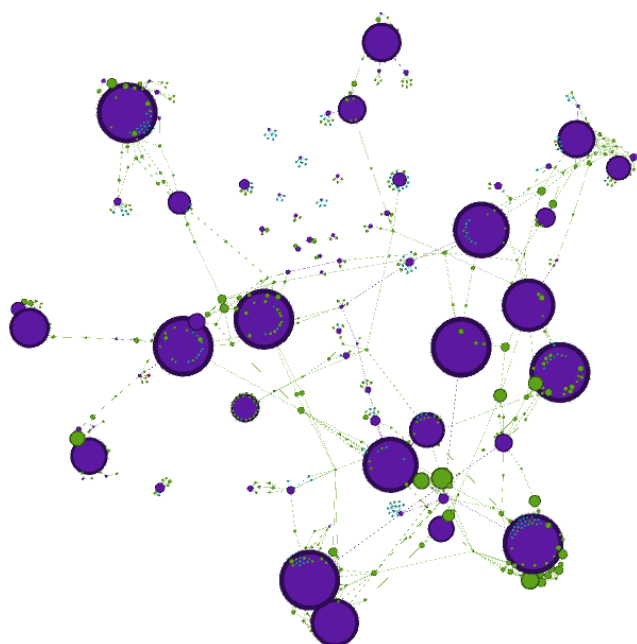
Nós: elementos do código-fonte

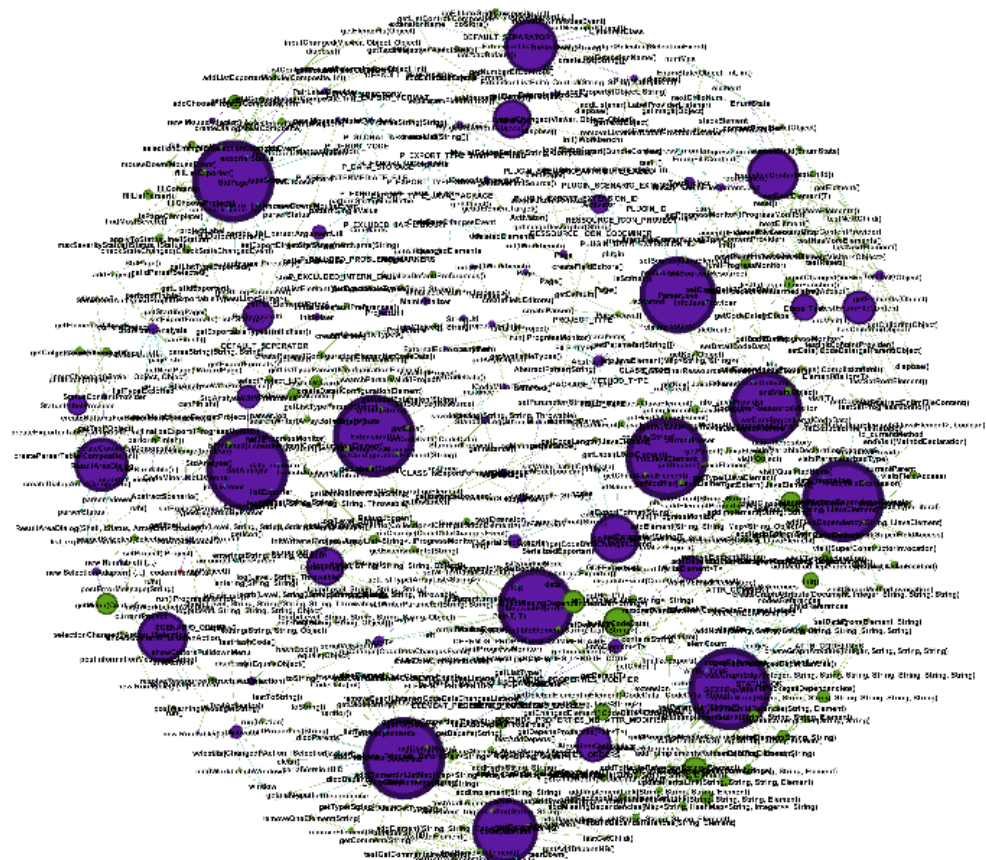
Arcos: relação chamador-chamado

Medições (Grafo Direcionado)

Ordem:	724 nós
Tamanho:	1025 arestas
Grau médio:	1,416
Grau médio ponderado:	1.416
Diâmetro:	5,0
Densidade:	0,002
Componentes:	15,0
Modularidade:	0,863
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,074
Comprimento de caminho médio:	1,967

Representações gráficas





Rede - Jogos Copa do Mundo

Identificação

Rede formada pela relação entre seleções que jogaram uma contra a outra durante a Copa do Mundo 2022. A rede é bidirecional (seleção \rightarrow seleção). Também não é bipartida, visto que existem arestas de seleção a seleção.

Motivação

Esta rede foi escolhida pois era de interesse identificar quais seleções jogaram uma contra a outra, quais seleções disputaram mais de um jogo com a mesma seleção e quais foram as que mais disputaram partidas.

A coleta de dados resultou numa matriz de adjacências para a rede bipartida.

Tipo

Rede complexa bipartida. Grafo bidirecional. Finito.

Componentes

Nós: seleções

Arcos: seleção \rightarrow seleção

Medições

Ordem:	32 nós
Tamanho:	63 arestas
Grau médio:	3,938
Grau médio ponderado:	4,0
Diâmetro:	6,0
Densidade:	0,127
Componentes:	1,0
Modularidade:	0,658
Coeficiente de <i>cluster</i> médio:	0,7
Comprimento de caminho médio:	3,099

Representações gráficas

