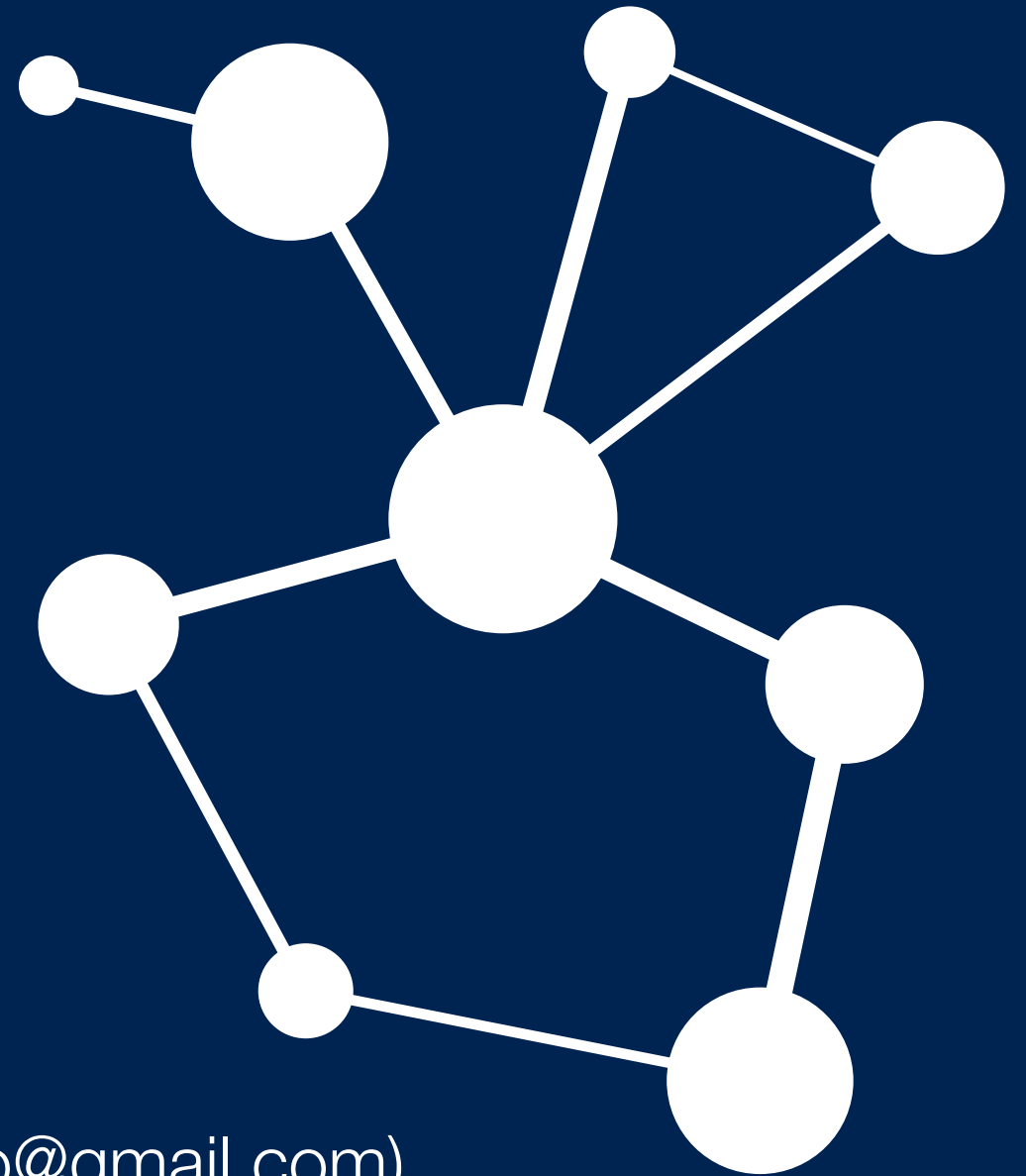
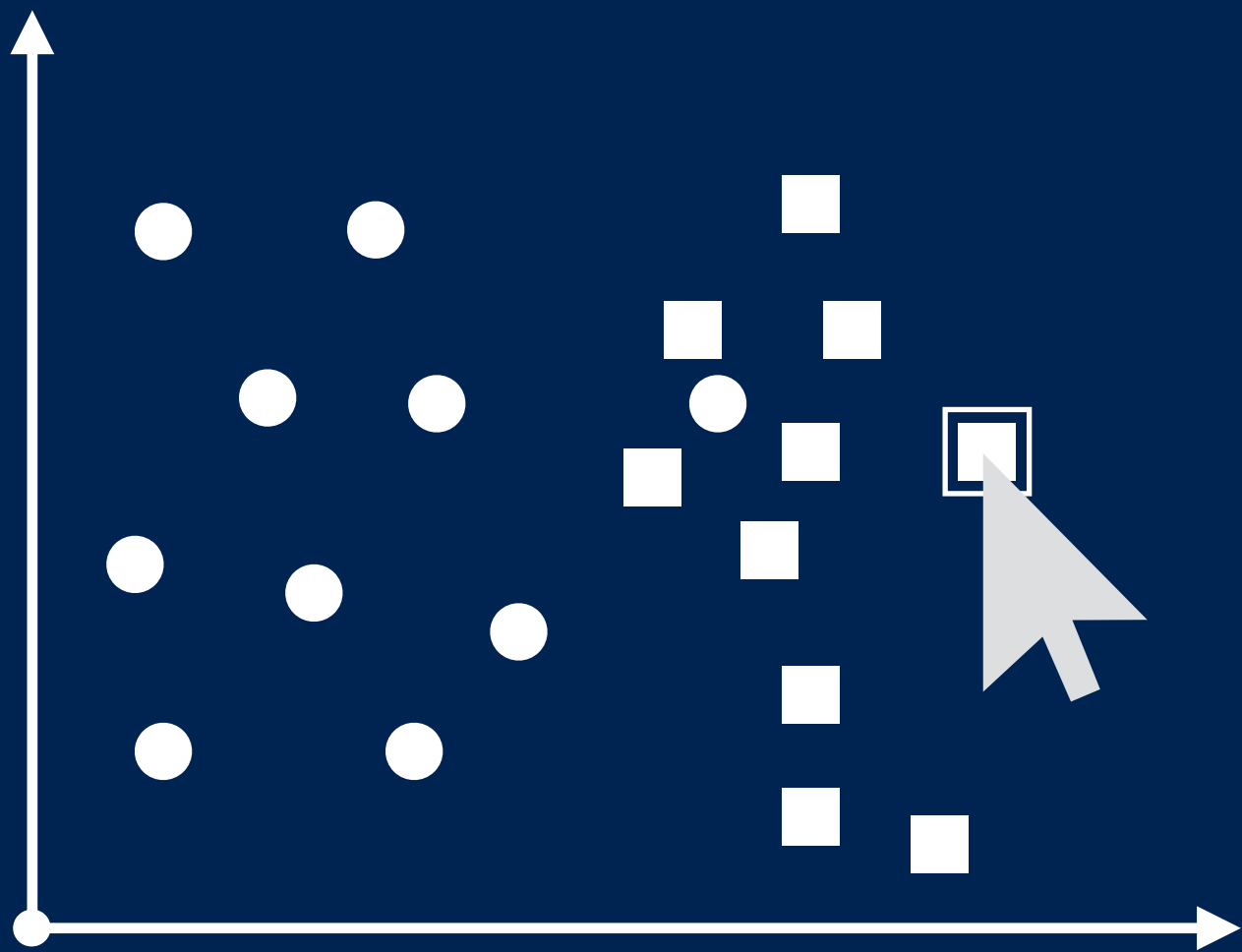


Introdução à visualização interativa de redes complexas

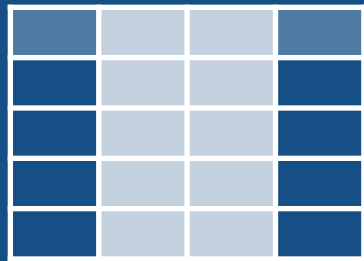
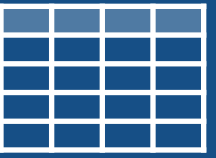


Filipi Nascimento Silva (filipinascimento@gmail.com)

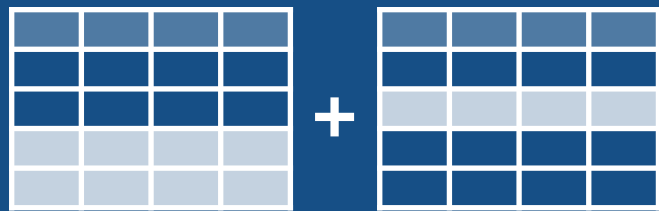
SIFSC

Resumo da apresentação

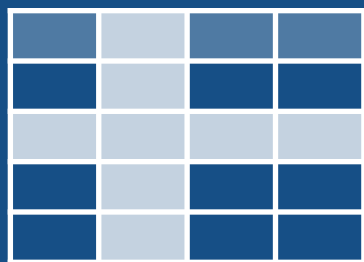
- **Visualização de dados**
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Minard
- **Visualização interativa**
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- **Redes Complexas**
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- **Geração de redes a partir de dados**
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- **Visualização de redes**
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- **Exemplos de visualização**
- **Ferramentas**
- **Referências**



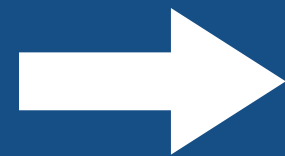
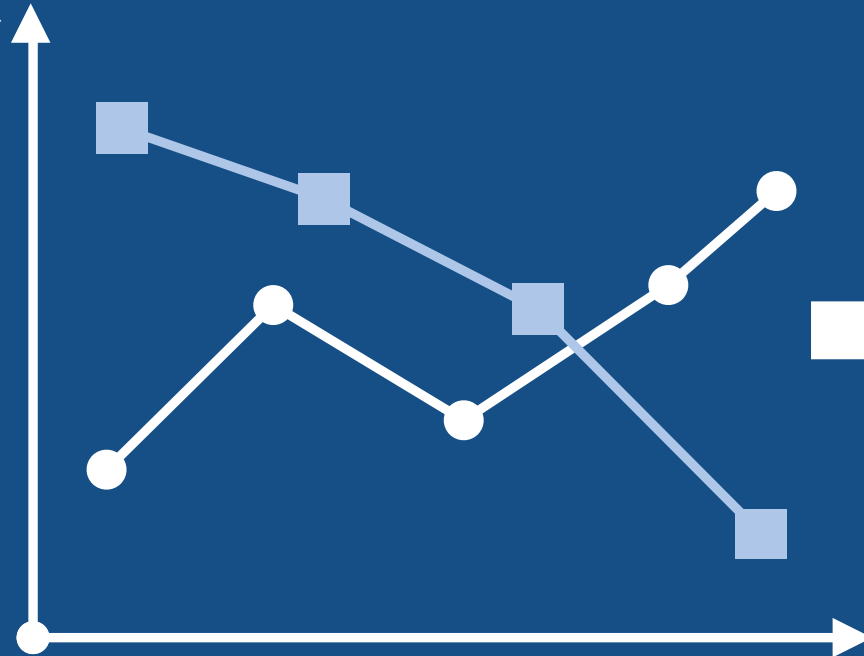
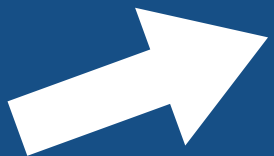
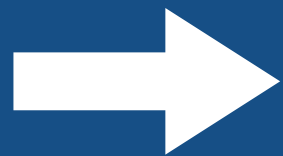
Sumarizar informação



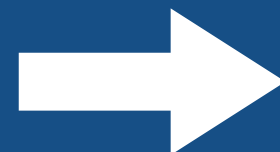
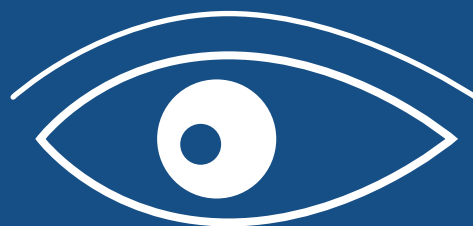
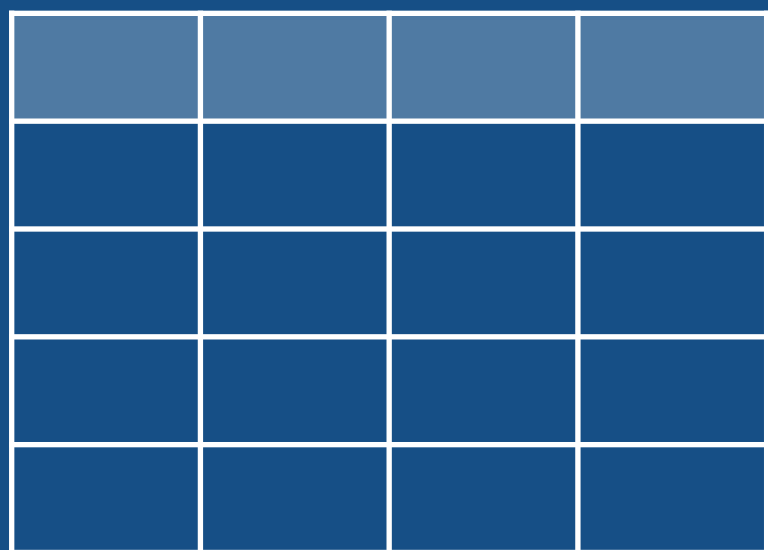
Relações entre elementos



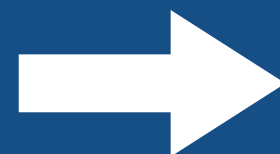
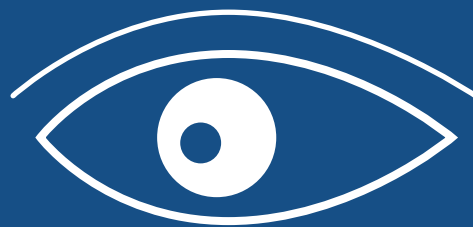
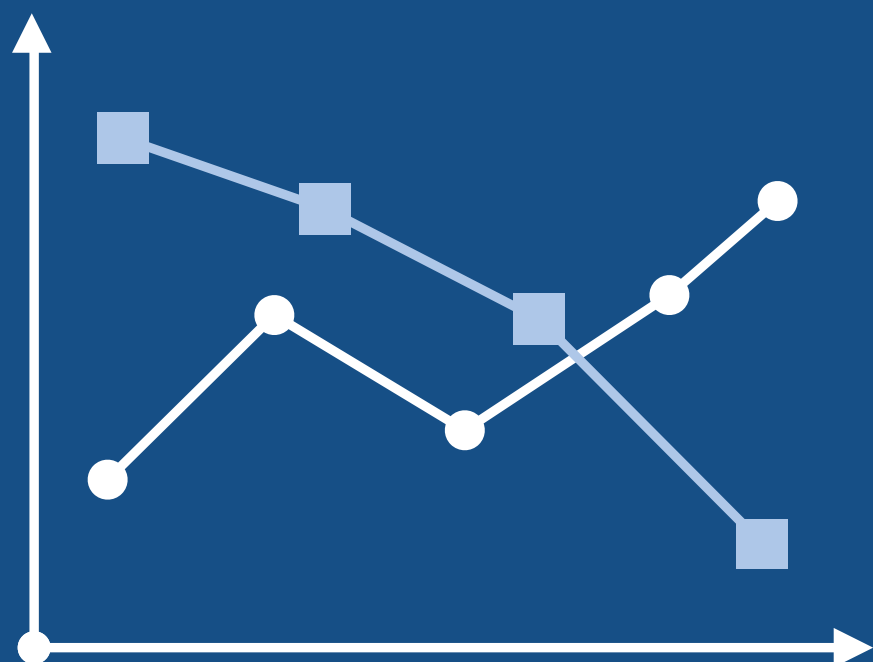
Destacar informação



Visualização de dados



Maior tempo de resposta

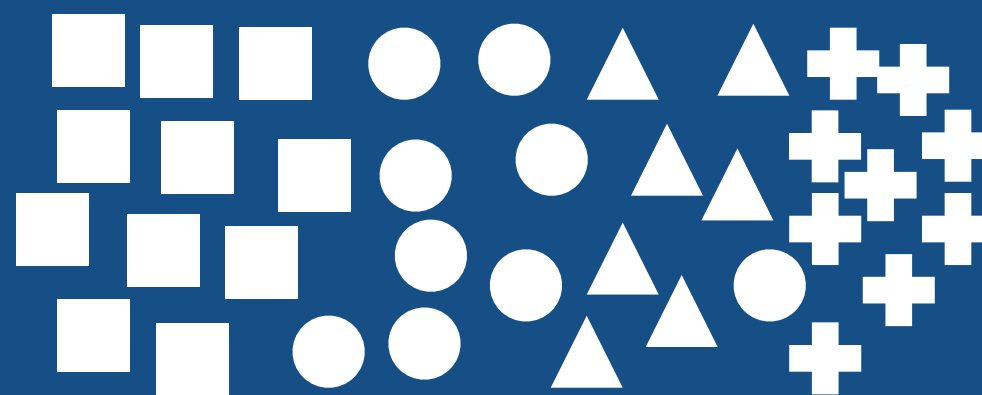


Menor tempo de resposta
maior aproveitamento
do cortex visual

Visualização de dados



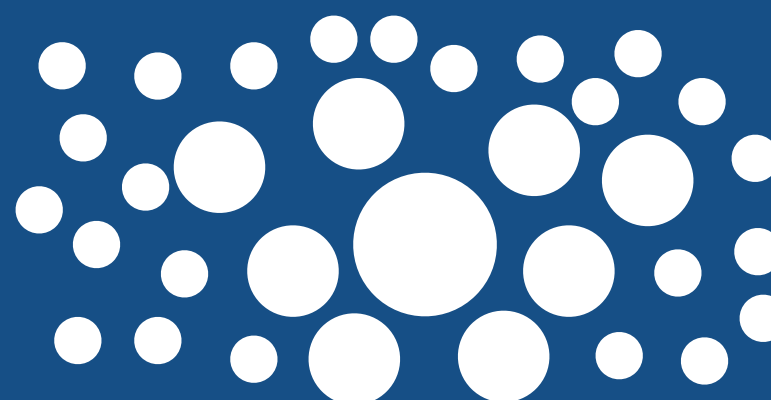
etc



Gradiente de formas



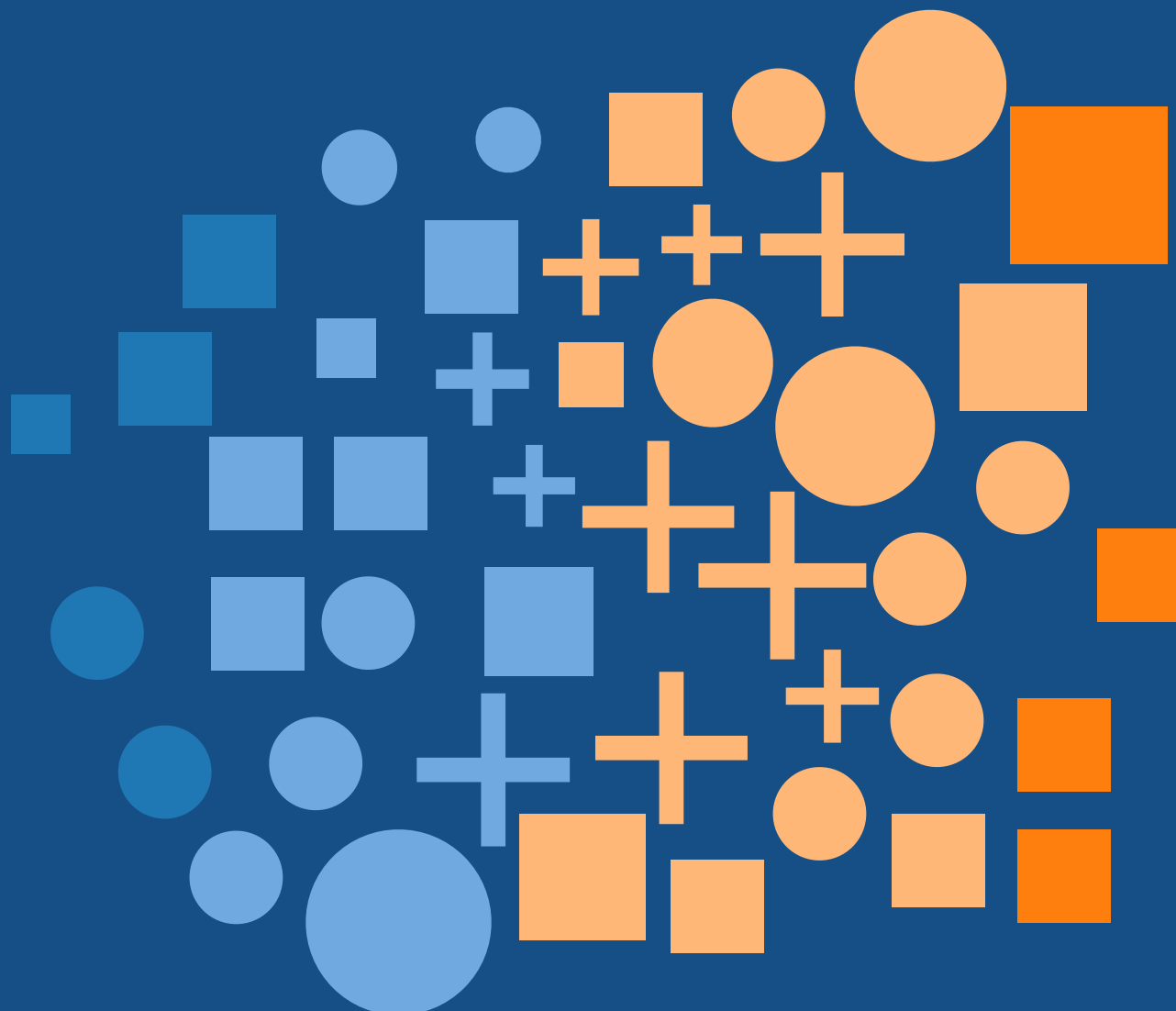
Gradiente de cores



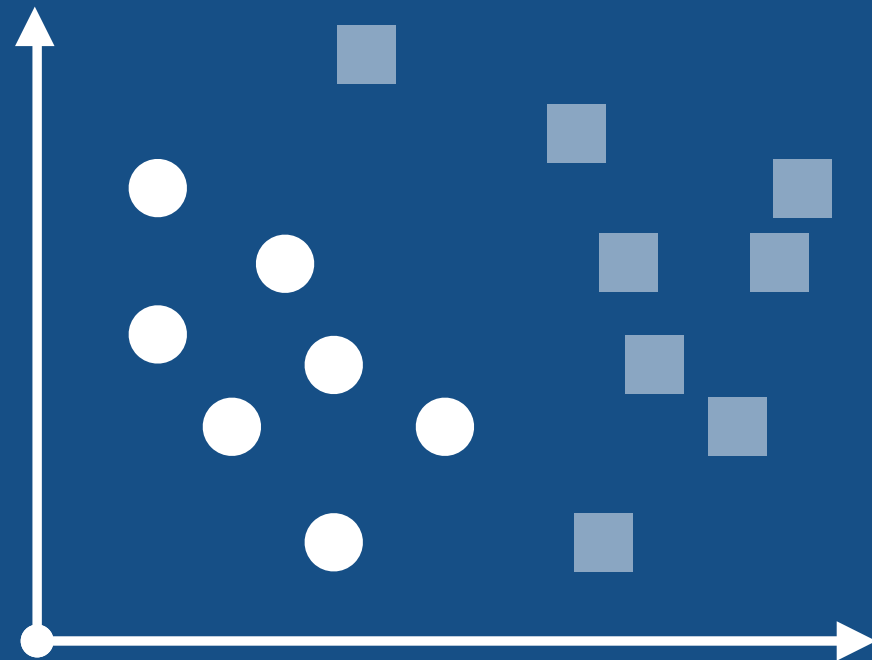
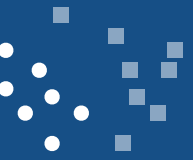
Gradiente de escala



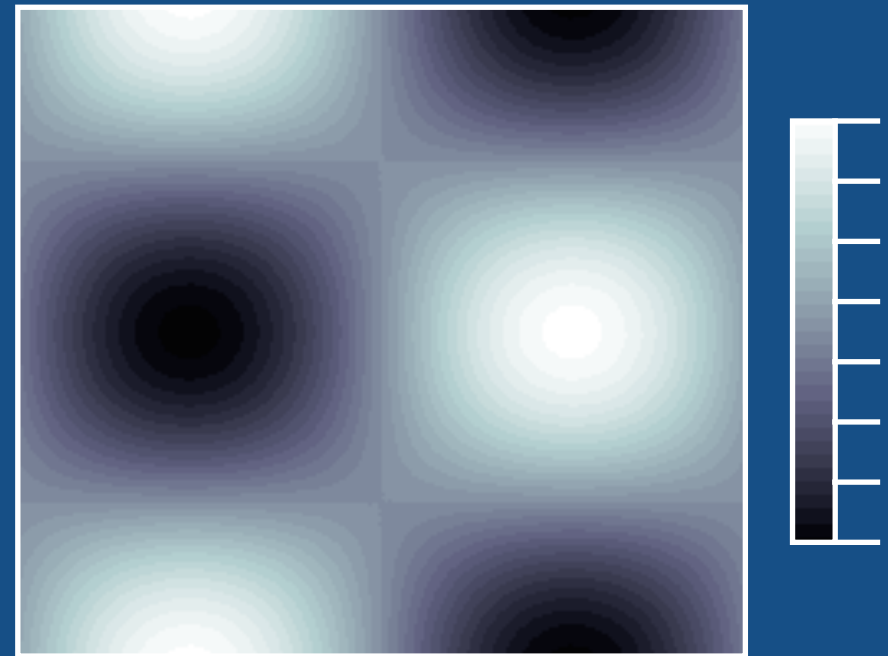
Hierarquia e confusão visual
Tentem identificar os padrões



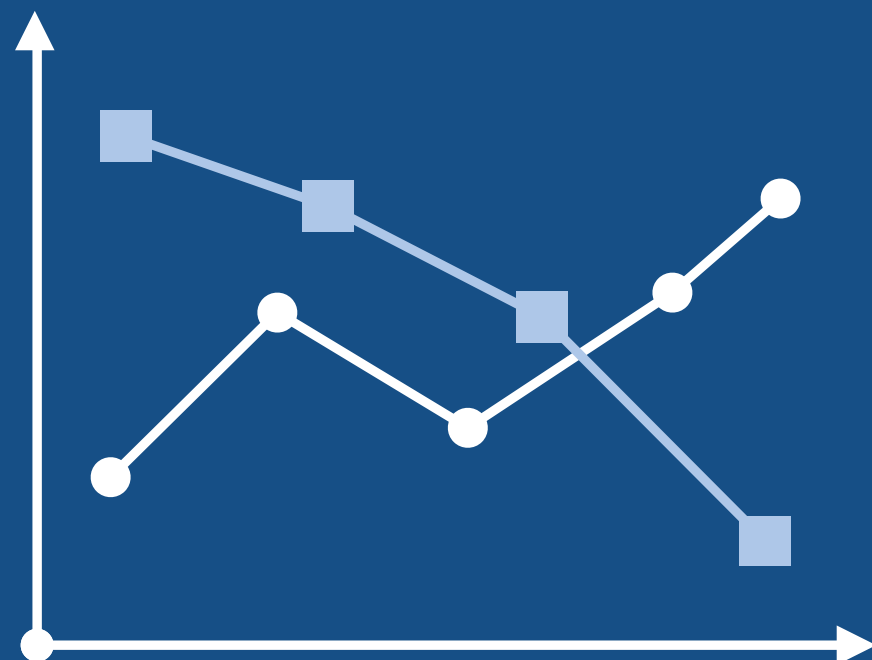
Tipos de visualização de dados



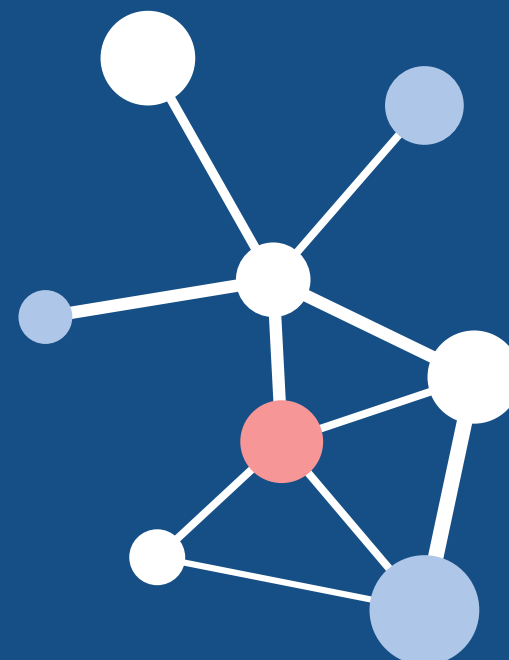
Scatter plots



Mapas de superfície



Séries temporais e
eixos paralelos



Grafos

Ferramentas para visualização

- R (<https://www.r-project.org/>)
- Matlab (<http://www.mathworks.com>)
- Scilab (<http://www.scilab.org/>)
- Mathematica (<http://www.wolfram.com/mathematica/>)
- Python+Matplotlib (<http://pypi.python.org/pypi/matplotlib>)
- GNUPlot (<http://gnuplot.info>)
- **d3.js (<http://d3js.org/>)**

- Biblioteca em Javascript e HTML5.
- Facilita o desenvolvimento de visualizações.
- Permite grande controle do processo de visualização.
- Permite usar recursos modernos dos navegadores (Canvas2D, WebGL, SVG, etc).
- Maior facilidade para interagir com elementos.
- O código gerado roda em qualquer navegador moderno.
- Pode ser embutido em websites.

Tutoriais e refs. d3.js na Web

Tutoriais

<https://github.com/mbostock/d3/wiki/Tutorials>

Exemplos

<https://github.com/mbostock/d3/wiki/Gallery>

API Reference

<https://github.com/mbostock/d3/wiki/API-Reference>

Tutoriais HTML e Javascript

<http://www.w3schools.com/js/default.asp>

<https://www.codecademy.com/tracks/javascript>

<http://javascript.info/tutorial/overview>

<https://en.wikibooks.org/wiki/JavaScript>

Configurando o ambiente

No Google Chrome e Chromium é necessário desativar o *Same-Origin Policy* para rodar localmente os exemplos. (Para exemplos na web, isso não é necessário).

```
"C:\Program Files (x86)\Google\Chrome\Application\chrome.exe"  
--allow-file-access-from-files
```

No Linux e OS X é possível rodar em modo servidor a partir da pasta:

```
python -m SimpleHTTPServer 8888 & Python 2.x
```

```
python -m http.server 8888 & Python 3.x
```

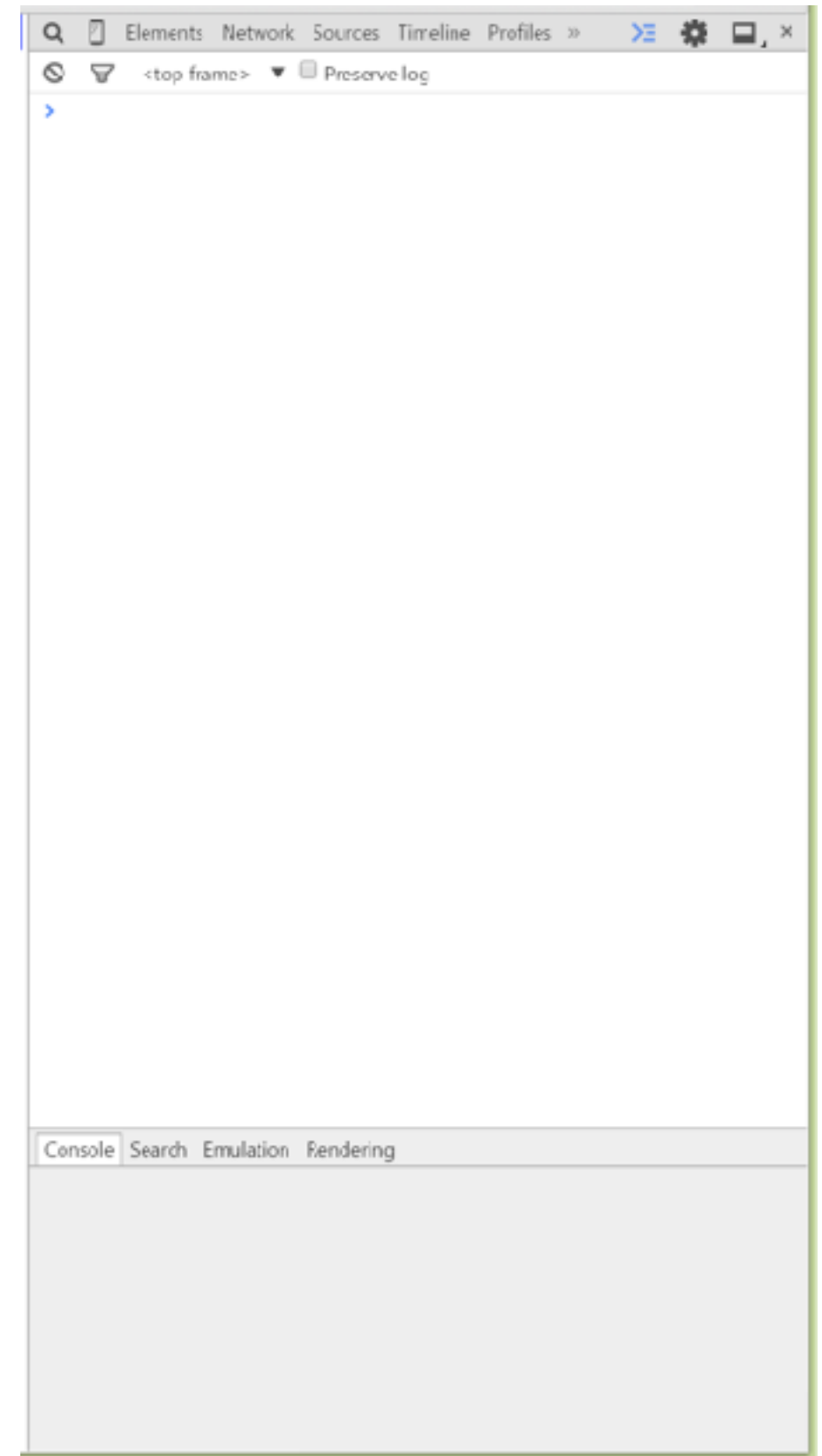
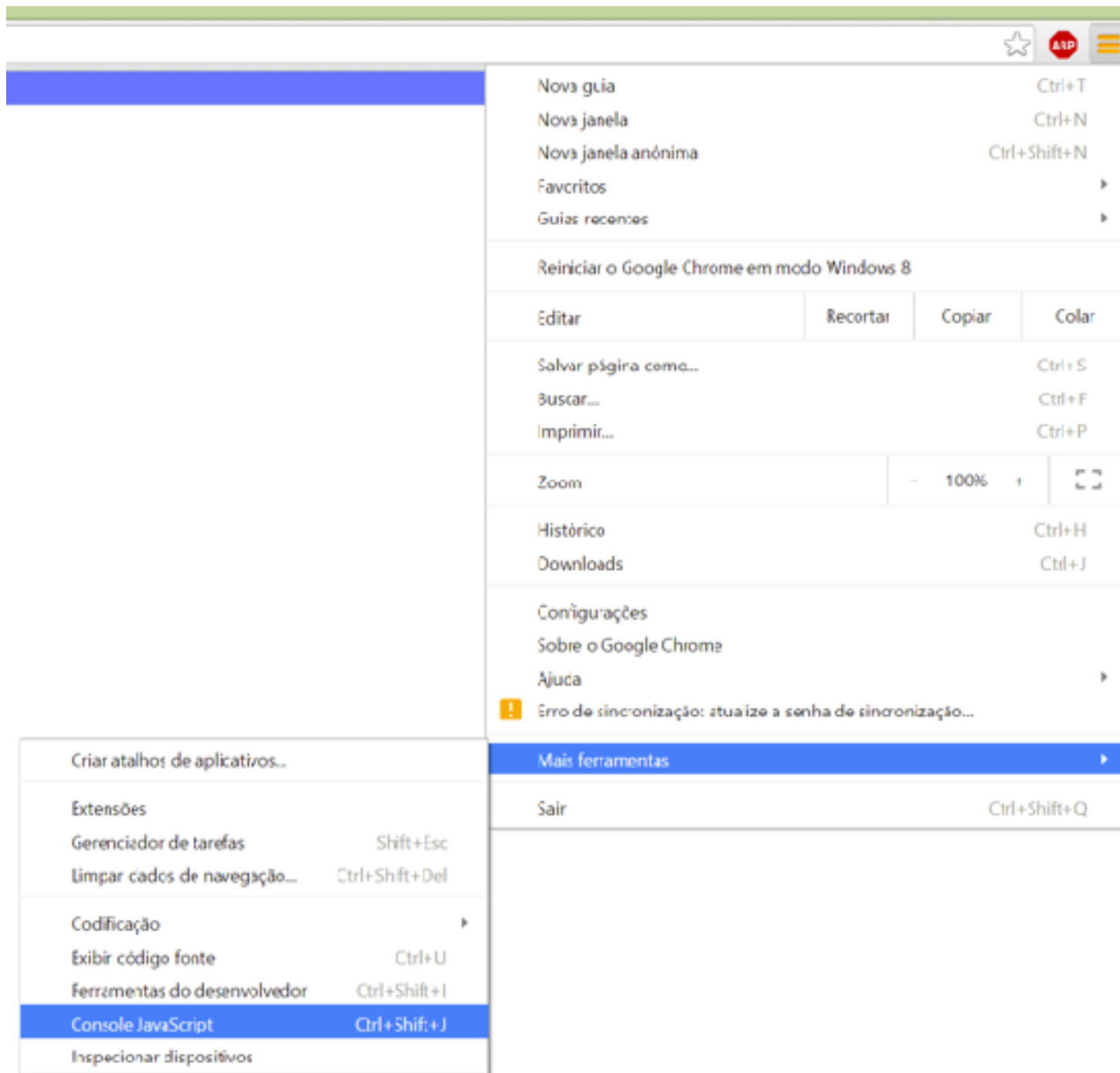
```
php -S localhost:8888 PHP
```

```
ruby -run -e httpd . -p 8888 Ruby
```

Depois é só acessar <http://localhost:8888/>

Outra alternativa: usar o NWJS (<http://nwjs.io>) ou Safari (OS X).

Abrindo o console de desenvolvimento



Relembrando Javascript e HTML

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <meta charset="utf-8">
  <style>
    body {
      padding:0px;
      padding-top:2px;
    }

    #textoInfo{
      color:white;
      background-color:red;
      padding:5px;
    }

    .miniTexto{
      color:red;
      background-color:yellow;
      font-size:7pt;
      padding:1px;
    }

    #textoInfo .miniTexto{
      color:blue;
      background-color:gray;
      font-size:9pt;
      padding:1px;
    }

  </style>

  <script src="d3.min.js"></script>

  <body>
    <span>Texto normal</span>

    <span class="miniTexto">Este é um mini texto.</span>

    <span class="miniTexto">Este também é um mini texto.</span>

    <span id="textoInfo">
      Este é um texto informativo
      <span class="miniTexto">Mini texto no texto informativo.</span>
      <span style="background-color:white;color:black;">
        Texto formatado.
      </span>
    </span>

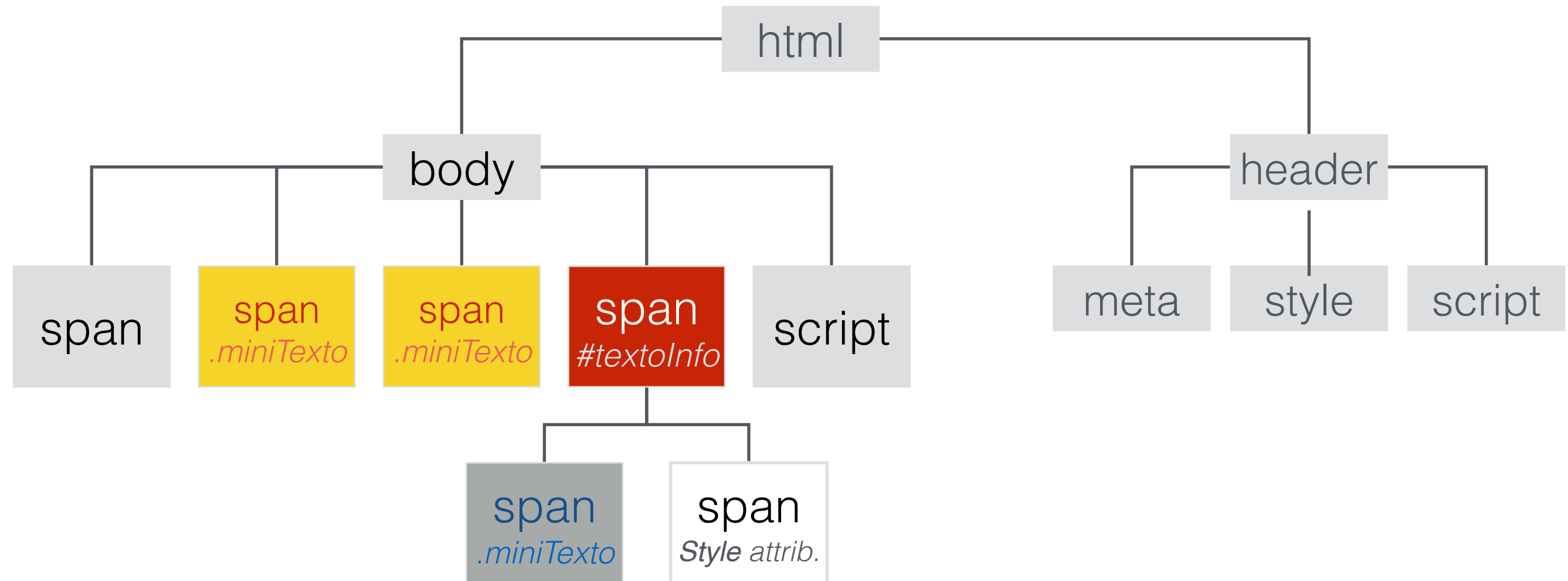
    <script src="relembrandoJavascript.js"></script>

  </body>
</html>
```

Texto normal Este é um mini texto. Este também é um mini texto. Este é um texto informativo Mini texto no texto informativo. Texto formatado

Relembrando Javascript e HTML

Estrutura DOM e seletores



Relembrando Javascript e HTML

```
// Este eh um comentario

//Definindo uma função
function umaFuncao(primeiroParametro, segundoParametro){
    return primeiroParametro + segundoParametro
}

// Cria uma variável a partir de um string
var umString = "texto";

// Cria uma array
var umaArray = ["elemento1", umString, 10, 5, umaFuncao];

// Imprime todos os elementos de umaArray
for(var i=0; i<umaArray.length; i++){
    console.log(umaArray[i]);
}
```

```
// Monta um Objeto (também funciona como object)
var umObjeto = {
    "umaPropriedade": "valorDeUmaPropriedade",
    "outraPropriedade":10,
    50: umaFuncao,
    "umaFuncaoAnonima": function(parametro1){
        return parametro1*2;
    },
    "valorBooleano": true
}

console.log(umObjeto["umaPropriedade"]);
// Imprime "valorDeUmaPropriedade"

console.log(umObjeto.outraPropriedade);
// Imprime 10

console.log(umObjeto.umaFuncaoAnonima(2));
// Imprime 4

// Imprime todas as propriedades do objeto
for(var propriedade in umObjeto) {
    if(umObjeto.hasOwnProperty(propriedade)){
        console.log(propriedade+":"+umObjeto[propriedade]);
    }
}
```

Introdução ao d3.js



Introdução ao d3.js



```
// Criando elementos
d3.select("body") // Seleciona onde começar
  .selectAll("p") // Seleciona todos os paragrafos de "body"
  .data(pessoas) // Associa o dado pessoas a cada p
  .enter() // Considera apenas elementos faltando.
  .append("p") // Acrescenta paragrafos se estiver faltando p

// Atualizando elementos
d3.select("body") // Seleciona onde começar
  .selectAll("p") // Seleciona todos os paragrafos de "body"
  .text(function(d) {
    // atribui o texto de cada paragrafo
    // em função dos dados associados
    return "A altura de "+d.nome+" é "+d.altura+"m.";
  })
  .style("font-size", function(d){
    // atribui o tamanho de cada paragrafo
    // em função dos dados associados
    return ((d.altura-1.5)*50.0+10)+"px";
  })
```

```
var pessoas = [
  {altura:1.65, nome: "Ana"},
  {altura:1.71, nome: "Andre"},
  {altura:1.75, nome: "Pedro"},
  {altura:1.79, nome: "Diogo"},
  {altura:1.69, nome: "Maria"},
  {altura:1.62, nome: "Lucia"},
  {altura:1.81, nome: "Rafael"},
]
```

A altura de Ana é 1.65m.
A altura de Andre é 1.71m.
A altura de Pedro é 1.75m.
A altura de Diogo é 1.79m.
A altura de Maria é 1.69m.
A altura de Lucia é 1.62m.
A altura de Rafael é 1.81m.

Atualizando dados

```
var paragraphs = d3.select("body") // Seleciona onde começar
  .selectAll("p") // Seleciona todos os paragrafos de "body"
  .data(pessoasSelecionadas); // Associa o dado pessoas a cada p

// Criando paragrafos para dados inexistentes
paragraphs.enter() // Considera apenas elementos faltando.
  .append("p") // Acrescenta paragrafos se estiver faltando p

// Atualizando elementos
paragraphs.text(function(d) {
  // atribui o texto de cada paragrafo
  // em função dos dados associados
  return "A altura de "+d.nome+" é "+d.altura.toFixed(2)+"m.";
})
.style("font-size",function(d){
  // atribui o tamanho de cada paragrafo
  // em função dos dados associados
  return ((d.altura-1.5)*50.0+10)+"px";
})

// Removendo elementos extras
paragraphs.exit()
  .remove();
```

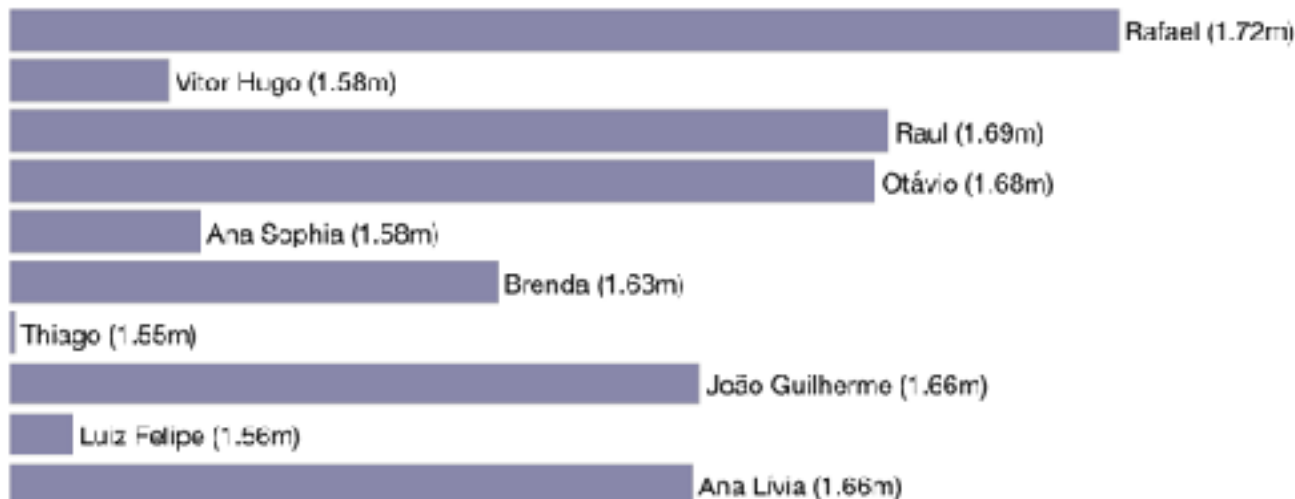
Introdução ao d3.js

```
var width = 500;
var margin = 200;
var barHeight = 20;

//calcula a altura máxima e mínima
var alturaMaxima = d3.max(pessoasSelecionadas, function(d){
    return d.altura;
});
var alturaMinima = d3.min(pessoasSelecionadas, function(d){
    return d.altura;
});

var x = d3.scale.linear() // Define o dominio no mundo dos dados.
    .domain([alturaMinima, alturaMaxima])
    .range([0, width]); // Define a amplitude no mundo da tela.

//Cria um elemento svg no body da pagina
var svg = d3.select("body")
    .append("svg")
    .attr("width", width+margin)
    .attr("height", (barHeight+3) * pessoasSelecionadas.length);
```



```
// Cria uma barra para cada pessoa selecionada
var bar = svg.selectAll("g.bar")
    .data(pessoasSelecionadas)
    .enter()
    .append("g")
    .classed("bar", true)
    .attr("transform", function(d, i) {
        return "translate(0," + i * (barHeight+3) + ")";
    });

// Adiciona um retangulo para formar as barras
bar.append("rect")
    .attr("width", function(d) {
        return x(d.altura)+2;
    })
    .attr("height", barHeight - 1);

//Adiciona o nome do individuo ao lado do retangulo
bar.append("text")
    .attr("x", function(d) {
        return x(d.altura) +5;
    })
    .attr("y", barHeight / 2)
    .attr("dy", ".35em")
    .text(function(d) {
        return d.nome+" (" +d.altura.toFixed(2)+"m)";
    });
```

Pasta: *03 - Plots simples*

Formas simples do SVG



rect - Retângulo.

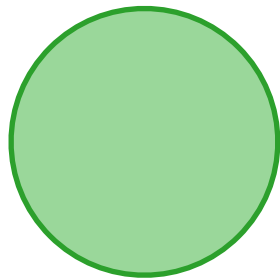
x, y - Coordenadas do retângulo (a partir do topo esquerdo).

width, height - Tamanhos do retângulo.

fill - Cor de preenchimento interno

stroke - Cor de contorno.

stroke-width - Largura do contorno.



circle - Círculo.

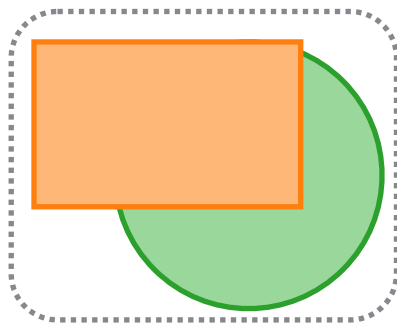
cx, cy - Coordenadas do círculo (a partir do centro).

r - Raio.

fill - Cor de preenchimento interno

stroke - Cor de contorno.

stroke-width - Largura do contorno.



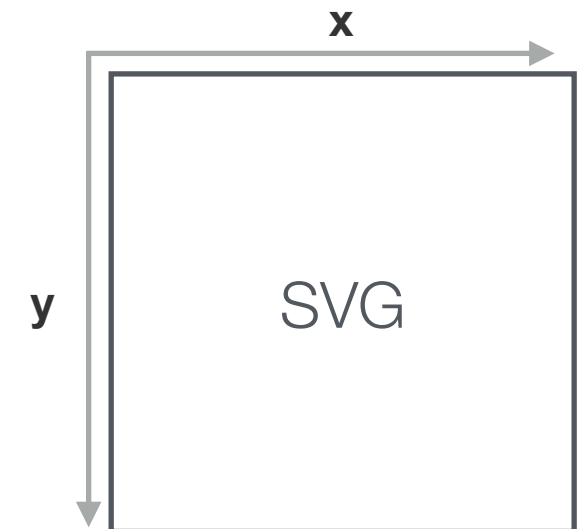
g - Grupo

transform - Transformações do espaço:

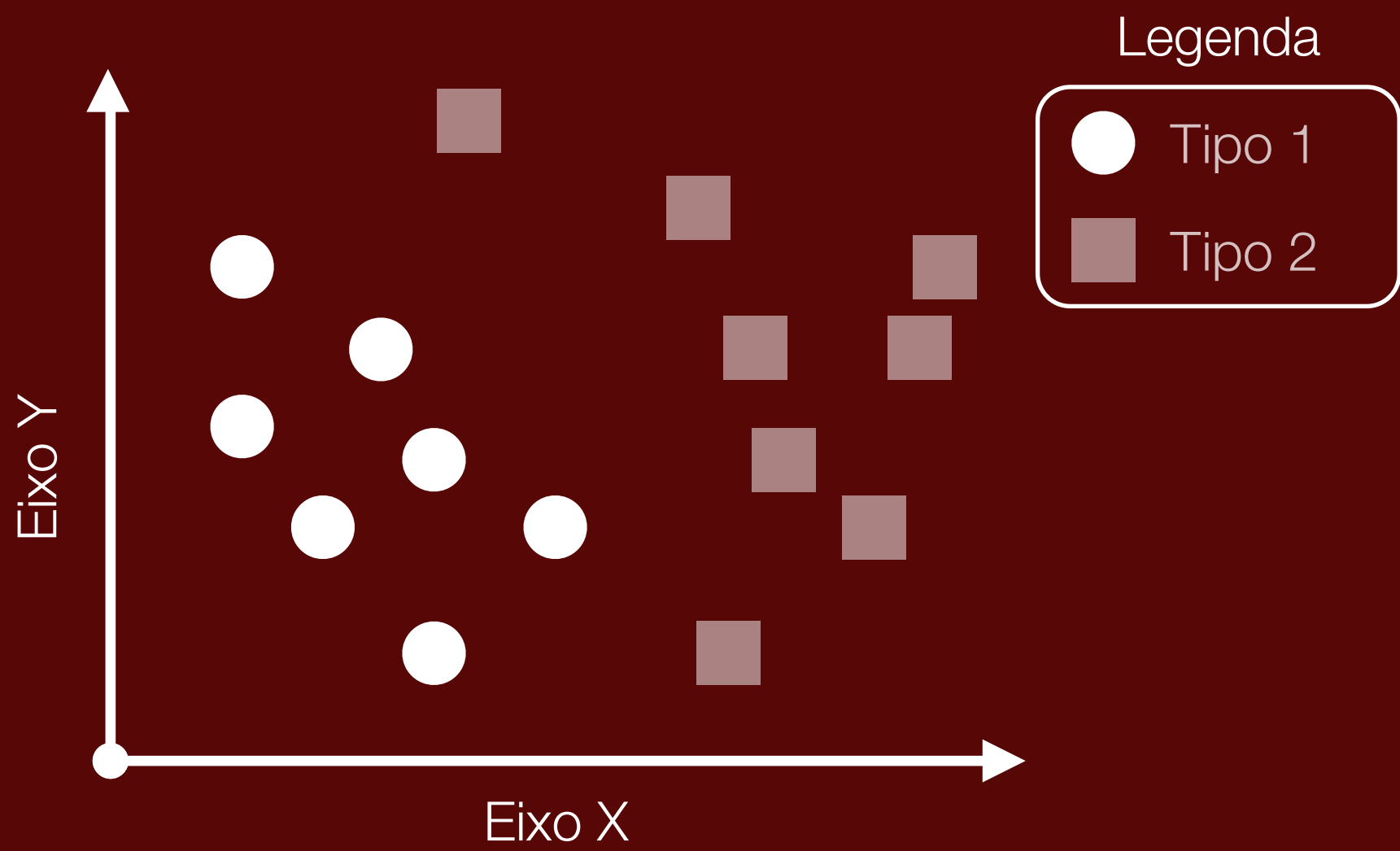
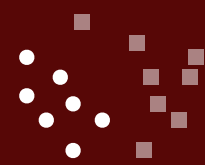
rotate(angulo, [centroX centroY])

scale(escalaX, [escalaY])

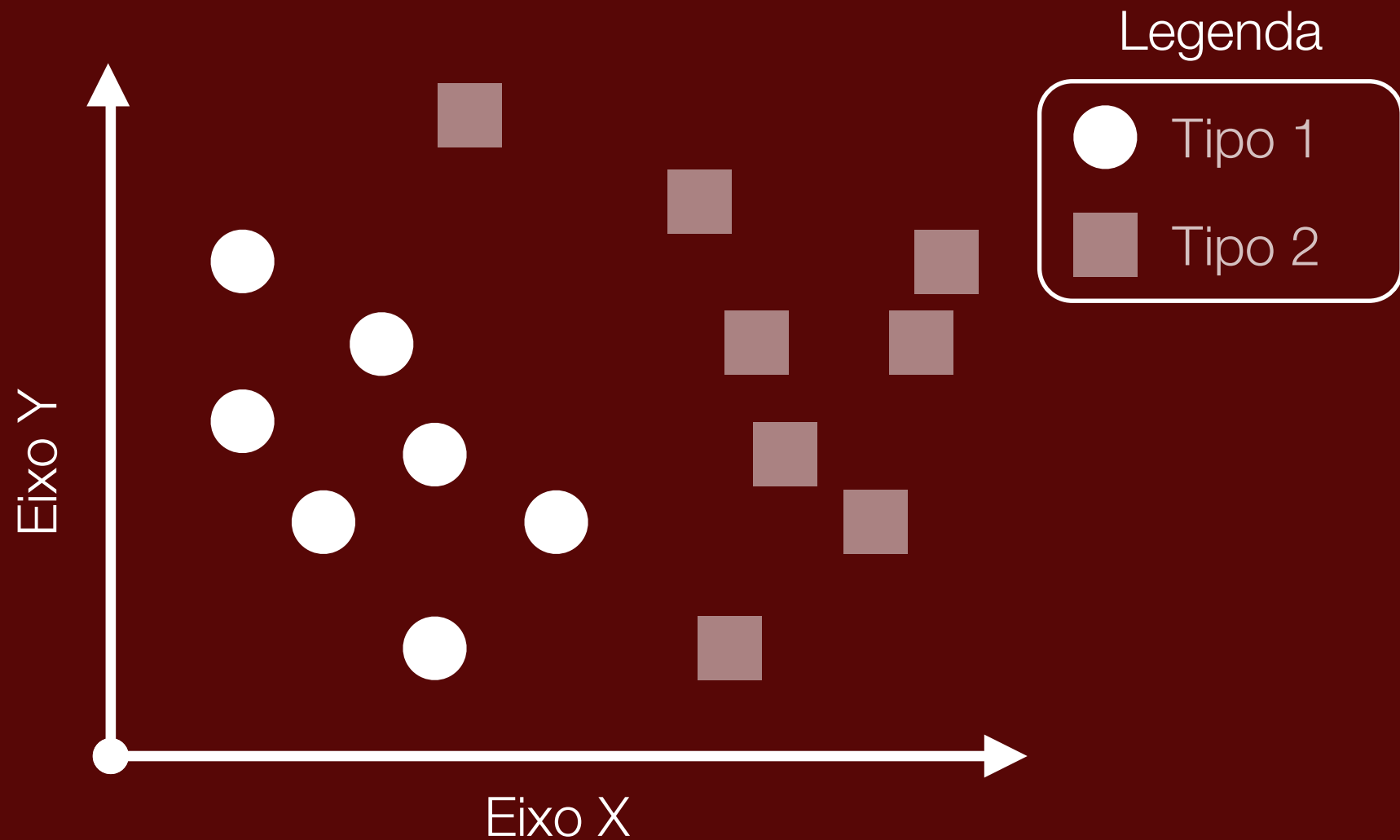
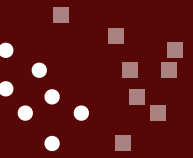
translate(deslocX, [deslocY])



Scatter plots



Scatter plots



Mapeamento de dados multi-variados

Valores numéricos

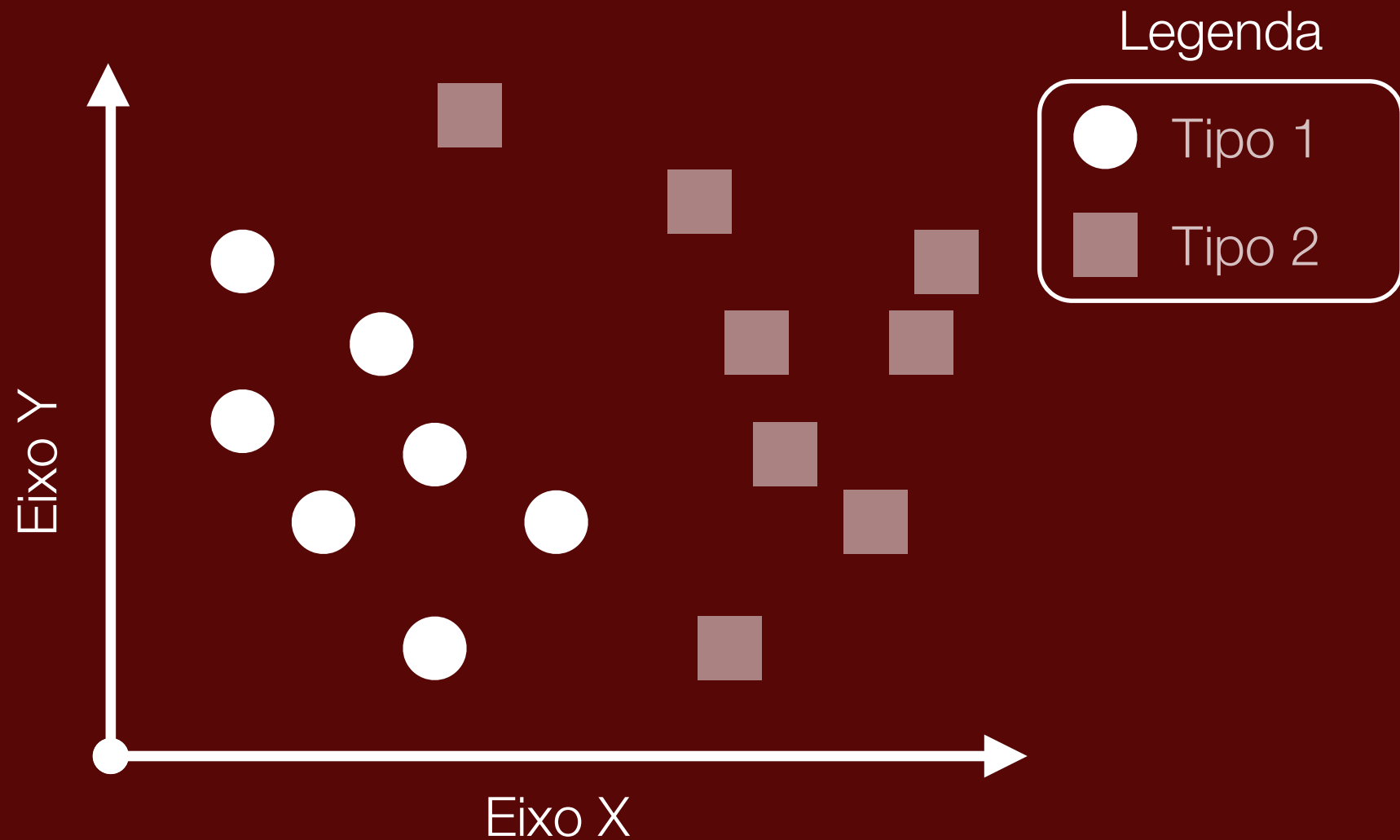
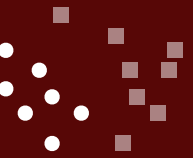
Categorias

Posição

Cores

Formas

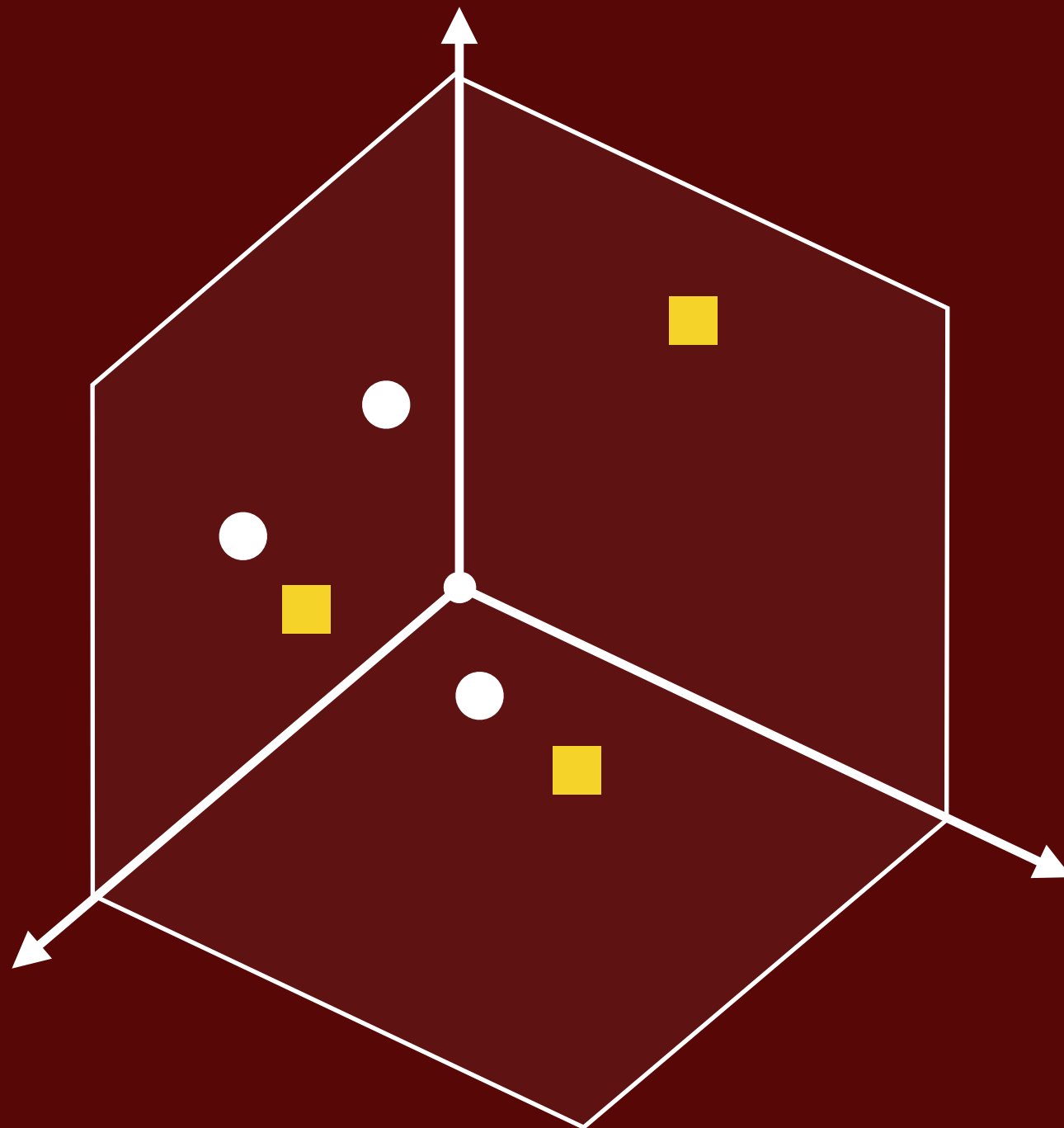
Scatter plots



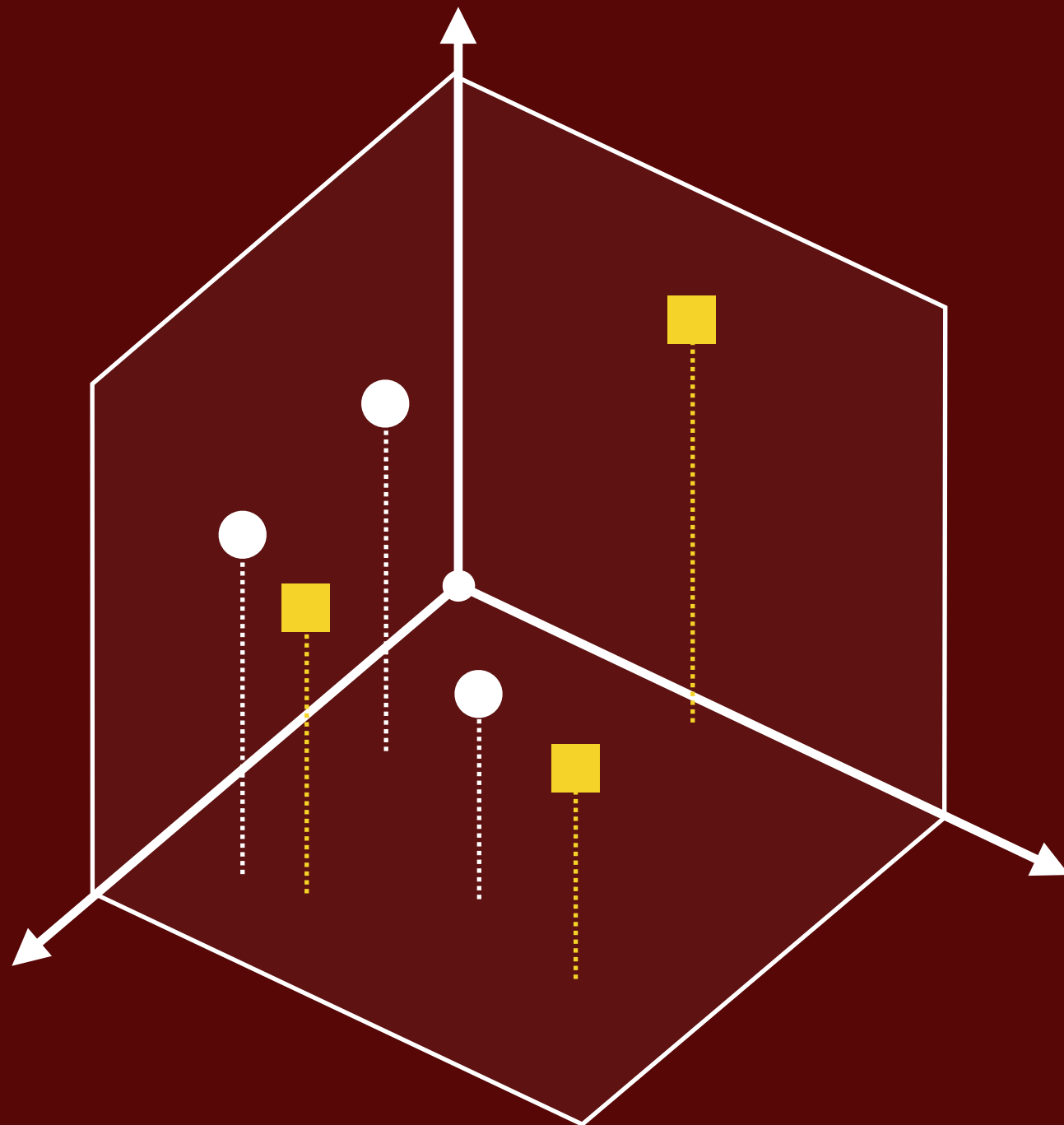
Mapeamento de dados multi-variados

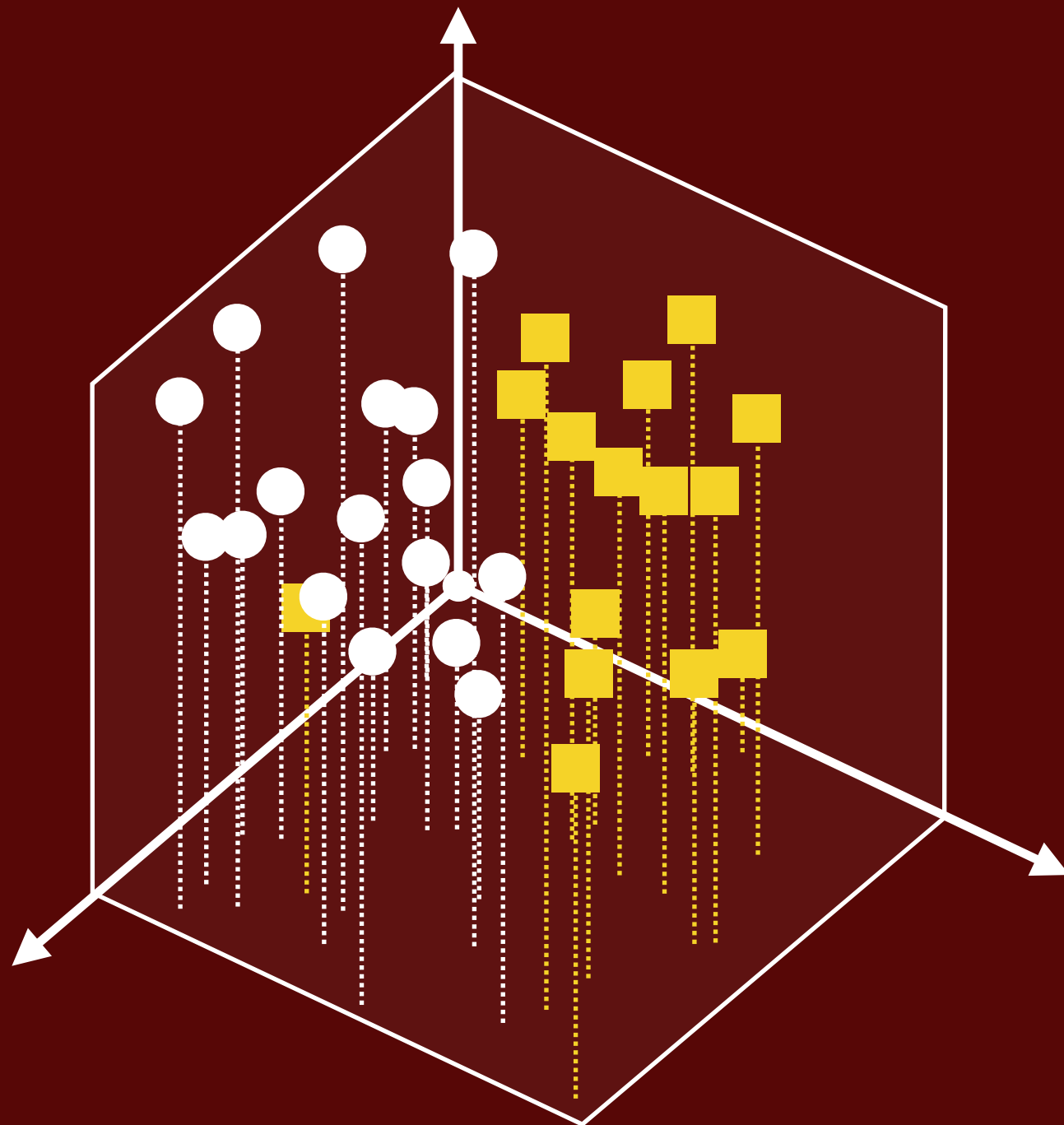


Dados com alta dimensão

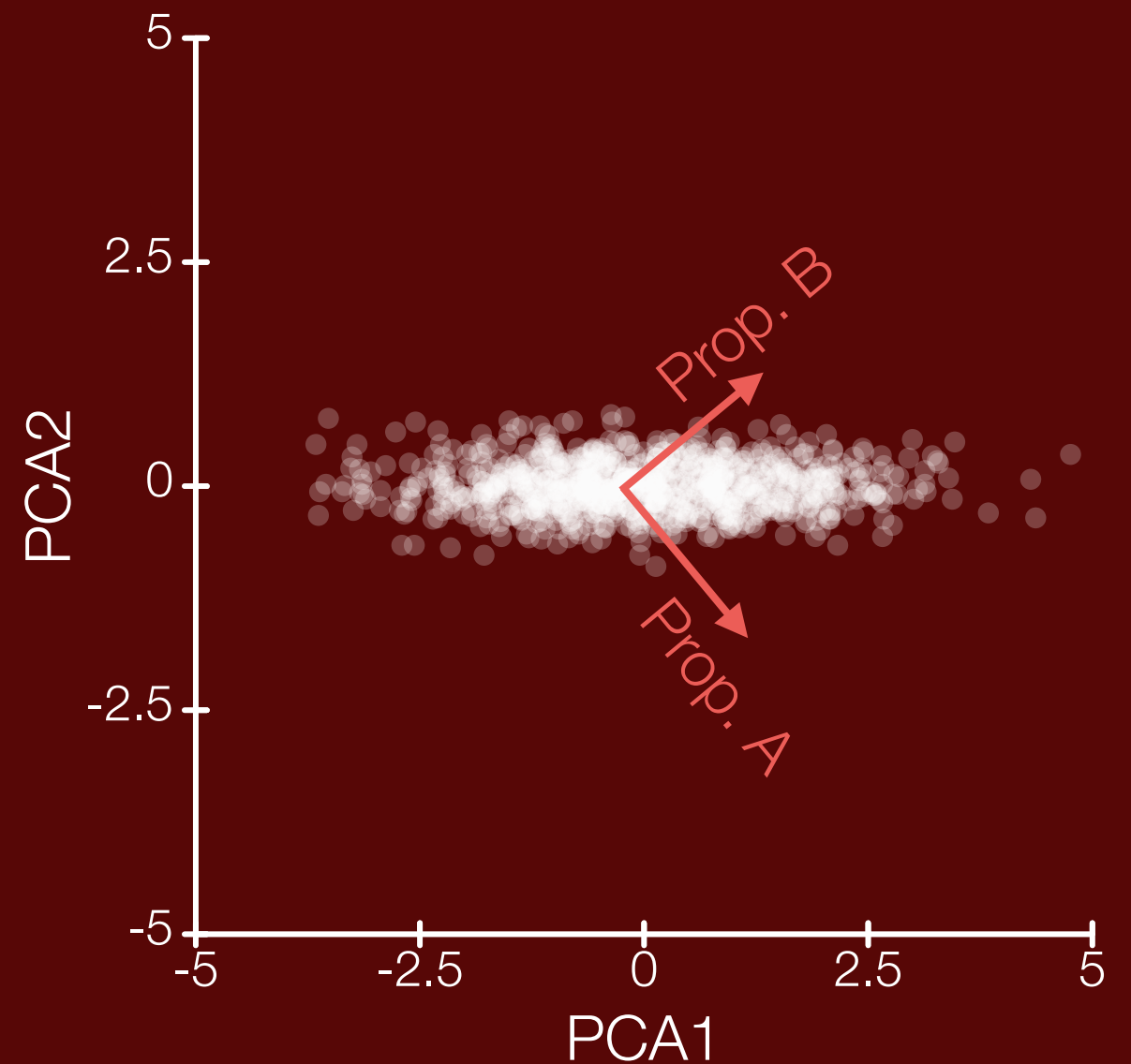
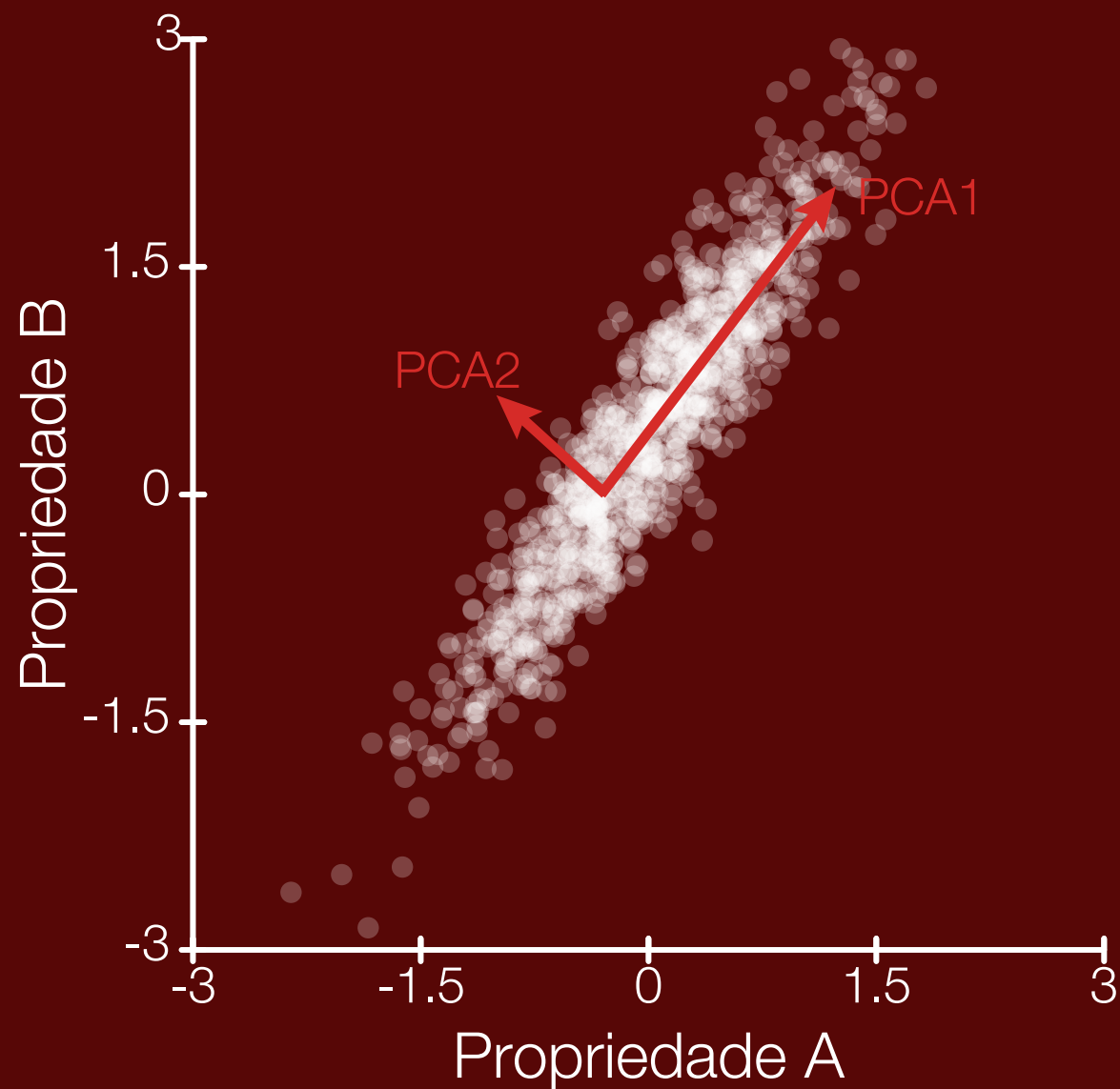


Dados com alta dimensão





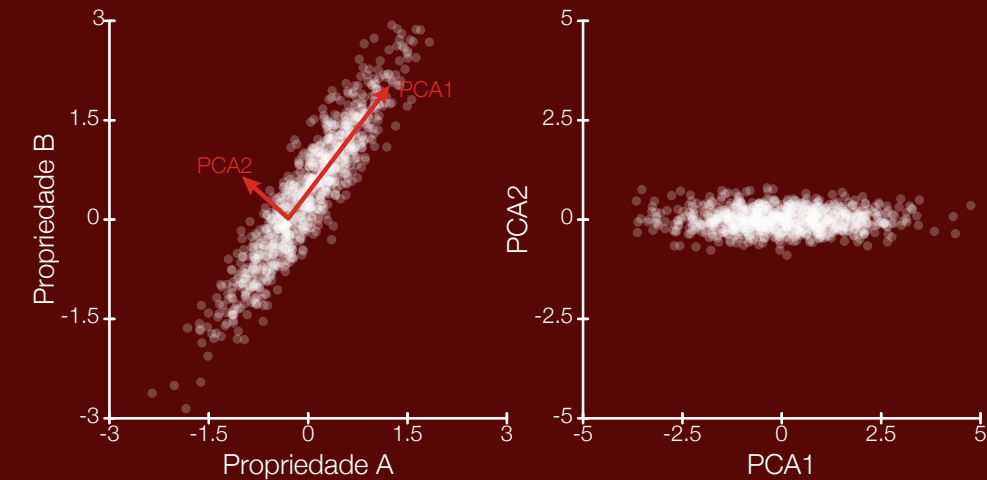
Redução de dimensionalidade - PCA



Redução de dimensionalidade - PCA

$$\Sigma_{ij} = \text{cov}(\mathbf{X}_i, \mathbf{X}_j) = \langle (\mathbf{X}_i - \langle \mathbf{X}_i \rangle)(\mathbf{X}_j - \langle \mathbf{X}_j \rangle) \rangle$$

Deseja-se encontrar uma matriz P de transformação dos dados que tente diagonalizar a matriz de covariância.



Pode-se fazer isso obtendo os autovalores λ_k e respectivos autovetores $\mathbf{p}_k$ de Σ .

Ordena-se os autovetores de acordo com os autovalores $[\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2, \mathbf{p}_3, \dots, \mathbf{p}_{n+1}]$ respectivos de modo que $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 \dots > \lambda_{n+1}$.

Ao truncar P , obtém-se uma transformação que reduz a dimensionalidade.

$$P = \begin{bmatrix} \leftarrow \mathbf{p}_1 \rightarrow \\ \leftarrow \mathbf{p}_2 \rightarrow \\ \leftarrow \mathbf{p}_3 \rightarrow \\ \vdots \\ \leftarrow \mathbf{p}_{n+1} \rightarrow \end{bmatrix}$$

$$P^3 = \begin{bmatrix} \leftarrow \mathbf{p}_0 \rightarrow \\ \leftarrow \mathbf{p}_1 \rightarrow \\ \leftarrow \mathbf{p}_2 \rightarrow \end{bmatrix}$$

Atenção, deve-se verificar também a energia acumulada, que quantifica a informação restante após a projeção.

$$E^d = \frac{\sum_{k=1}^d \lambda_k}{\sum_{k=1}^{n+1} \lambda_k} > 0.9$$

Redução de dimensionalidade

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813.
Dressée par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite. Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes; ils sont de plus écrits en travers des zones. Le rouge désigne les hommes qui entrent en Russie, le noir ceux qui en sortent. Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M.M. Chiers, de Ségur, de Fezensac, de Chambray et le journal inédit de Jacob, pharmacien de l'Armée depuis le 28 Octobre. Pour mieux faire juger à l'oeil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Jérôme et du Maréchal Davoust qui avaient été détachés sur Minsk et Mohilow et ont rejoint vers Orscha et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.

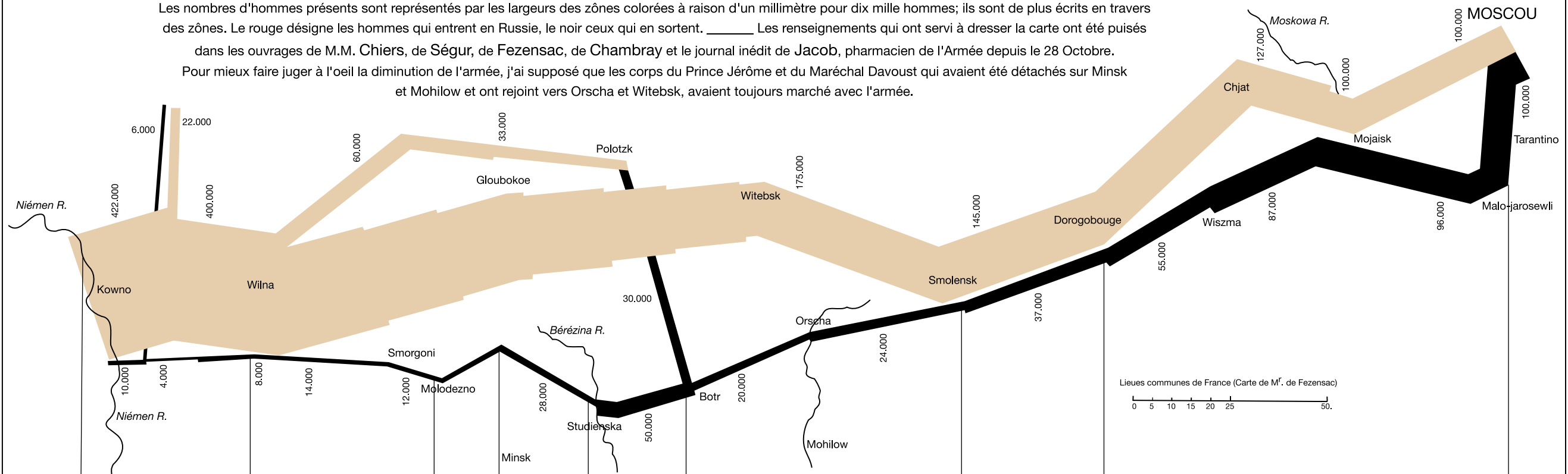
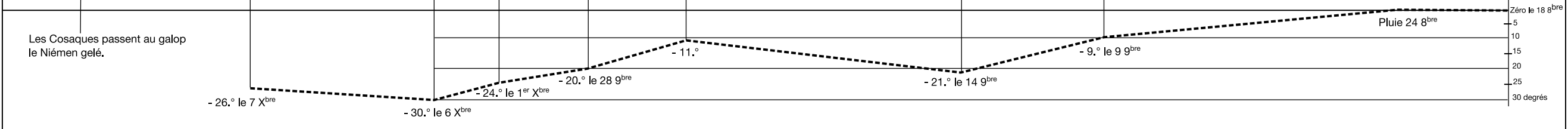


TABLEAU GRAPHIQUE de la température en degrés du thermomètre de Réaumur au dessous de zéro.



Autog. par Regnier, 8. Pas. S^m Marie S^e G^m à Paris.

[Vectorization CC-BY-SA martingrandjean.ch 2014]

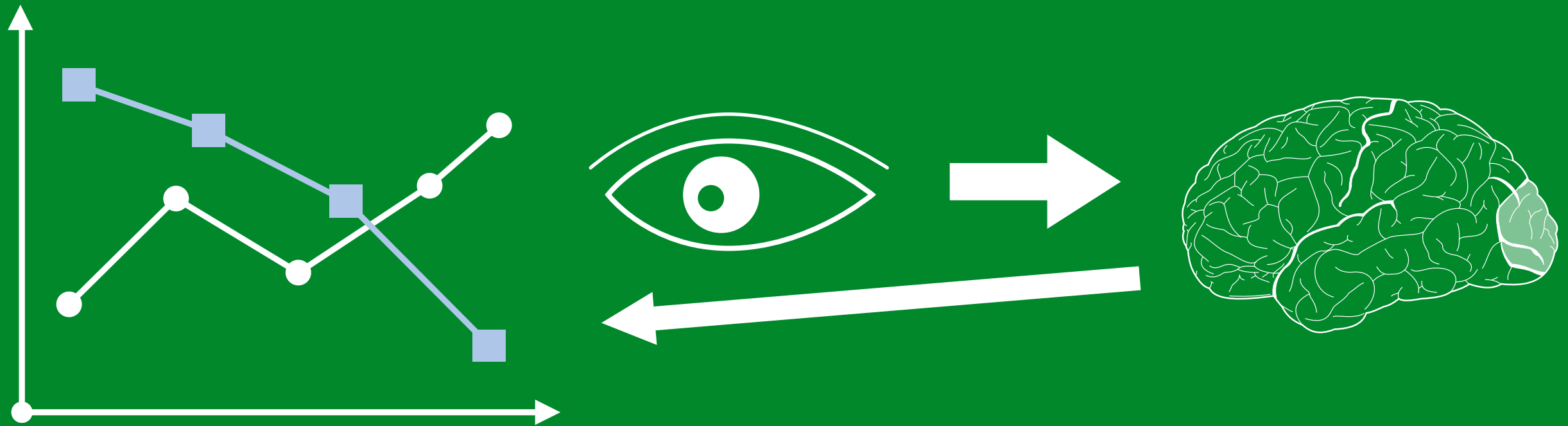
Imp. Lith. Regnier et Dourdet.

Mapa de Minard 1869

Resumo da apresentação

- **Visualização de dados**
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Minard
- **Visualização interativa**
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- **Redes Complexas**
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- **Geração de redes a partir de dados**
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- **Visualização de redes**
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- **Exemplos de visualização**
- **Ferramentas**
- **Referências**

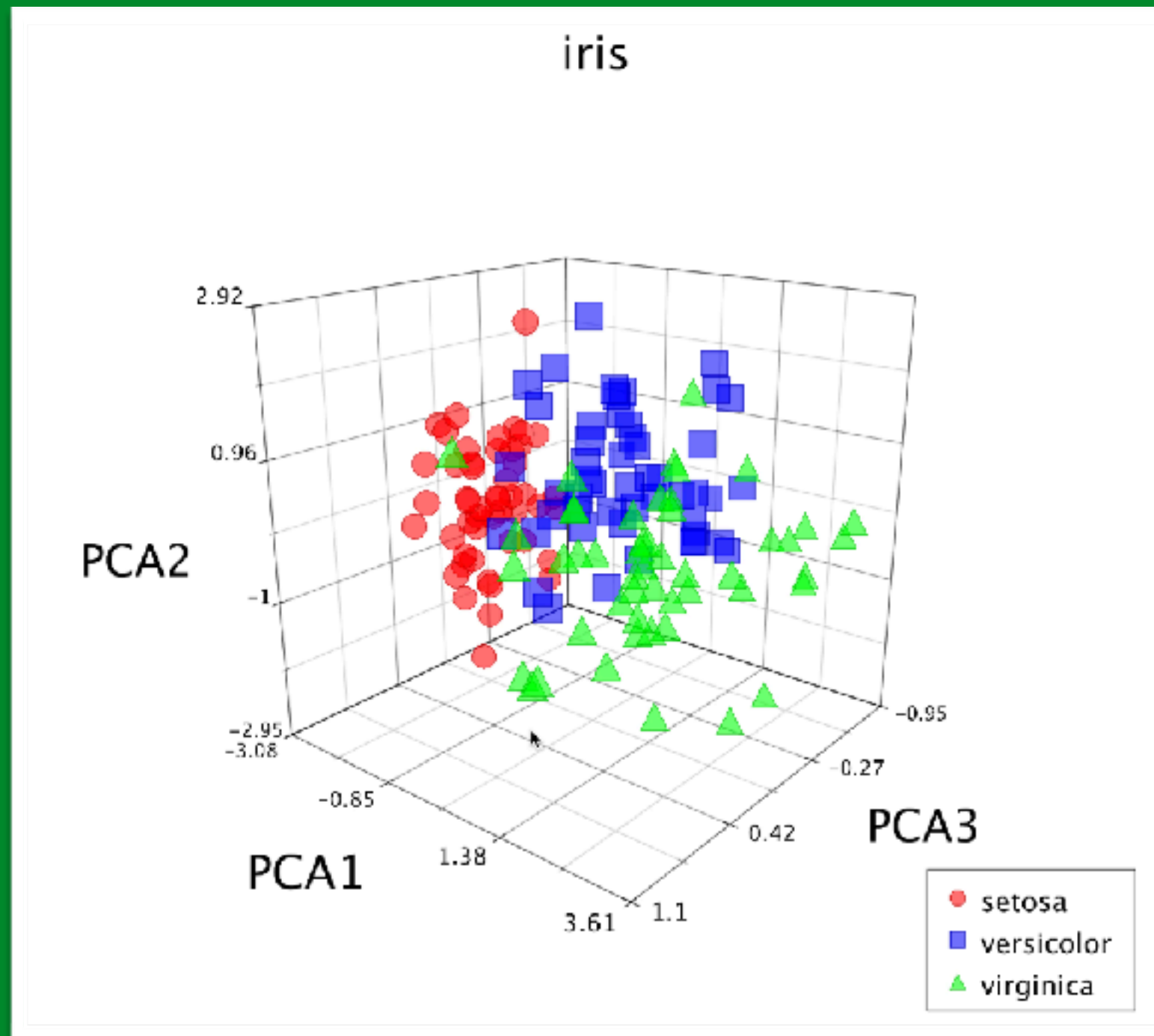
Visualização interativa de dados



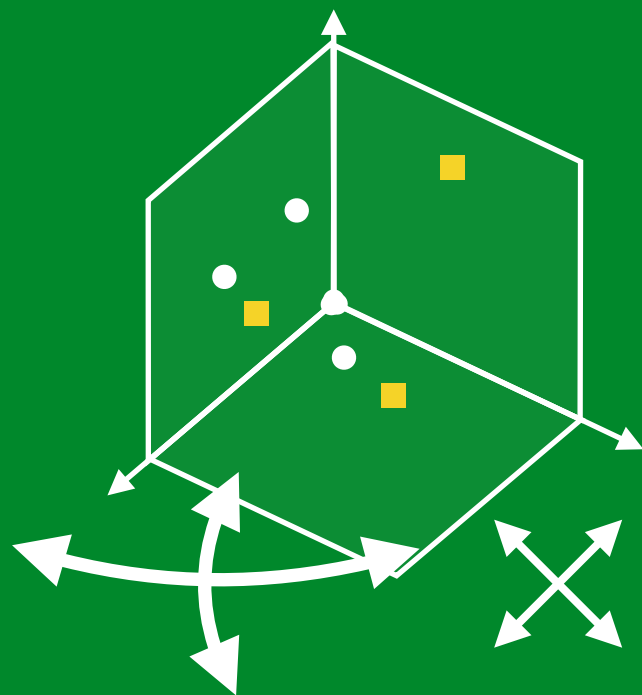
Interação torna a visualização uma ferramenta exploratória

Permite a visualização de dados complexos e mais dimensões.

Visualização interativa de dados



Visualização interativa de dados

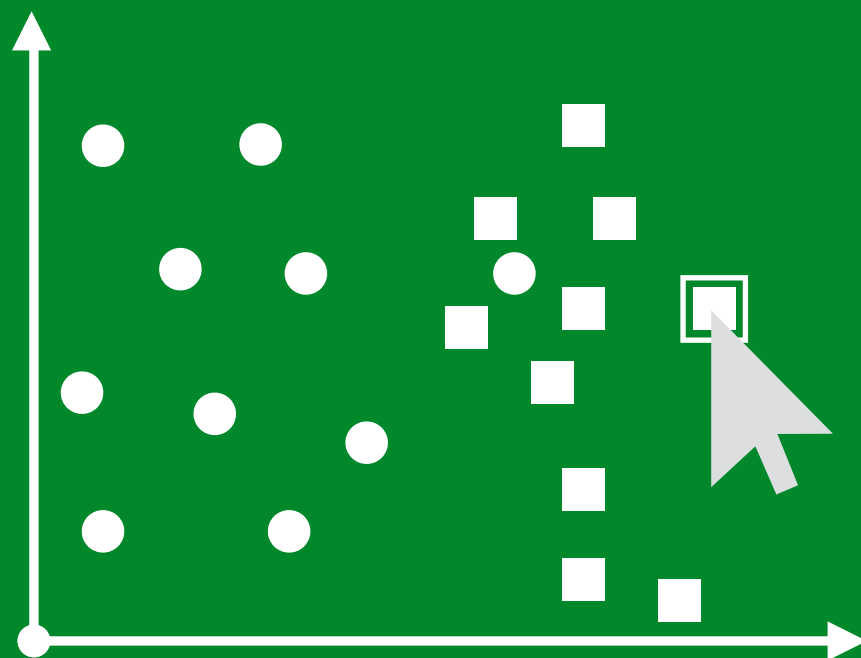


Navegação

Rotação

Escala (zoom)

Translação (panning)



Escolha, filtragem ou destaque

Brushing

Fisheye

Cruzamento de visualizações

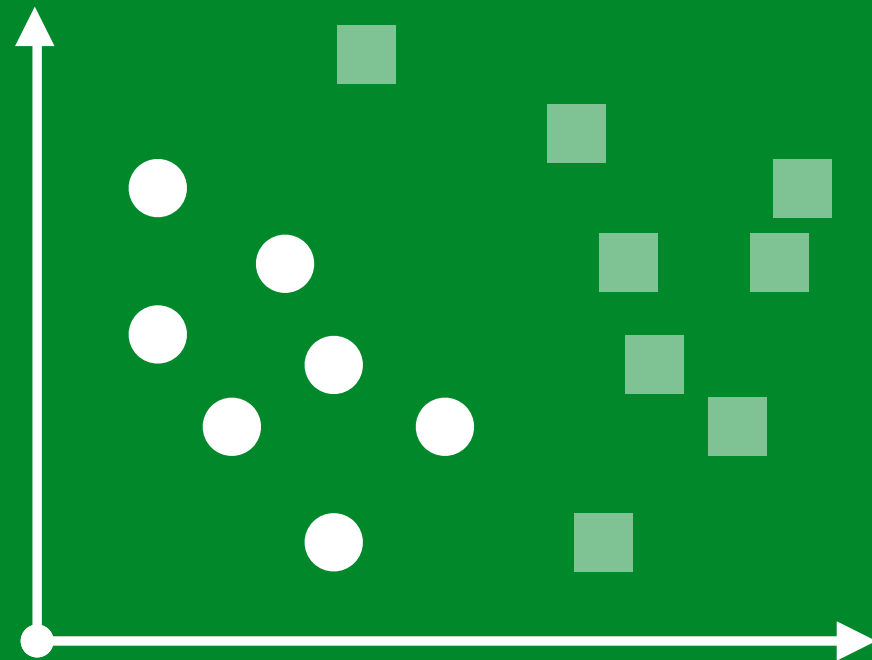
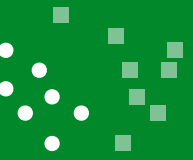


Visualização interativa de dados

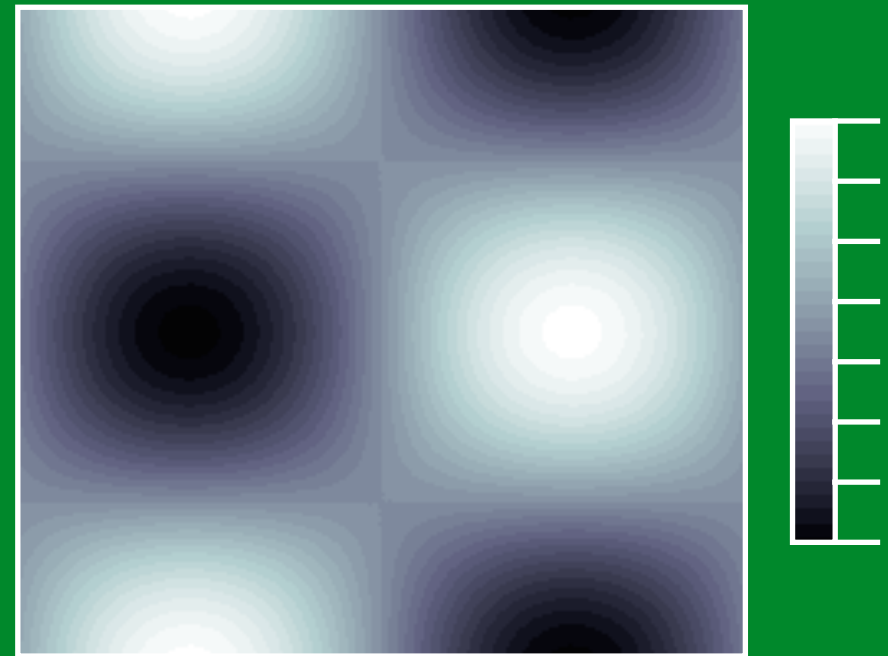
Exemplos Galeria d3.js

<https://github.com/d3/d3/wiki/Gallery>

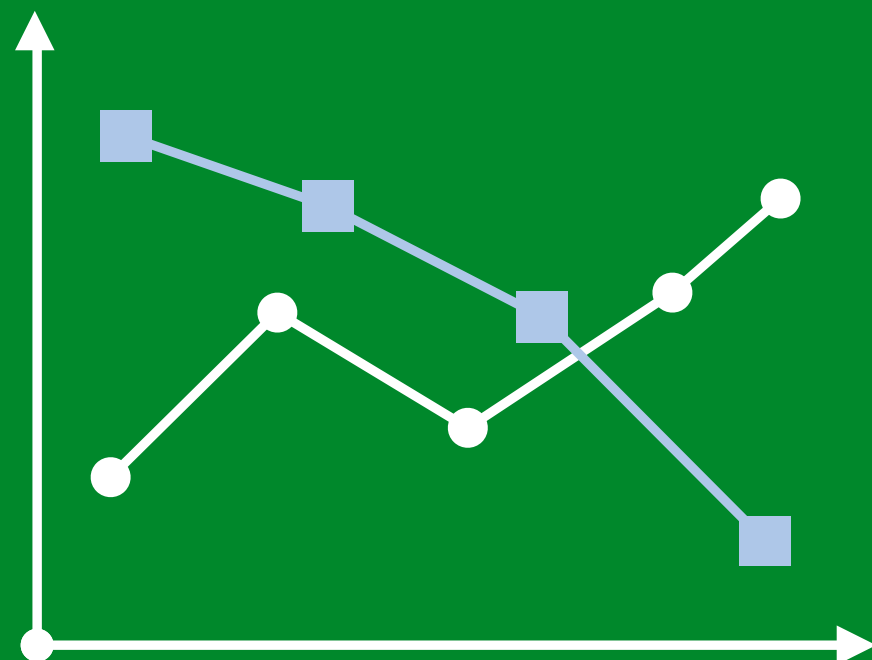
Tipos de visualização de dados



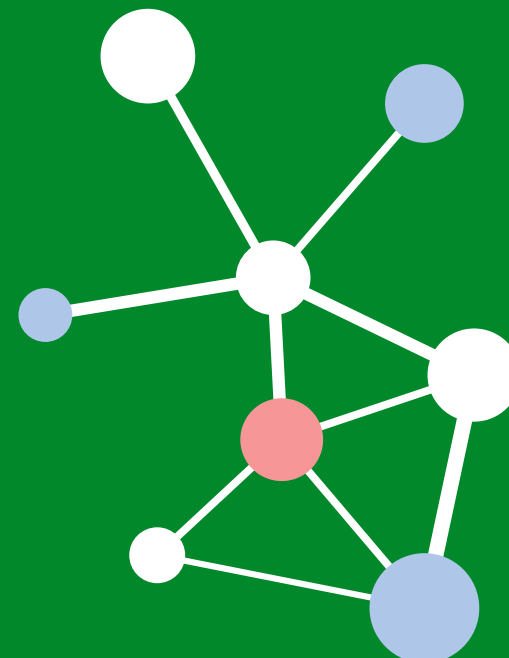
Scatter plots



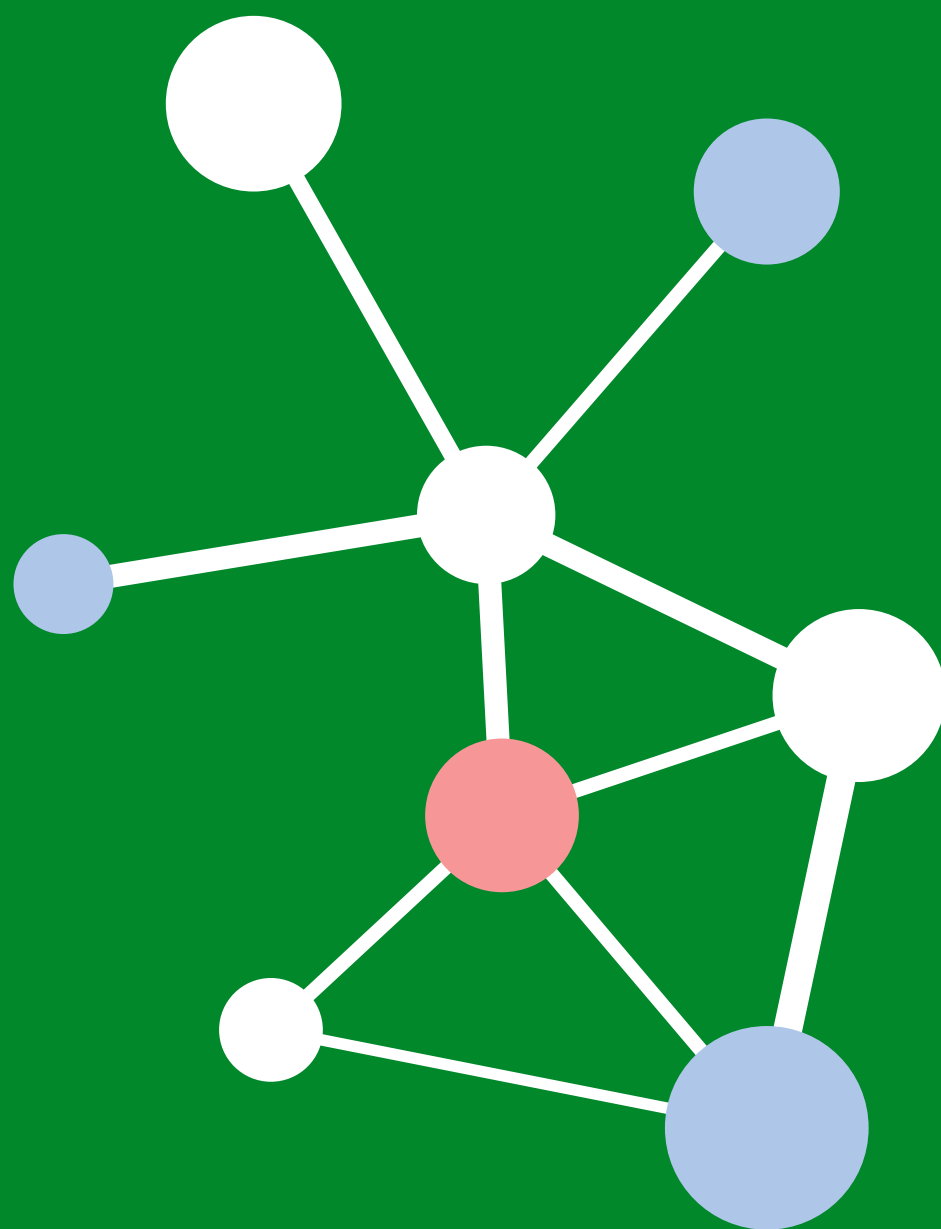
Mapas de superfície



Séries temporais e
eixos paralelos



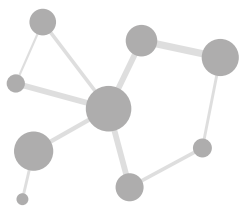
Redes



Redes?

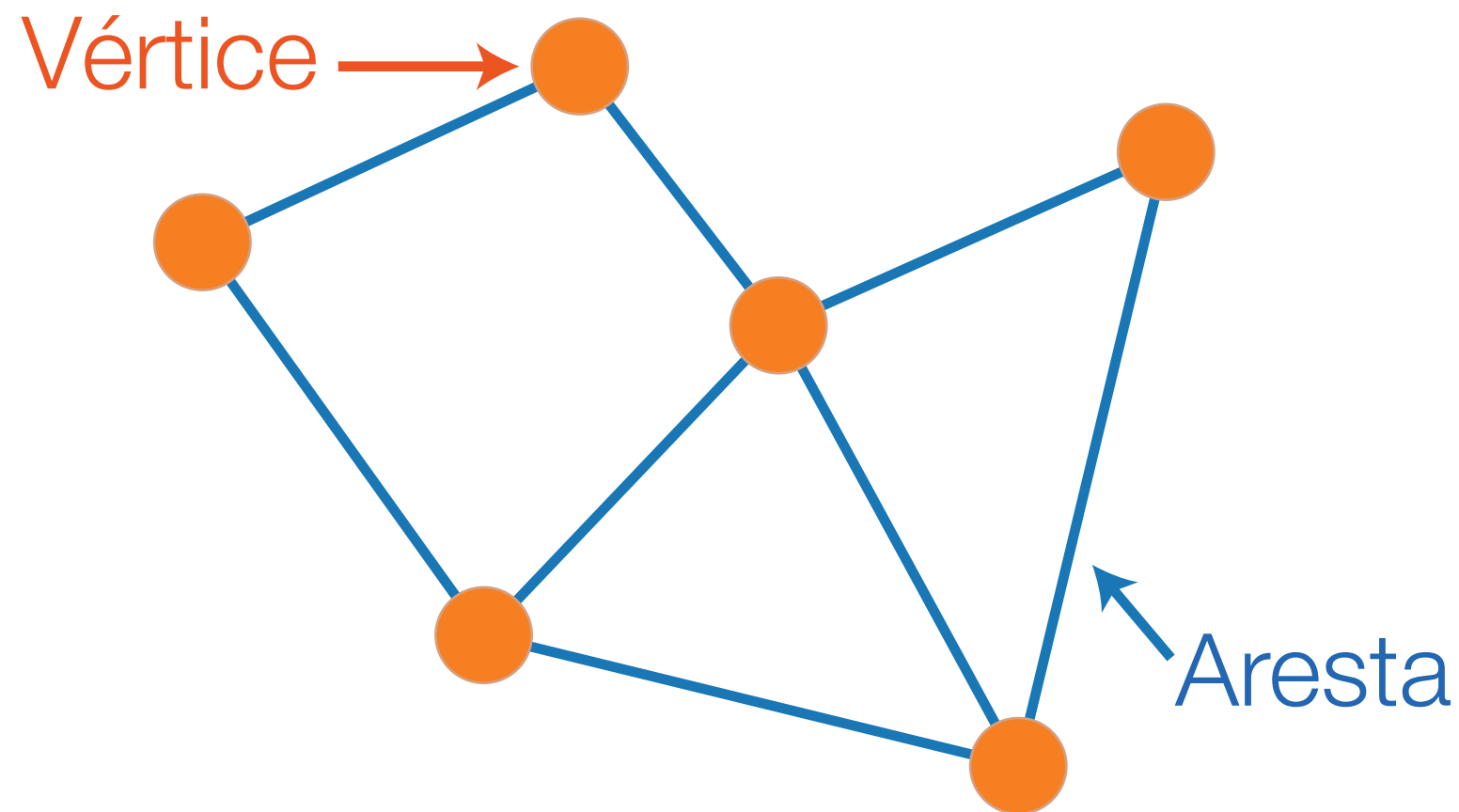
Resumo da apresentação

- **Visualização de dados**
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Monard
- **Visualização interativa**
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- **Redes Complexas**
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- **Geração de redes a partir de dados**
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- **Visualização de redes**
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- **Exemplos de visualização**
- **Ferramentas**
- **Referências**



Definição

- Grafos são estruturas abstratas constituídas por **vértices** e **arestas**.



Vértices podem representar

pesquisadores

proteínas

partículas

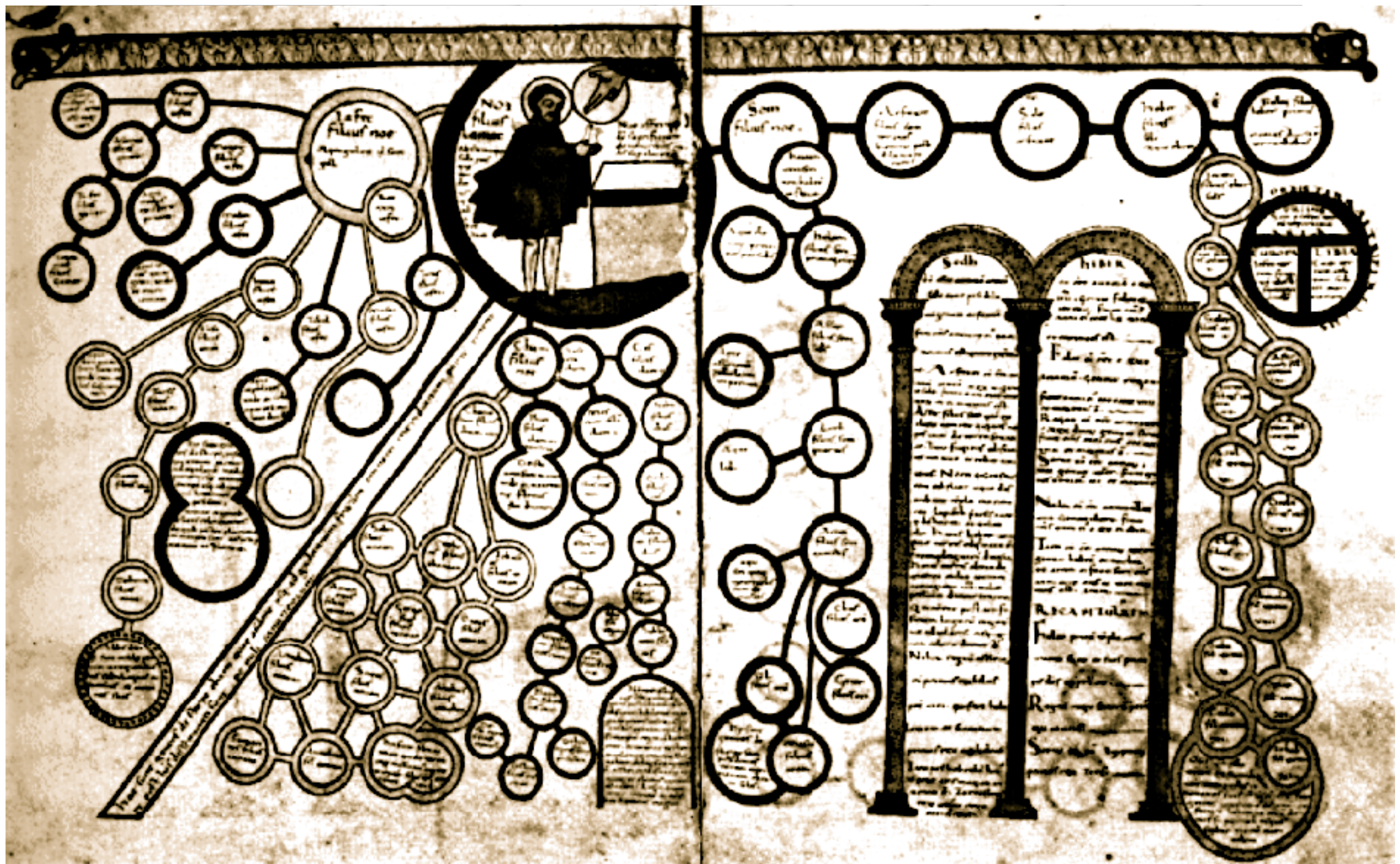
pessoas

Arestas podem representar

colaboração acadêmica

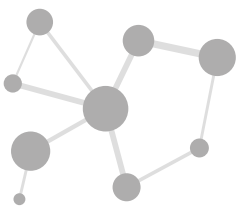
relações de amizade

semelhança funcional interações



Descendentes de Noé - séc. XI (domínio público)

Kabbalah - séc. XVI (domínio público)

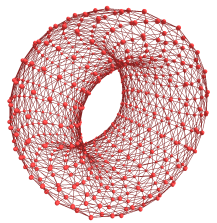


Definição

- Redes complexas são grafos.
 - Representação geral de sistemas discretos.
 - Geralmente com grande quantidade de vértices.
 - Representam ou modelam sistemas reais e/ou complexos.
 - Altamente interdisciplinar.





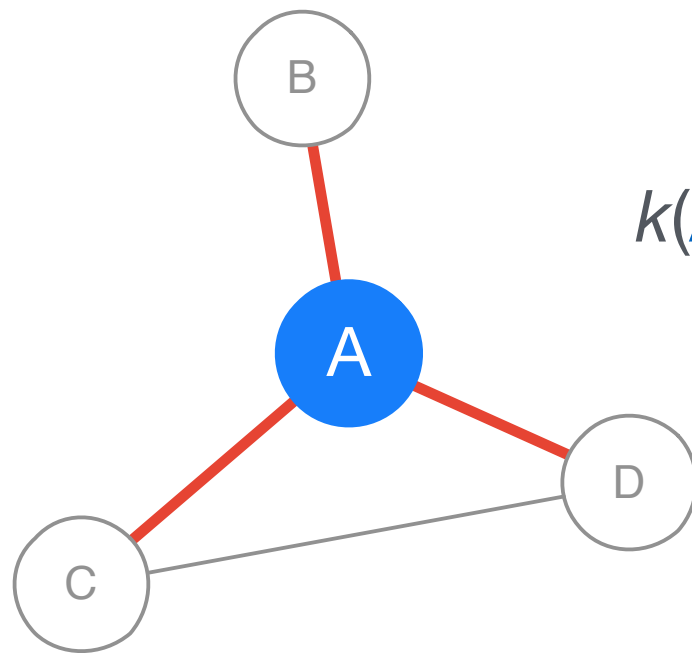


Propriedades

Grau (k)

$k(A)$ = número de conexões do vértice A .

$$k(A) = 3$$

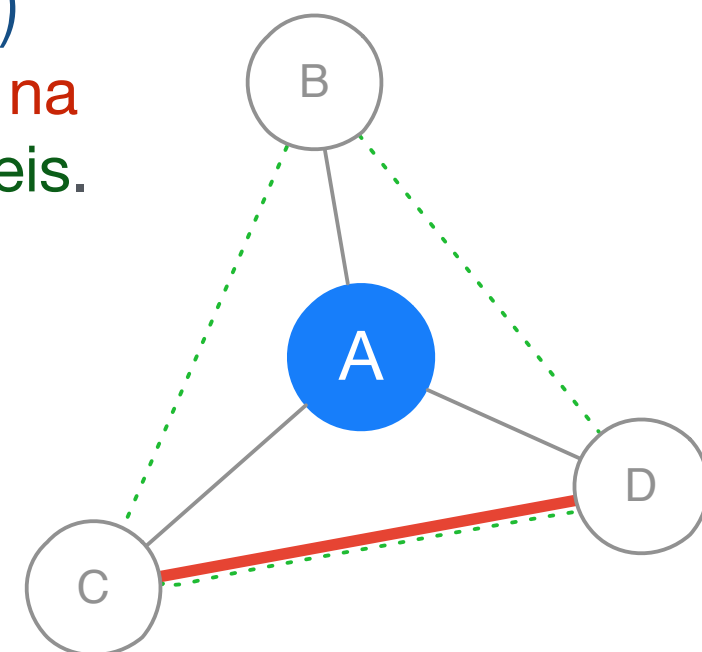


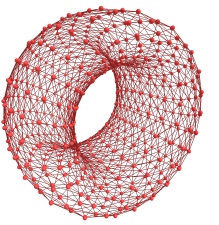
Coeficiente de Aglomeração (C_c)

$C_c(A)$ = razão entre o número de conexões na vizinhança e o número de triângulos possíveis.

$$C_c(A) = 2 \frac{e_1(A)}{n_1(A)(n_1(A) - 1)}$$

$$C_c(A) = 2 \frac{1}{3(3 - 1)} = \frac{1}{3}$$



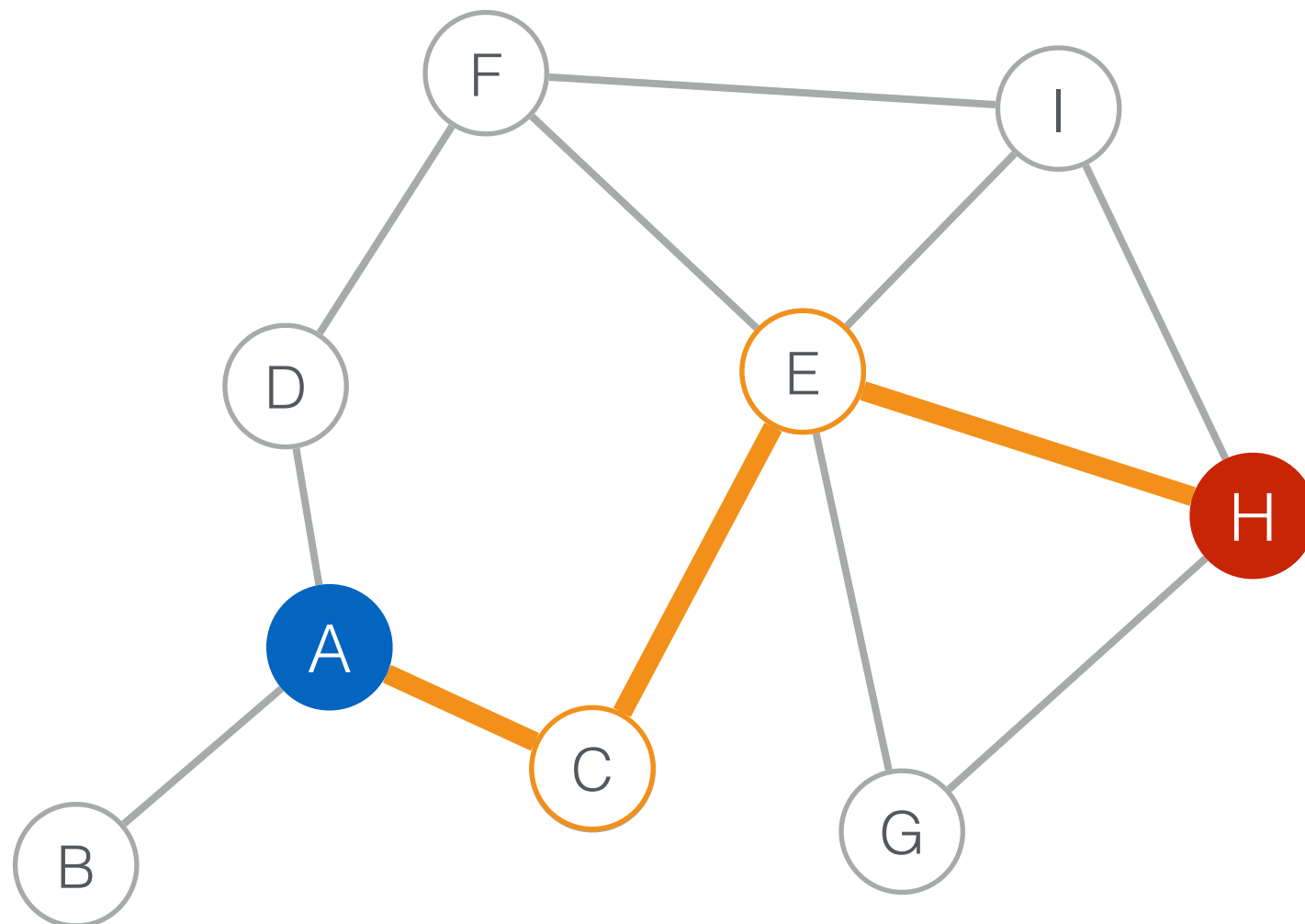


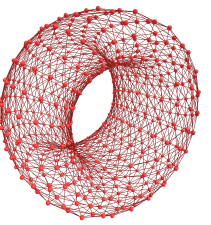
Propriedades

Caminho Mínimo

$d(A, H)$ = distância mínima, em arestas, entre dois vértices.

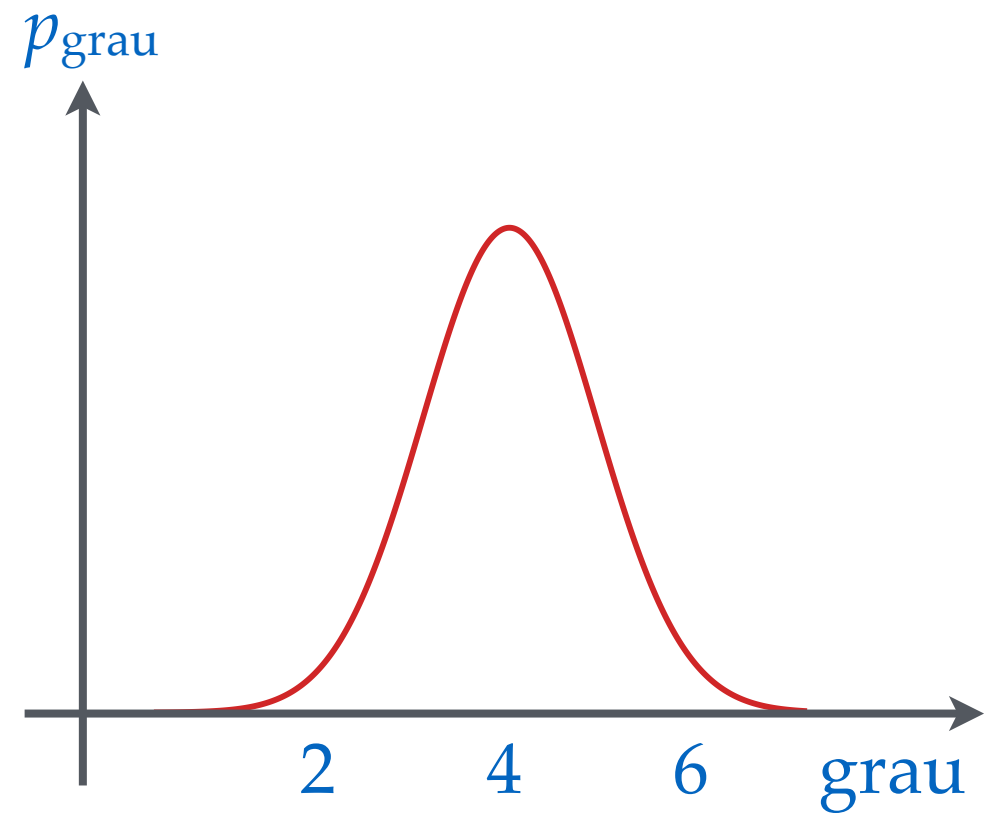
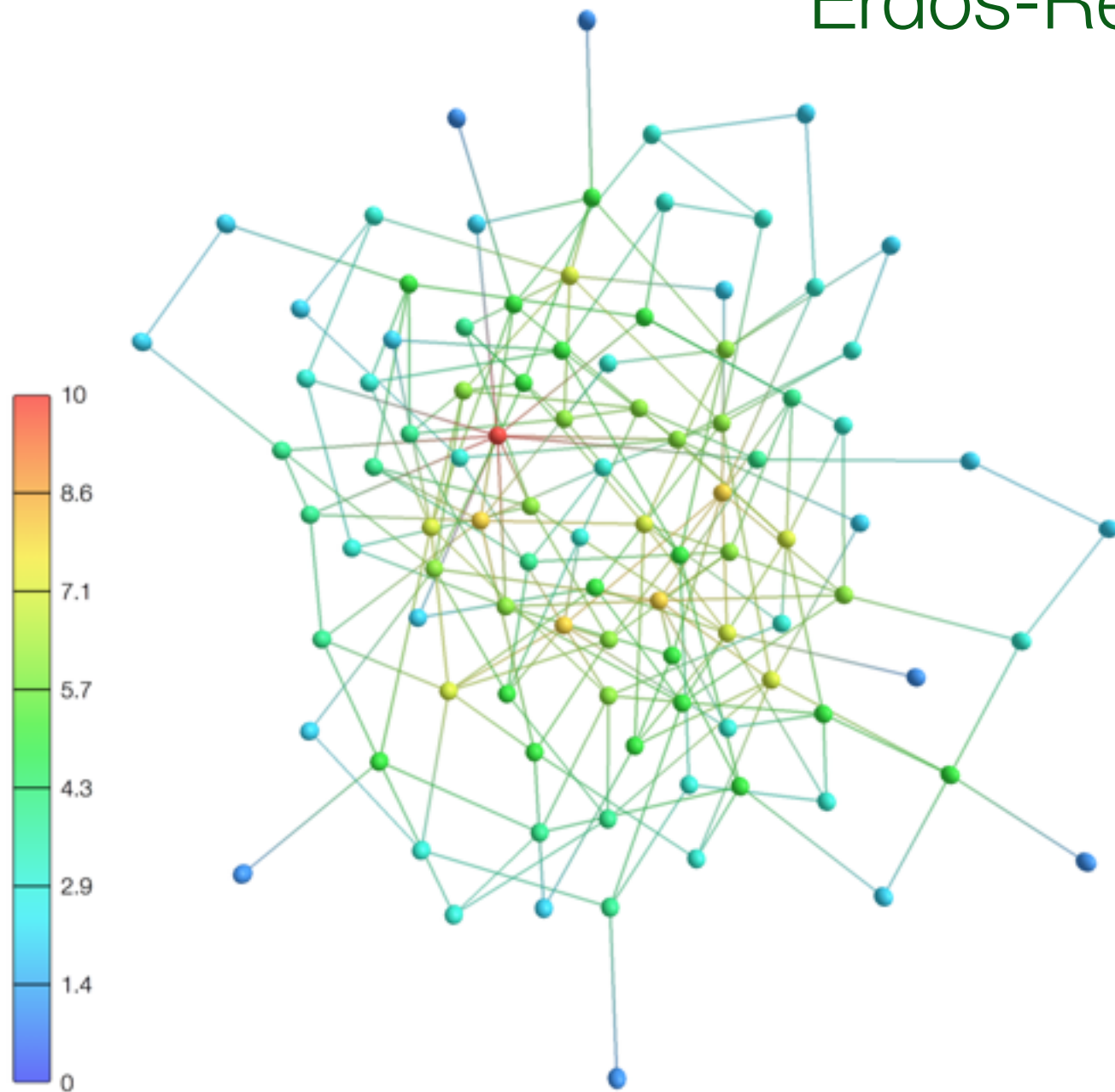
$$d(A, H) = 3$$

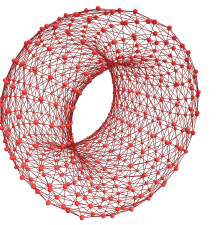




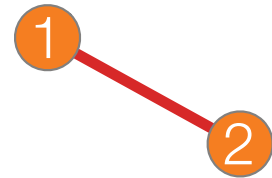
Modelos

Erdős-Rényi (ER)

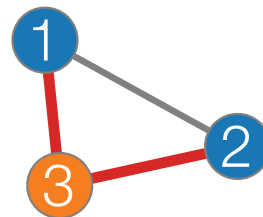




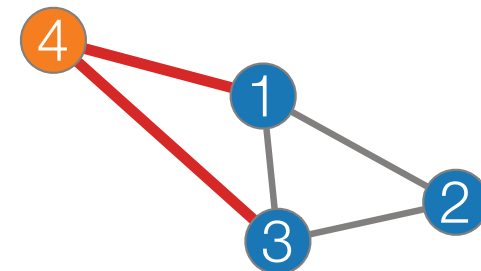
Modelos



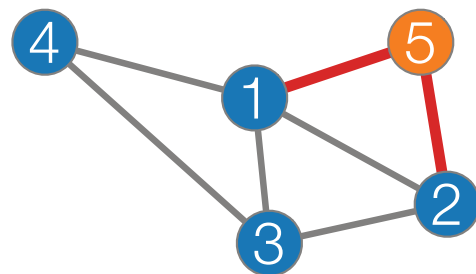
(a) $t=0$



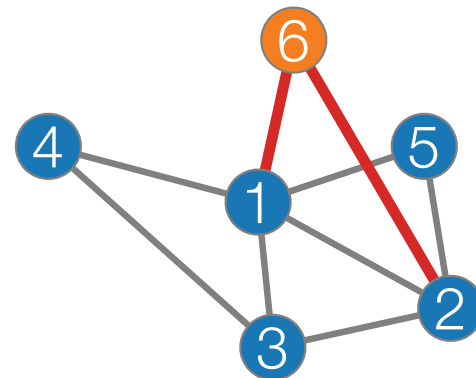
(b) $t=1$



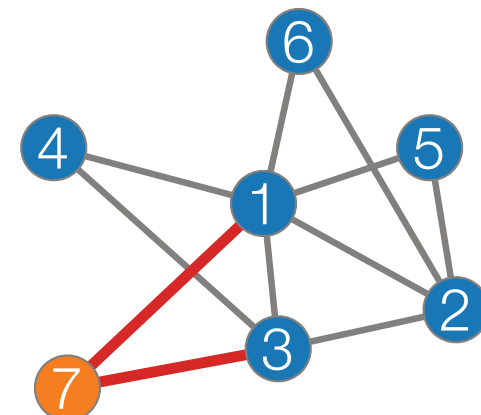
(c) $t=2$



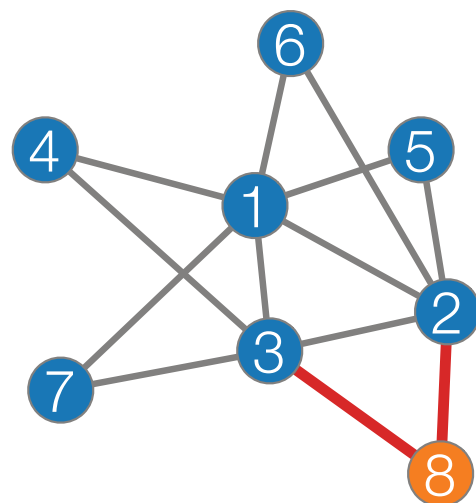
(d) $t=3$



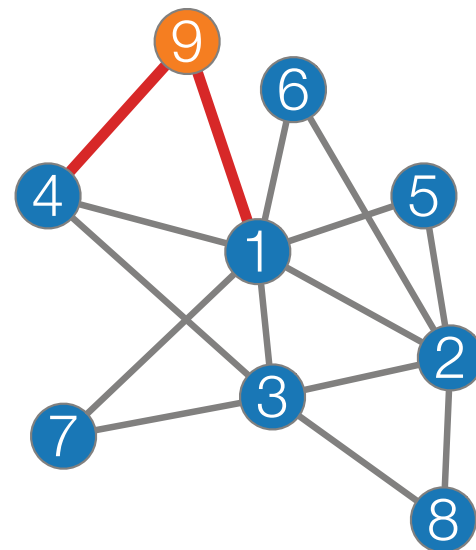
(e) $t=4$



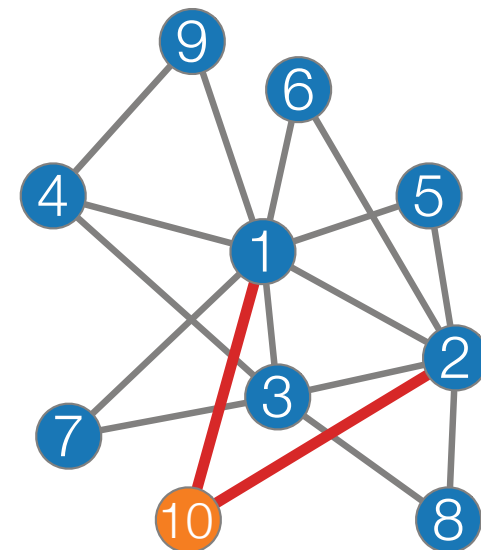
(f) $t=5$



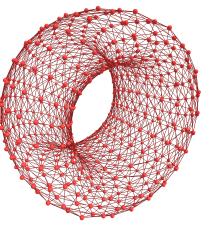
(g) $t=6$



(h) $t=7$

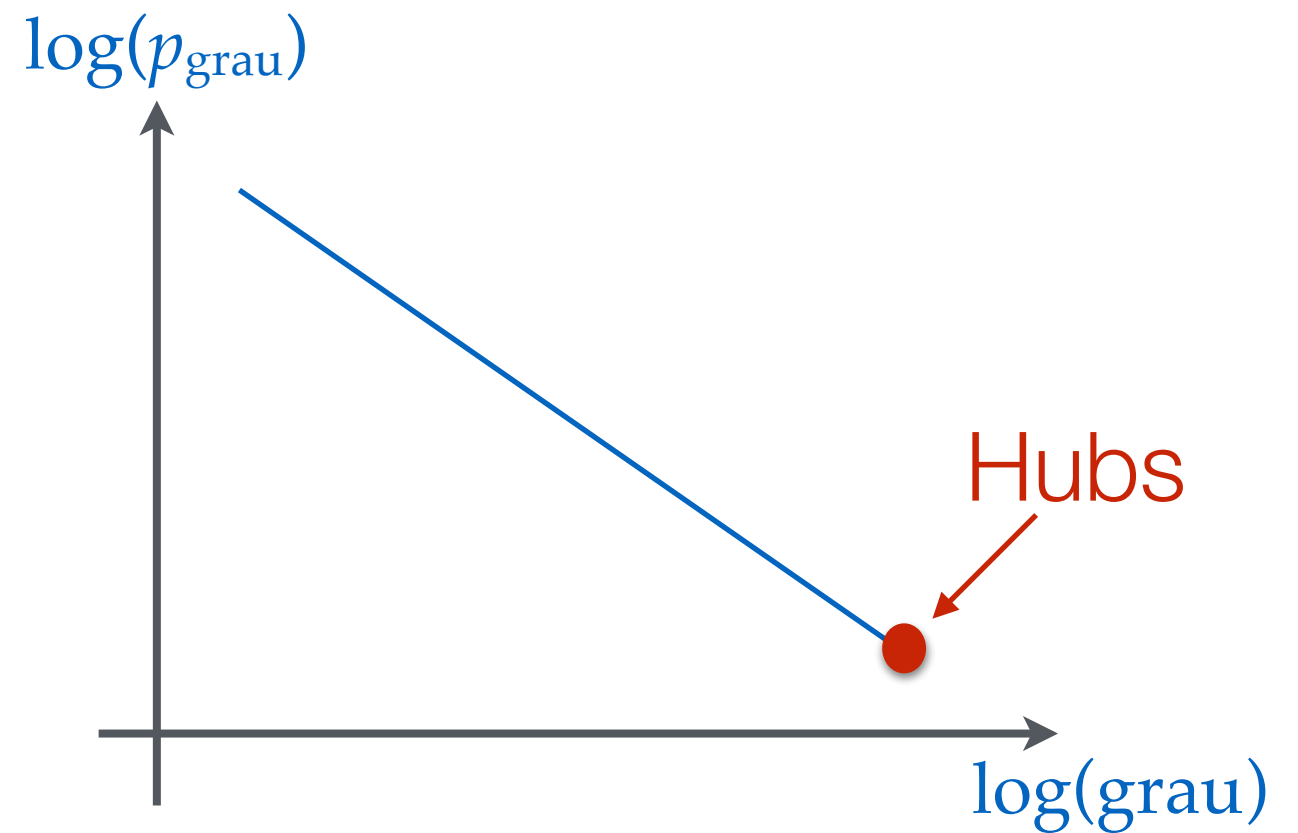
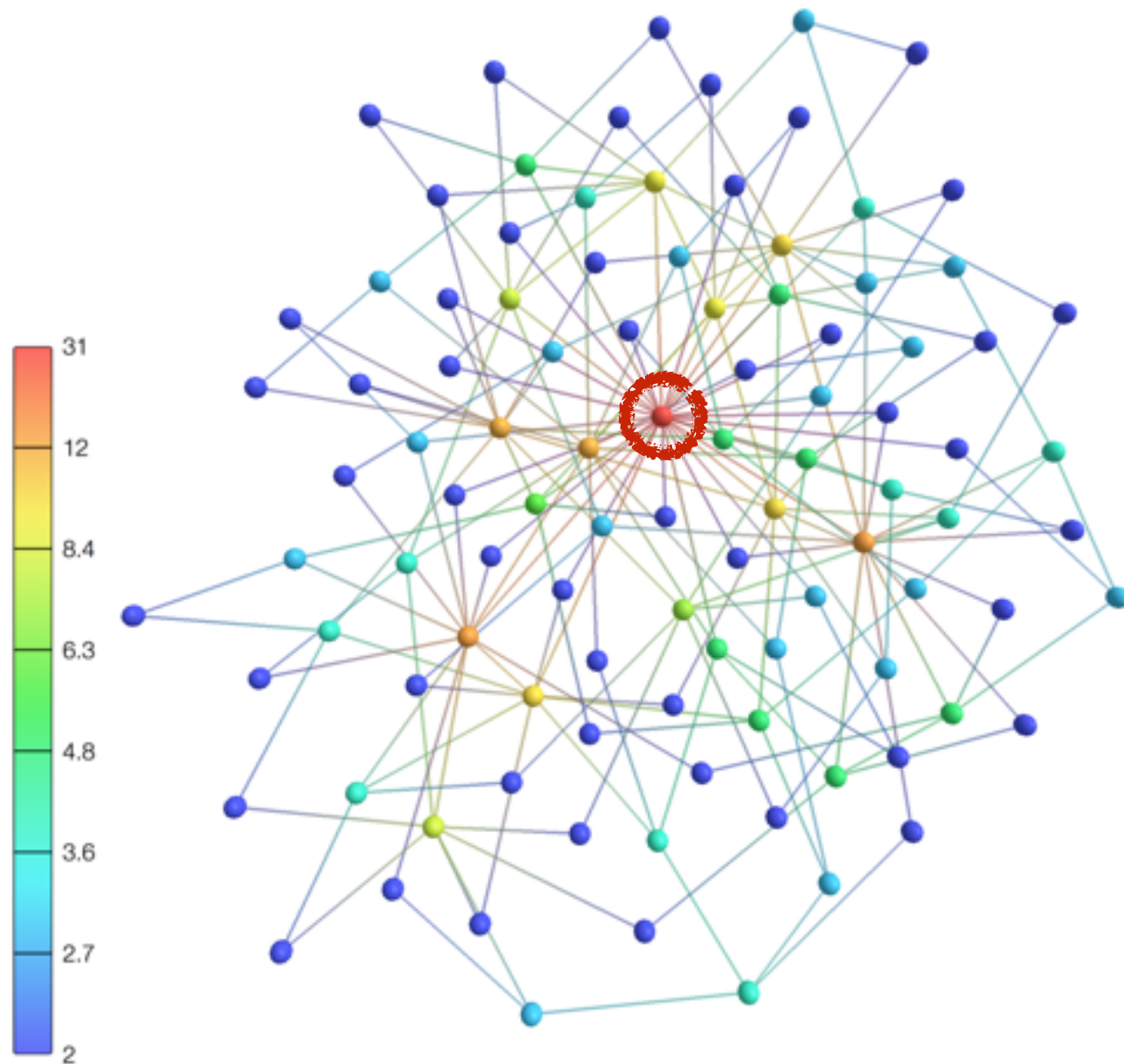


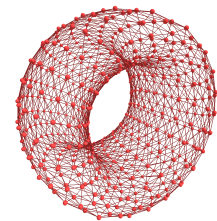
(i) $t=8$



Modelos

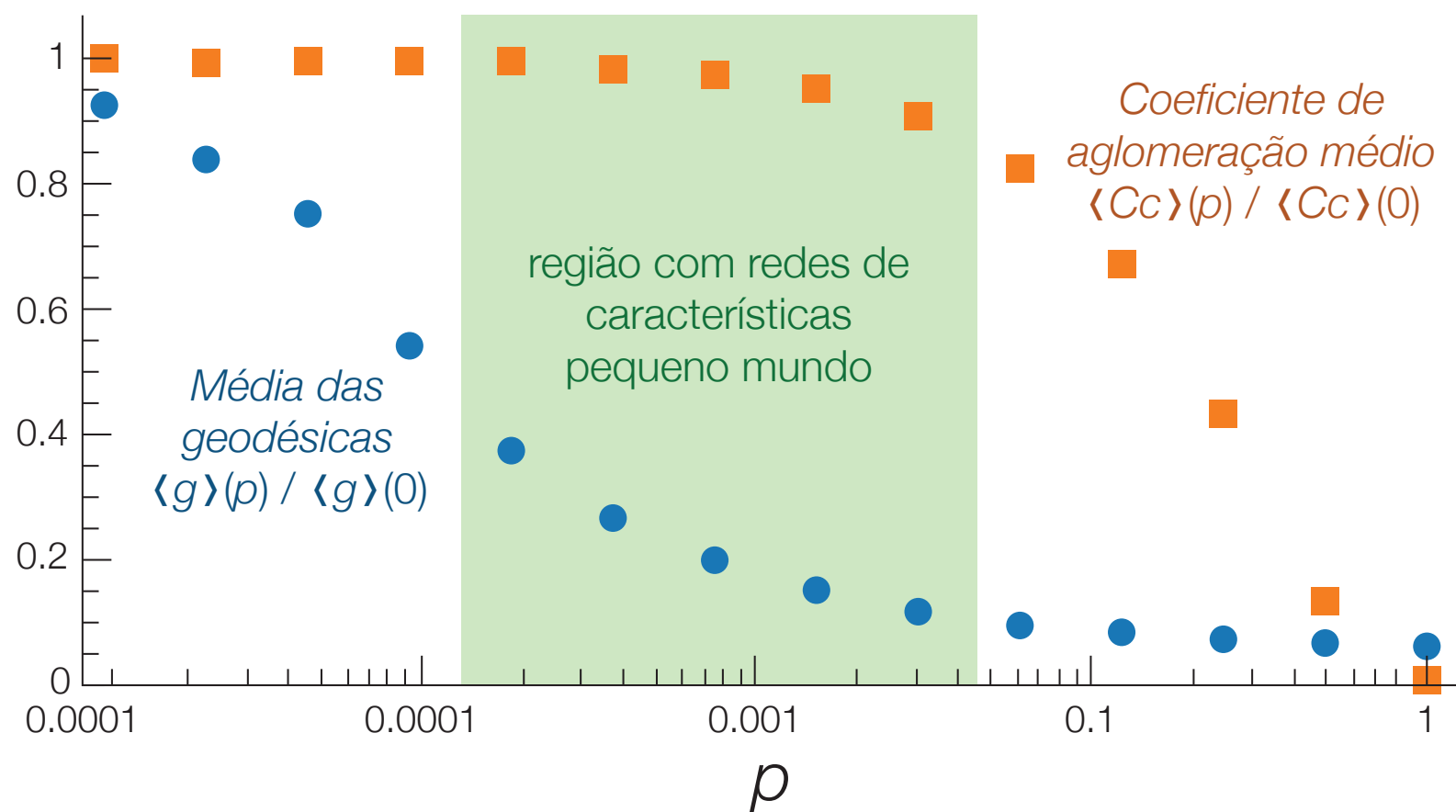
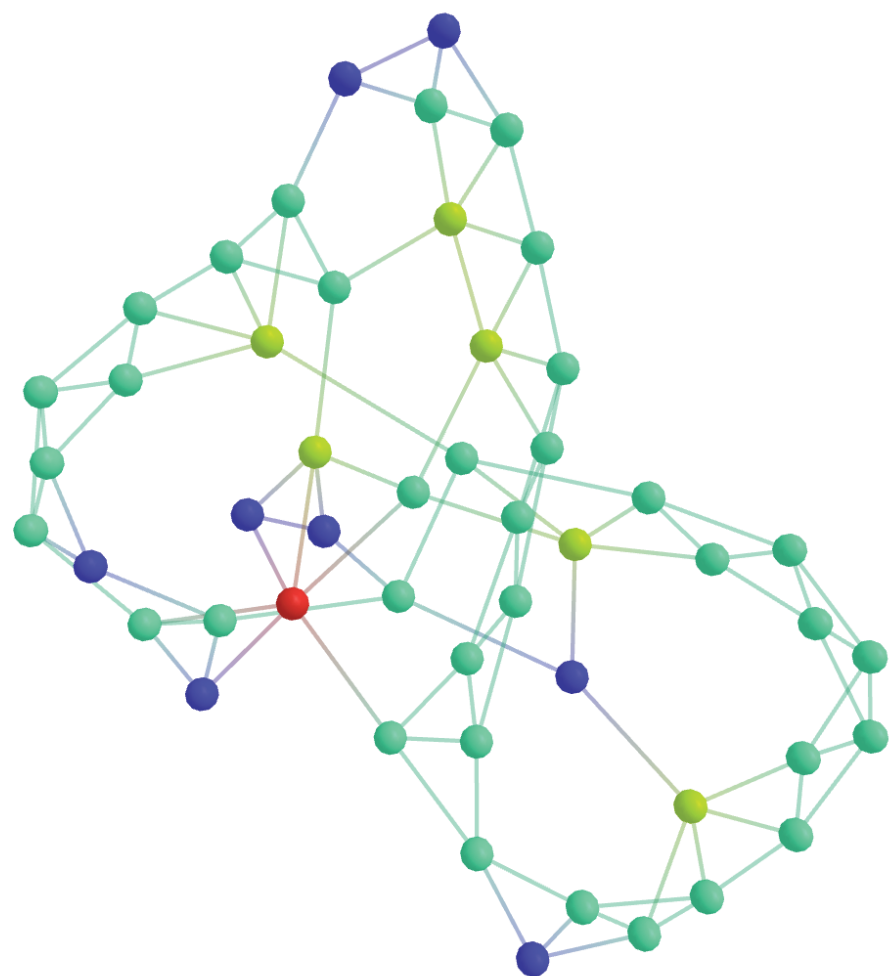
Barabási-Albert (BA)

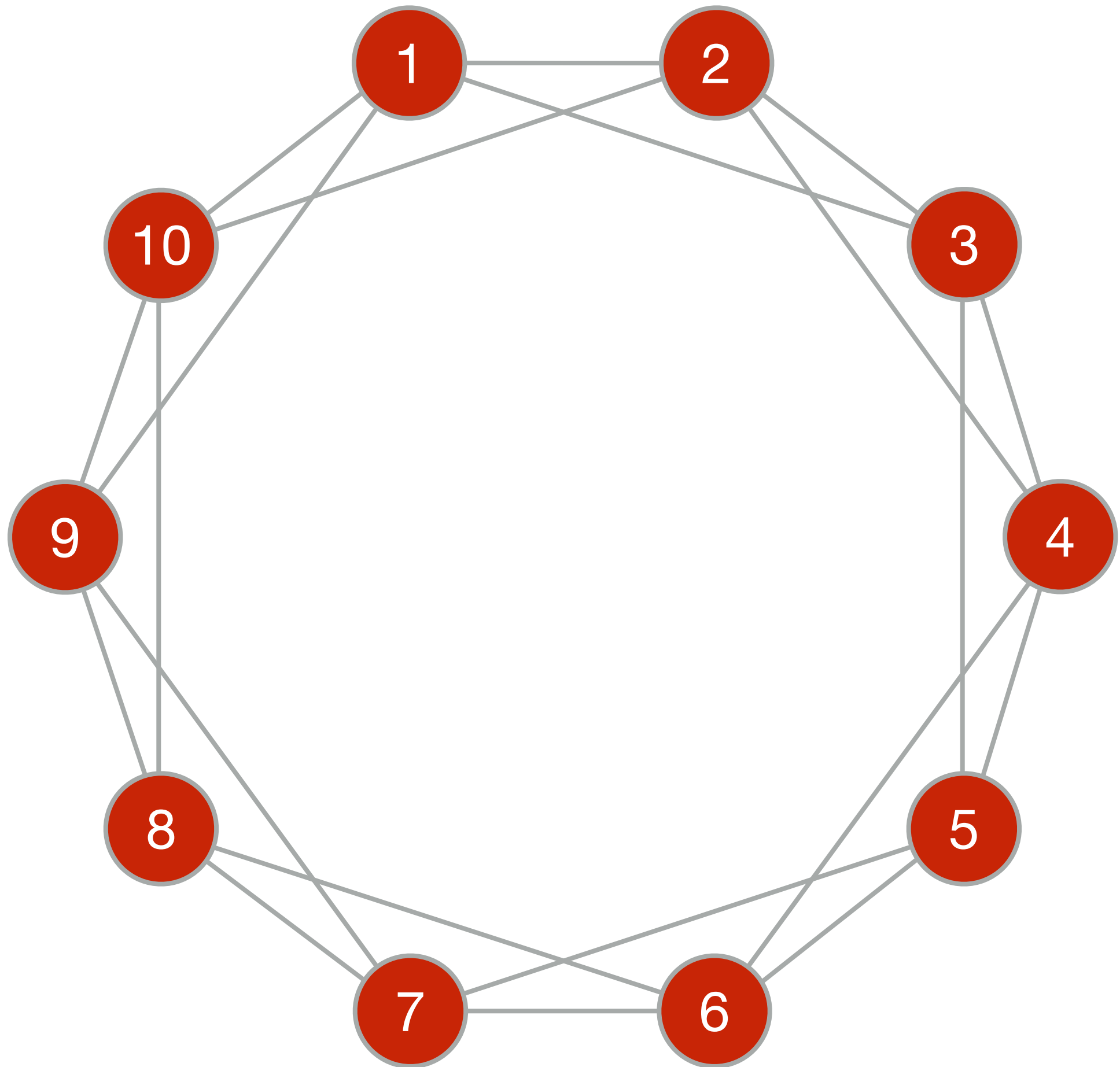




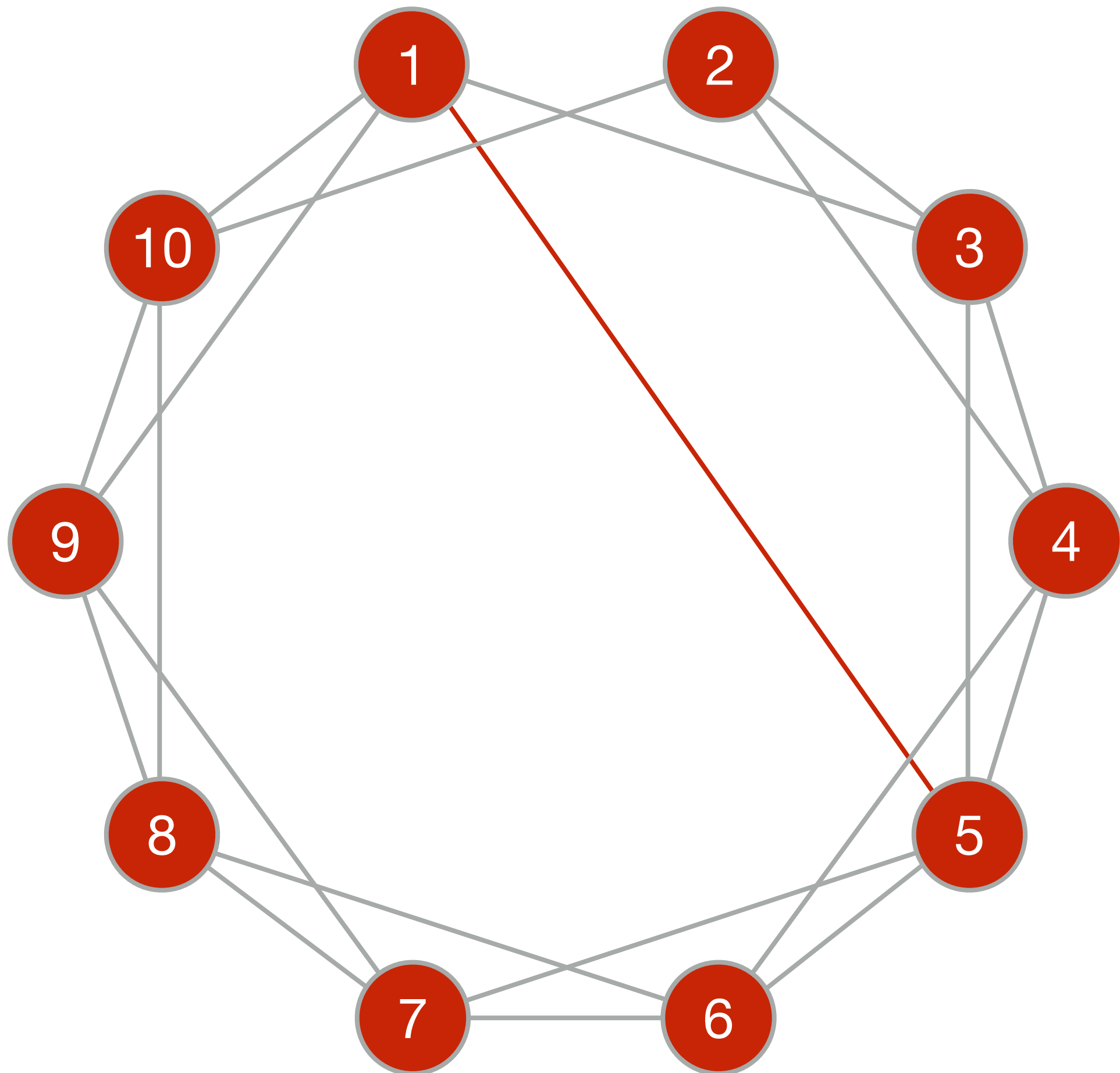
Modelos

Watts-Strogatz (WS)

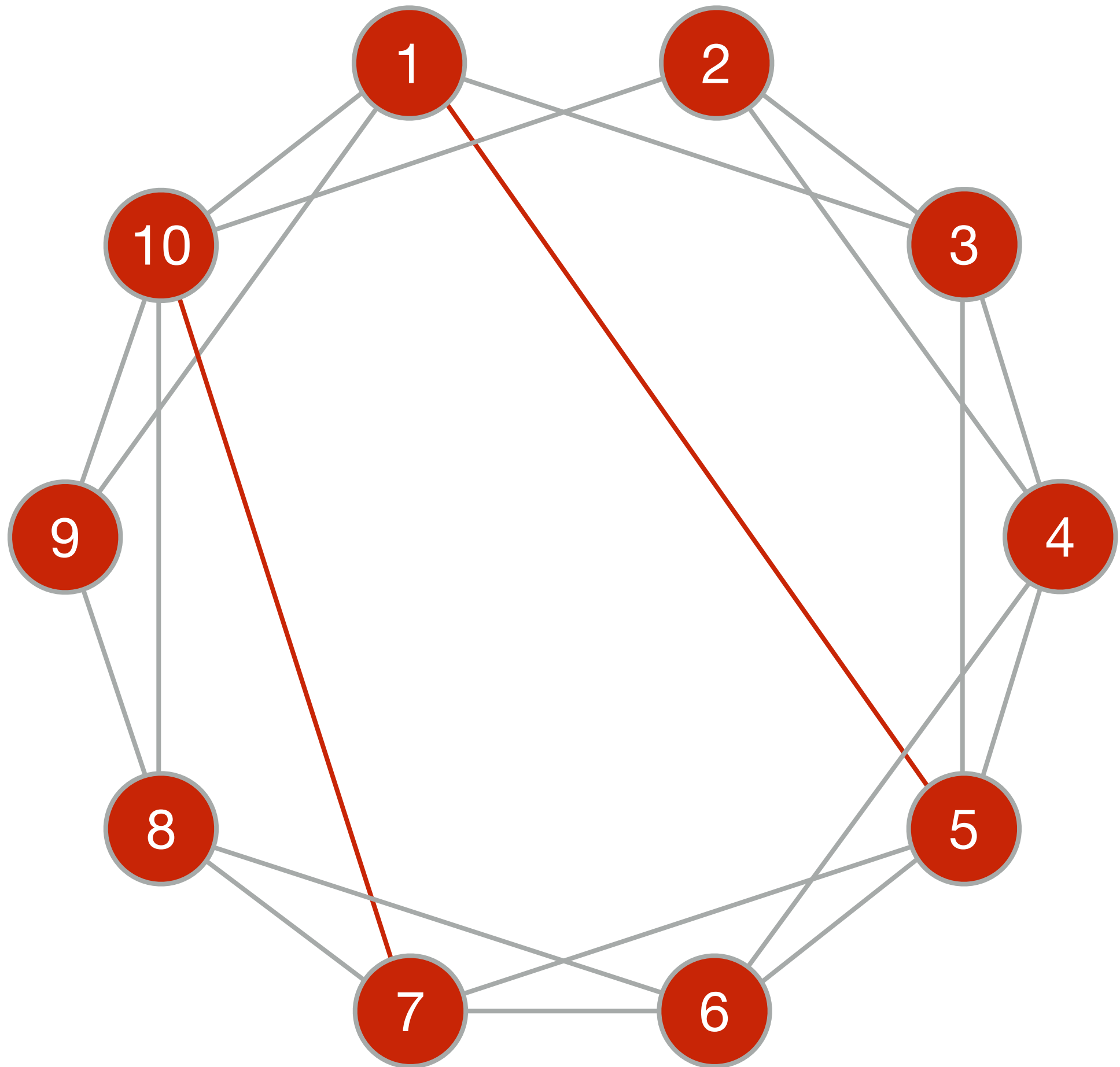




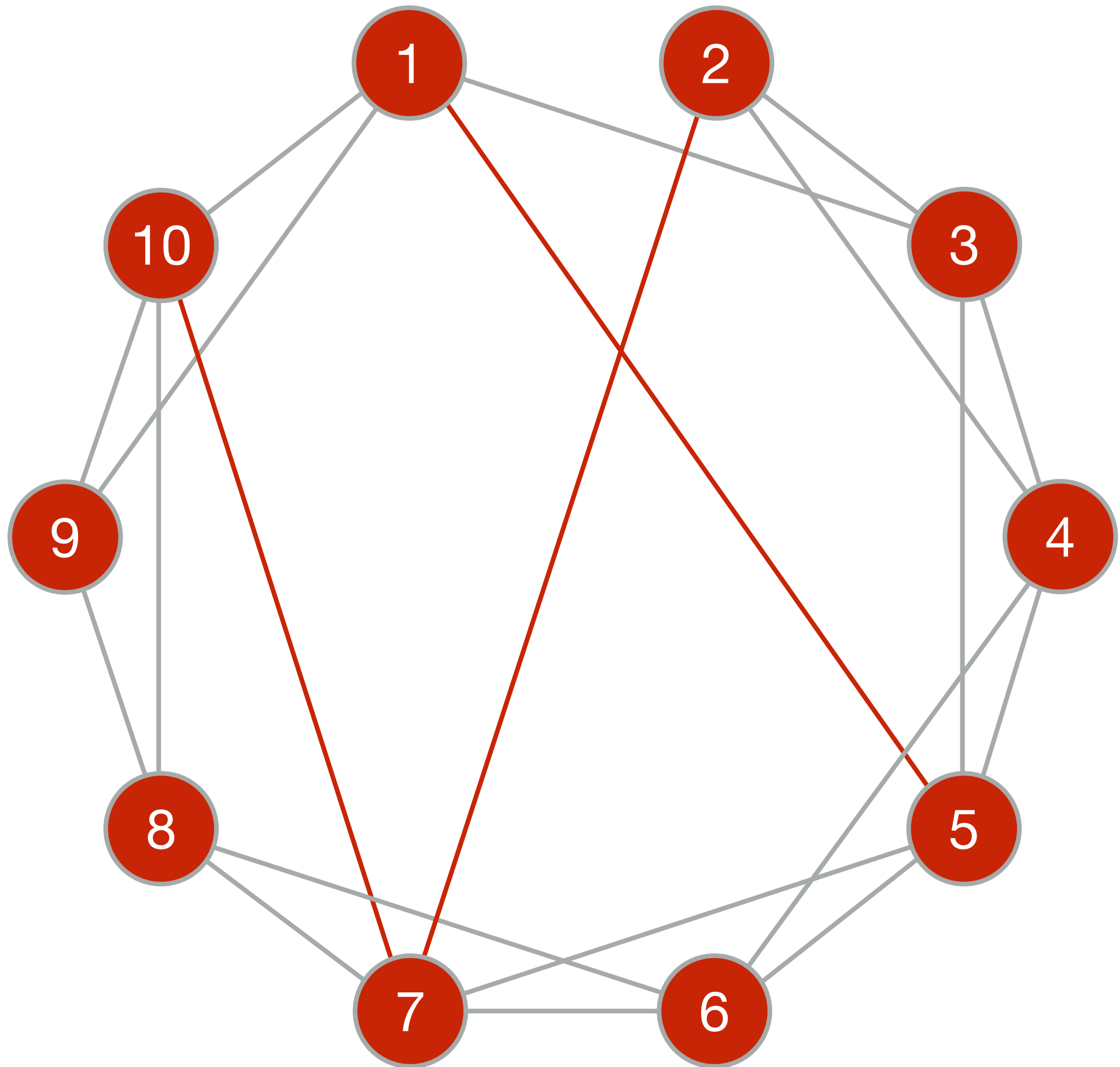
Watts-Strogatz 1D



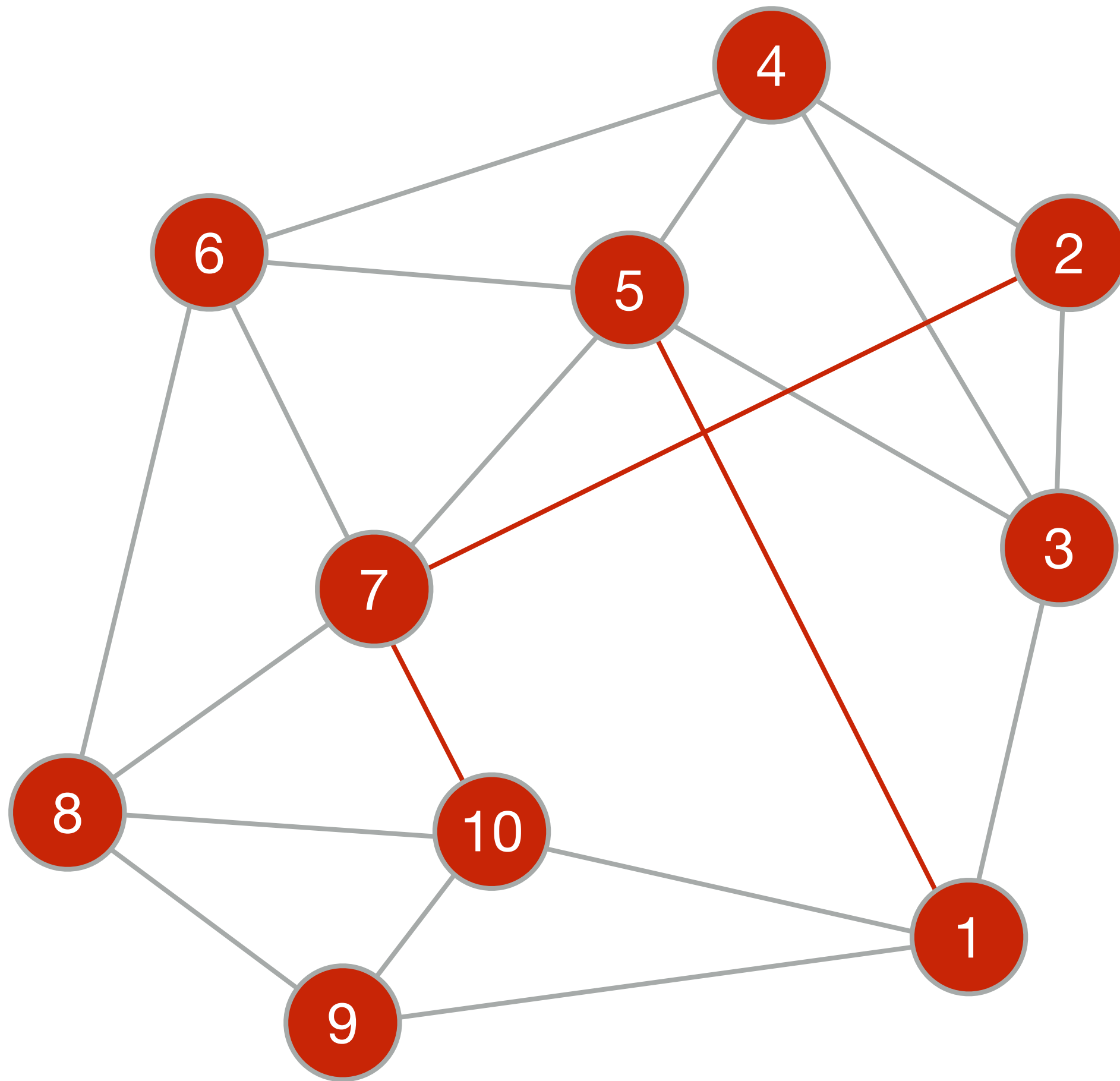
Watts-Strogatz 1D



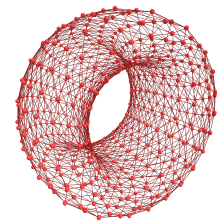
Watts-Strogatz 1D



Watts-Strogatz 1D

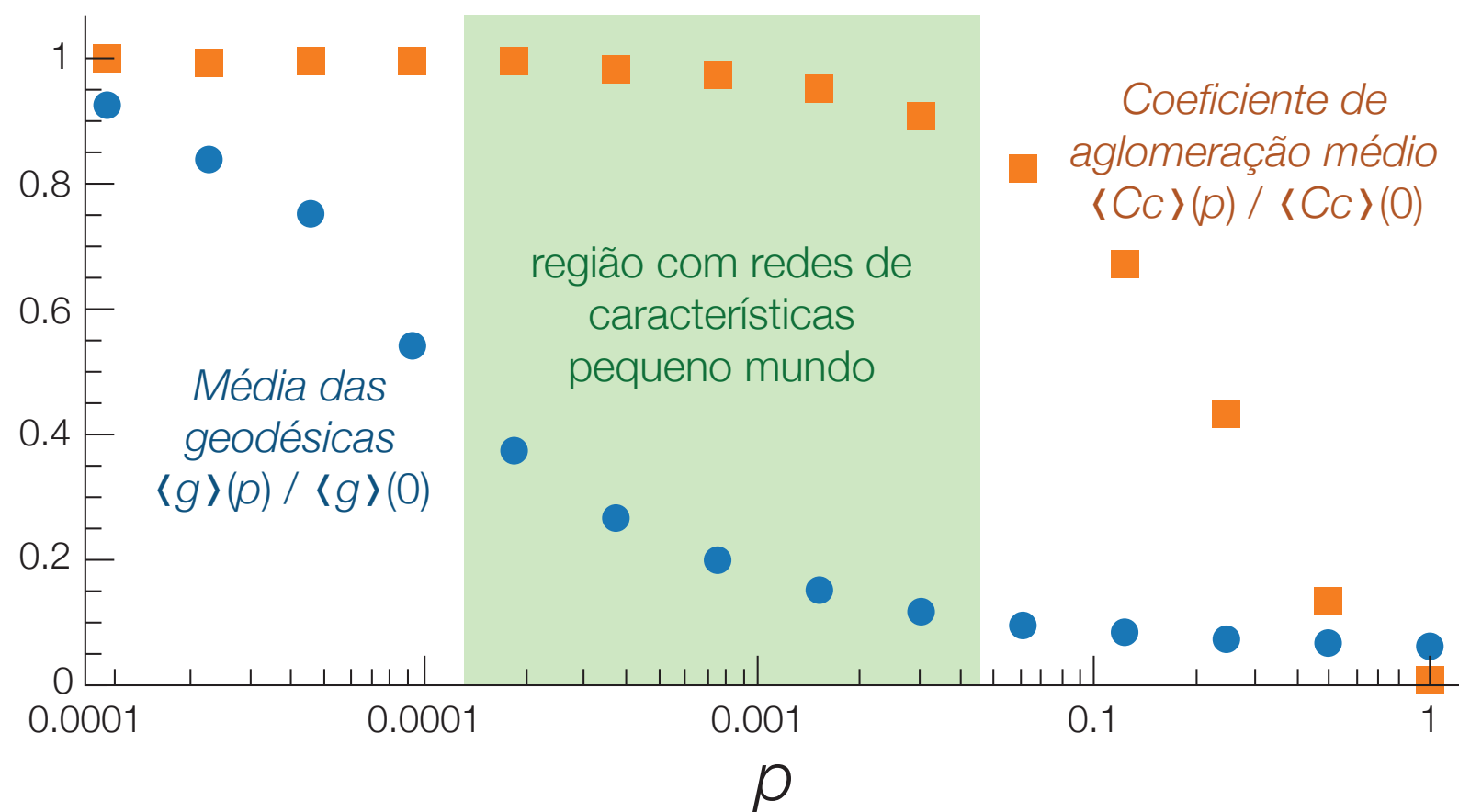
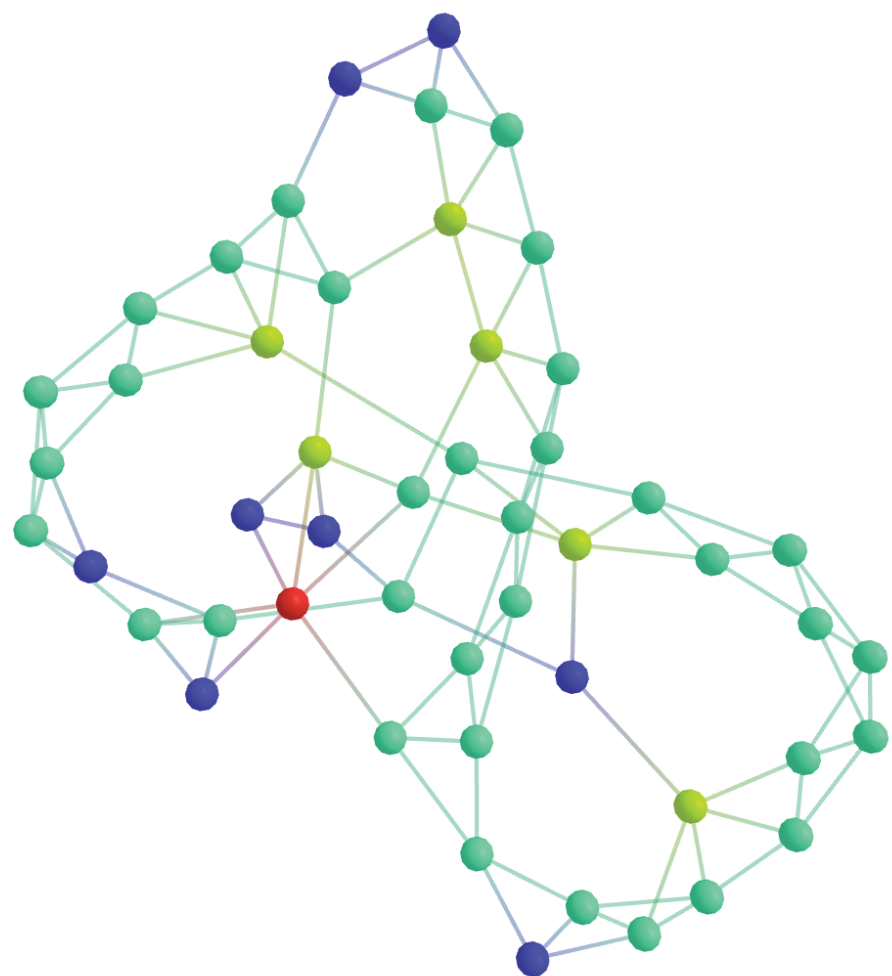


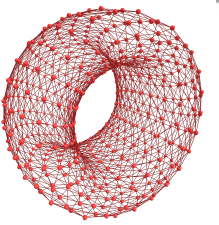
Watts-Strogatz 1D



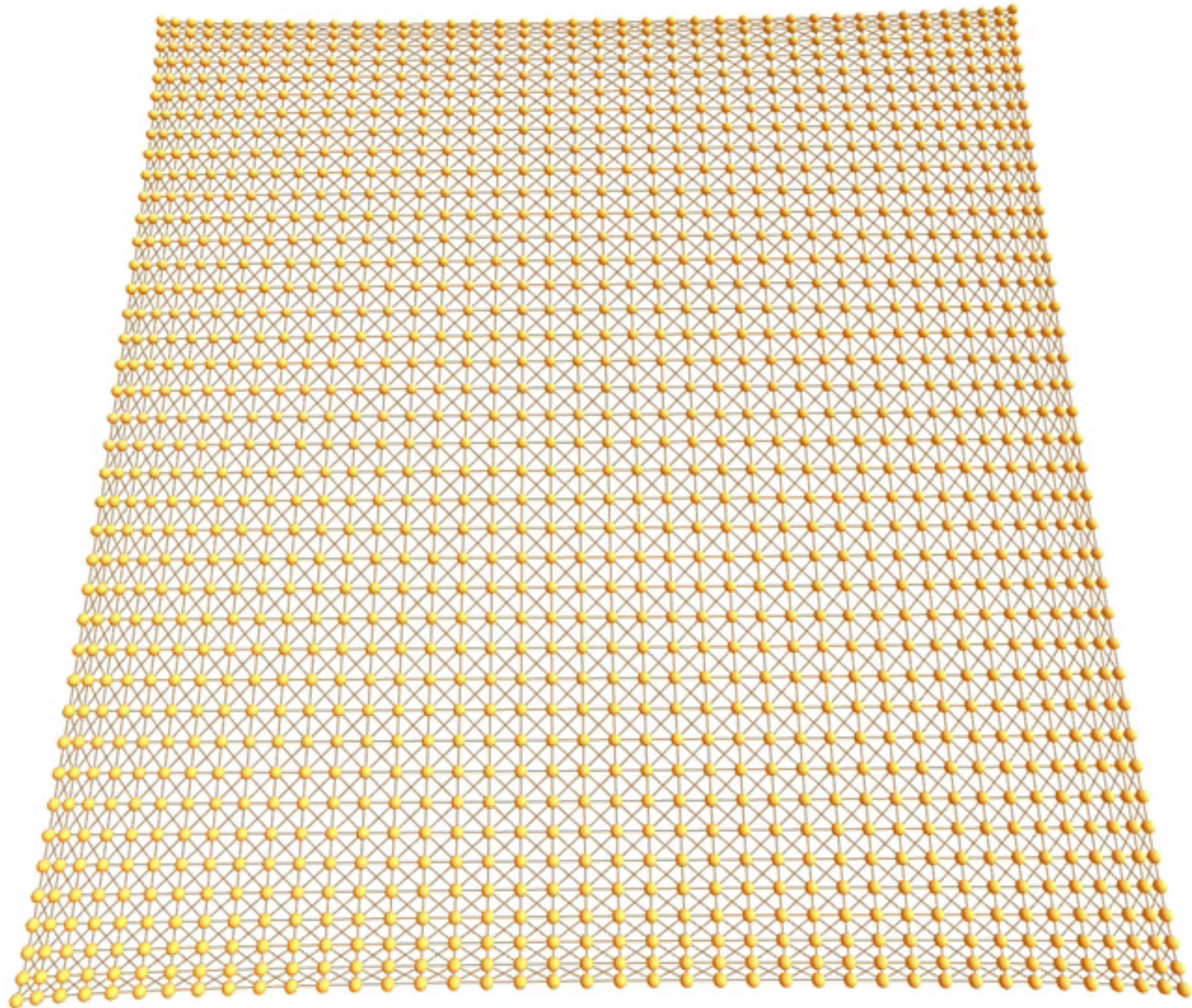
Modelos

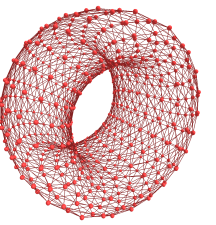
Watts-Strogatz (WS)



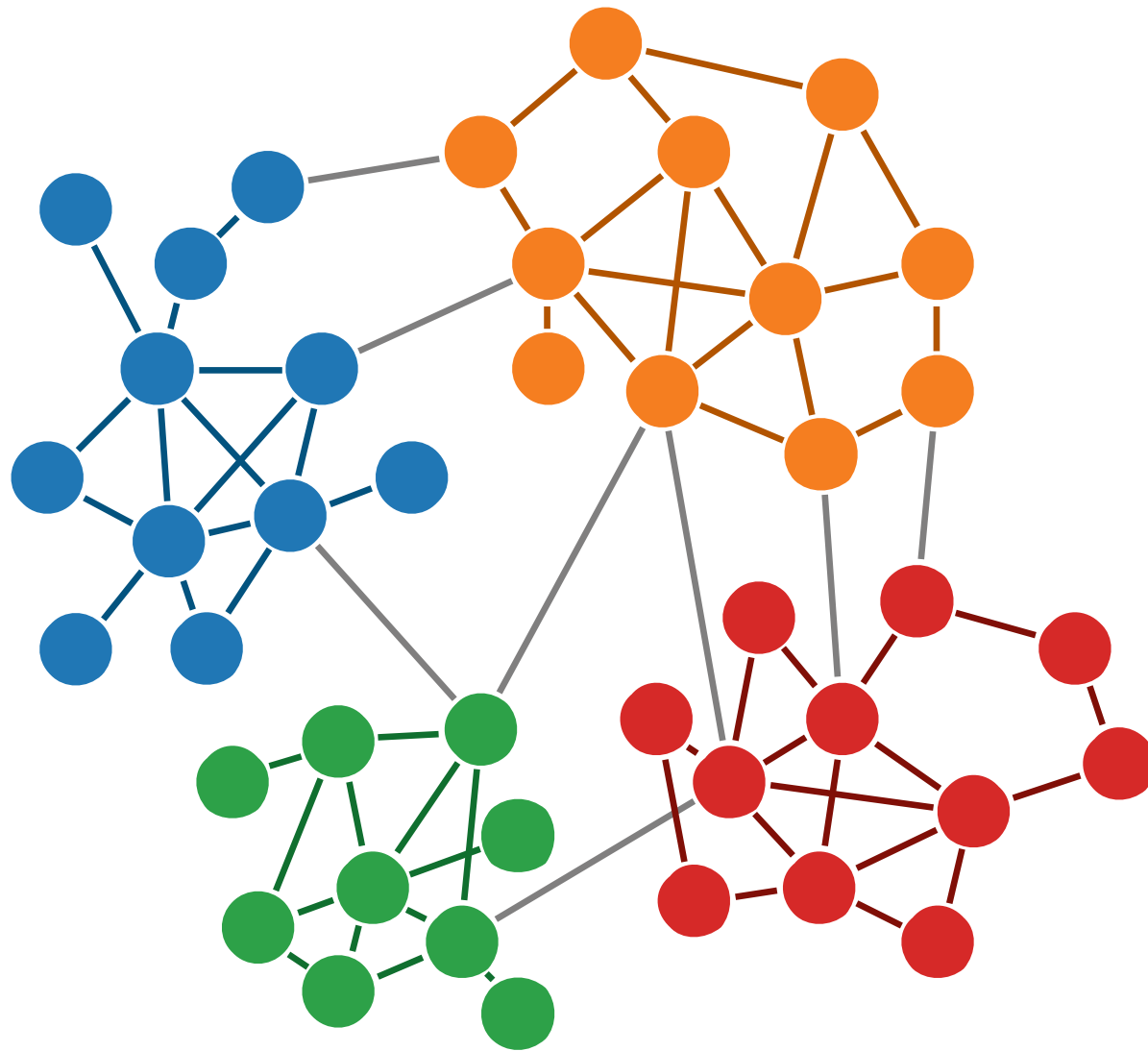


Modelo Watts-Strogatz

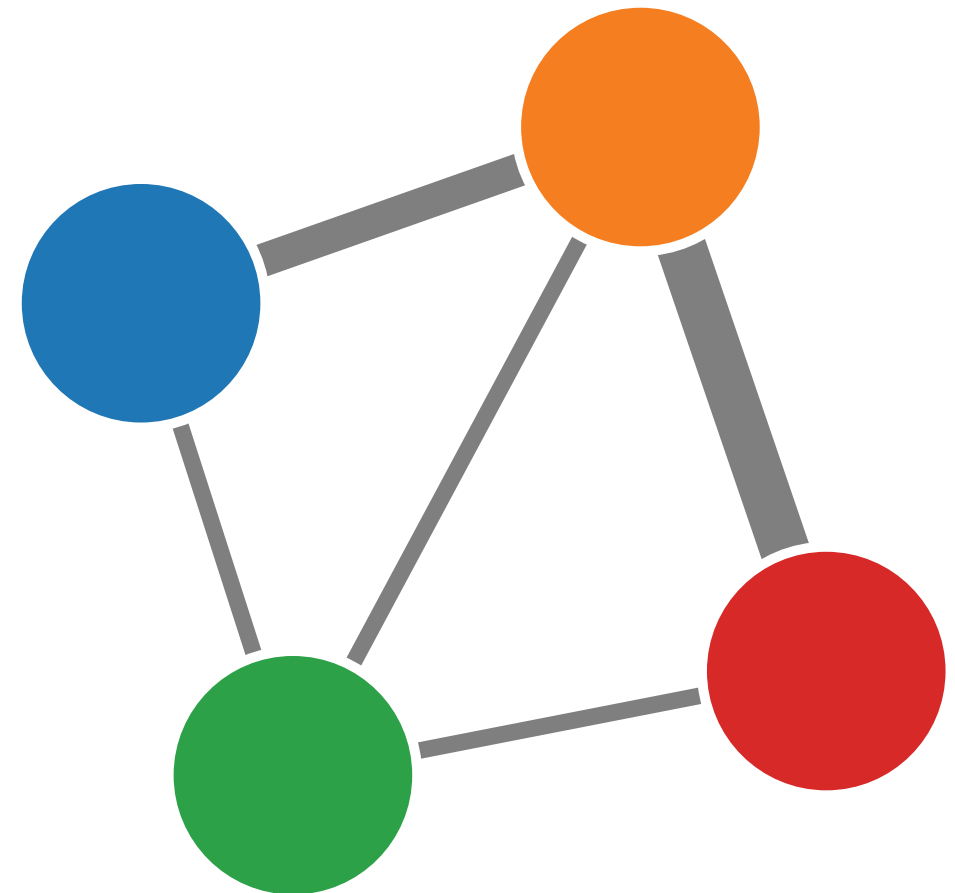




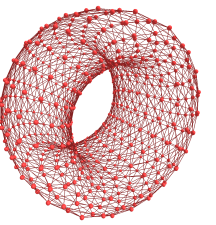
Estrutura de comunidades



(a) Estrutura de comunidades



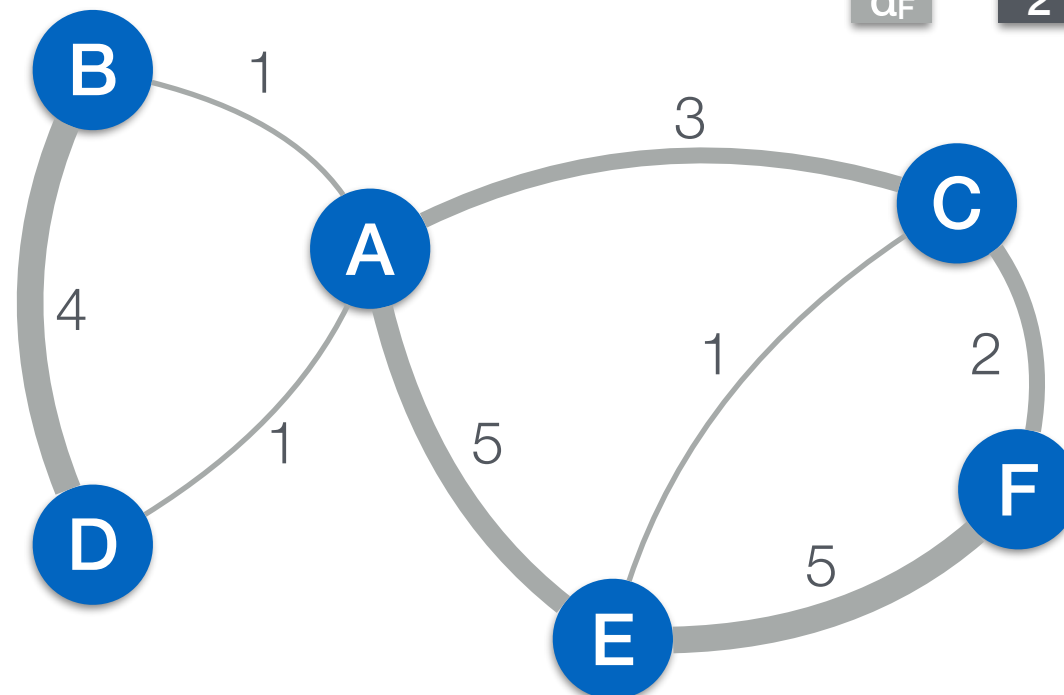
(b) Grafo reduzido de comunidades



Representação

	A	B	C	D	E	F
A	0	1	3	1	5	0
B	1	0	0	4	0	0
C	3	0	0	0	1	2
D	1	4	0	0	0	0
E	5	0	1	0	0	5
F	0	0	2	0	5	0

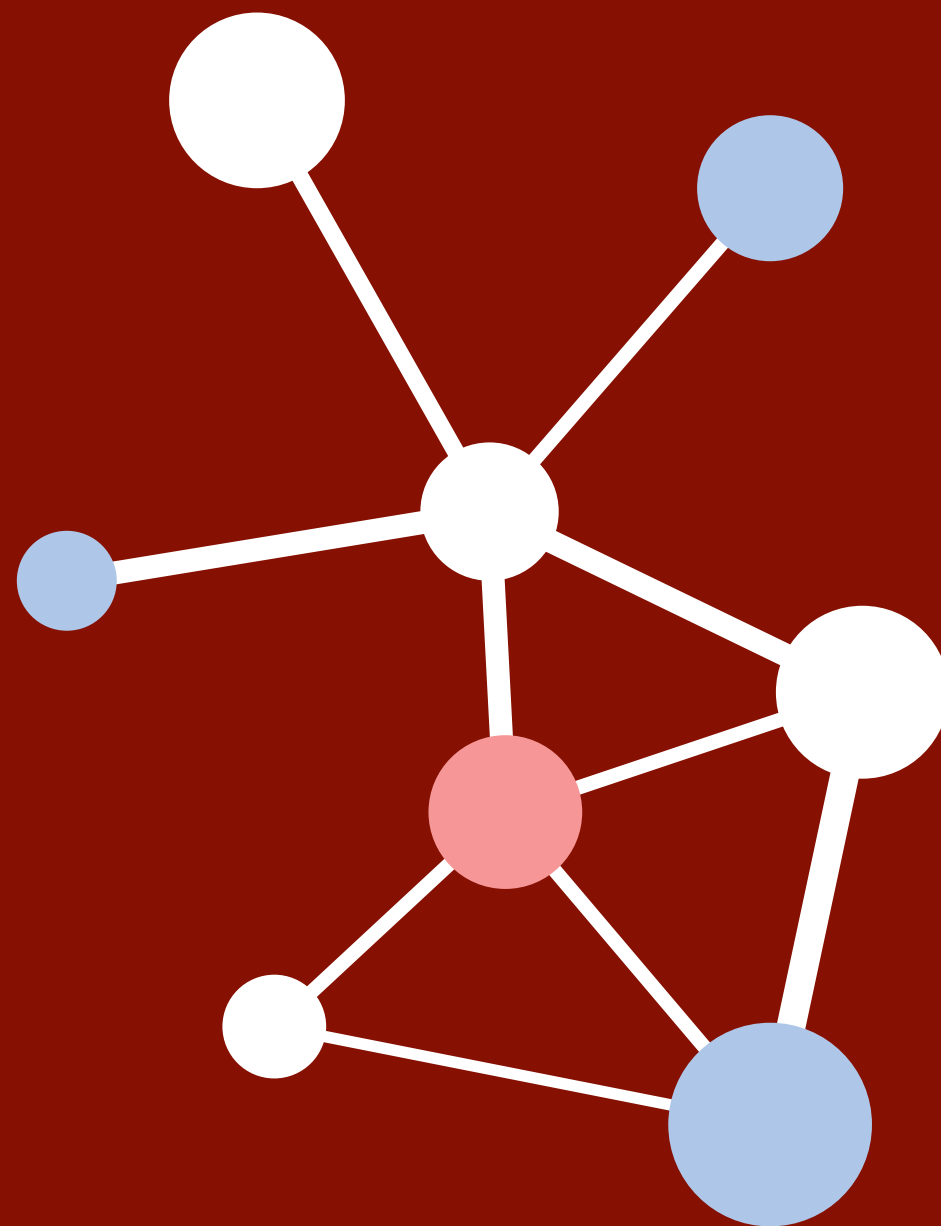
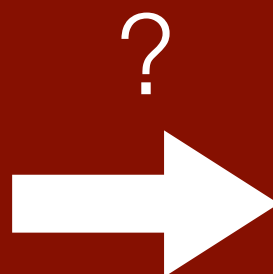
$$\begin{aligned}\xi_A &= \frac{B}{\alpha_A} = \frac{1}{1}, \frac{C}{3}, \frac{D}{1}, \frac{E}{5} \\ \xi_B &= \frac{A}{\alpha_B} = \frac{1}{1}, \frac{D}{4} \\ \xi_C &= \frac{A}{\alpha_C} = \frac{3}{3}, \frac{E}{1}, \frac{F}{2} \\ \xi_D &= \frac{A}{\alpha_D} = \frac{1}{1}, \frac{B}{4} \\ \xi_E &= \frac{A}{\alpha_E} = \frac{4}{4}, \frac{C}{1}, \frac{F}{5} \\ \xi_F &= \frac{C}{\alpha_F} = \frac{2}{2}, \frac{E}{5}\end{aligned}$$



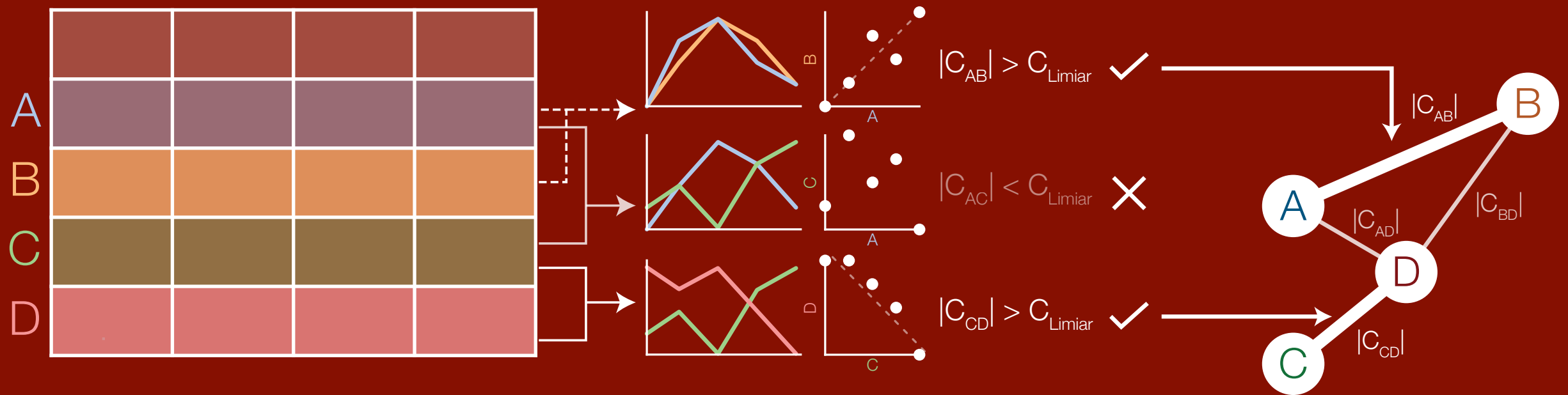
Resumo da apresentação

- **Visualização de dados**
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Minard
- **Visualização interativa**
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- **Redes Complexas**
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- **Geração de redes a partir de dados**
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- **Visualização de redes**
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- **Exemplos de visualização**
- **Ferramentas**
- **Referências**





Como gerar redes a partir de dados



$$C_{AB} = \frac{cov(A, B)}{\sigma_A \sigma_B}$$

$$C_{AB} = \frac{\langle (A - \langle A \rangle)(B - \langle B \rangle) \rangle}{\sigma_A \sigma_B}$$

Como gerar redes a partir de dados



Coleção de imagens



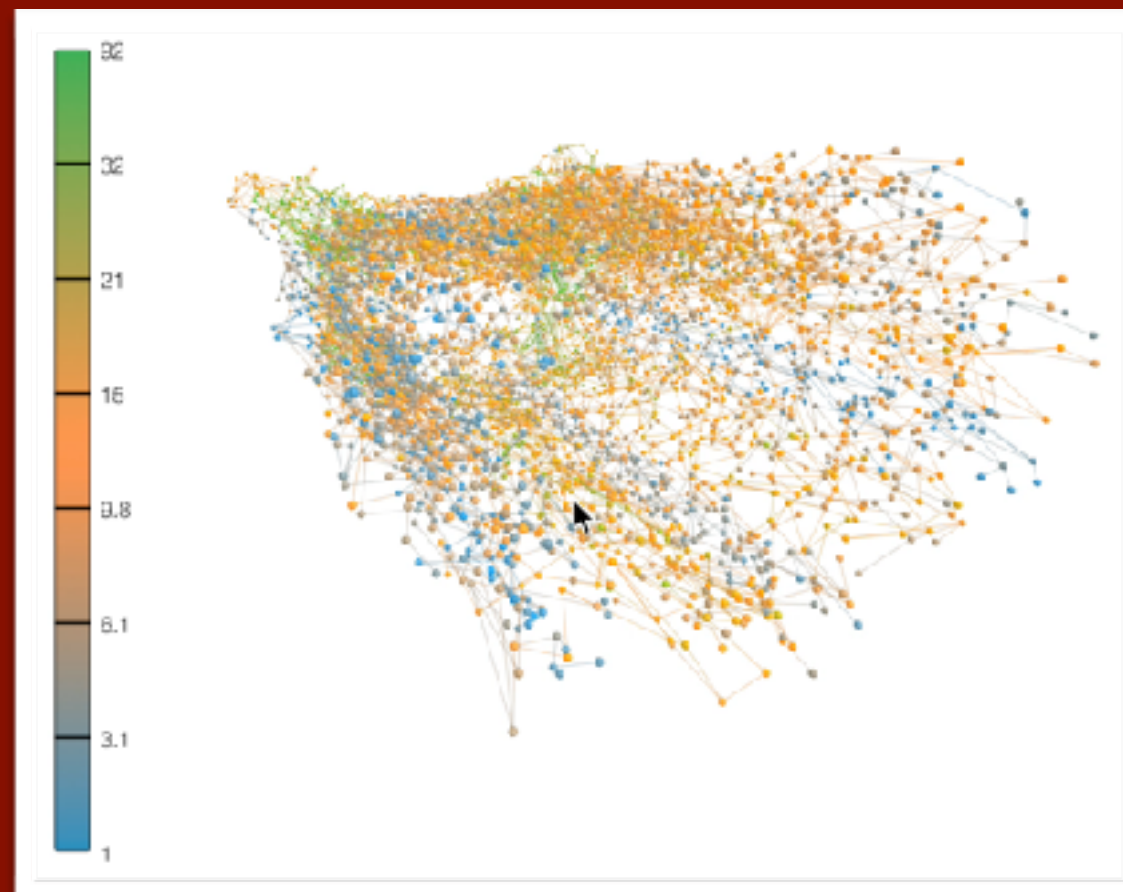
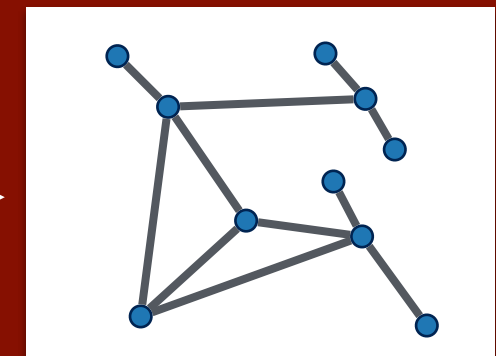
Reconstrução 3D



Esqueletização



Construção da rede



Como gerar redes a partir de dados



Outros métodos para gerar redes complexas?

Como gerar redes a partir de dados



Texto

O que é isso? perguntou Sally.
Pague minha conta da última
semana, que vence esta
manhã. Sally levantou-se
rapidamente, contornou a
mesa, colocou seu braço no
ombro do amigo e sussurrou
em seu ouvido.

Texto pré-processado

perguntar Sally
pagar conta última
semana vencer
manhã Sally levantar
rápido contornar
mesa colocar braço
ombro amigo sussurrar
ouvido

Como gerar redes a partir de dados



perguntar Sally

pagar conta última

semana vencer

manhã Sally levantar

rápido contornar

mesa colocar braço

ombro amigo sussurrar

ouvido

Como gerar redes a partir de dados



Amancio, D. R., Oliveira Jr, O. N., & da Fontoura Costa, L. (2012). Identification of literary movements using complex networks to represent texts. *New Journal of Physics*, 14(4), 043029.

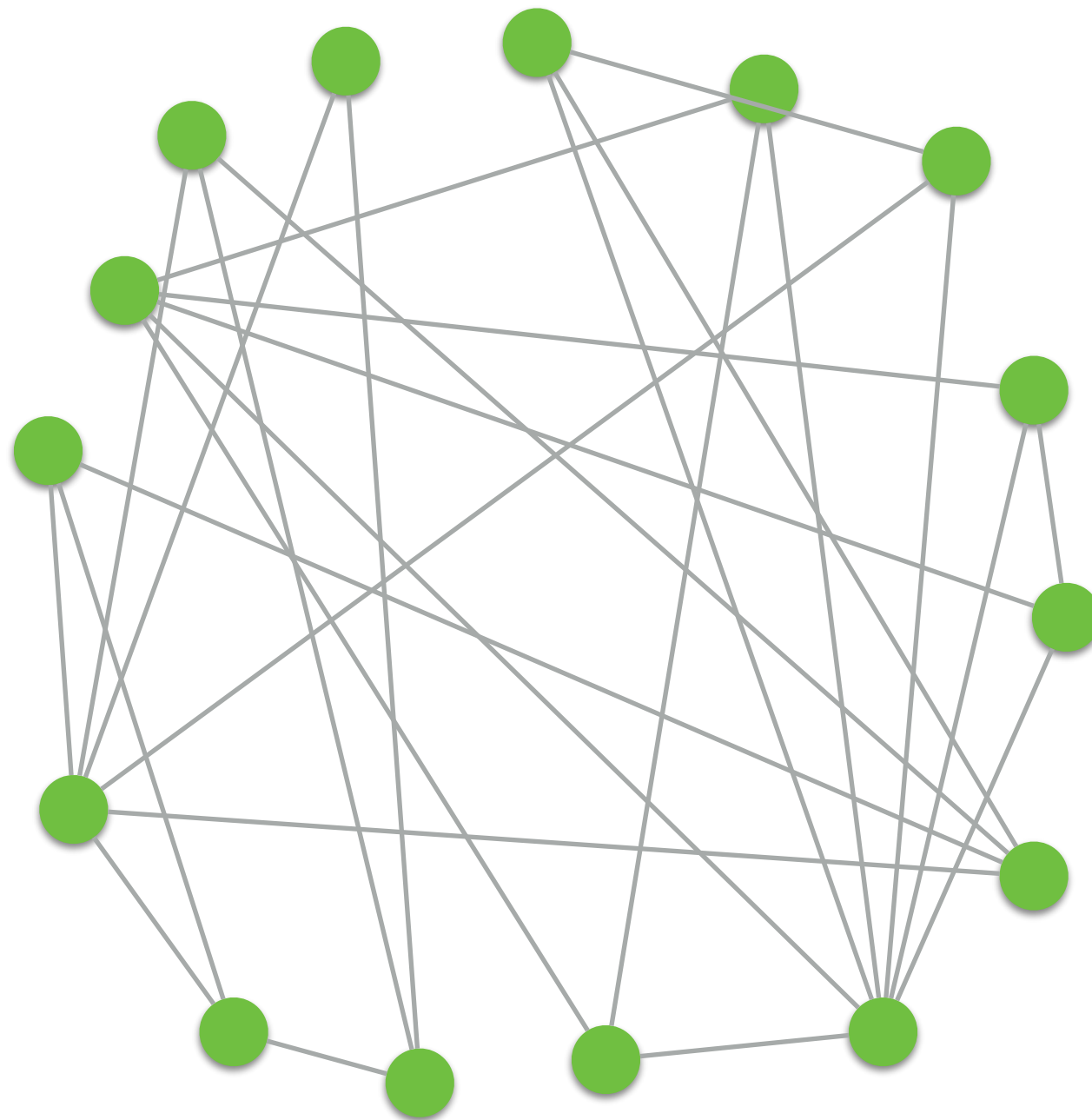
Como gerar redes a partir de dados



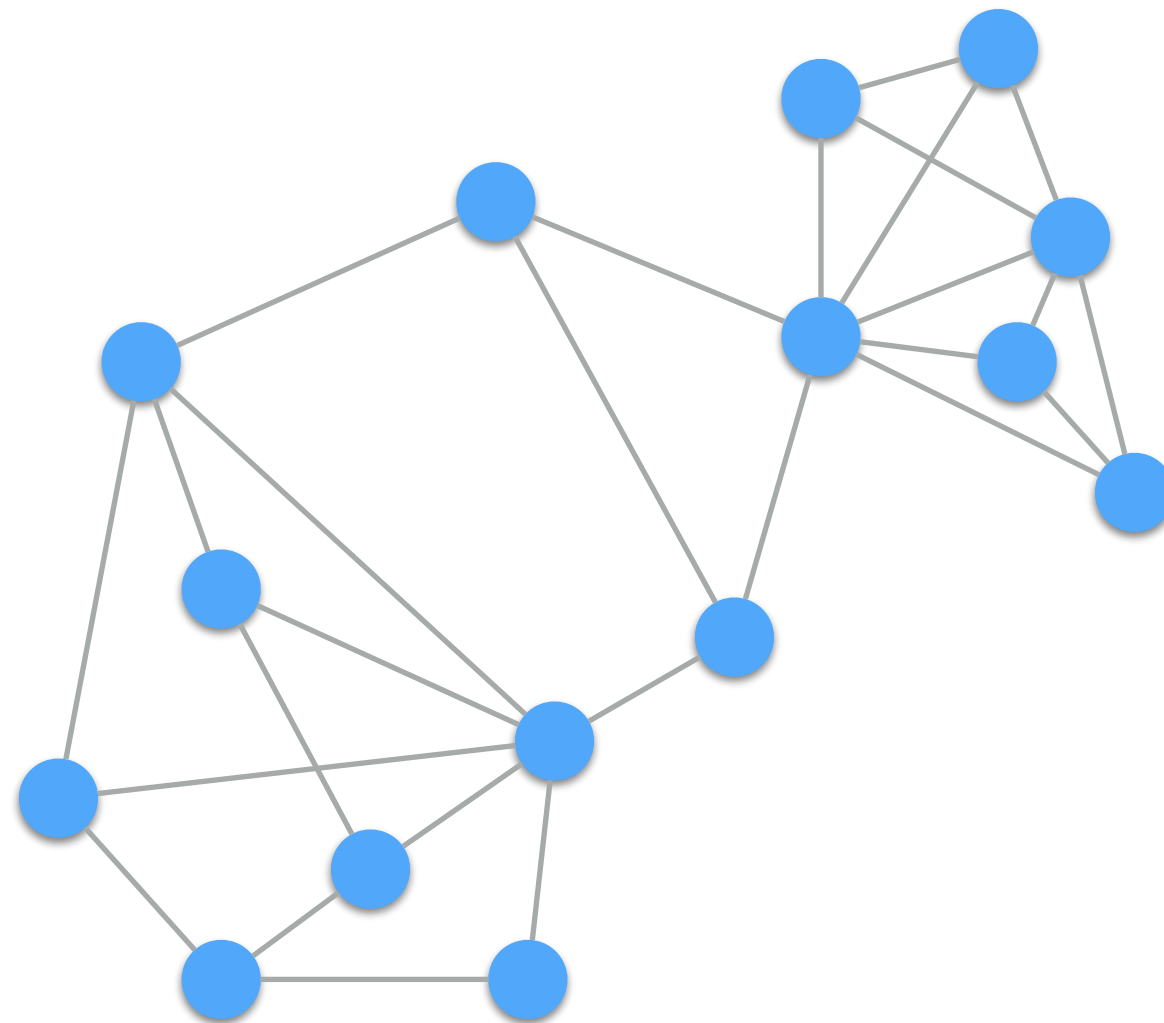
Resumo da apresentação

- Visualização de dados
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Monard
- Visualização interativa
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- Redes Complexas
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- Geração de redes a partir de dados
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- **Visualização de redes**
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- **Exemplos de visualização**
- **Ferramentas**
- **Referências**

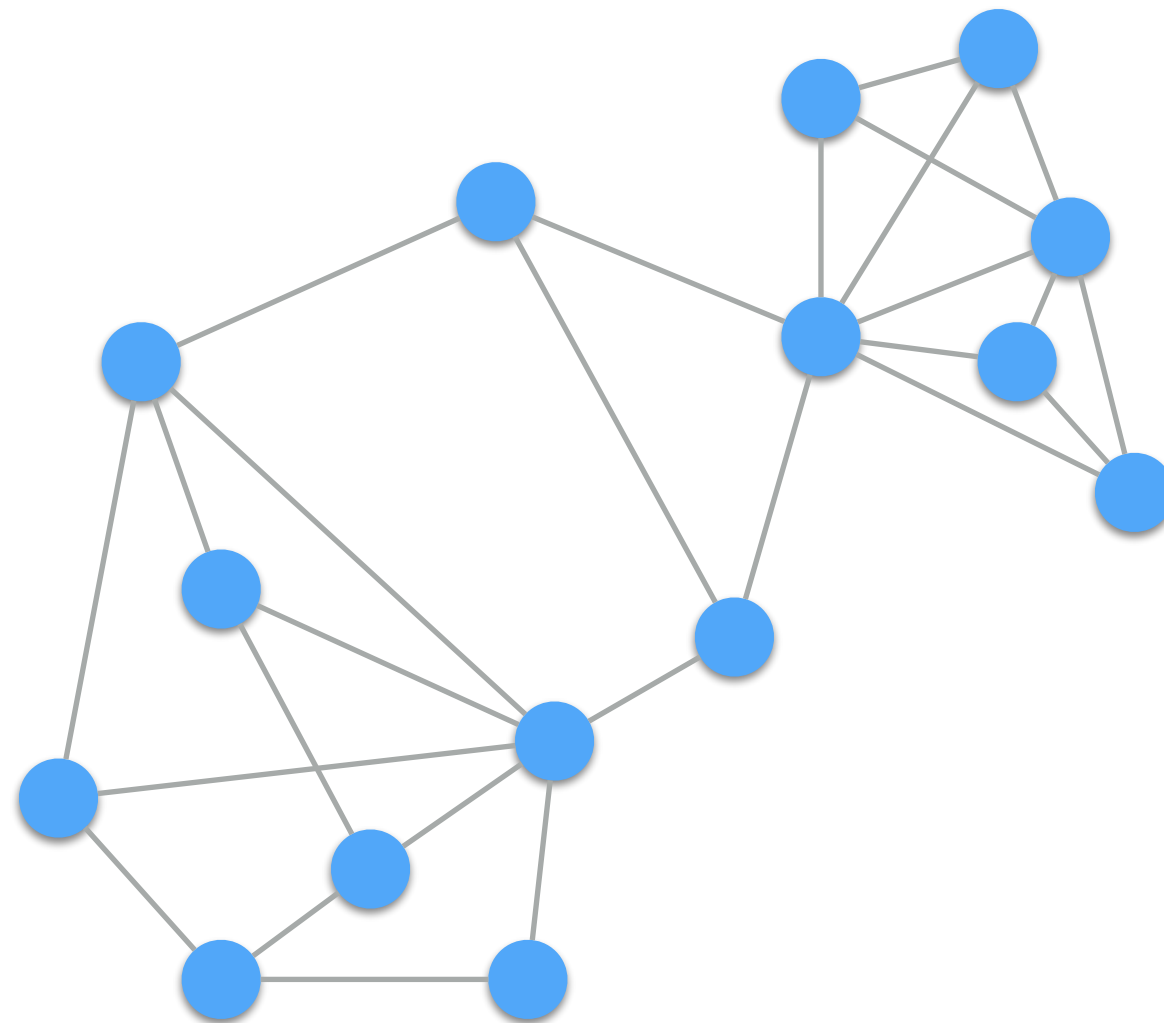
Visualização de redes complexas



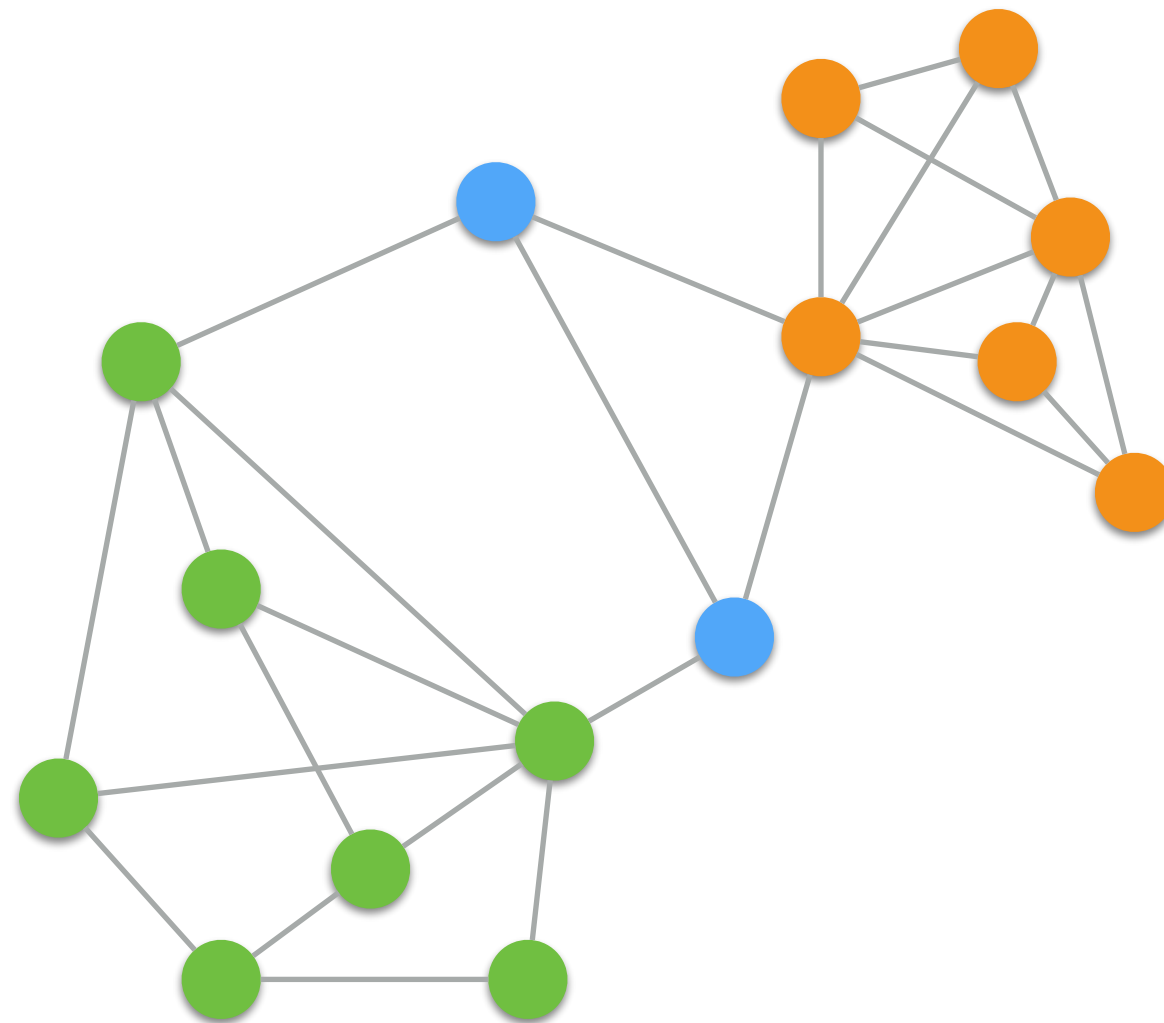
Visualização de redes complexas



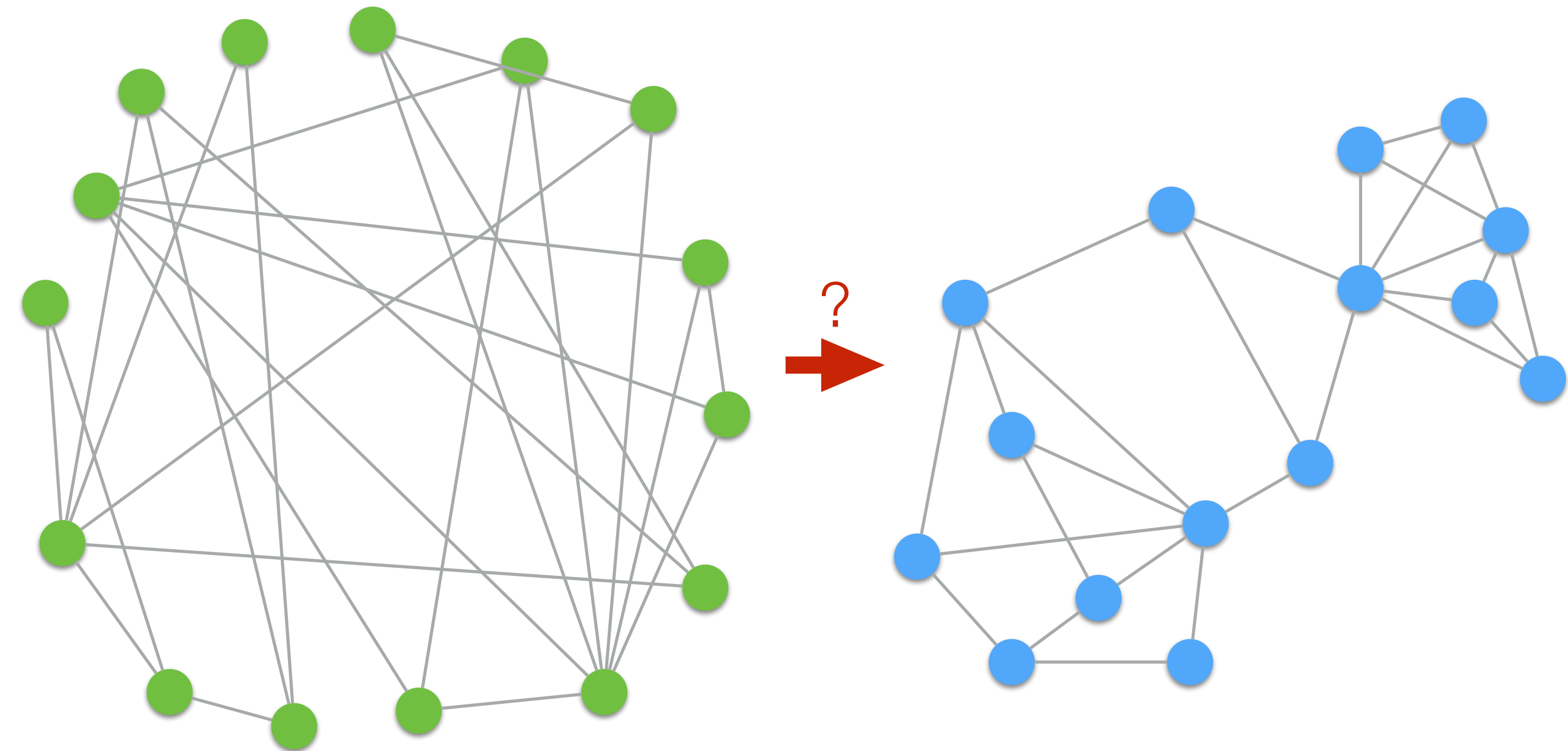
Visualização de redes complexas



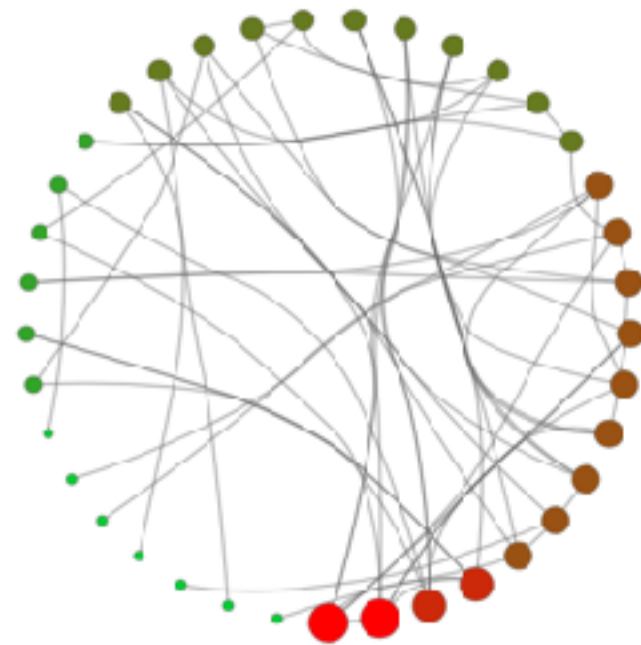
Visualização de redes complexas



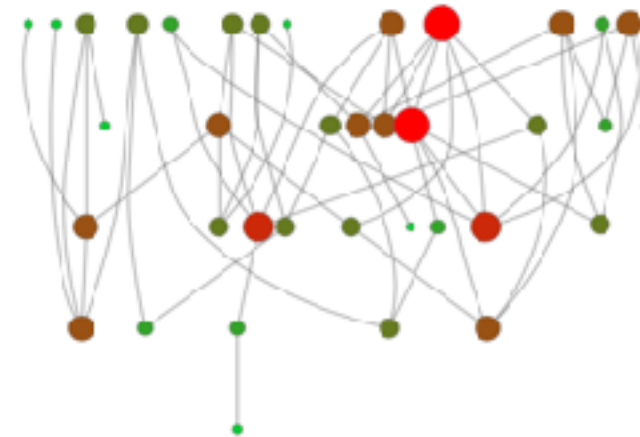
Visualização de redes complexas



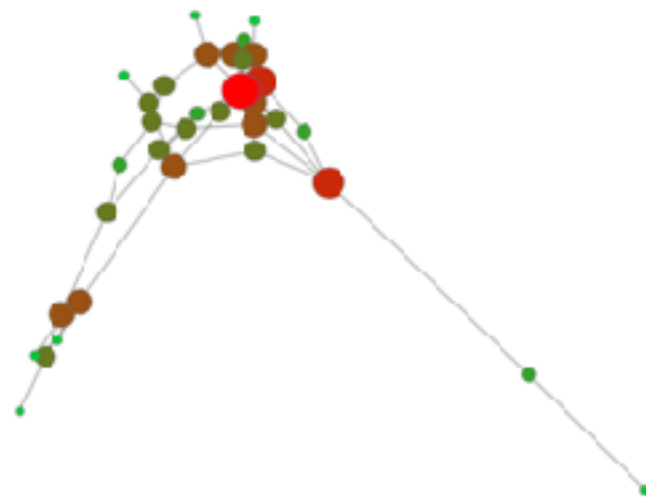
Visualização de redes complexas



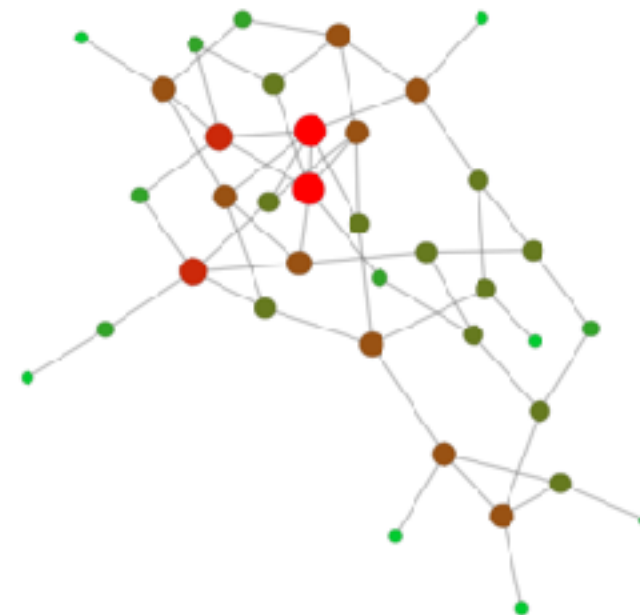
(a) Circular layout



(b) Hierarchical layout



(c) Spectral layout



(d) Force-directed layout

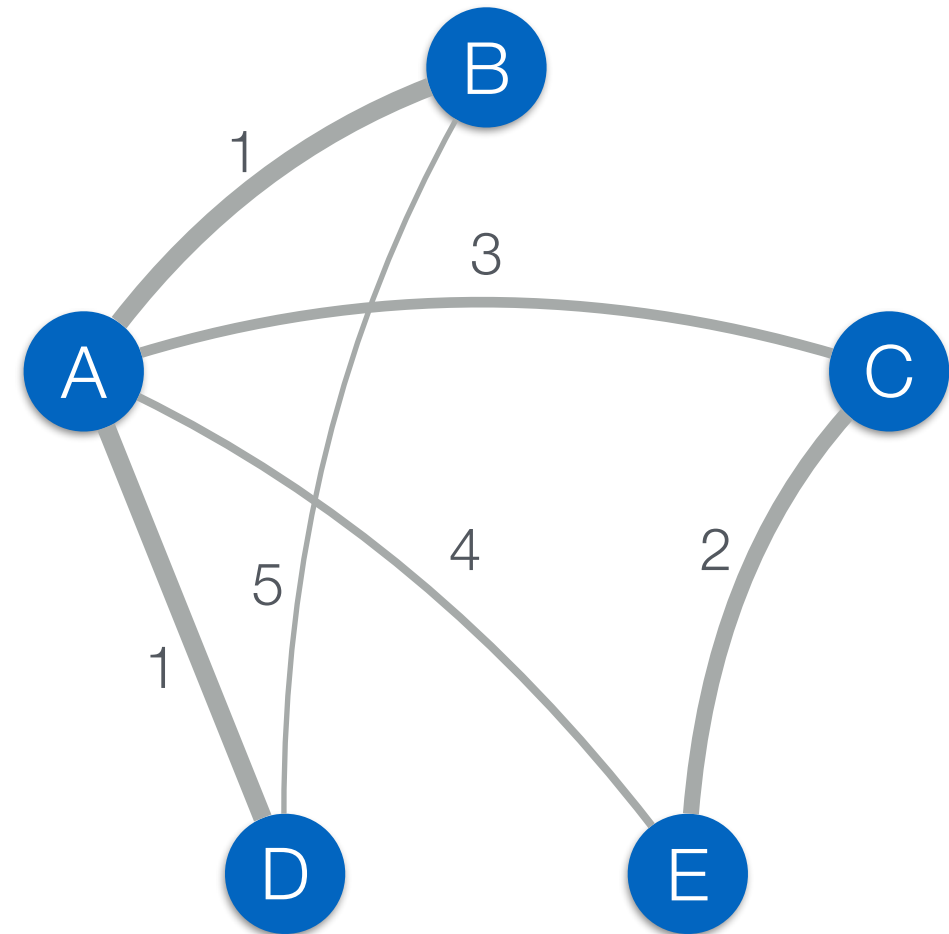
Complex systems: features, similarity and connectivity
C. H. Comin, T. K. DM. Peron, F. N. Silva, D. R. Amancio, F. A. Rodrigues, L. da F. Costa
<https://arxiv.org/abs/1606.05400>

Visualização de redes complexas

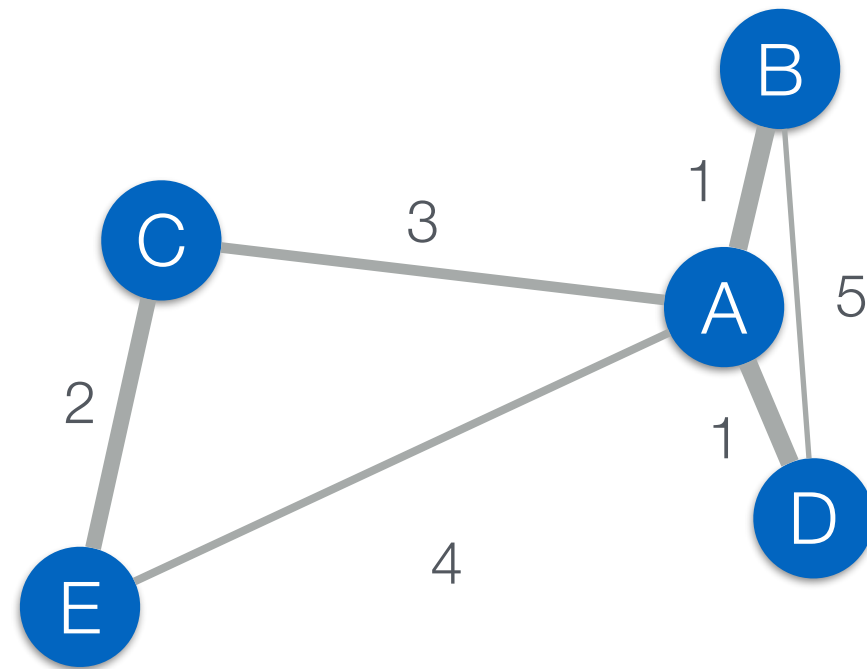


Matriz de distâncias

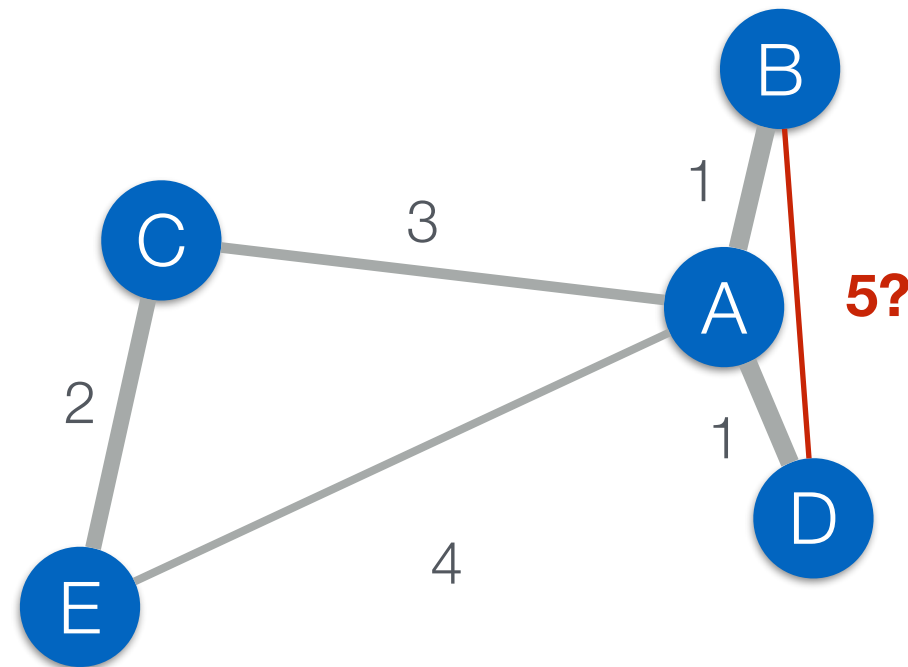
	A	B	C	D	E
A	0	1	3	1	4
B	1	0		5	
C	3		0		2
D	1	5		0	
E	4		2		0



Método direcionado por forças



Método direcionado por forças

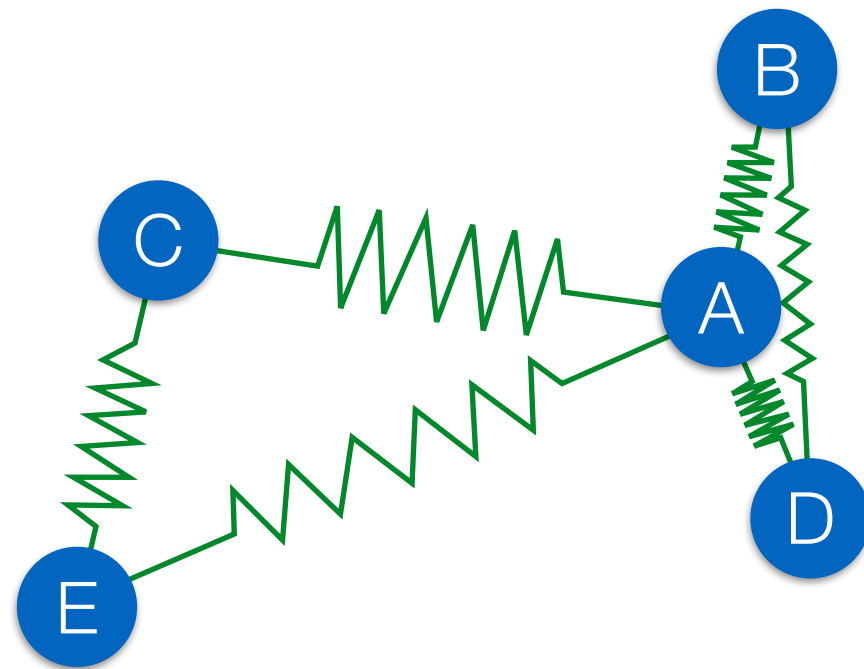


Conseguem imaginar um método físico para resolver o problema?

Método direcionado por forças



Forças do tipo massa-mola

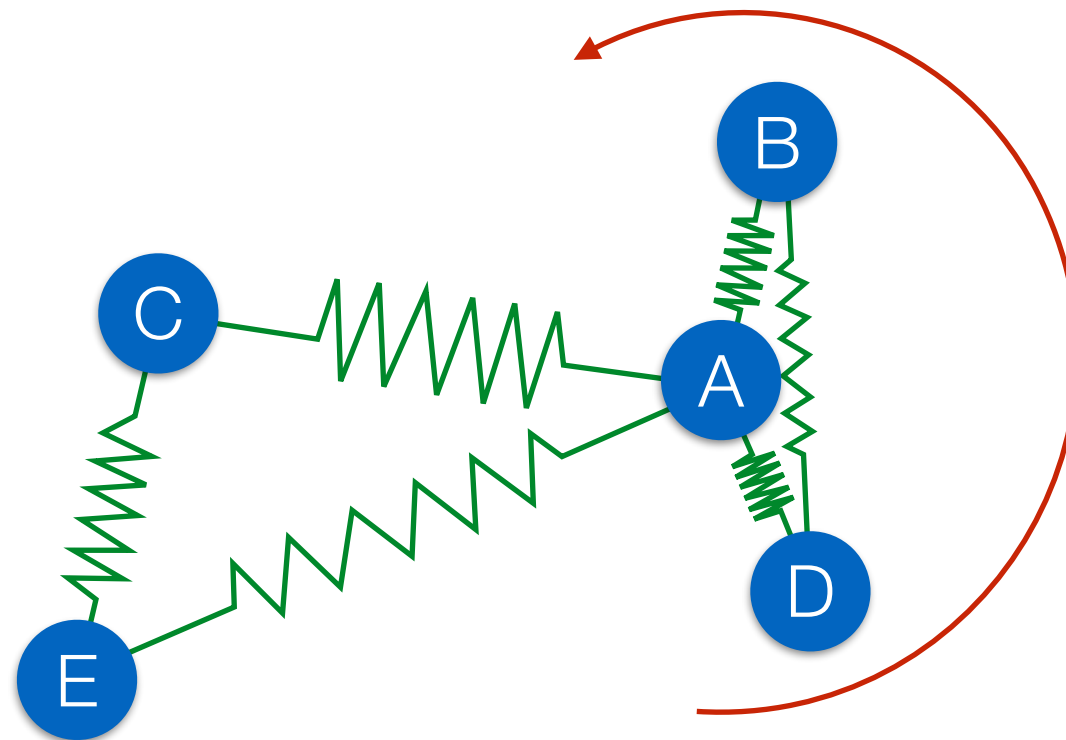


Problemas?

Método direcionado por forças



Forças do tipo massa-mola

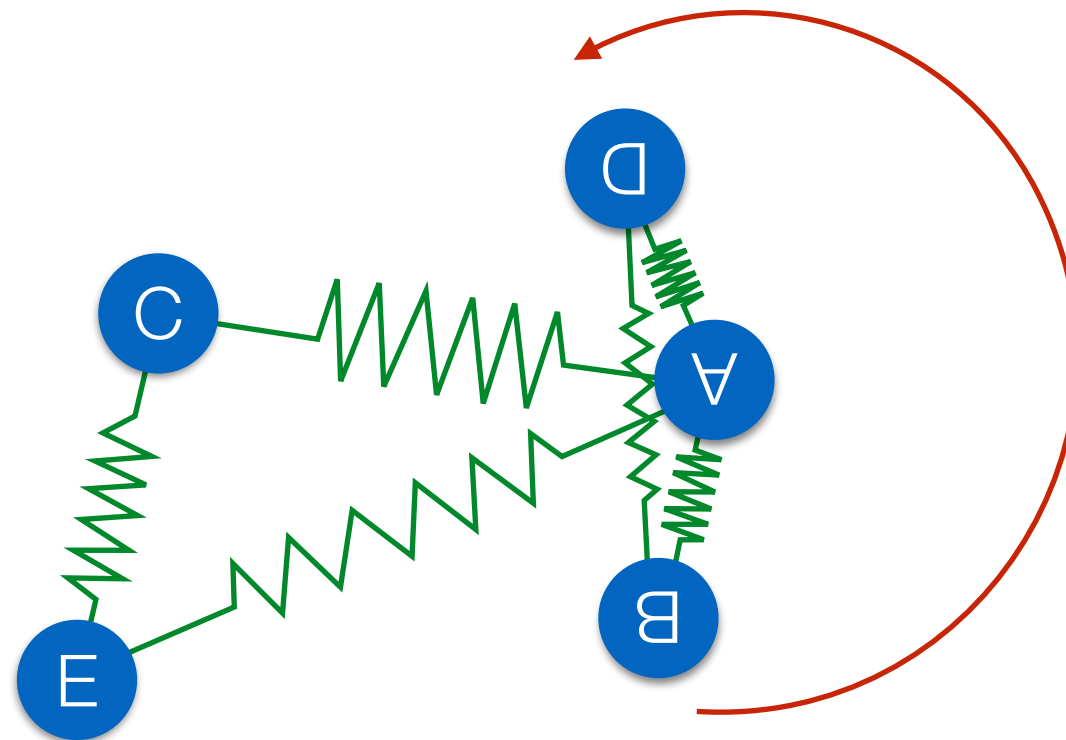


Problemas?

Método direcionado por forças



Forças do tipo massa-mola

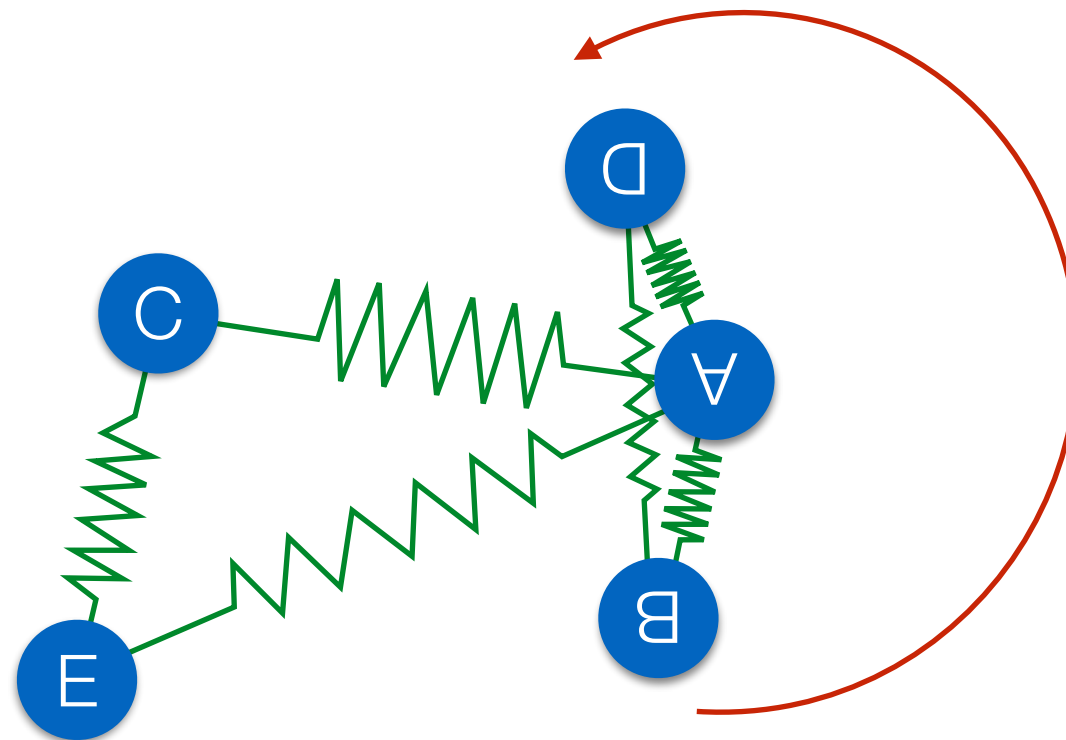


Alternativas?

Método direcionado por forças



Forças do tipo massa-mola

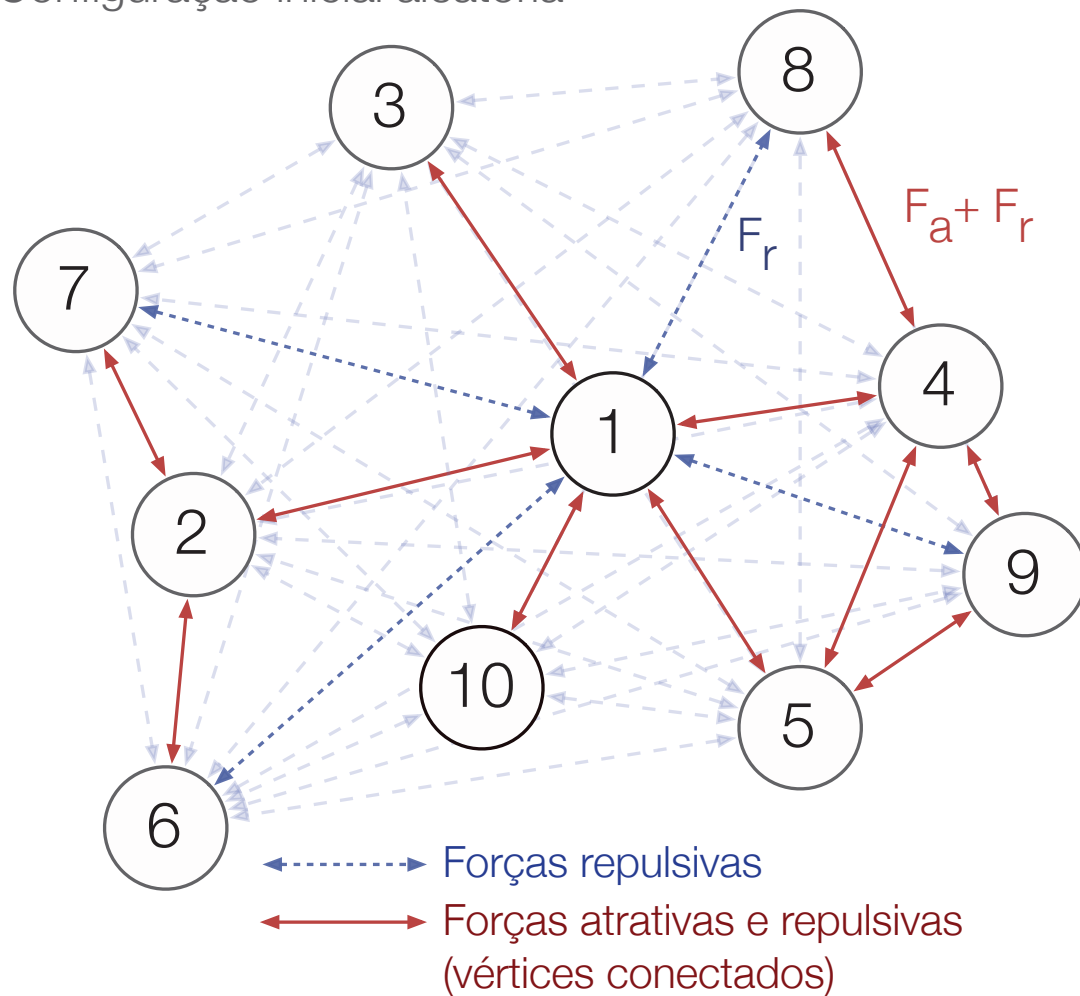


Alternativas?

Método direcionado por forças

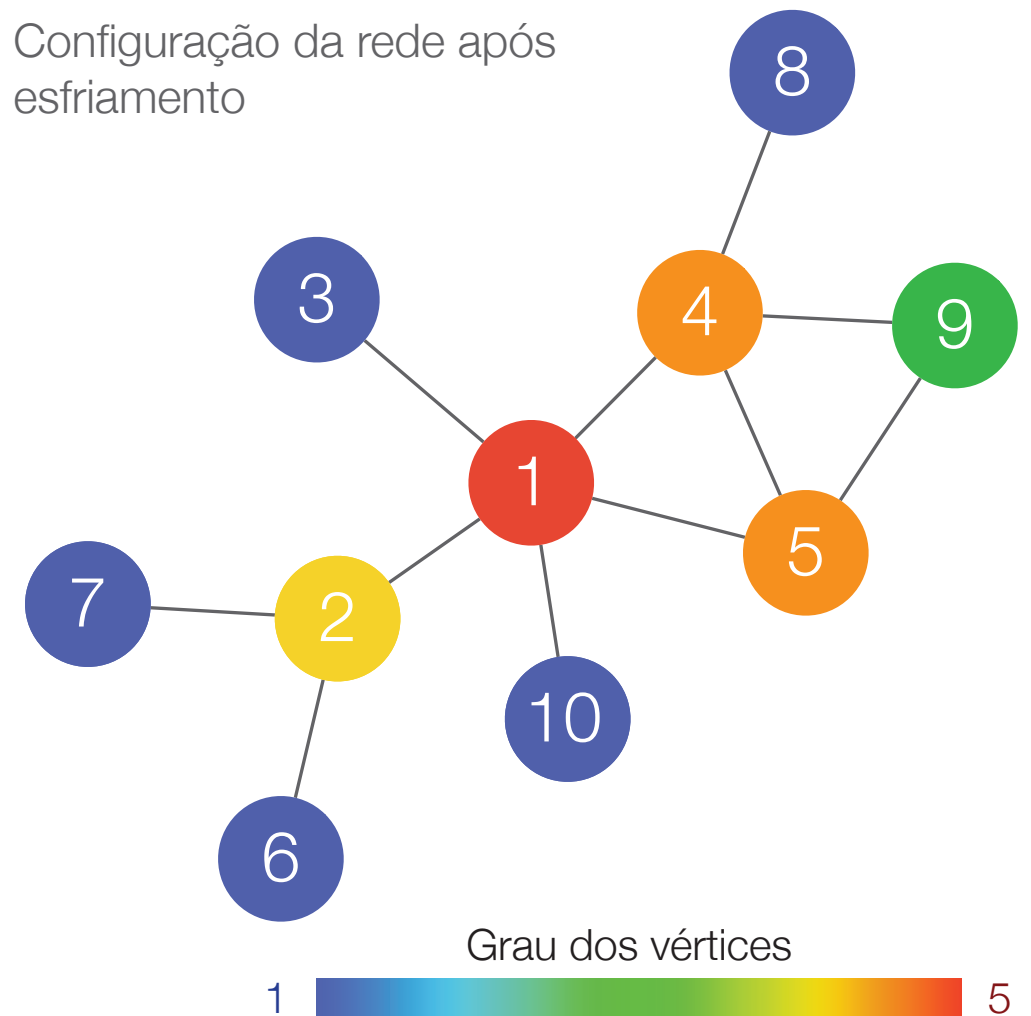


Configuração inicial aleatória



Simulação
de dinâmica
molecular

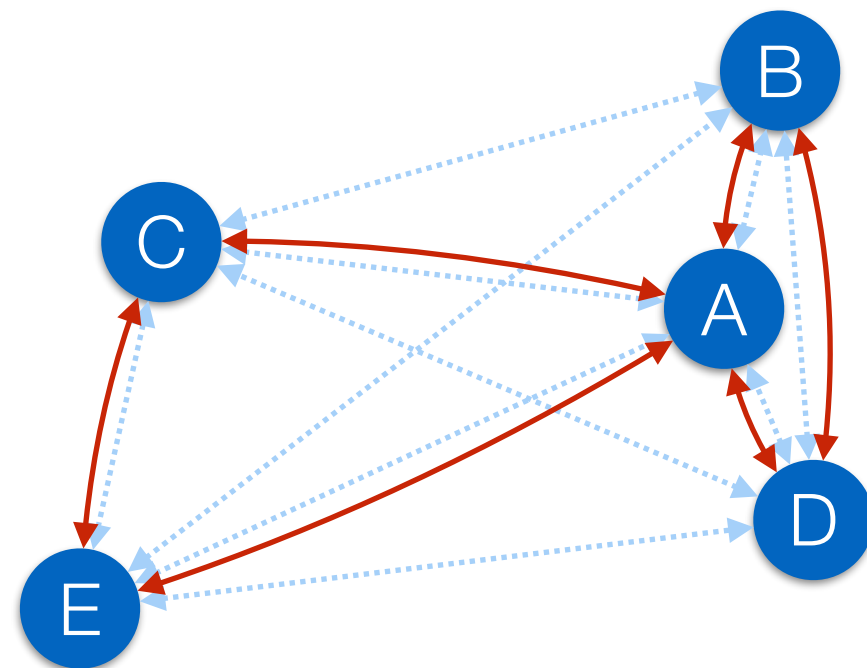
Configuração da rede após
esfriamento



Método direcionado por forças



Forças do tipo elétrica + massa-mola



↔ Força Atrativa
↔ Força Repulsiva

Técnicas de simulação molecular

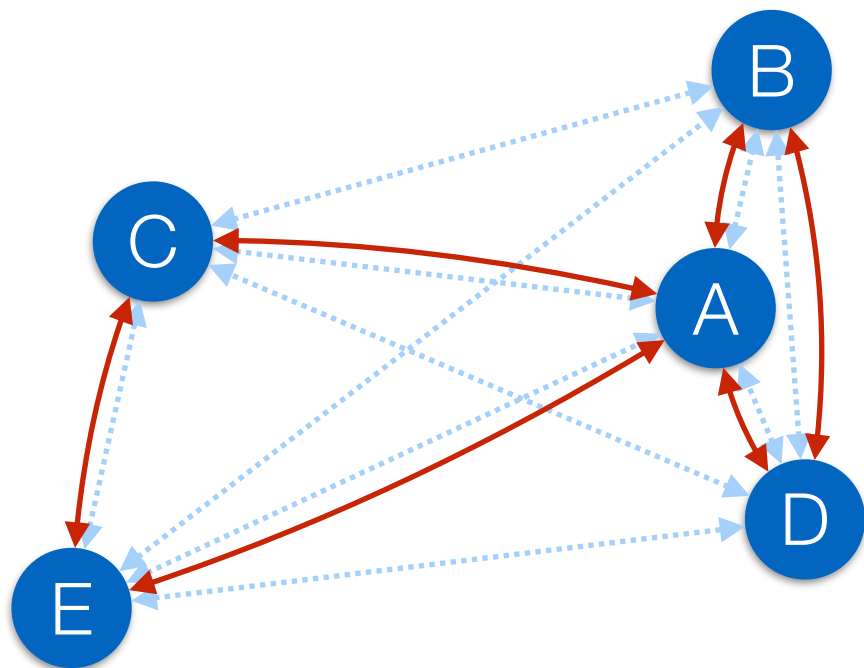
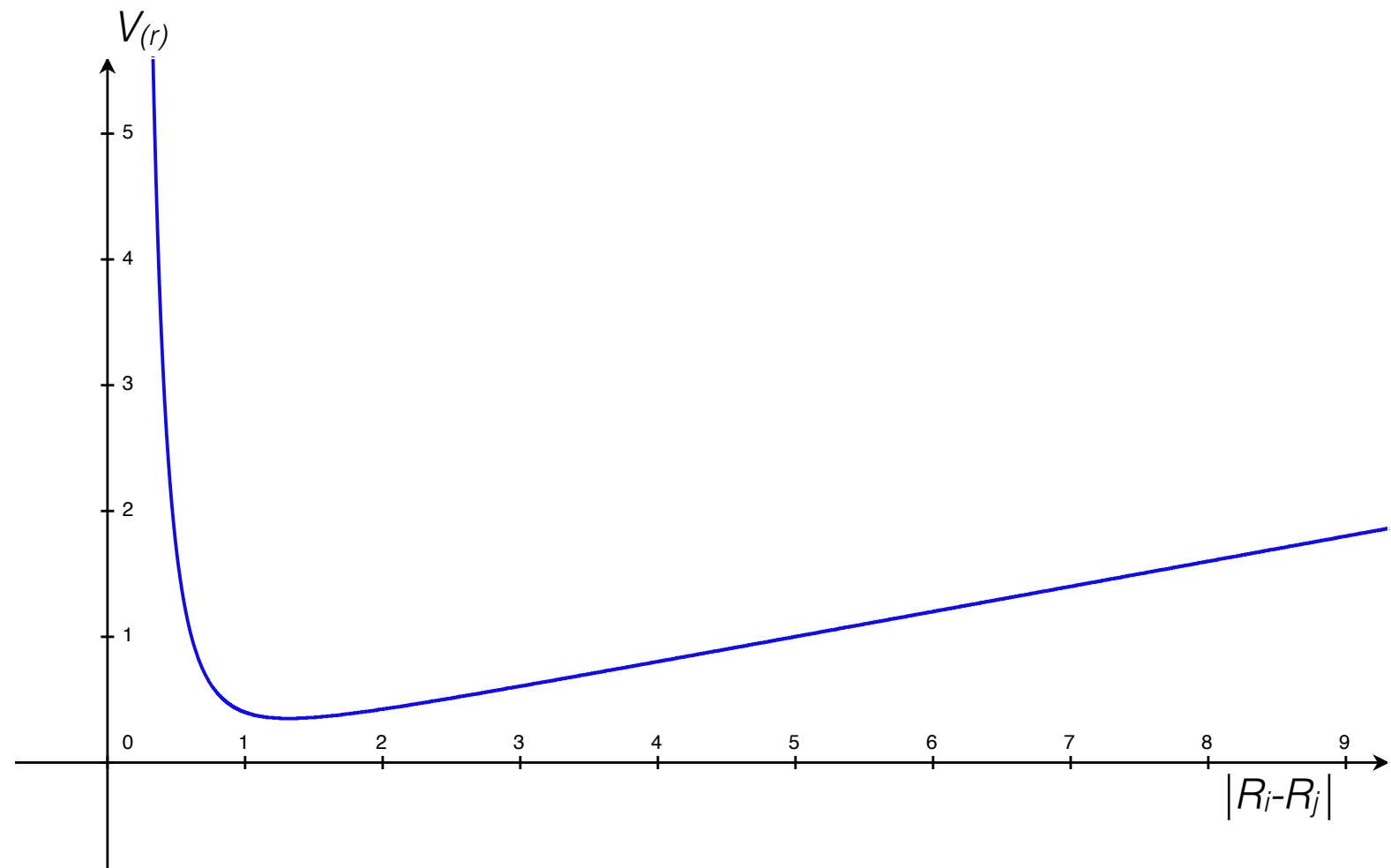


Força Atrativa

$$\vec{F}_{(a)j} = \sum_{(i,j) \in \mathcal{E}} a_{ij} (\vec{R}_i - \vec{R}_j)^2 \hat{r}_{ij}$$

Força Repulsiva

$$\vec{F}_{(r)j} = \sum_{i \in \mathcal{V}} \frac{-b}{(\vec{R}_i - \vec{R}_j)^2} \hat{r}_{ij}$$



Viscosidade

$$\frac{d^2 \vec{R}_j}{d^2 t} = \vec{F}_{(a)i} + \vec{F}_{(r)j} - \mu \frac{d \vec{R}_j}{dt}$$



Método numérico - Verlet

$$\frac{d^2 \vec{R}_j}{dt^2} = \vec{F}_{(a)j} + \vec{F}_{(r)j} - \mu \frac{d\vec{R}_j}{dt}$$

$$\frac{\Delta^2 \vec{R}(t)}{\Delta t^2} = \frac{\frac{\vec{R}(t+\Delta t) - \vec{R}(t)}{\Delta t} - \frac{\vec{R}(t) - \vec{R}(t-\Delta t)}{\Delta t}}{\Delta t} = \frac{\vec{R}(t + \Delta t) - 2\vec{R}(t) + \vec{R}(t - \Delta t)}{\Delta t^2} = \vec{F}_{\text{total}}(\vec{R}(t))$$

$$\vec{R}(t + \Delta t) = 2\vec{R}(t) - \vec{R}(t - \Delta t) + \vec{F}_{\text{total}}(\vec{R}(t))\Delta t^2$$



Erro - método de verlet

$$\vec{R}(t + \Delta t) = \vec{R}(t) + \vec{v}(t)\Delta t + \frac{\vec{a}(t)\Delta t^2}{2} + \frac{\vec{b}(t)\Delta t^3}{6} + \mathcal{O}(\Delta t^4)$$

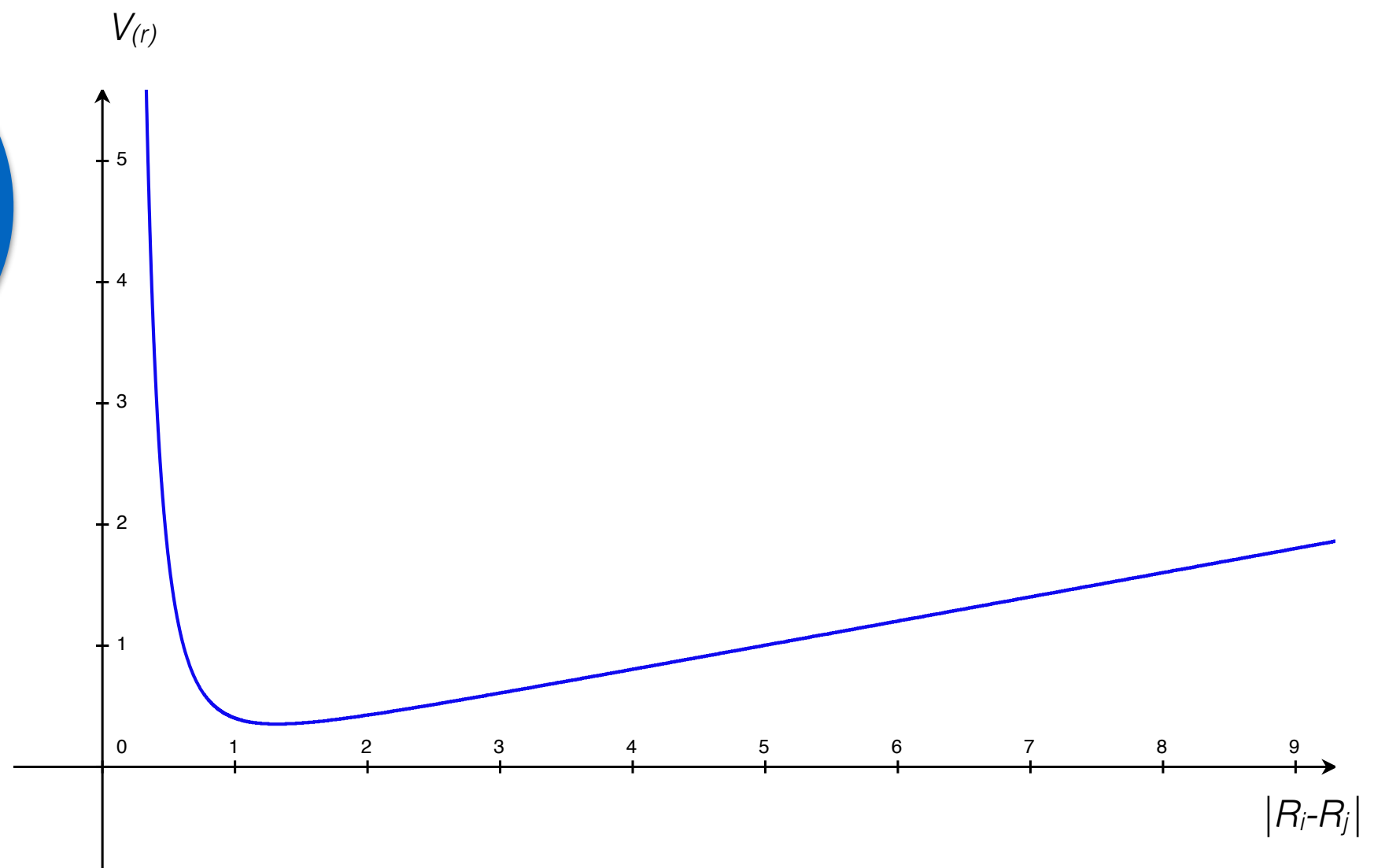
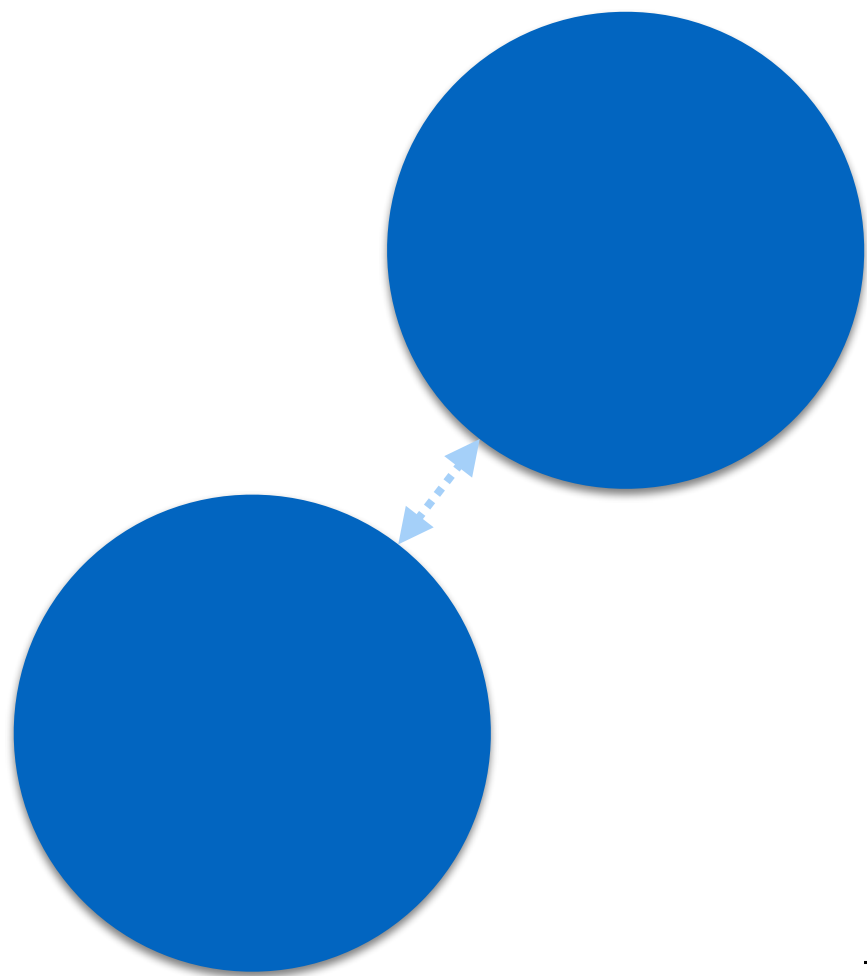
+

$$\vec{R}(t - \Delta t) = \vec{R}(t) - \vec{v}(t)\Delta t + \frac{\vec{a}(t)\Delta t^2}{2} - \frac{\vec{b}(t)\Delta t^3}{6} + \mathcal{O}(\Delta t^4)$$

$$= \vec{R}(t + \Delta t) = 2\vec{R}(t) - \vec{R}(t - \Delta t) + \vec{a}(t)\Delta t^2 + \mathcal{O}(\Delta t^4)$$

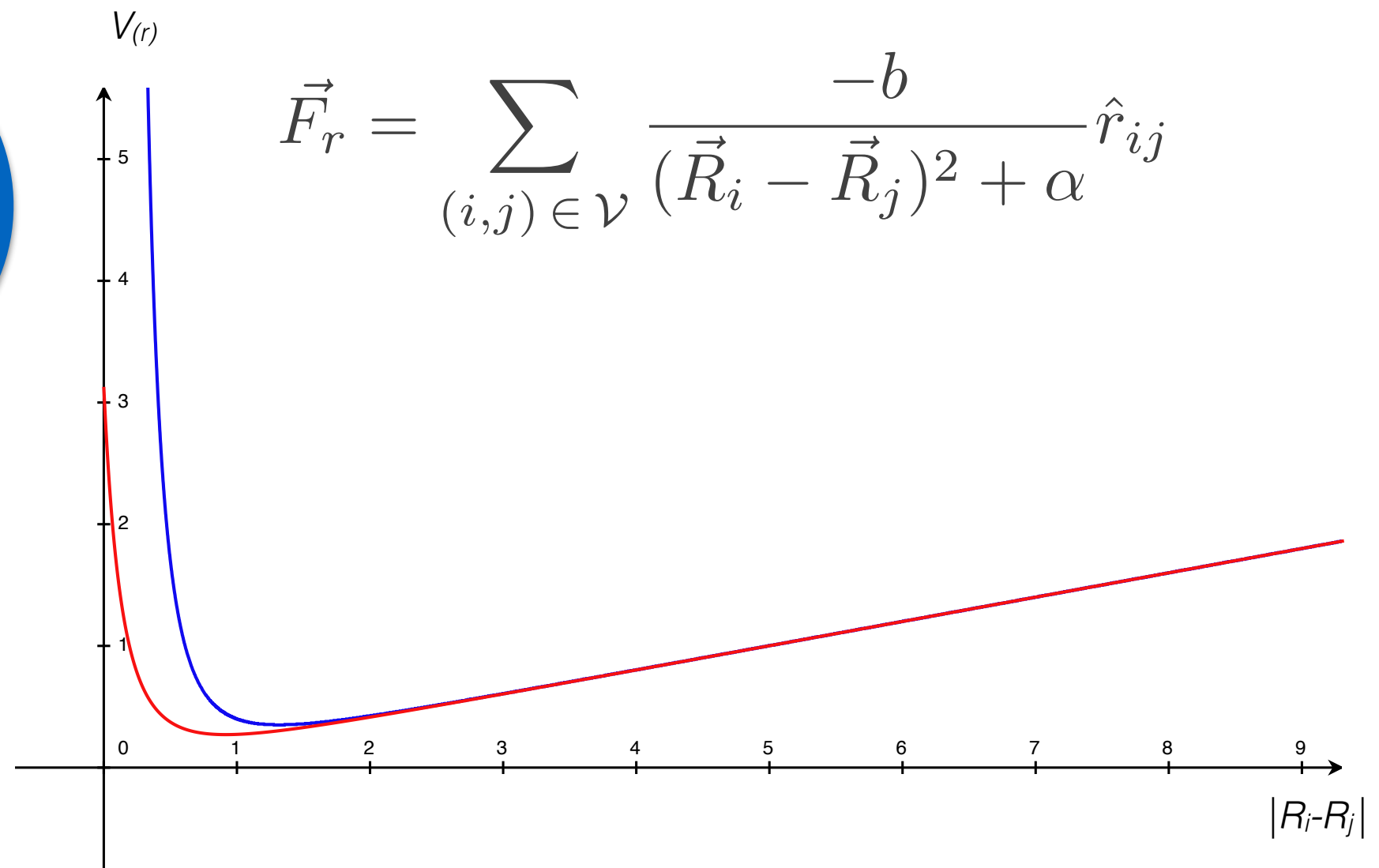
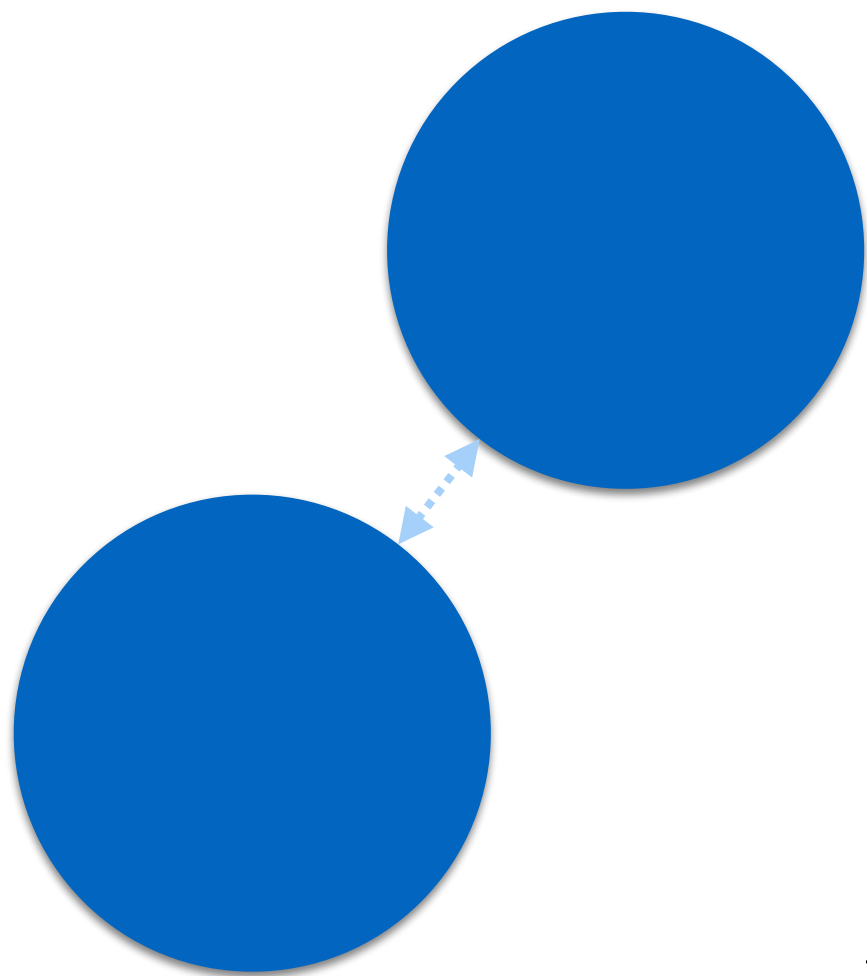


Correção na lei de força





Correção na lei de força



Optimizações por expansão multipolar

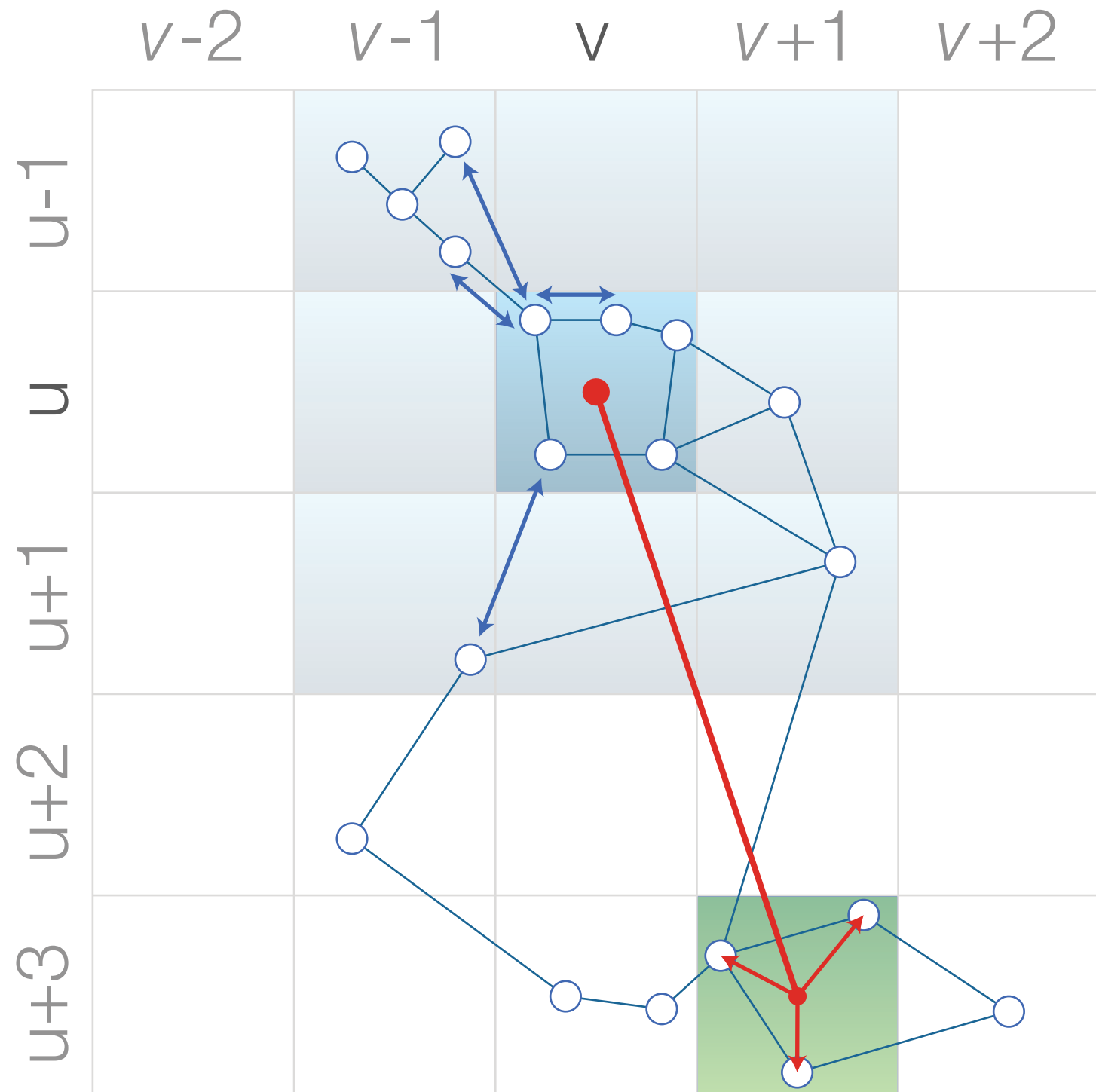


- O problema é $O(N^2)$
- A técnica de **expansão multipolar** aproxima as forças de **objetos distantes**:

$$\sum_{i \in \mathcal{V}} \frac{\hat{r}_{ij}}{(\vec{R}_i - \vec{R}_j)^2} = -\vec{\nabla} \sum_{i \in \mathcal{V}} \frac{1}{|\vec{R}_i - \vec{R}_j|} = -\vec{\nabla} \phi(\vec{R}_j)$$

$$\phi(\vec{R}_j) \propto \frac{N_{u,v}}{|\vec{R}_j|} + \frac{\vec{p}_{u,v} \cdot \vec{R}_j}{|\vec{R}_j|^3} + \frac{1}{2} \sum_m^3 \sum_n^3 \frac{(Q_{u,v})_{mn} (R_j)_m (R_j)_n}{|\vec{R}_j|^5} + \dots$$

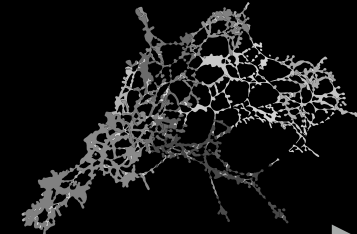
- Onde $N_{u,v}$, $\vec{p}_{u,v}$ e $Q_{u,v}$ são os **momentos** de **monopolo**, **dipolo** e **quadrupolo** calculados em cada **caixa** (u,v) .
- A expansão **até quadrupolo** apresentou **bons resultados** para a maioria das redes.



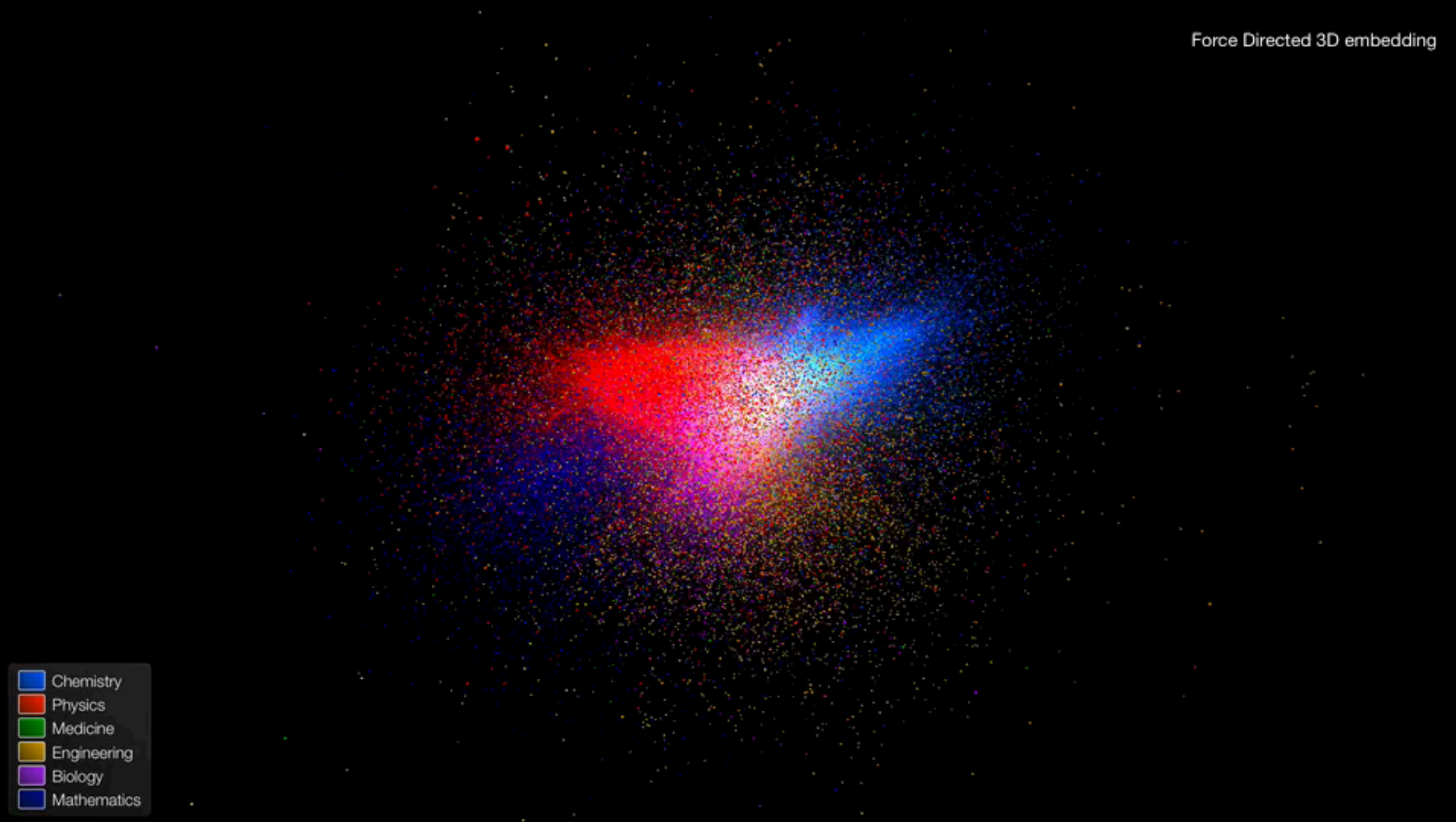
Resumo da apresentação

- Visualização de dados
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Minard
- Visualização interativa
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- Redes Complexas
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- Geração de redes a partir de dados
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- Visualização de redes
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- Exemplos de visualização
- Ferramentas
- Referências

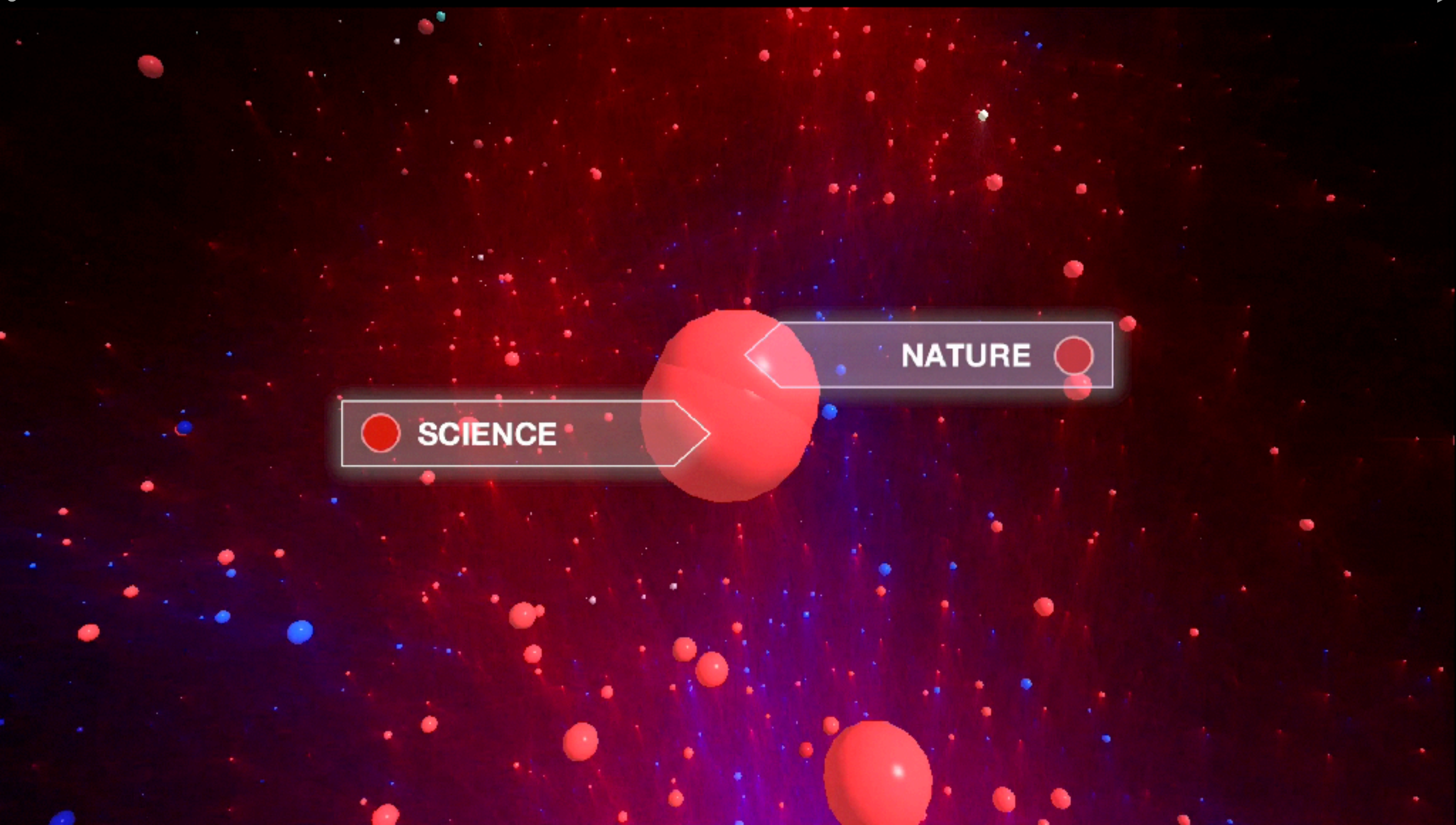
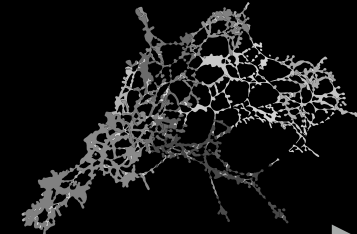
Exemplos de visualização



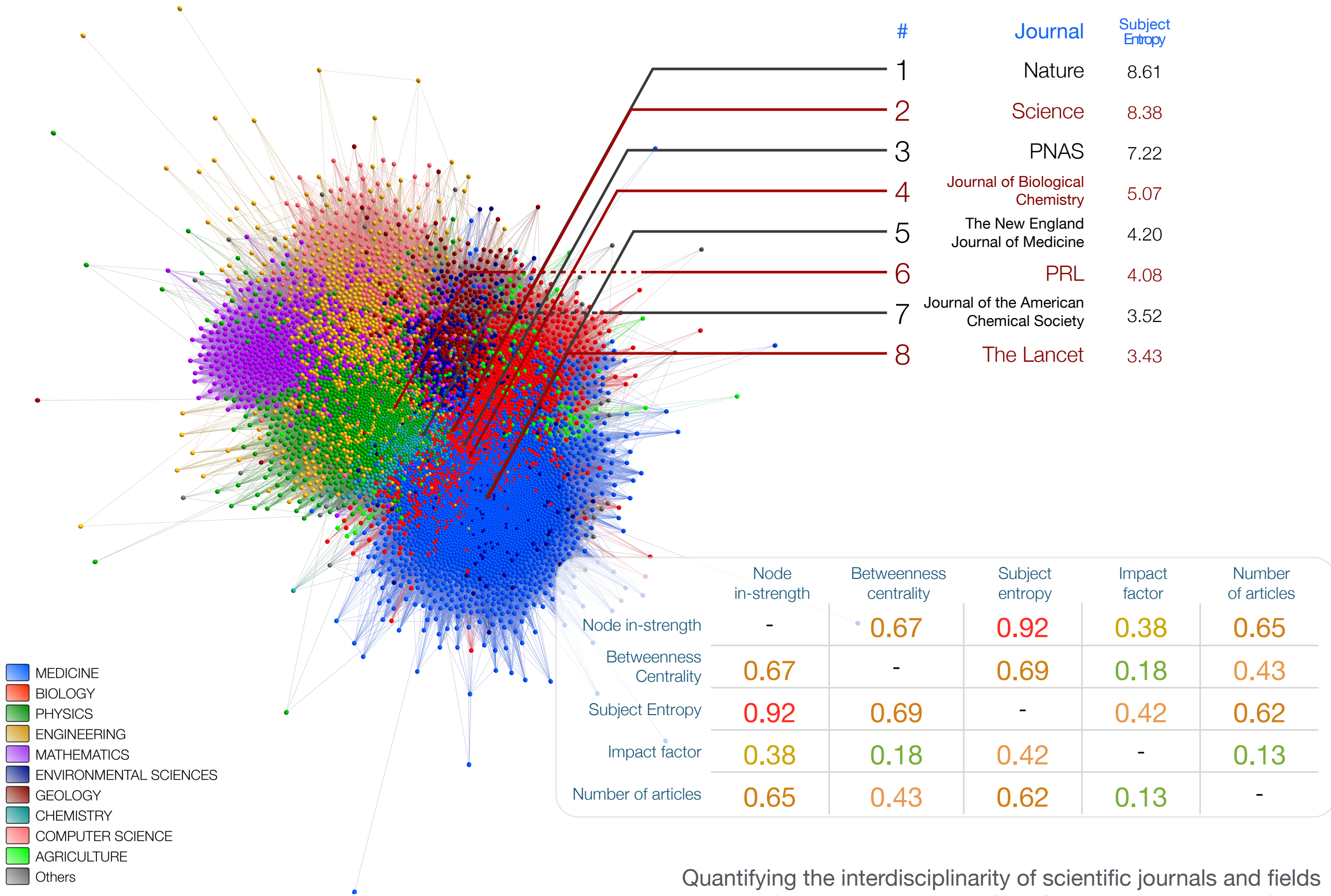
Force Directed 3D embedding



Exemplos de visualização



Quantifying the interdisciplinarity of scientific journals and fields
F. N. Silva, F. A. Rodrigues, O.N. Oliveira Jr. and L. da F. Costa
Journal of Informetrics. Volume 7, Issue 2, Pages 469-477 (Apr, 2013)
Também em: <http://arxiv.org/abs/1203.4807>

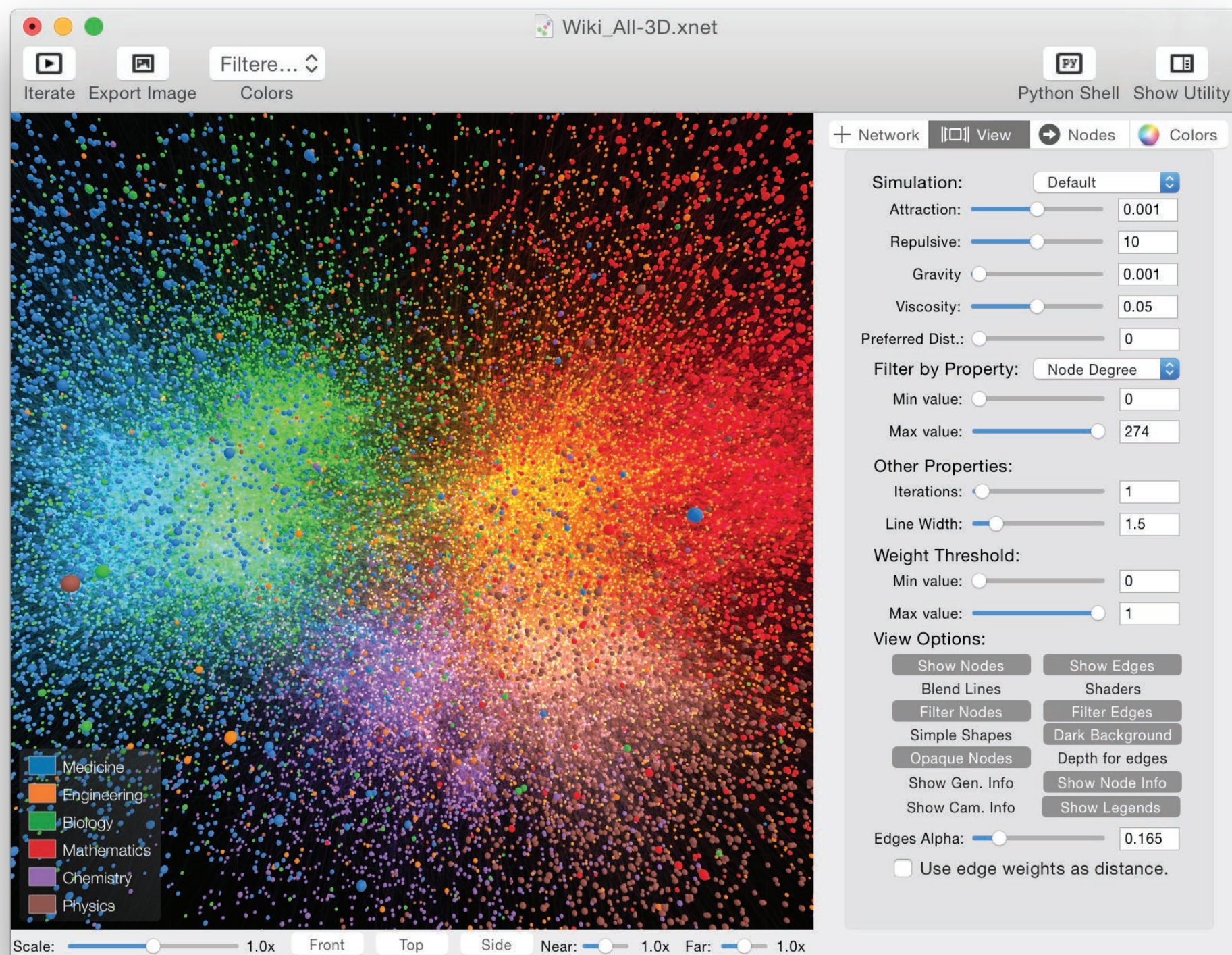


Quantifying the interdisciplinarity of scientific journals and fields

F. N. Silva, F. A. Rodrigues, O.N. Oliveira Jr. and L. da F. Costa

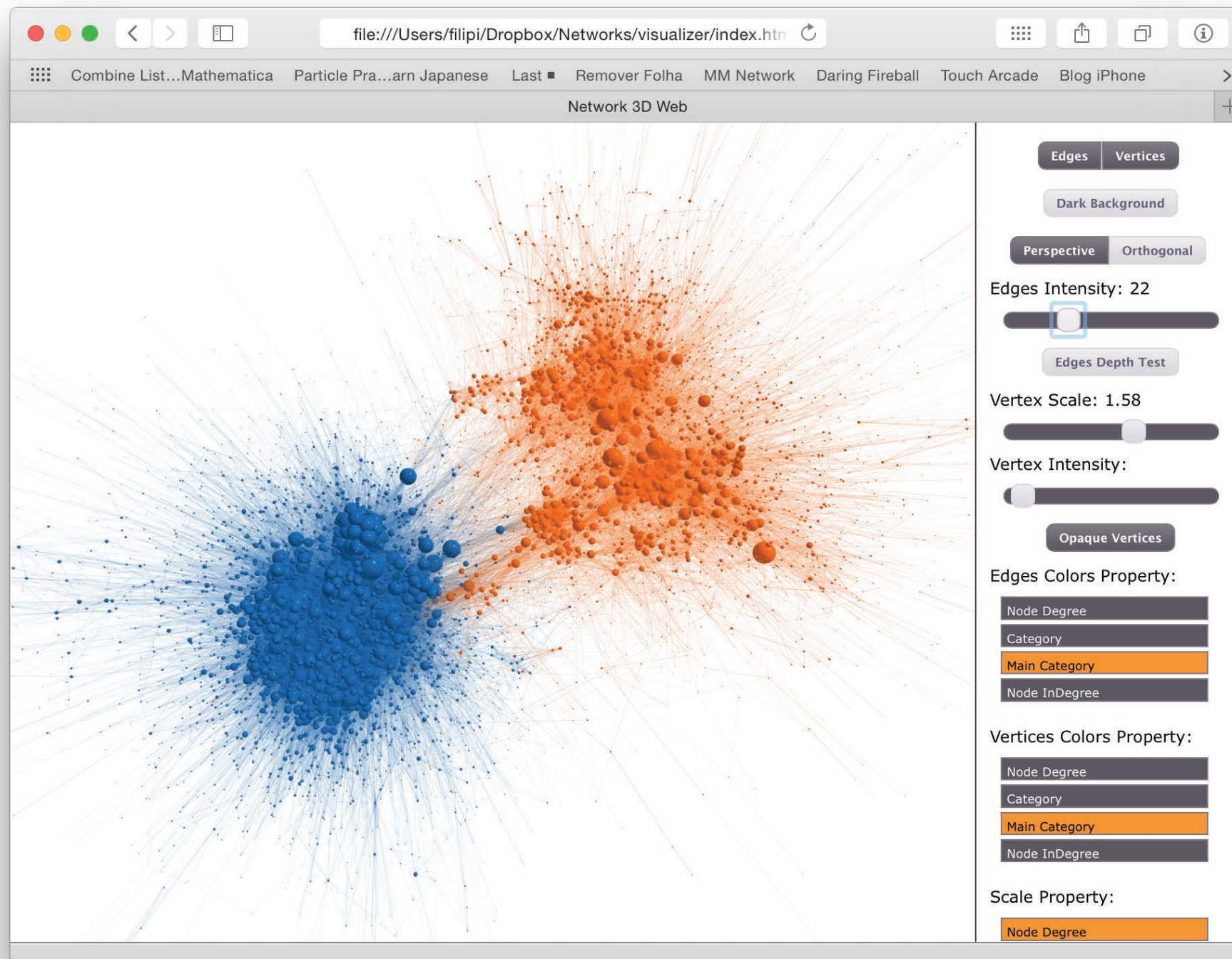
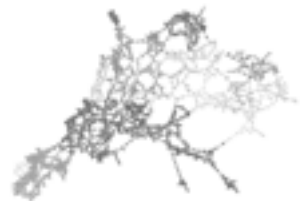
Journal of Informetrics. Volume 7, Issue 2, Pages 469-477 (Apr, 2013)

Exemplos de visualização



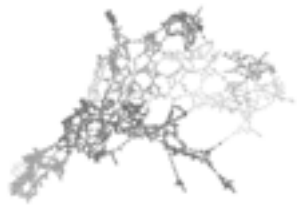
Interface do software

Exemplos de visualização

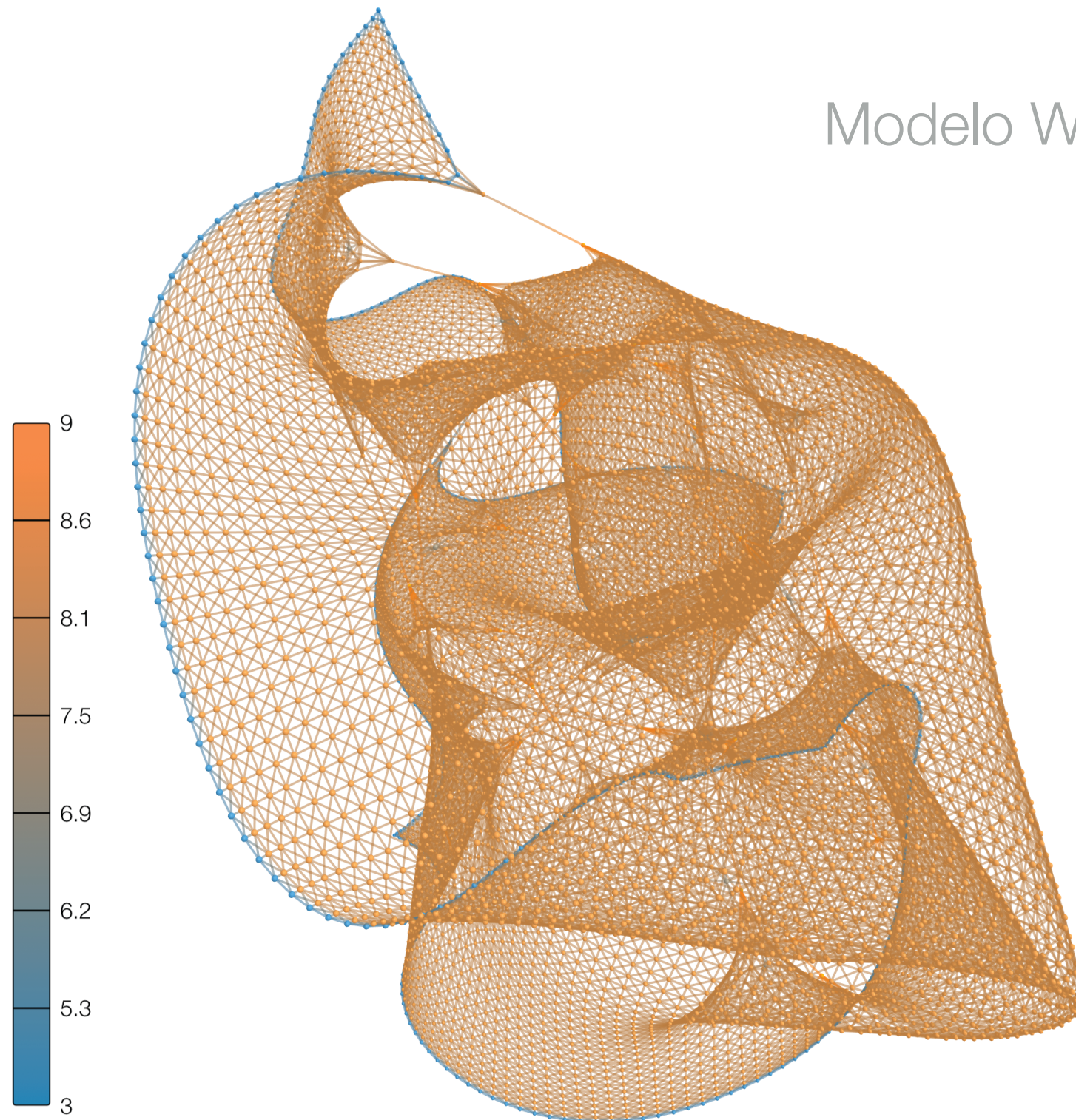


Interface da versão web

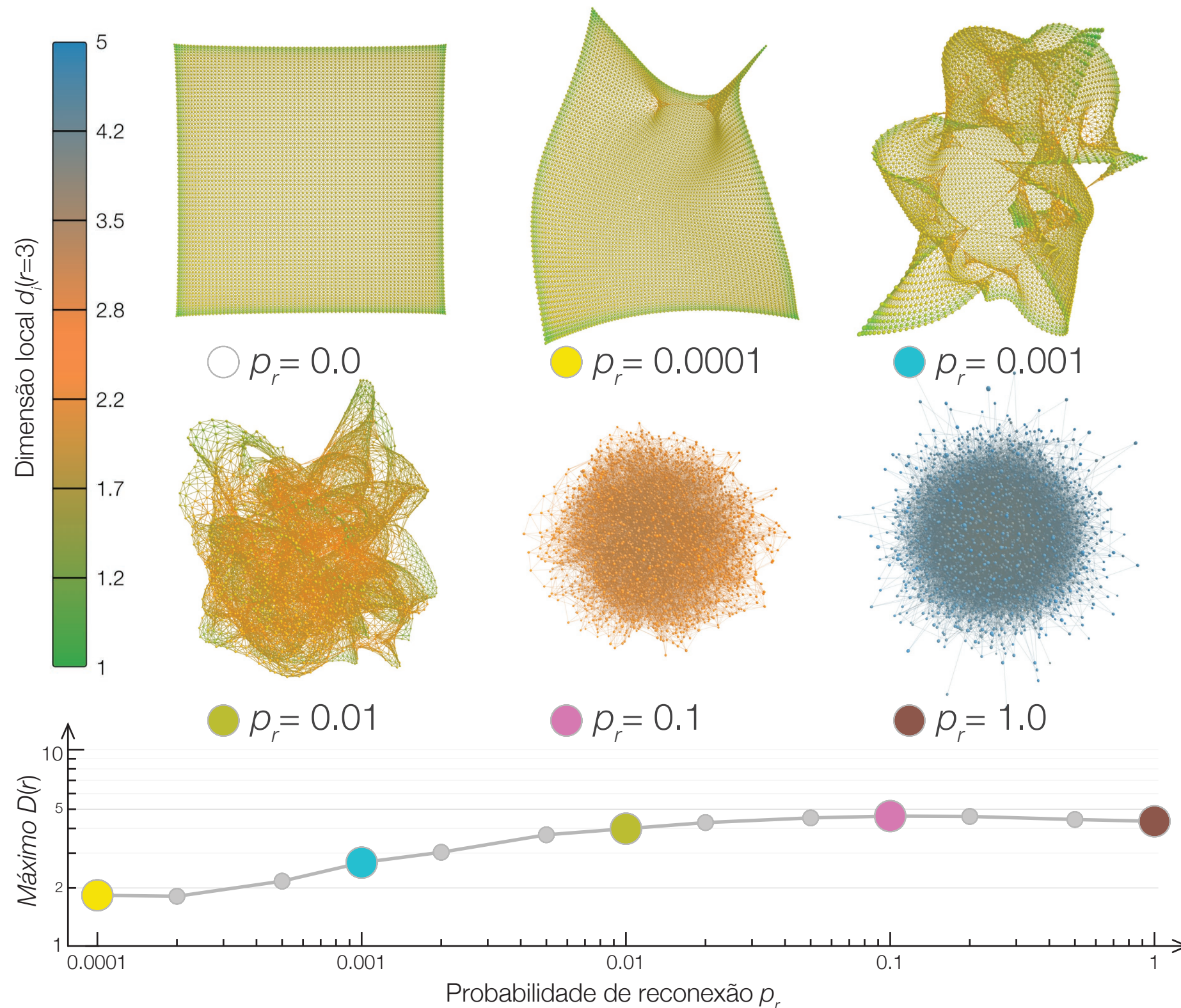
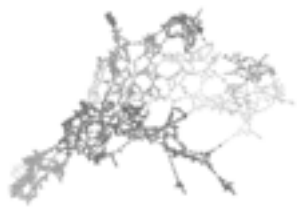
Exemplos de visualização



Modelo Watts-Strogatz 2D

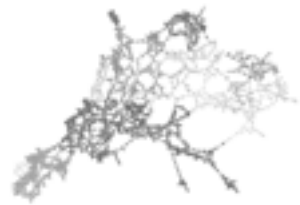


Exemplos de visualização

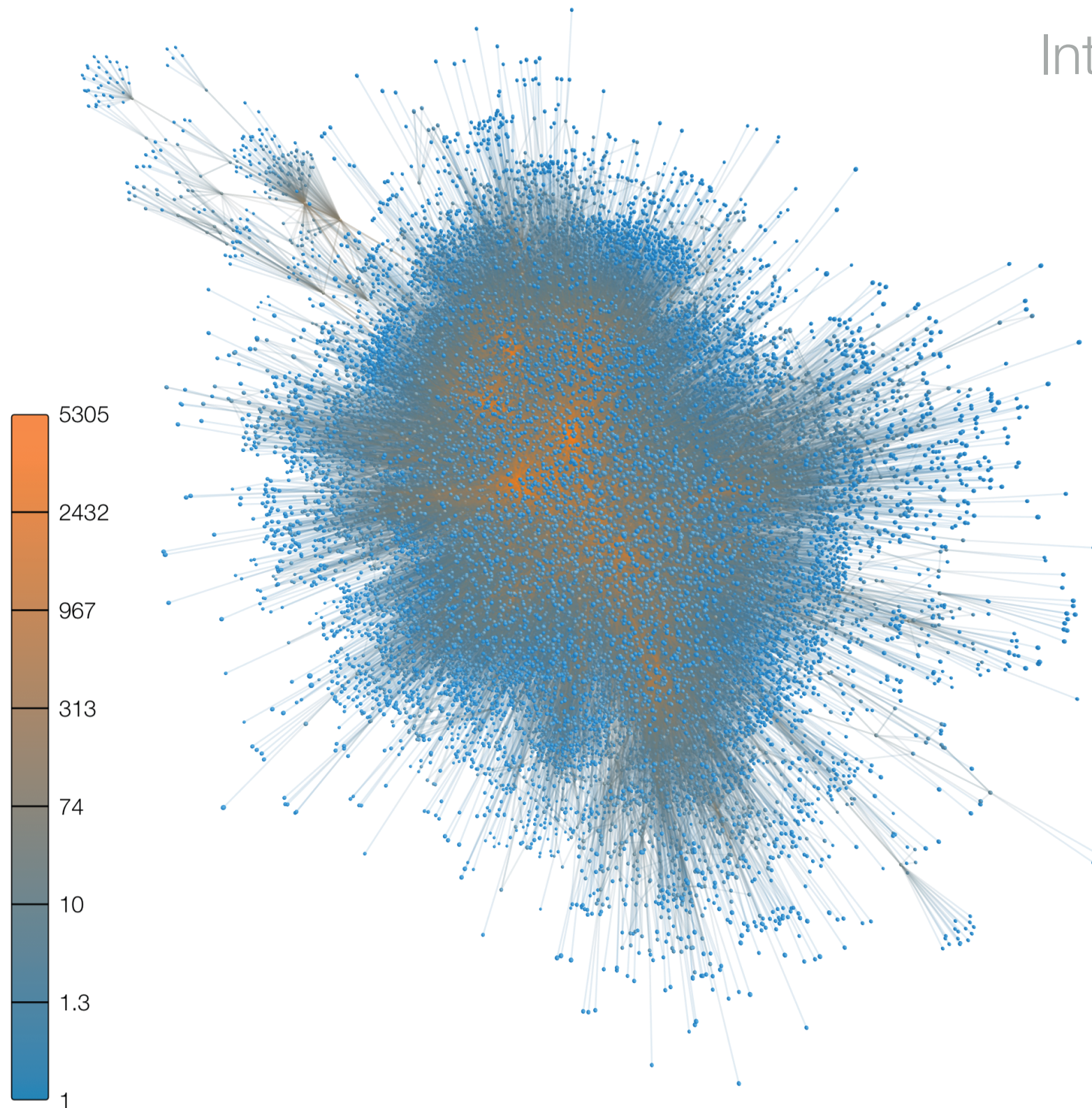


SILVA, Filipi Nascimento. **Dimensão e simetria em redes complexas**: uma abordagem multiescala. 2015. Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-17122015-145908>

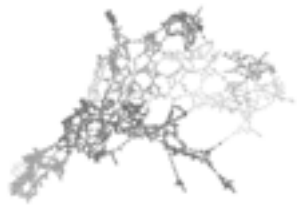
Exemplos de visualização



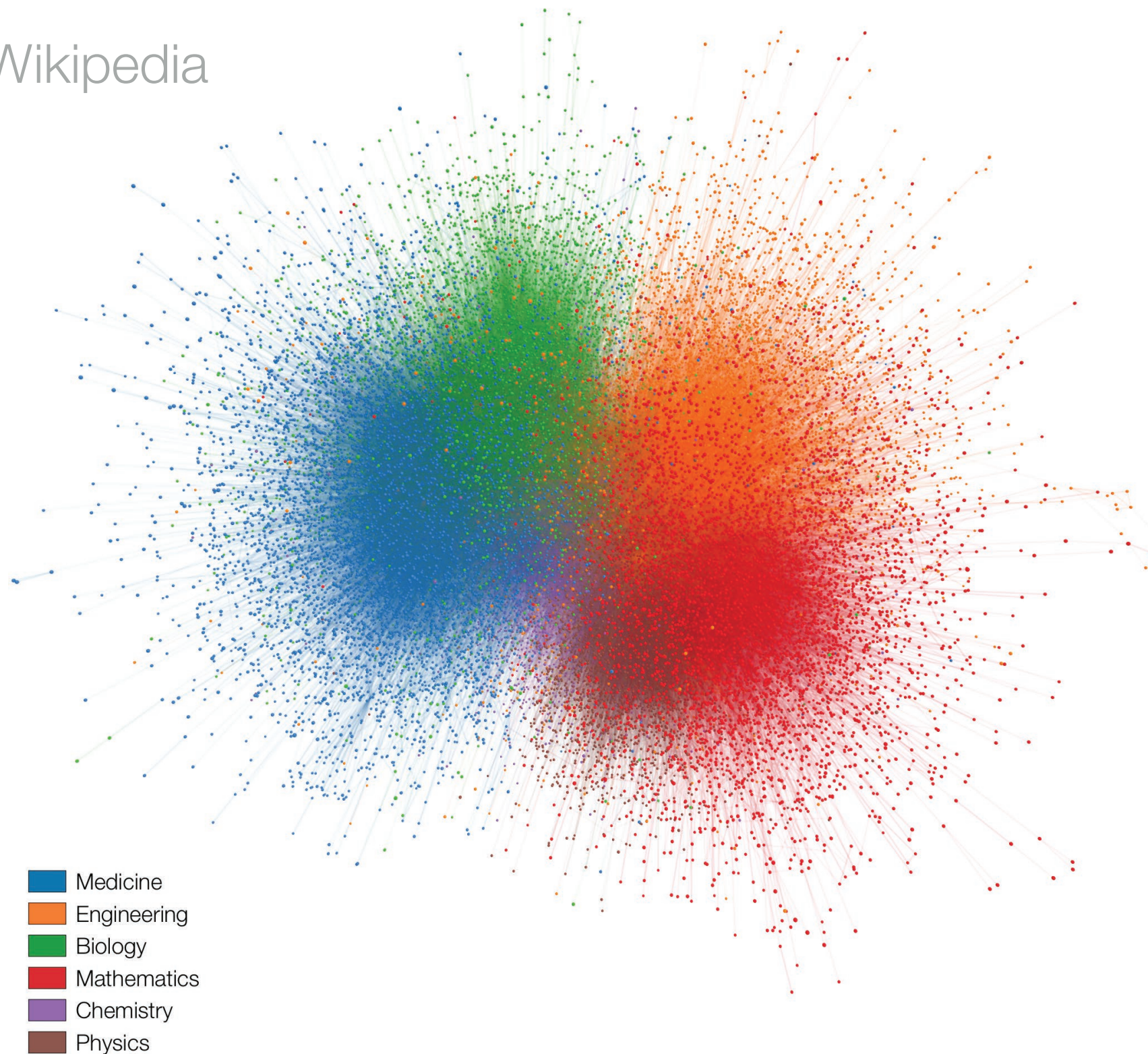
Internet



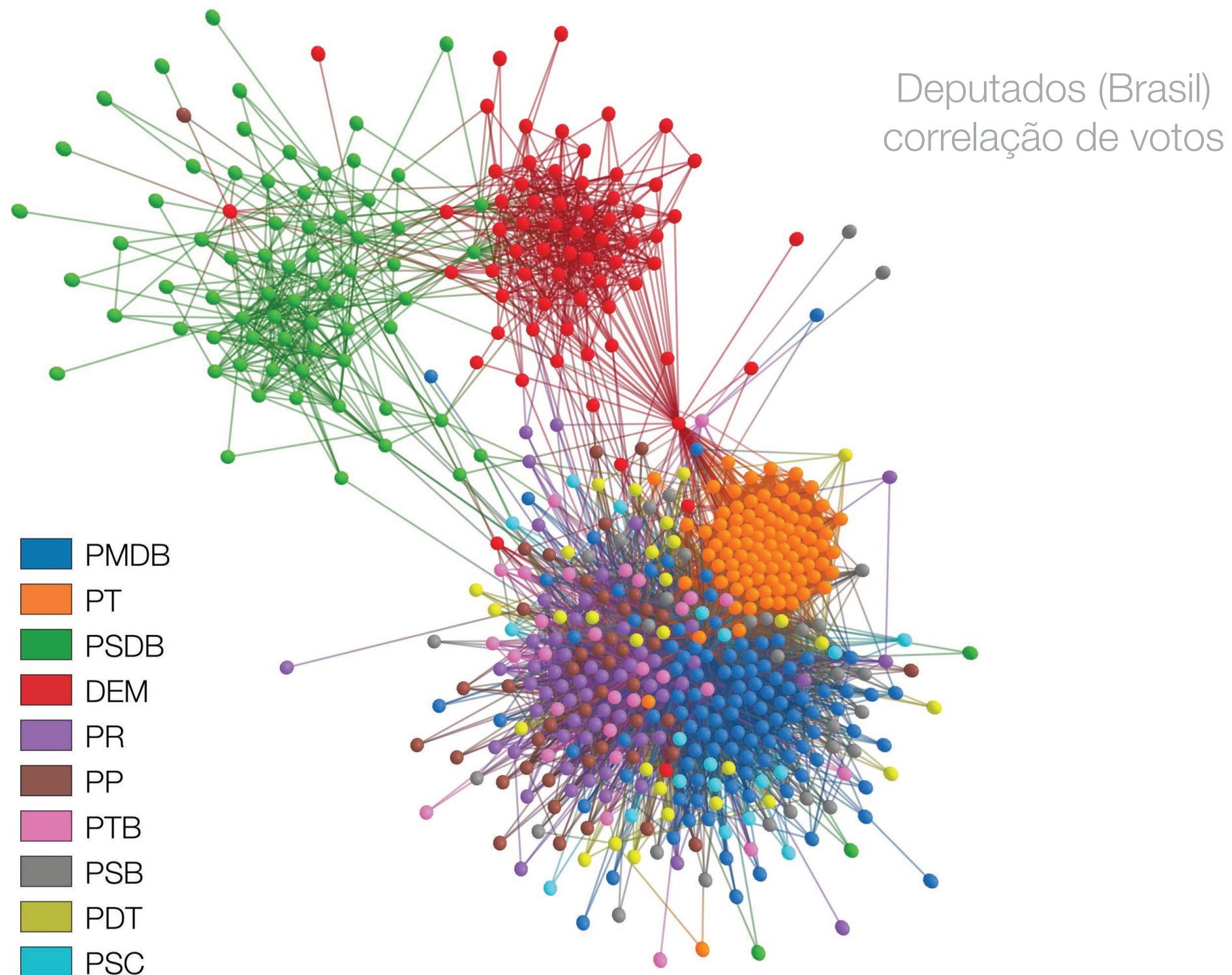
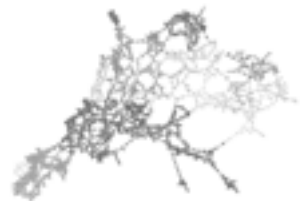
Exemplos de visualização



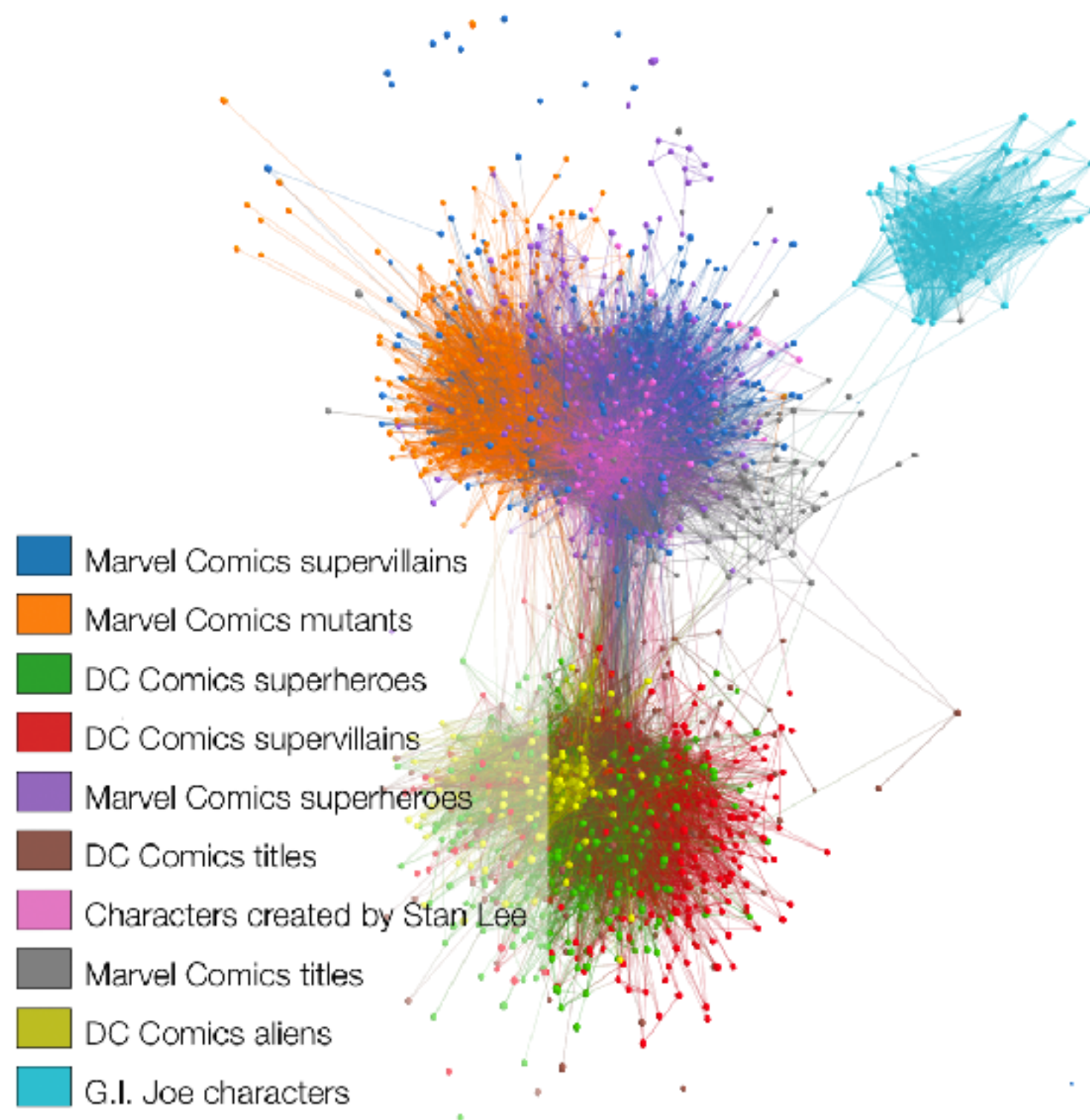
Rede Wikipedia



Exemplos de visualização



Exemplos de visualização



Papers of "*Photonic Crystals*" on Web Of Science®

Each dot represents a paper
Each line indicates a citation

Automated Keywords

- confinement loss, long period, period grating, high birefringence, modal birefringence
- crystal waveguide, slow light, waveguide band, group index, degree band
- nanocavity, crystal cavity, quantum dot, nanocavities, dot
- colloidal, opal, template, colloidal crystal, sphere
- one dimensional, transfer matrix, matrix method, omnidirectional, magneto
- supercontinuum, supercontinuum generation, soliton, pulse
- negative refraction, collimation, self collimation
- extraction, light extraction, diode, led, light emitting
- detection, biosensor, sensor, label, label free
- hollow core, core photonic, gas, core
- fiber laser, erbium, erbium dope, dope fiber, dope
- vertical cavity, cavity surface, vovel, surface emit
- porous, porous silicon, silicon photonic, monitor
- terahertz, parametric, thz, generation, conversion
- noise, power/ground, suppression, ghz, rod
- beam, nonlinear photonic, vortex, beam nonlinear, beam generate

Papers of "**Photonic Crystals**" on Web Of Science®

Photonic Crystal Fibers
Engineering

Each dot represents a paper
Each line indicates a citation

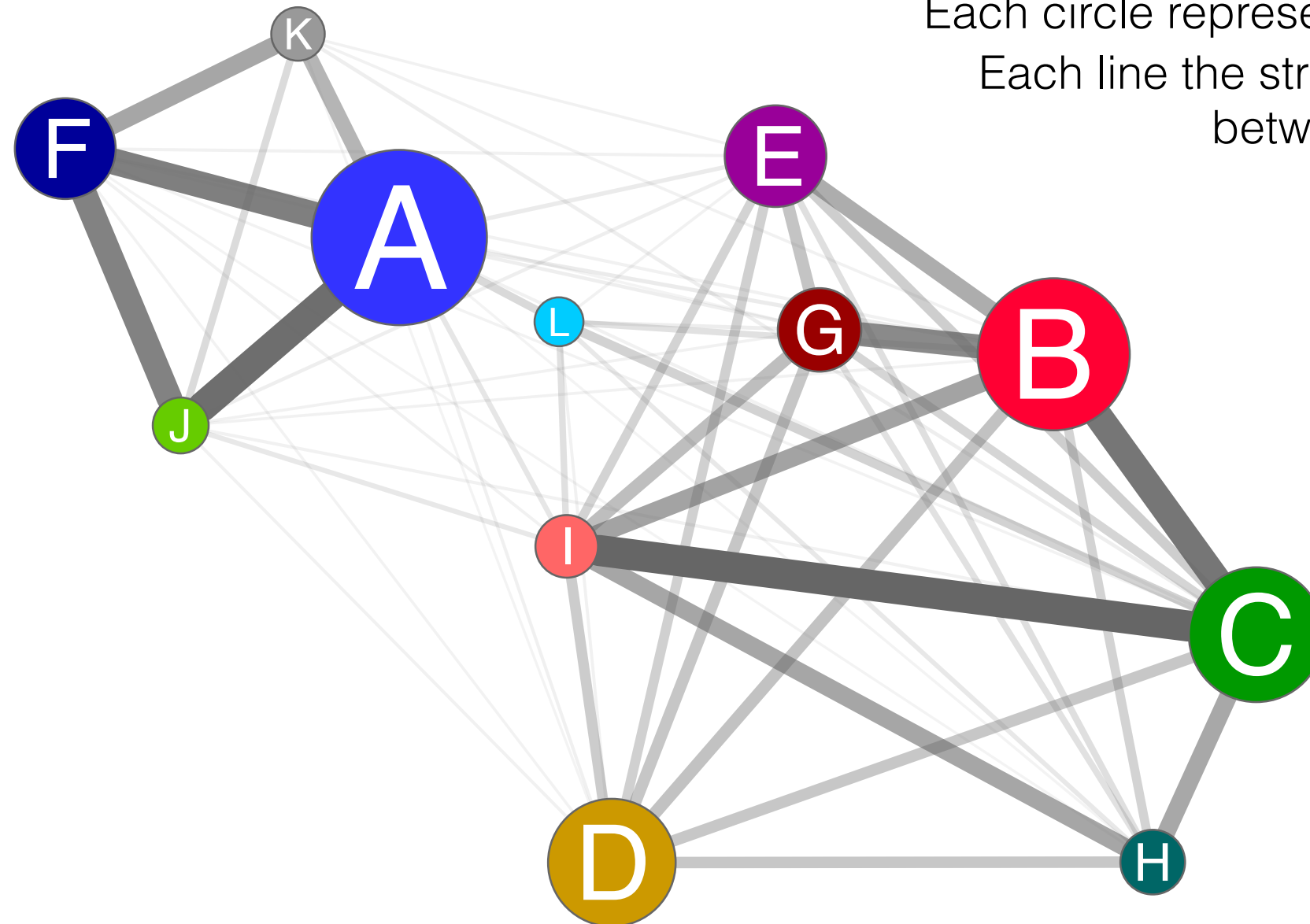
Automated Keywords

- confinement loss, long period, period grating, high birefringence, modal birefringence
- crystal waveguide, slow light, waveguide band, group index, degree band
- nanocavity, crystal cavity, quantum dot, nanocavities, dot
- colloidal, opal, template, colloidal crystal, sphere
- one dimensional, transfer matrix, matrix method, omnidirectional, magneto
- supercontinuum, supercontinuum generation, soliton, pulse
- negative refraction, collimation, self collimation
- extraction, light extraction, diode, led, light emitting
- detection, biosensor, sensor, label, label free
- hollow core, core photonic, gas, core
- fiber laser, erbium, erbium dope, dope fiber, dope
- vertical cavity, cavity surface, vovel, surface emit
- porous, porous silicon, silicon photonic, monitor
- terahertz, parametric, thz, generation, conversion
- noise, power/ground, suppression, ghz, rod
- beam, nonlinear photonic, vortex, beam nonlinear, beam generate

General Photonic Crystals
Physics

Papers of "*Photonic Crystals*" on Web Of Science®

Each circle represents a community
Each line the strength of citations
between communities



Automated Keywords

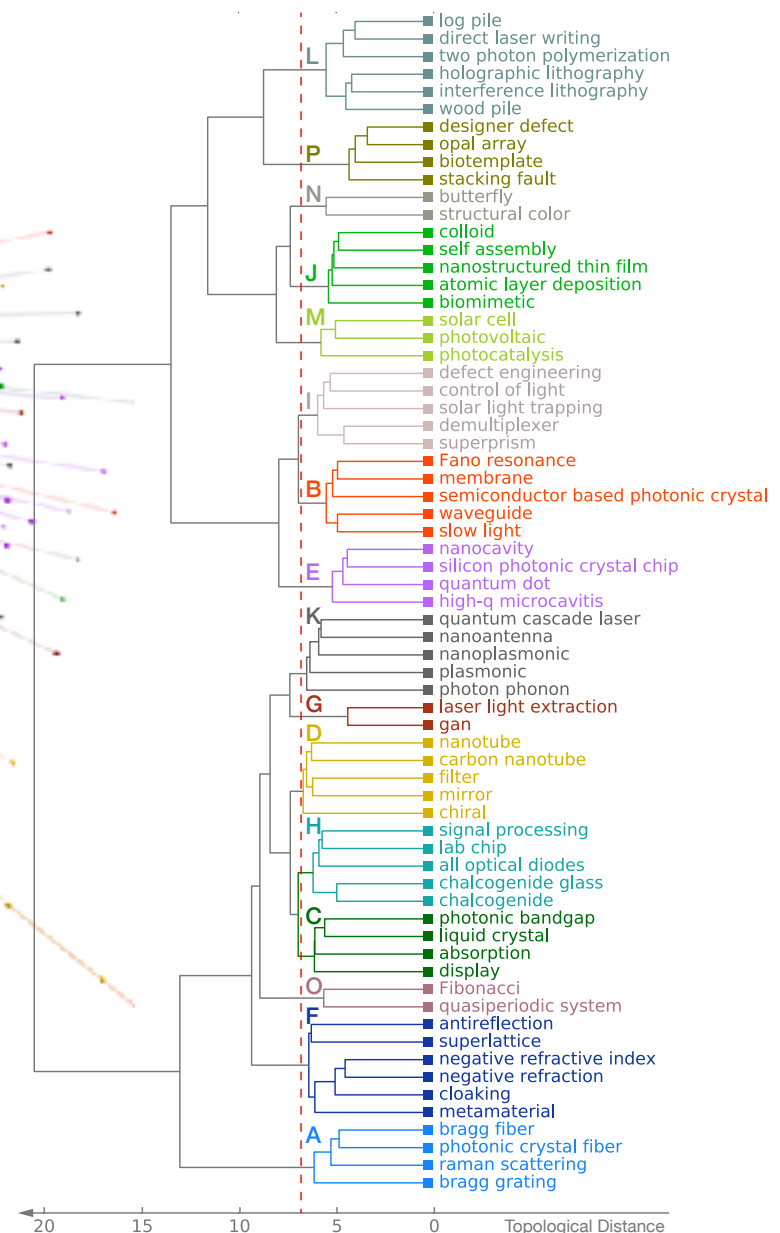
- A - confinement loss, long period, period grating, high birefringence, modal birefringence
- B - crystal waveguide, slow light, waveguide bend, group index, degree bend
- C - nanocavity, crystal cavity, quantum dot, nanocavities, dot
- D - colloidal, opal, template, colloidal crystal, sphere
- E - one dimensional, transfer matrix, matrix method, omnidirectional, magneto
- F - supercontinuum, supercontinuum generation, soliton, pulse
- G - negative refraction, collimation, self collimation
- H - extraction, light extraction, diode, led, light emitting
- I - detection, biosensor, sensor, label, label free
- J - hollow core, core photonic, gas, core
- K - fiber laser, erbium, erbium dope, dope fiber, dope
- L - vertical cavity, cavity surface, vcsel, surface emit

Papers of "*Photonic Crystals*" on Web Of Science®

Each dot represents a paper
Each line indicates a citation

Specialist Keywords

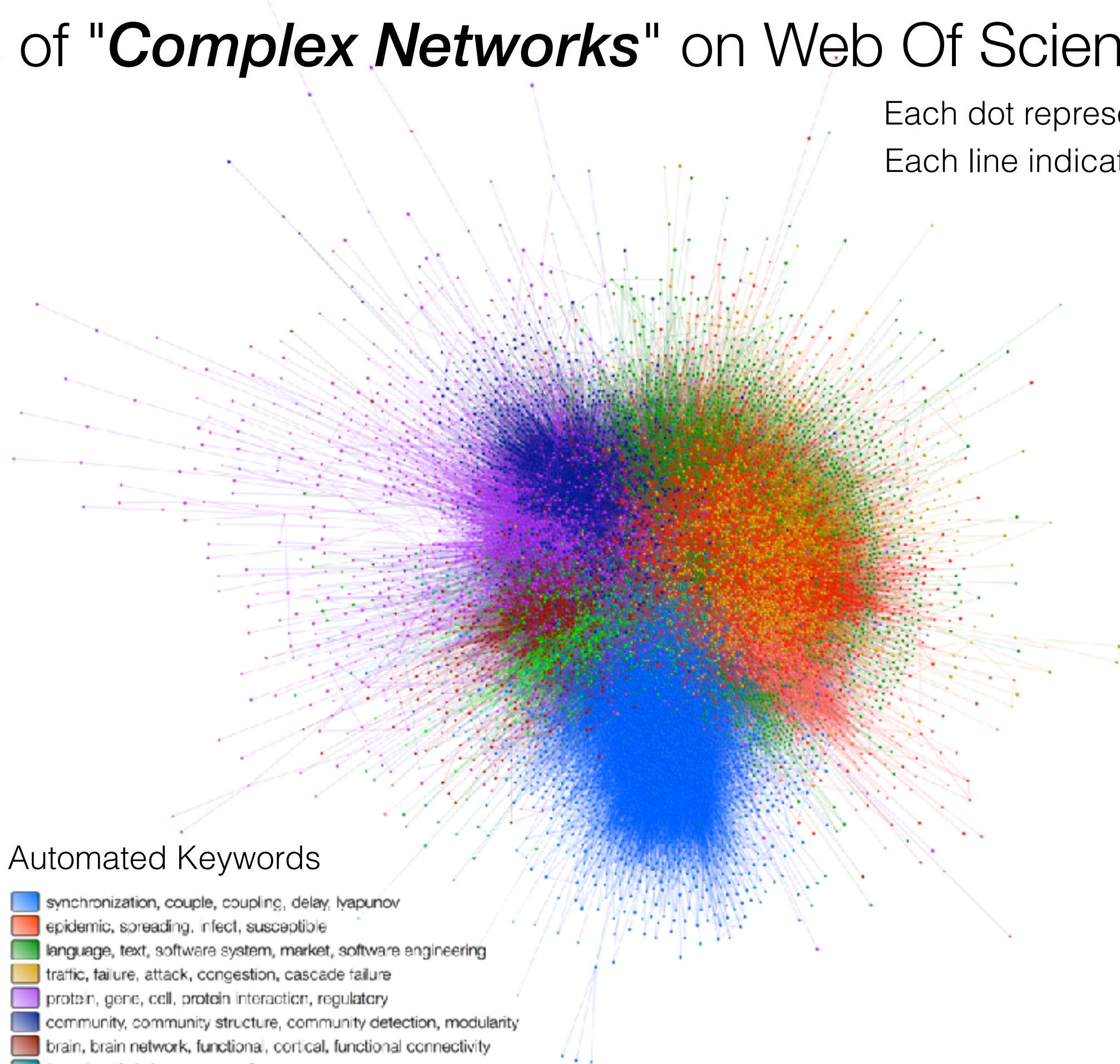
- bragg grating, raman scattering, photonic crystal fiber...
- slow light, waveguide, semiconductor based photonic crystal...
- display, absorption, liquid crystal, photonic bandgap
- chiral, mirror, filter, carbon nanotube, nanotube
- high-q microcavities, quantum dot, silicon photonic crystal chip...
- metamaterial, cloaking, negative refraction, negative refractive index...
- gan, laser light extraction
- chalcogenide, chalcogenide glass, all optical diodes, lab chip...
- superprism, demultiplexer, solar light trapping, control of light...
- biomimetic, atomic layer deposition, nanostructured thin film...
- photon phonon, plasmonic, nanoplasmonic, nanoantenna, quantum cascade laser
- wood pile, interference lithography, holographic lithography...
- photocatalysis, photovoltaic, solar cell
- structural color, butterfly
- quasiperiodic system, Fibonacci
- stacking fault, biotemplate, opal array, designer defect



Experts' keywords agglomerative clustering.

Papers of "**Complex Networks**" on Web Of Science®

Each dot represents a paper
Each line indicates a citation



Automated Keywords

- synchronization, couple, coupling, delay, lyapunov
- epidemic, spreading, infect, susceptible
- language, text, software system, market, software engineering
- traffic, failure, attack, congestion, cascade failure
- protein, gene, cell, protein interaction, regulatory
- community, community structure, community detection, modularity
- brain, brain network, functional, cortical, functional connectivity
- fractal, self similar, passage, first passage, passage time
- game, cooperation, dilemma, prisoner, prisoner dilemma
- time series, series, climate, visibility, visibility graph

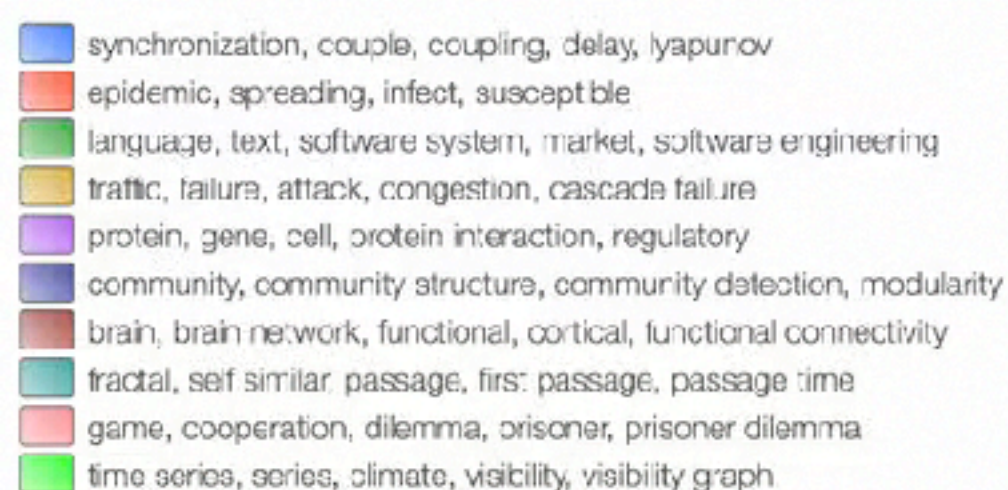
2D mapping

Papers of "**Complex Networks**" on Web Of Science®

Each dot represents a paper

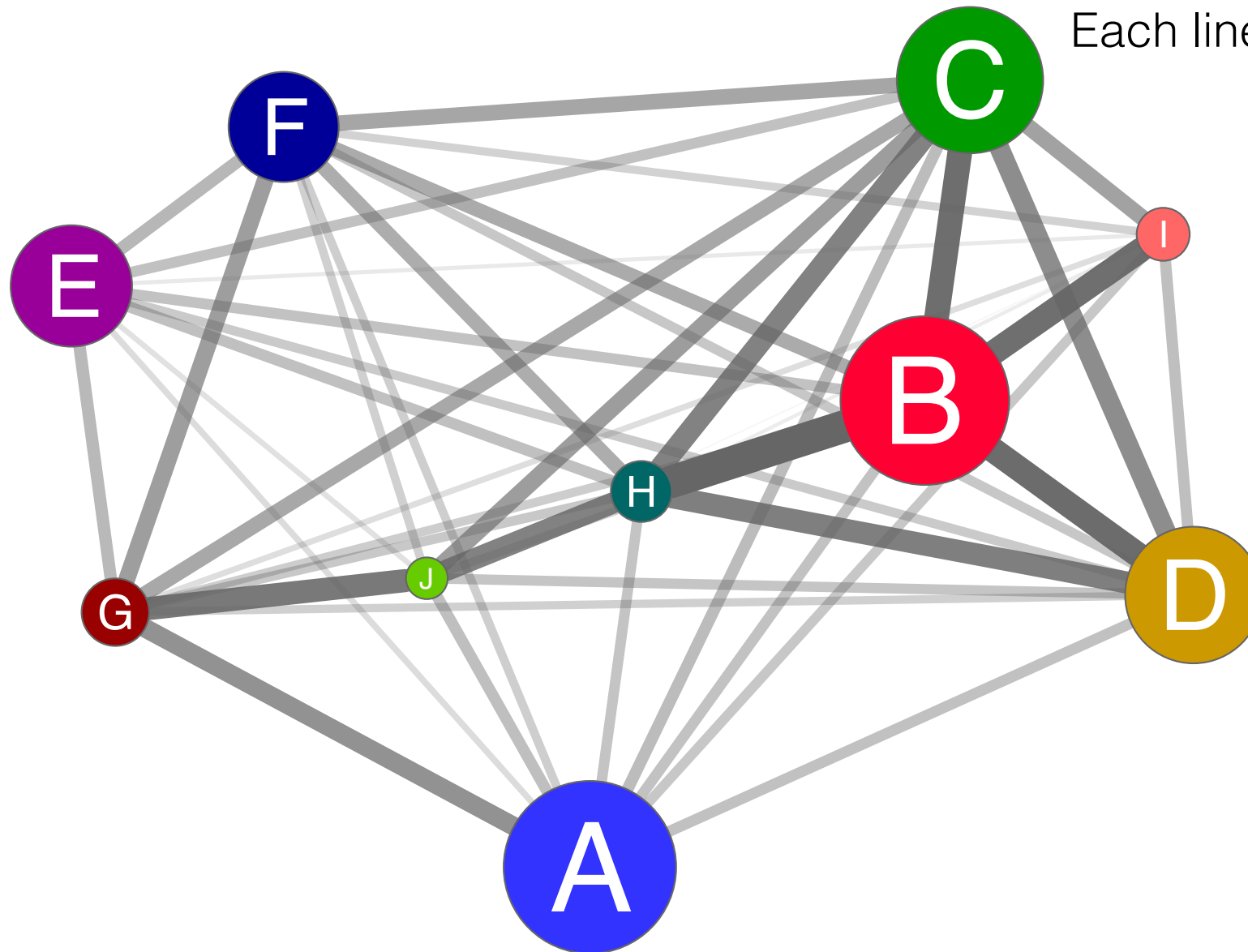
Each line indicates a citation

3D mapping



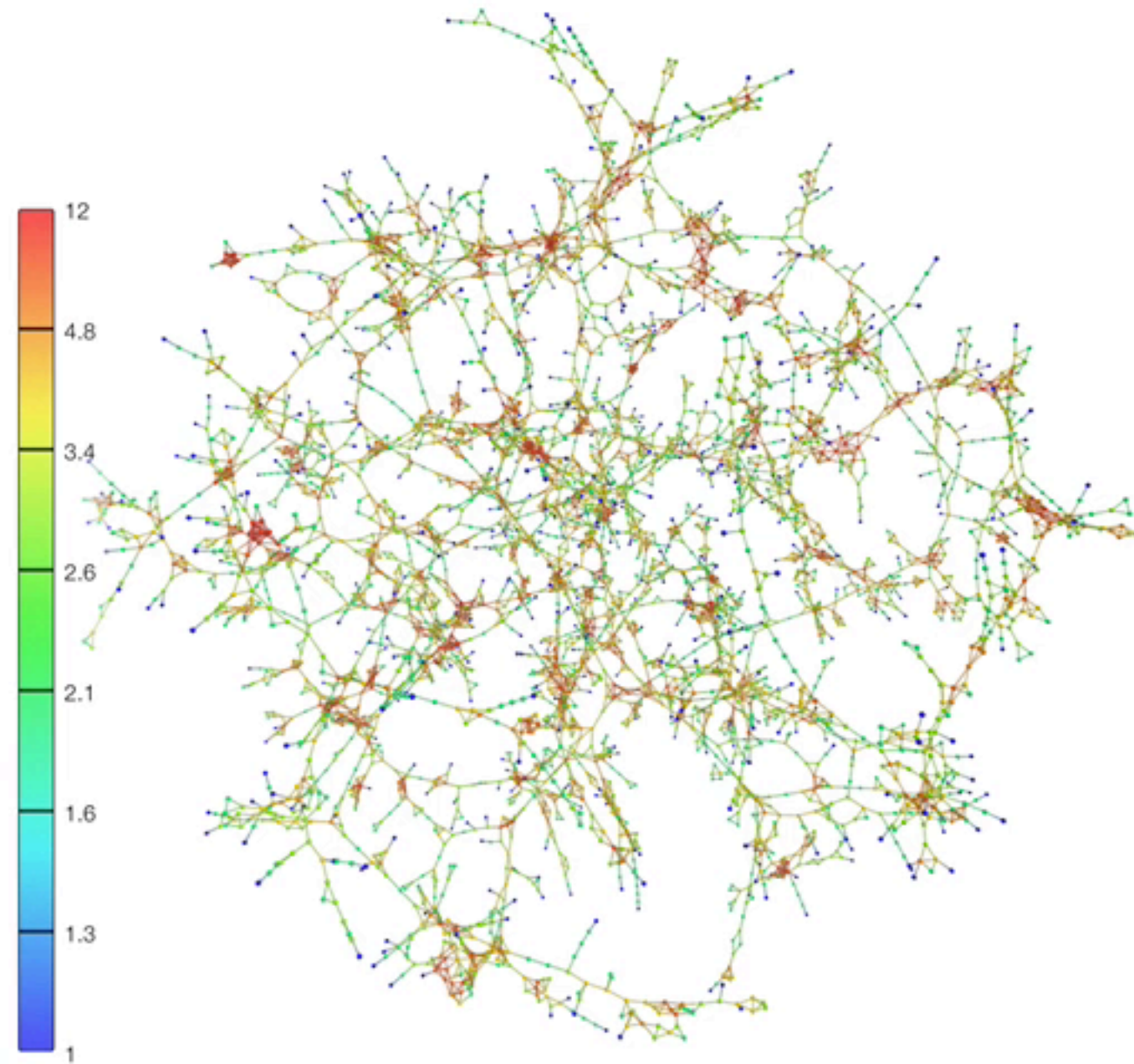
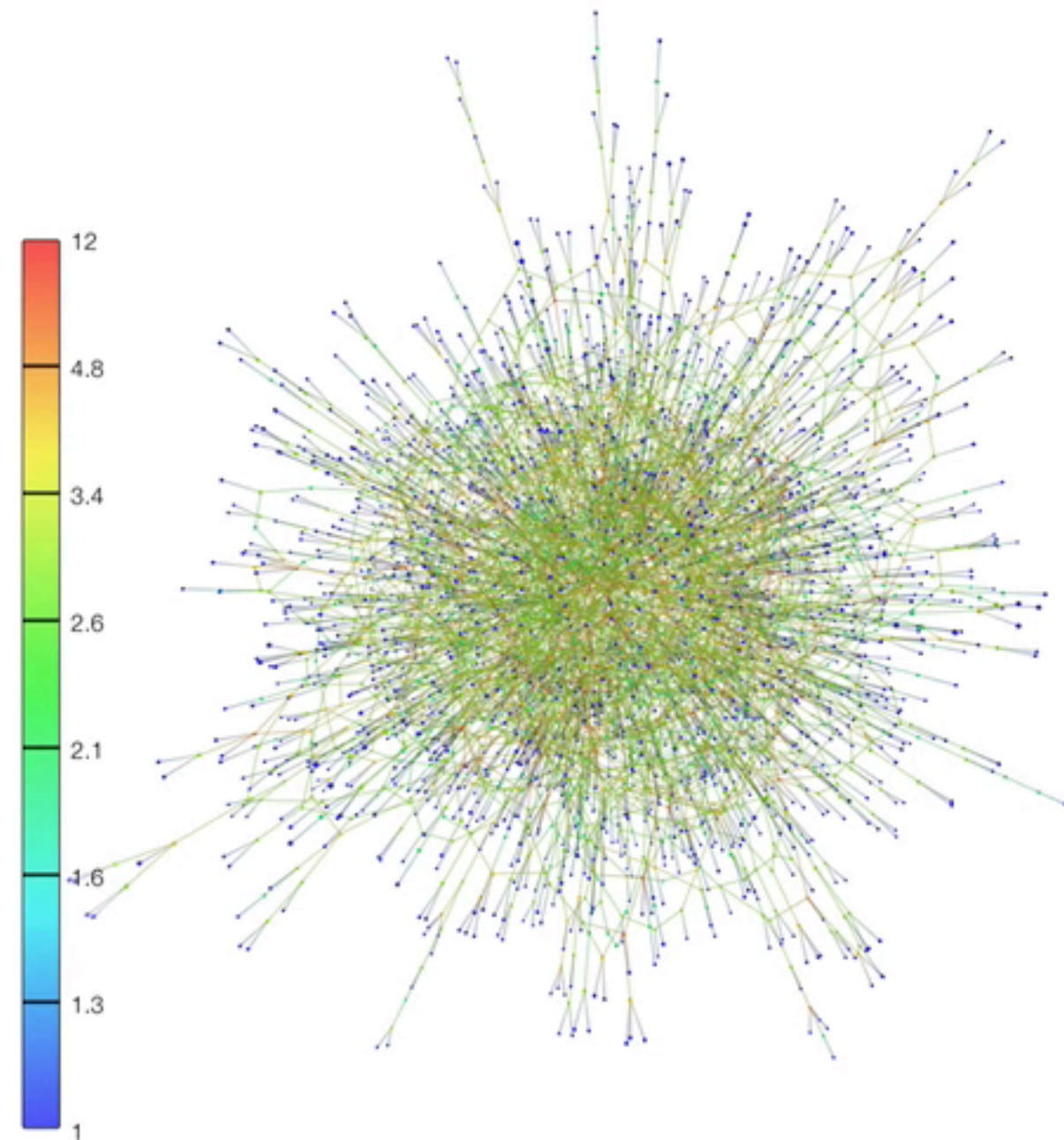
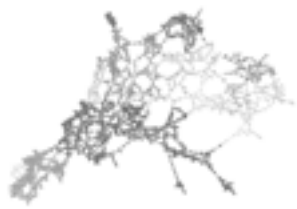
Papers of "**Complex Networks**" on Web Of Science®

Each circle represents a community
Each line the strength of citations
between communities

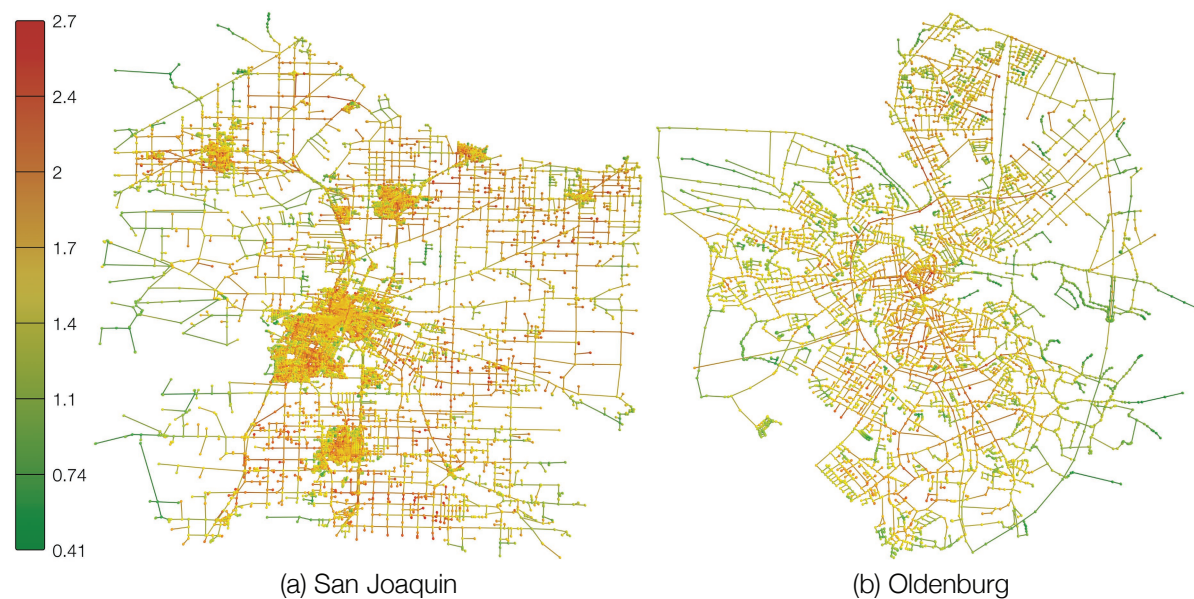


- A - synchronization, couple, coupling, delay, lyapunov
- B - epidemic, spreading, infect, susceptible
- C - language, text, software system, market, software engineering
- D - traffic, failure, attack, congestion, cascade failure
- E - protein, gene, cell, protein interaction, regulatory
- F - community, community structure, community detection, modularity
- G - brain, brain network, functional, cortical, functional connectivity
- H - fractal, self similar, passage, first passage, passage time
- I - game, cooperation, dilemma, prisoner, prisoner dilemma
- J - time series, series, climate, visibility, visibility graph

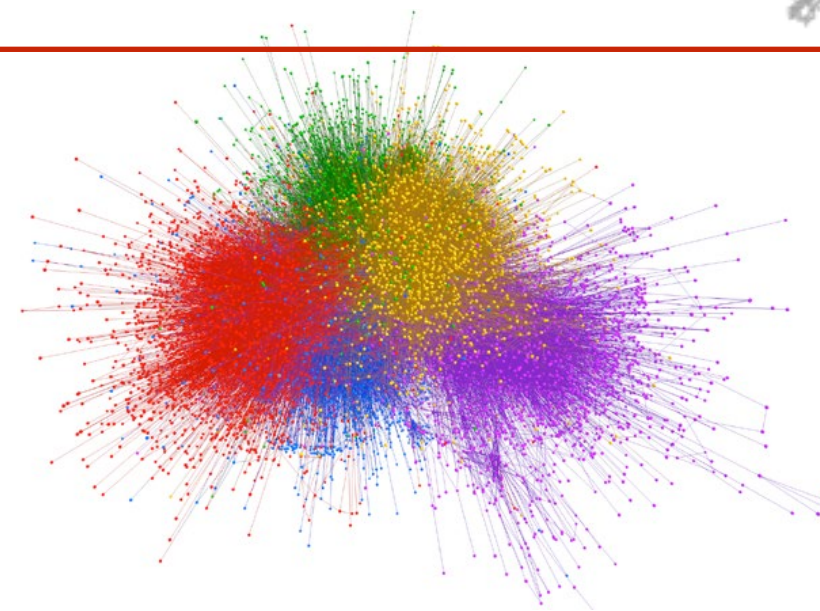
Exemplos de visualização



Exemplos de visualização

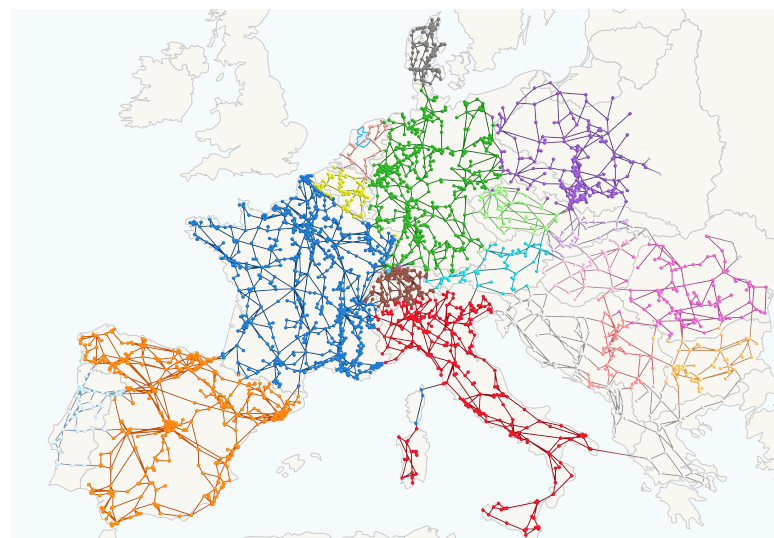


Cidades

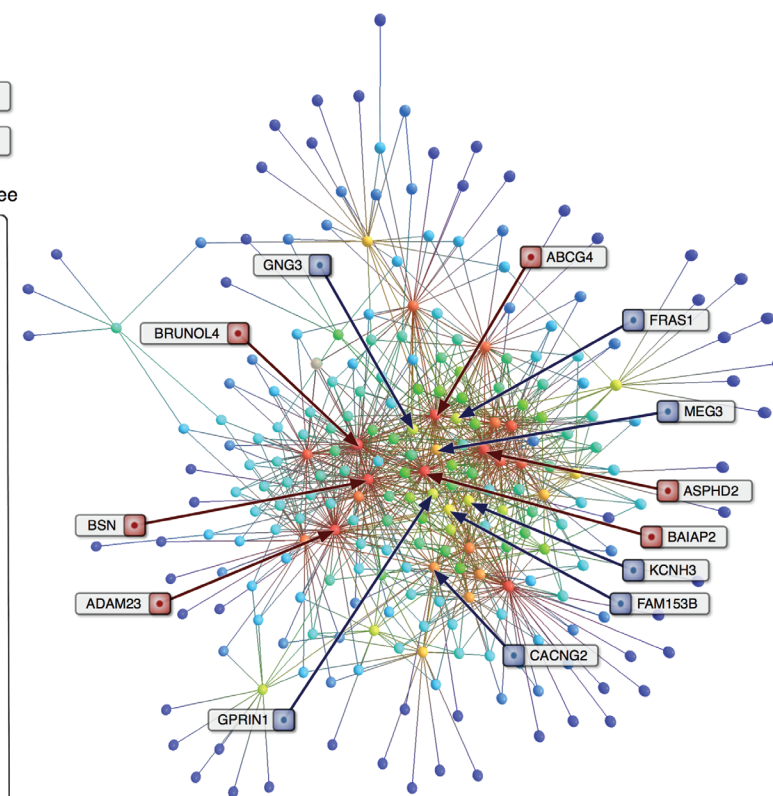
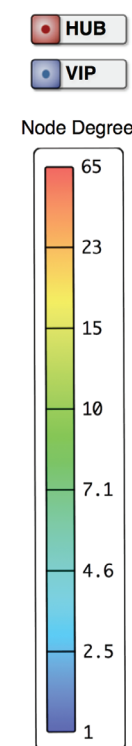
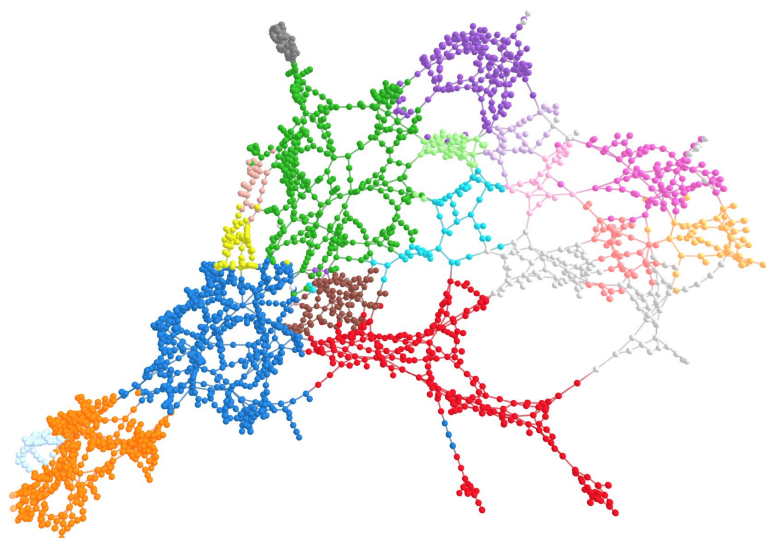


Wiki

- France
- Spain
- Germany
- Italy
- Poland
- Switzerland
- Romania
- Denmark
- Belgium
- Austria
- Portugal
- Bulgaria
- Czech,
- Serbia
- Slovakia
- Netherlands
- Hungary
- Others



Redes de distribuição de energia

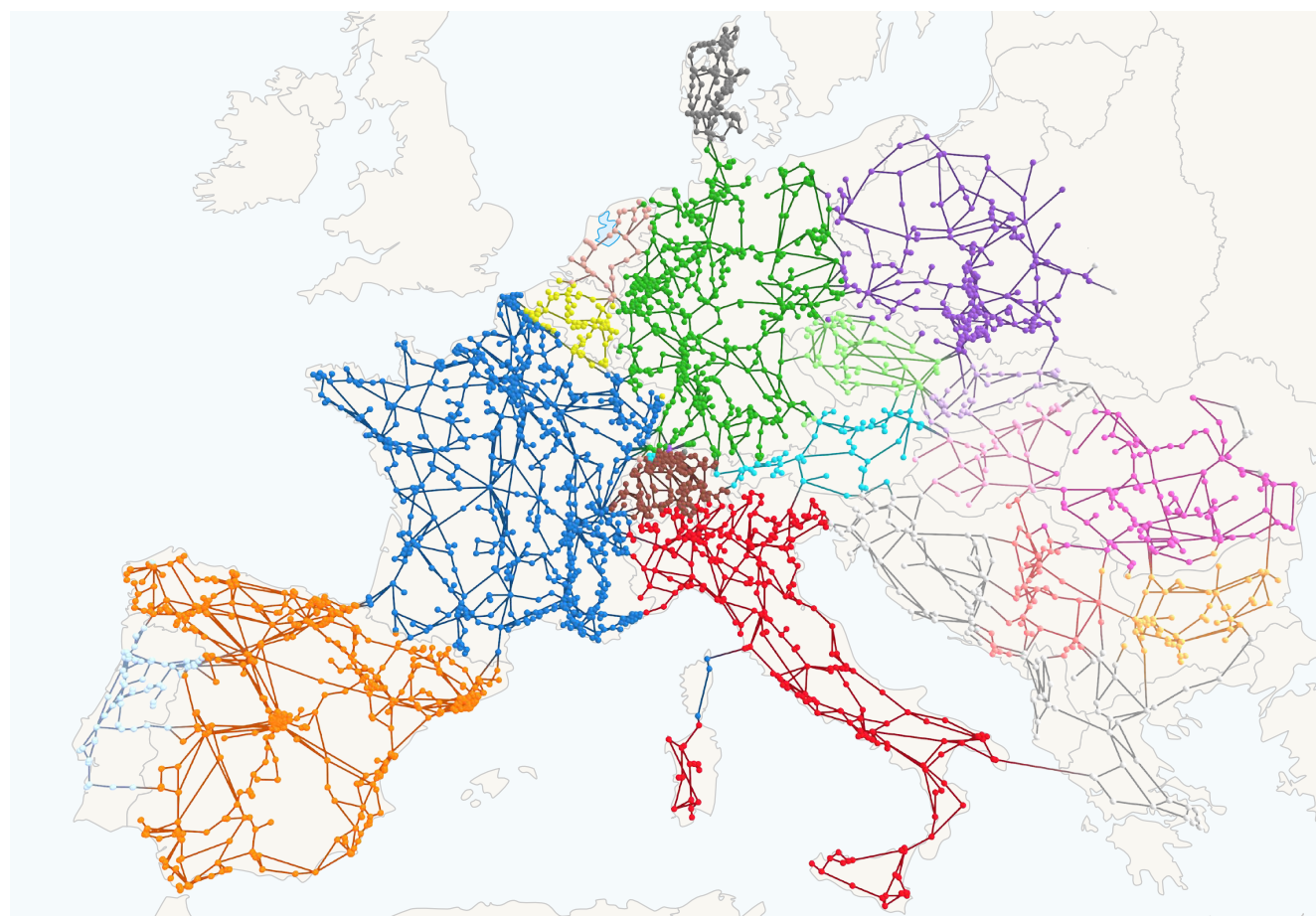


Redes de expressão gênica

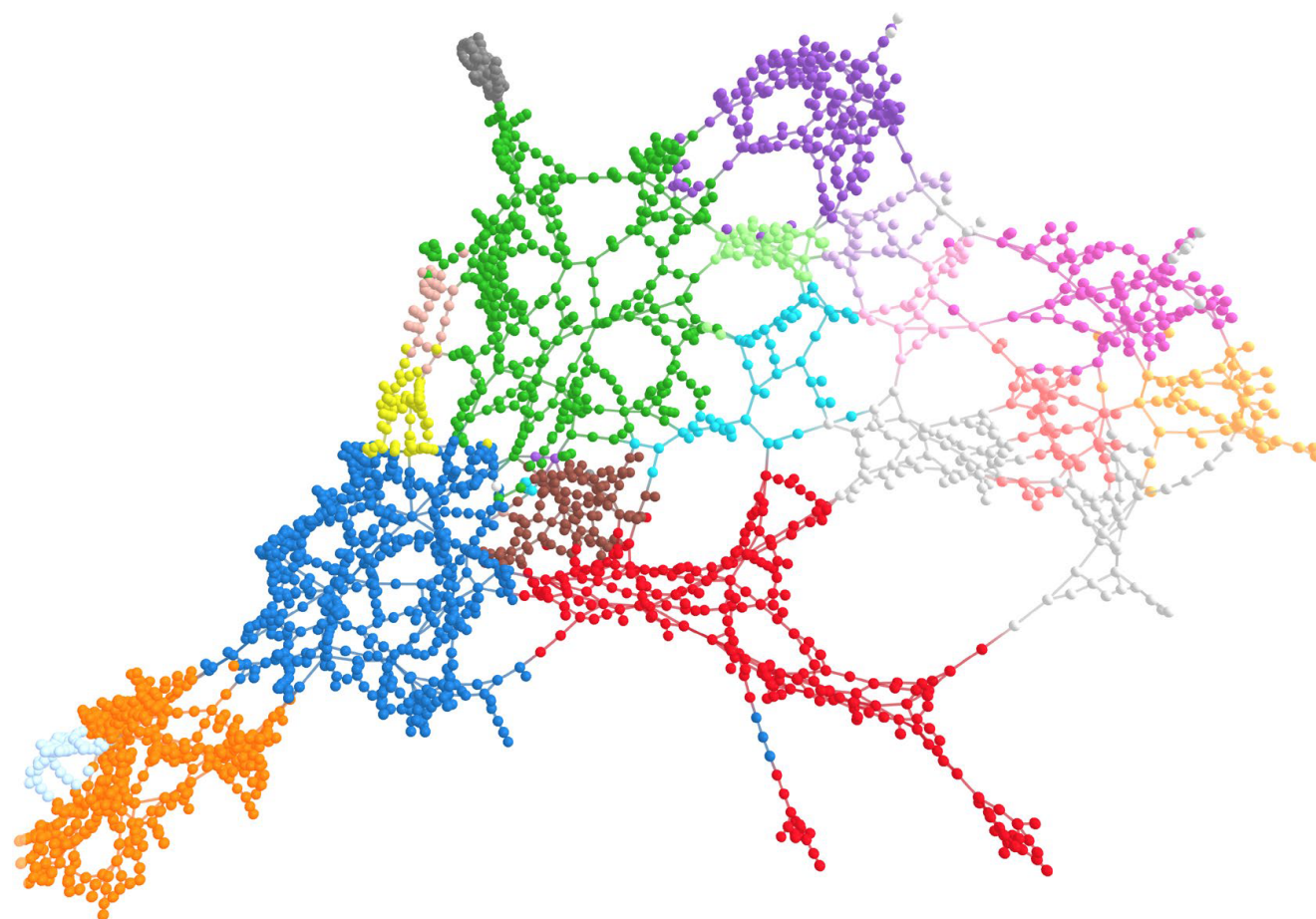
Exemplos de visualização



Espaço original

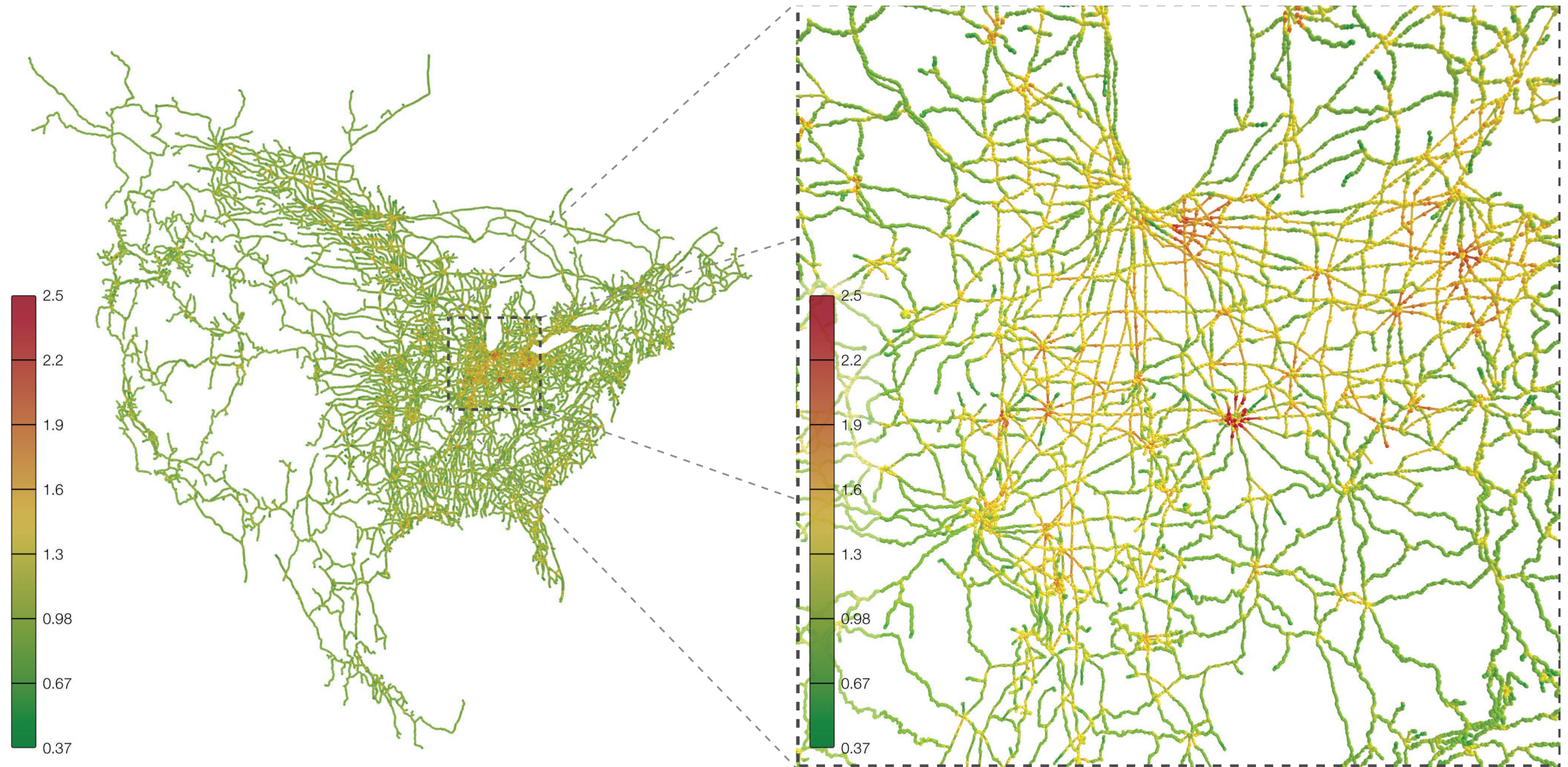
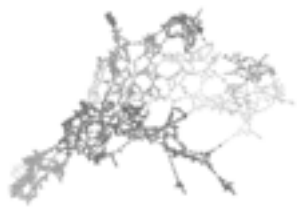


Grafo
(*espaço topológico*)



France	Poland	Belgium	Czech,	Hungary
Spain	Switzerland	Austria	Serbia	Others
Germany	Romania	Portugal	Slovakia	
Italy	Denmark	Bulgaria	Netherlands	

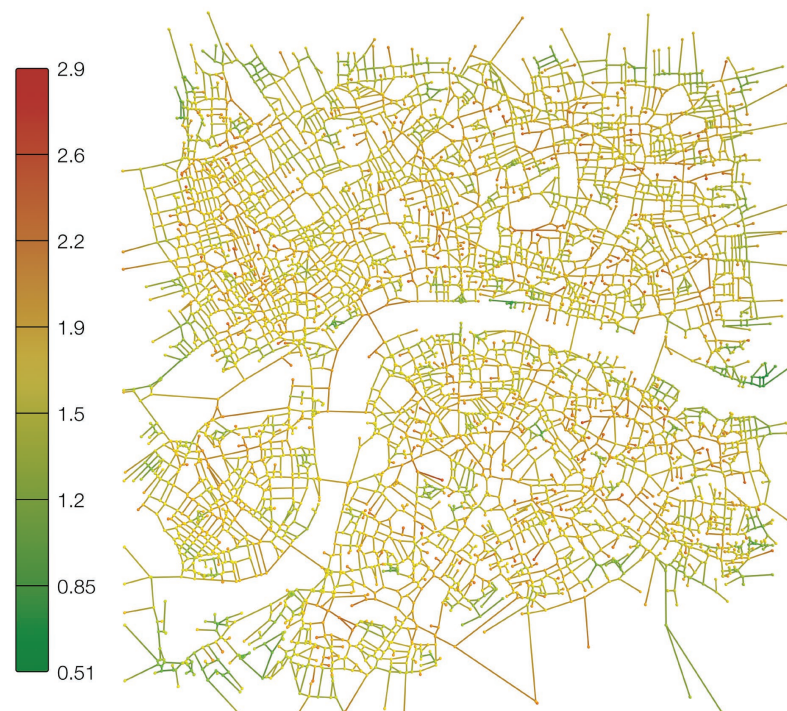
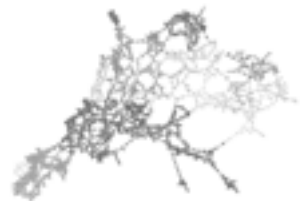
Exemplos de visualização



Estradas dos EUA

SILVA, Filipi Nascimento. **Dimensão e simetria em redes complexas**: uma abordagem multiescala. 2015.
Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-17122015-145908>

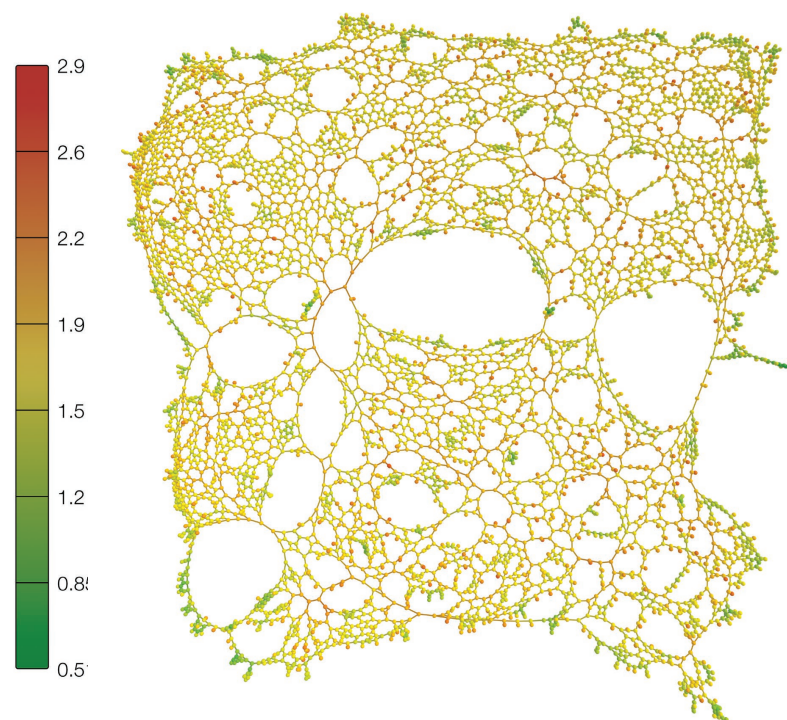
Exemplos de visualização



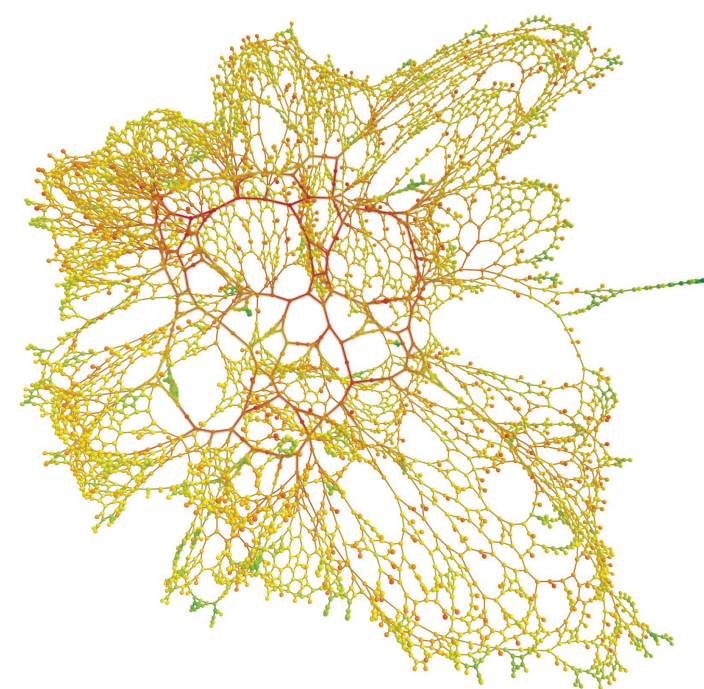
(a) Rede da cidade de Londres
sem transporte subterrâneo.



(b) Rede da cidade de Londres
com transporte subterrâneo.

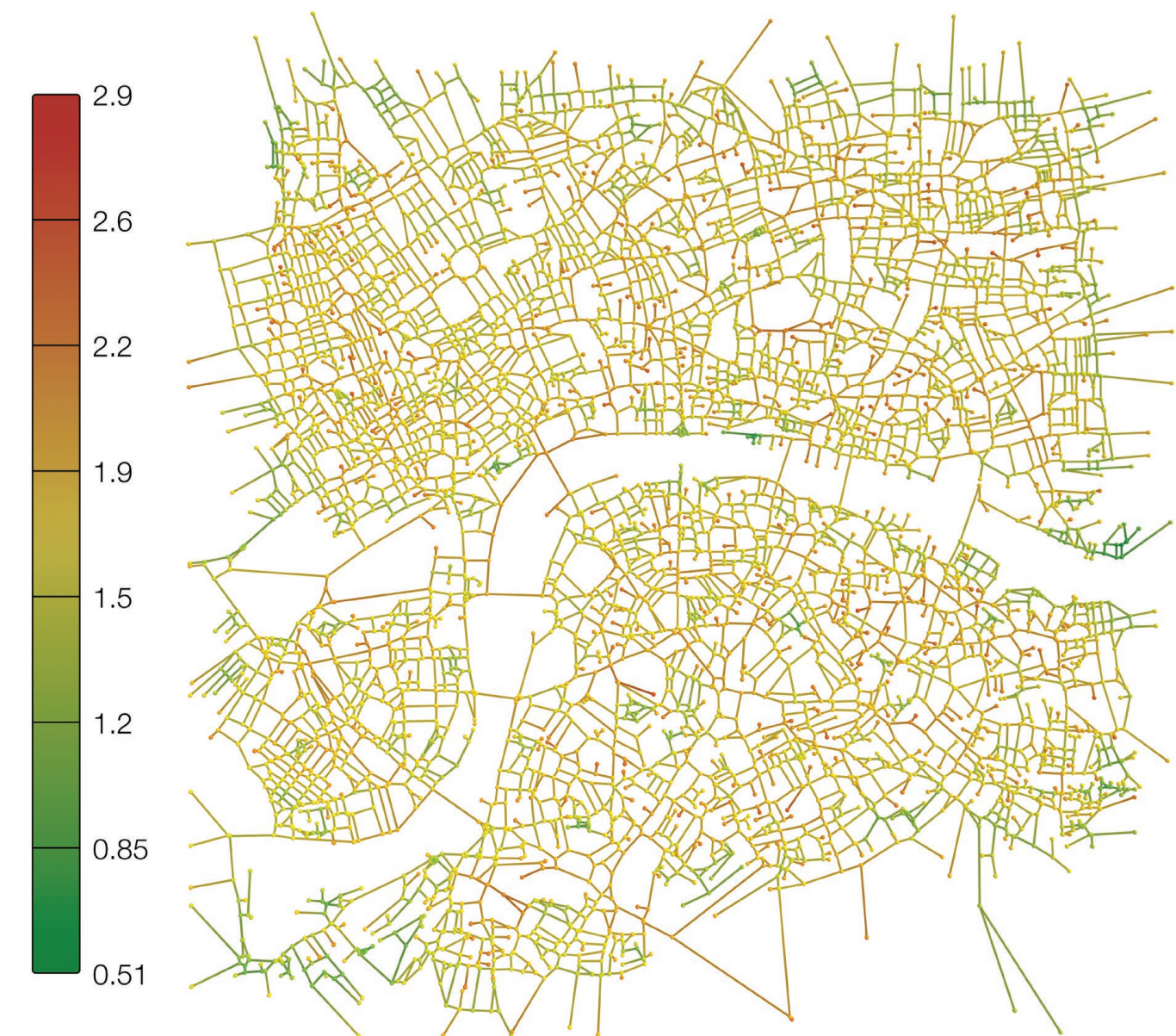


(c) Projeção topológica da rede de
Londres sem transporte subterrâneo.



(d) Projeção topológica da rede de
Londres com transporte subterrâneo.

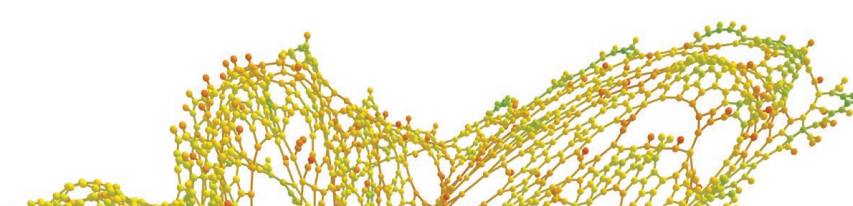
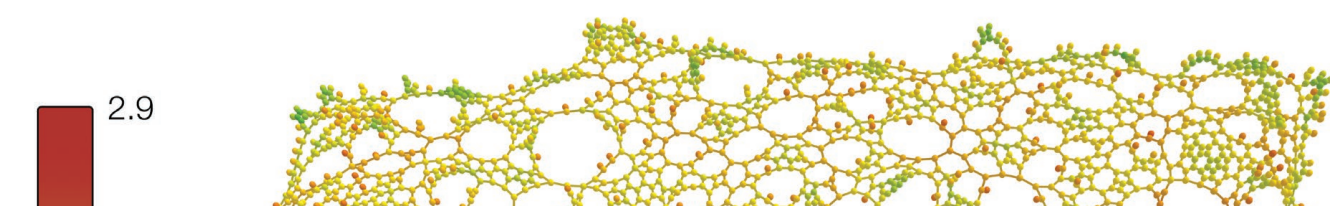
Exemplos de visualização



(a) Rede da cidade de Londres sem transporte subterrâneo.



(b) Rede da cidade de Londres com transporte subterrâneo.

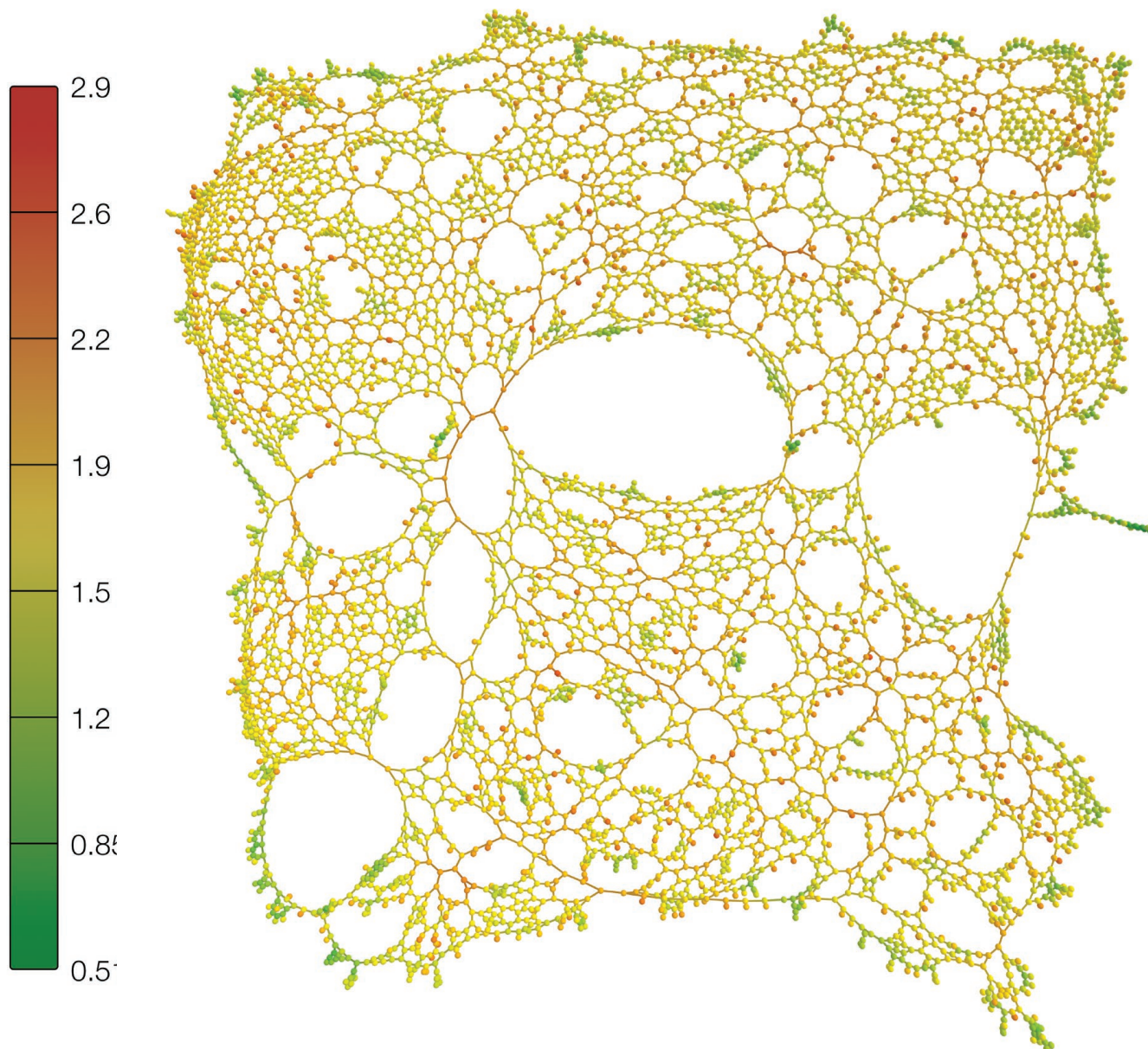




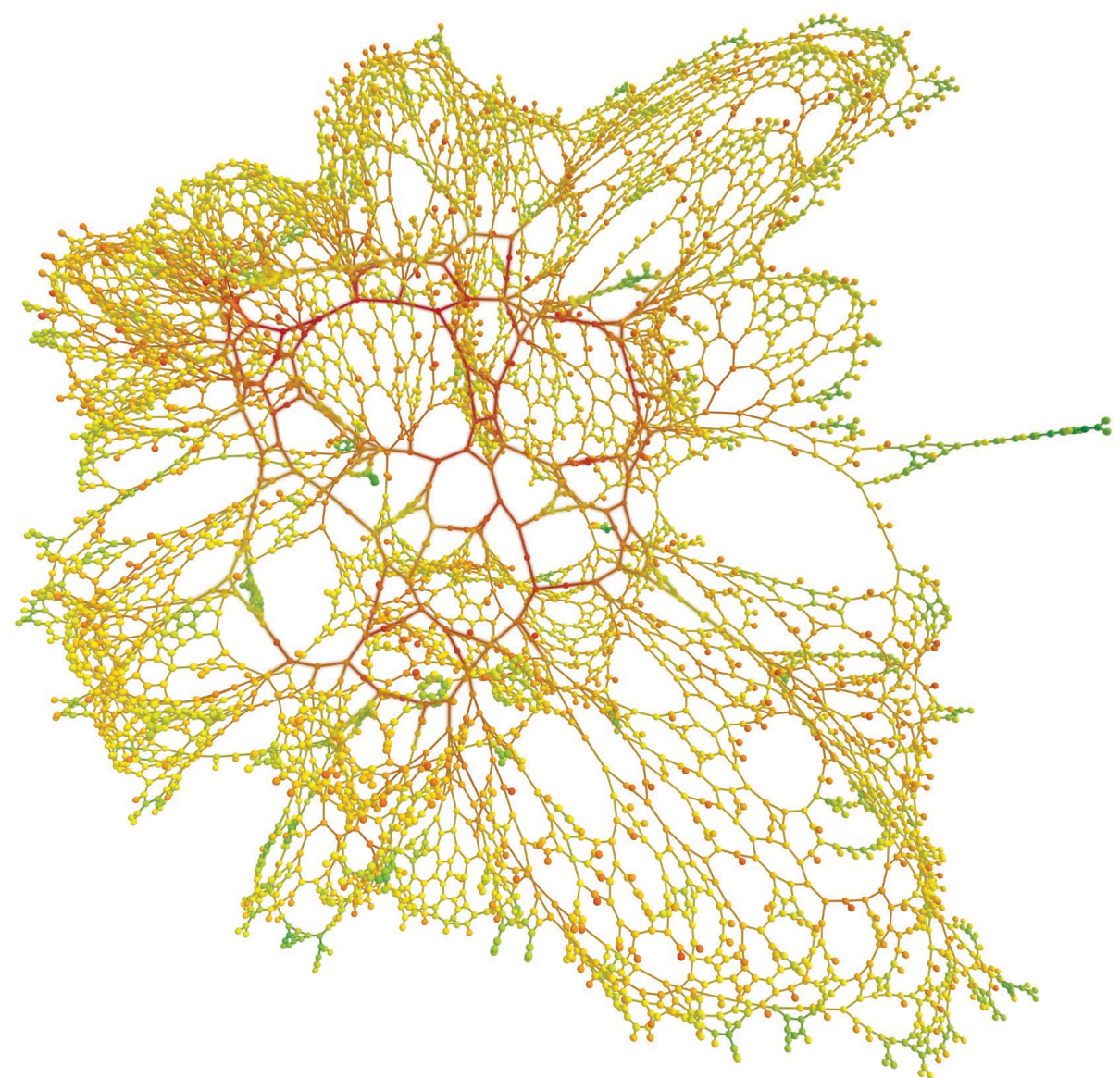
(a) Rede da cidade de Londres
sem transporte subterrâneo.



(b) Rede da cidade de Londres
com transporte subterrâneo.



(c) Projeção topológica da rede de
Londres **sem** transporte subterrâneo.

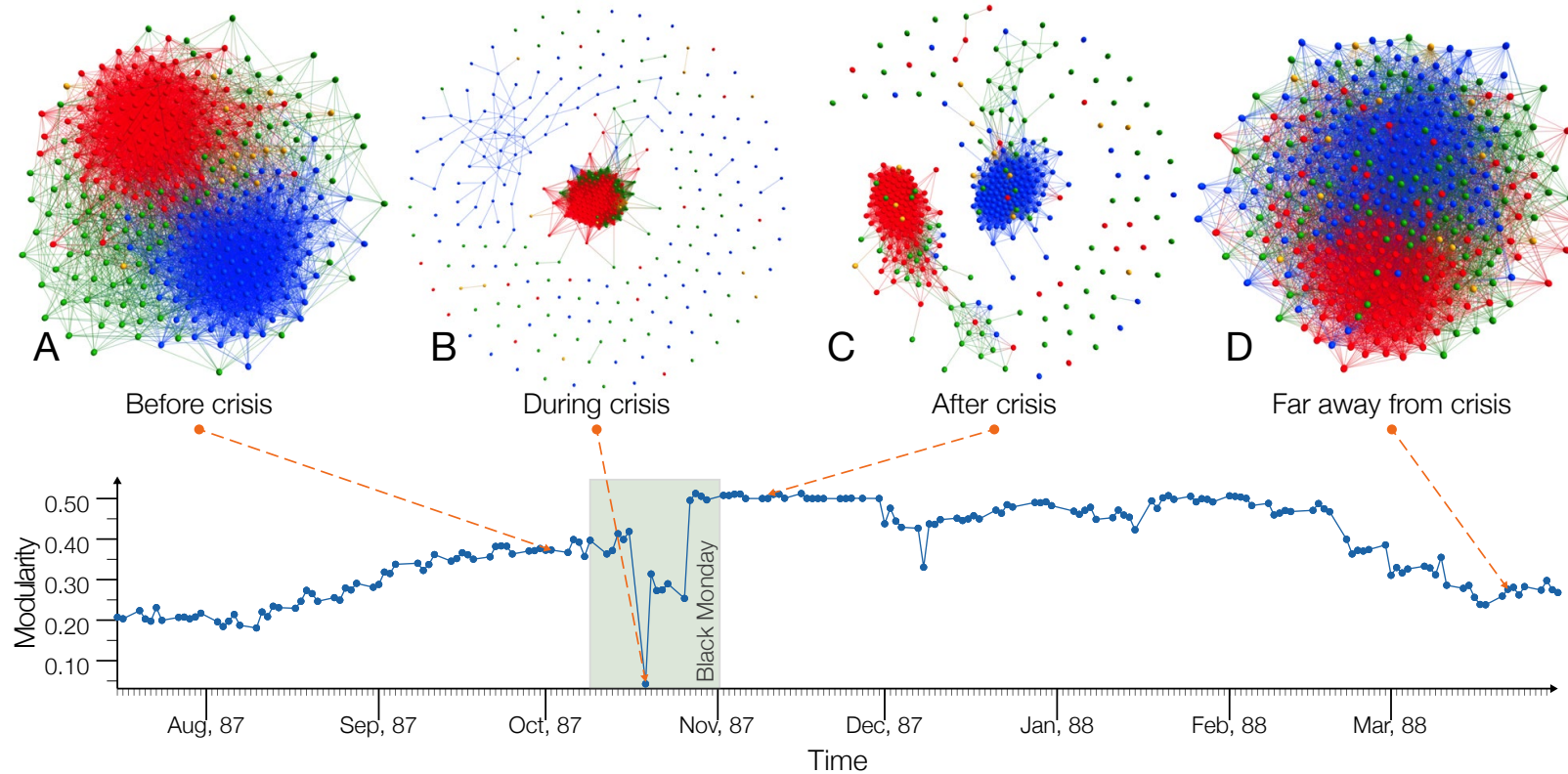
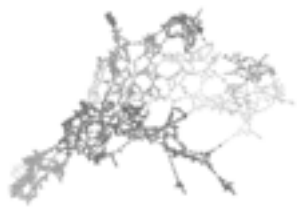


(d) Projeção topológica da rede de
Londres **com** transporte subterrâneo.

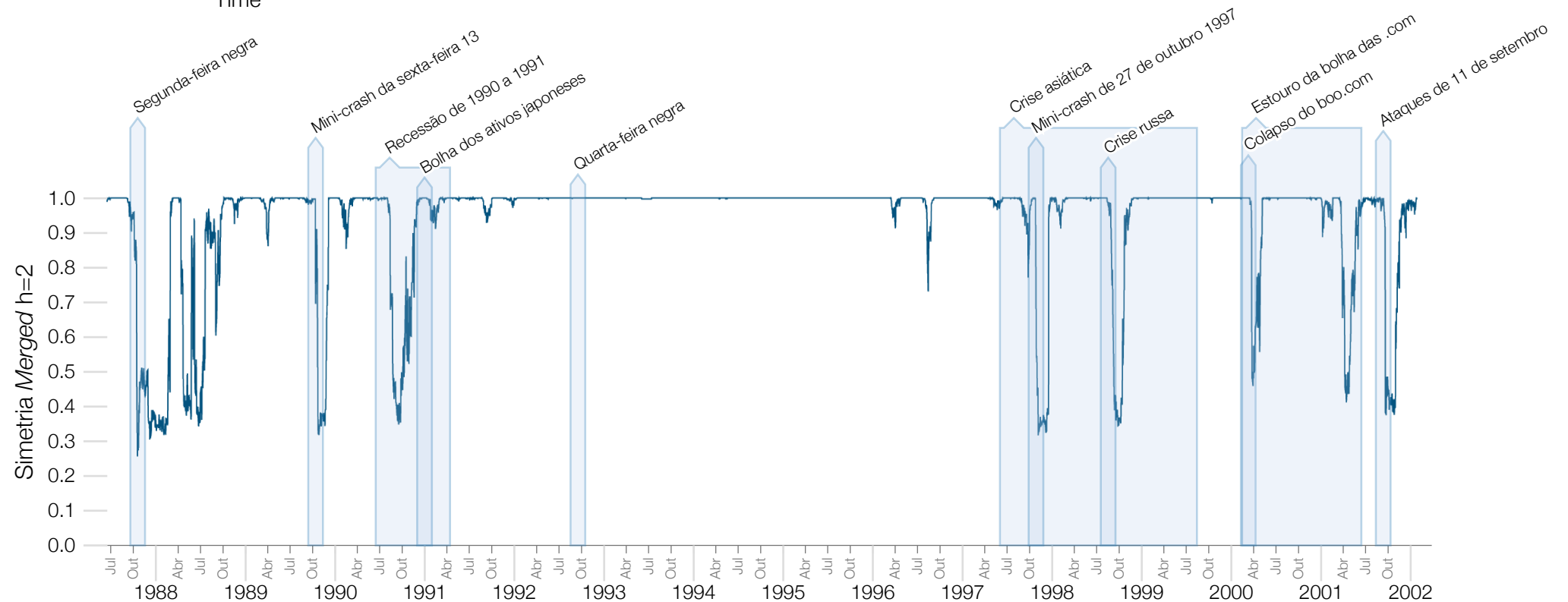
SILVA, Filipi Nascimento. **Dimensão e simetria em redes complexas**: uma abordagem multiescala. 2015.
Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-17122015-145908>

Exemplos de visualização



Mercado financeiro

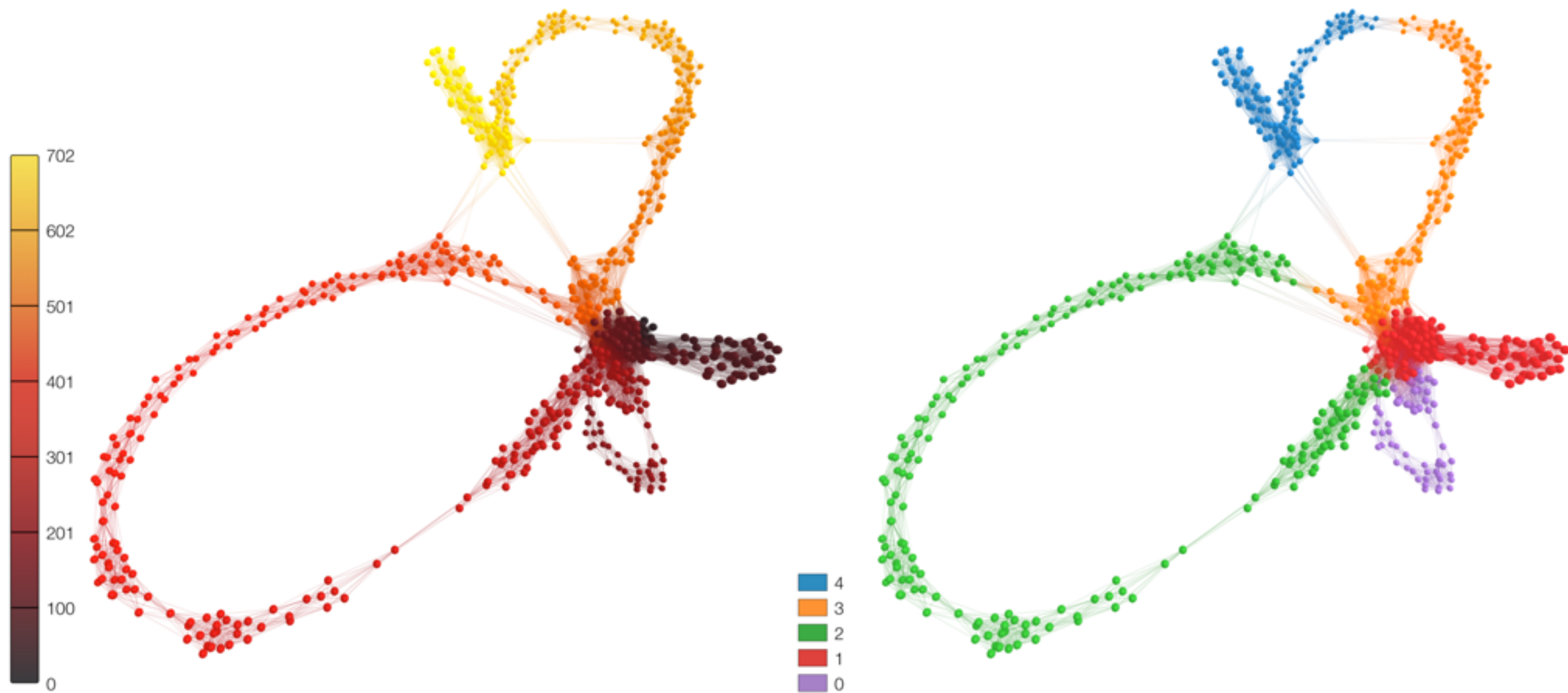


Modular Dynamics of Financial Market Networks

F. N. Silva, C. H. Comin, T. K. DM. Peron, F. A. Rodrigues, C. Ye, R. C. Wilson, E. Hancock, L. da F. Costa

<https://arxiv.org/abs/1501.05040>

Exemplos de visualização



Livros (Alice's Adventures in Wonderland)

Mesoscopic representation of texts as complex networks
H. F. de Arruda, F. N. Silva, V. Q. Marinho, D. R. Amancio, L. da F. Costa

<https://arxiv.org/abs/1606.09636>

Resumo da apresentação

- Visualização de dados
 - Introdução
 - Tipos de visualização
 - Scatter plots
 - Dados com alta dimensão
 - Redução de dimensionalidade
 - Mapa de Minard
- Visualização interativa
 - Introdução
 - Tipos de interação
 - Exemplos d3.js
- Redes Complexas
 - Introdução
 - Propriedades
 - Modelos
 - Comunidades
- Geração de redes a partir de dados
 - Correlação
 - Estruturas biológicas
 - Textos
 - Semântica
- Visualização de redes
 - Introdução
 - Método direcionado por forças
 - Simulação molecular
 - Estabilidade e Optimização
- Exemplos de visualização
- Ferramentas
- Referências



Softwares para analisar e visualizar redes complexas

Pajek (<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>)

Cytoscape (<http://cytoscape.org>)

Gephi (<https://gephi.github.io>)

Network 3D (<http://cyvision.ifsc.usp.br/software/networks3d>)

GraphVis (<http://graphviz.org>)

Tulip (<http://tulip.labri.fr/>)

Frameworks para tratar redes complexas

igraph (<http://igraph.org>) / (C, Python, R)

NetworkX (<http://networkx.lanl.gov>) / (Python)



Ward, M., Grinstein, G. G., Keim, D. *Interactive data visualization foundations, techniques, and applications*. Natick, Mass., A K Peters, 2010.

Galeria d3.js

<https://github.com/mbostock/d3/wiki/Gallery>

Newman, Mark, Albert-Laszlo Barabasi, and Duncan J. Watts. *The structure and dynamics of networks*. Princeton University Press, 2006.

Barabási, Albert-László, and Jennifer Frangos. *Linked: the new science of networks science of networks*. Basic Books, 2014.



SILVA, Filipi Nascimento. Dimensão e simetria em redes complexas: uma abordagem multiescala. 2015. Tese.

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-17122015-145908>

Visual Complexity

<http://www.visualcomplexity.com/vc/>

Grupo do Luciano Costa

<http://cyvision.ifsc.usp.br/>

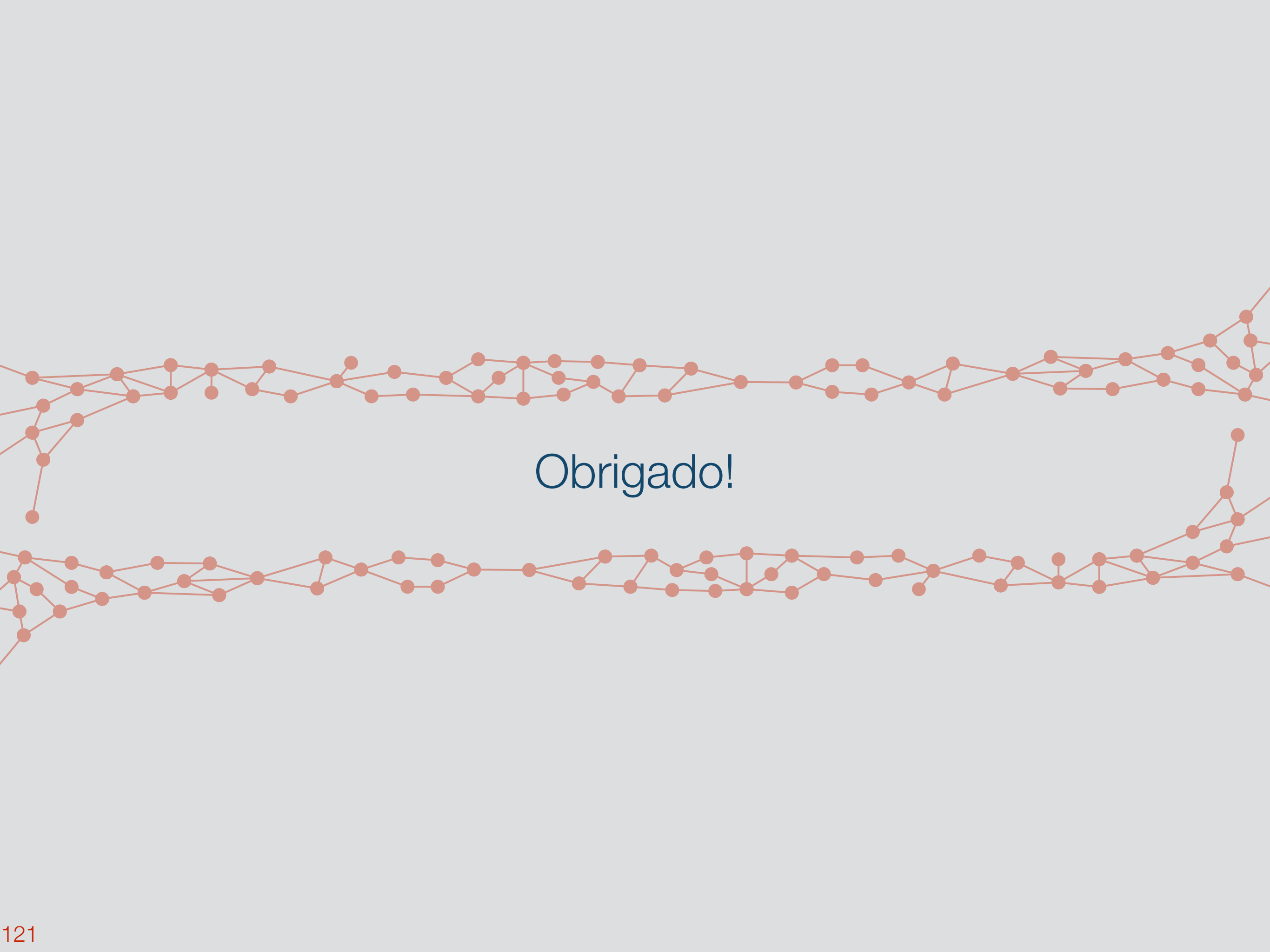
Referência para leitura:

Complex systems: features, similarity and connectivity

Sec. 7 (Topological Embedding)

C. H. Comin, T. K. DM. Peron, F. N. Silva, D. R. Amancio, F. A. Rodrigues, L. da F. Costa

<https://arxiv.org/abs/1606.05400>



Obrigado!