O exercício para 10/4/2007

▷ Determinação dos vértices de corte e blocos (componentes biconexas) de um grafo.

- Grafos de teste?
- Veja a entrada da aula de 13/4/2004, na página

  `http://www.ime.usp.br/~yoshi/2004i/mac328/aulas/abril.html`

  (CWEB, Literate Programming, Stanford GraphBase, etc)

Buscas em grafos: profundidade, largura, generalizada

Recaptulação:

1. Busca em profundidade

2. Busca em largura

Diferença crucial: **pilhas** $\times$ **filas**

Buscas em grafos: profundidade, largura, generalizada

▷ Exercício. Troque a fila por uma pilha no Programa 18.8 (abaixo) e verifique que temos o algoritmo de busca em profundidade.

```
void bfs(Graph G, Edge e)
  { int v;
    QUEUEput(e);
    while (!QUEUEempty())
      if (pre[(e = QUEUEget()).w] == -1)
        { link t;
          pre[e.w] = cnt++; st[e.w] = e.v;
          for (t = G->adj[e.w]; t != NULL; t = t->next)
            if (pre[v = t->v] == -1)
              QUEUEput(EDGE(e.w, v));
        }
  }
```

Buscas em grafos: profundidade, largura, generalizada

- Busca generalizada: políticas generalizadas de processamento de arestas (*fringes*)

Programa 18.10

```
void pfs(Graph G, Edge e)
  { link t; int v, w;
    GQput(e); pre[e.w] = cnt++;
    while (!GQempty())
      {
        e = GQget(); w = e.w; st[w] = e.v;
        for (t = G->adj[w]; t != NULL; t = t->next)
          if (pre[v = t->v] == -1)
            { GQput(EDGE(w, v)); pre[v] = cnt++; }
          else if (st[v] == -1)
            GQupdate(EDGE(w, v));
      }
  }
```

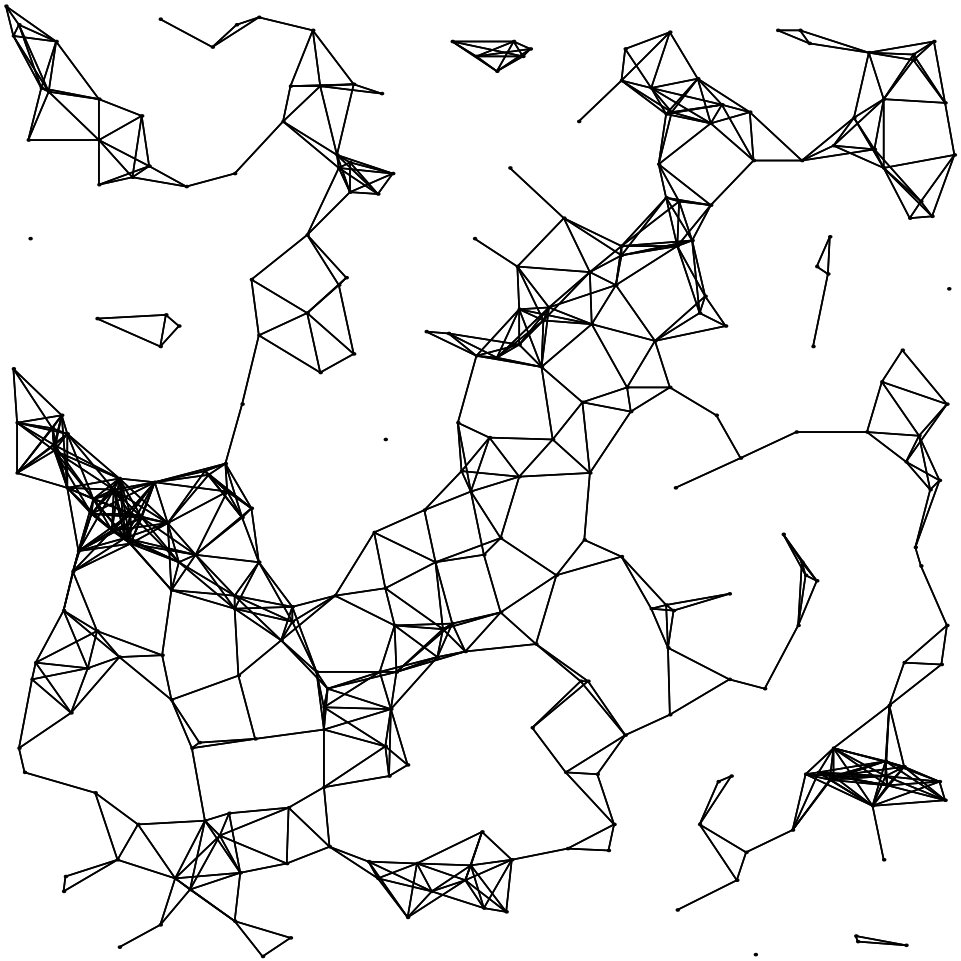
Programa 18.11

```
#include <stdlib.h>
#include "RQ.h"
static Item *s;
static int N;
void RQinit(int maxN)
  { s = malloc(maxN*sizeof(Item)); N = 0; }
int RQempty()
  { return N == 0; }
void RQput(Item x)
  { s[N++] = x; }
void RQupdate(Item x)
  { }
```

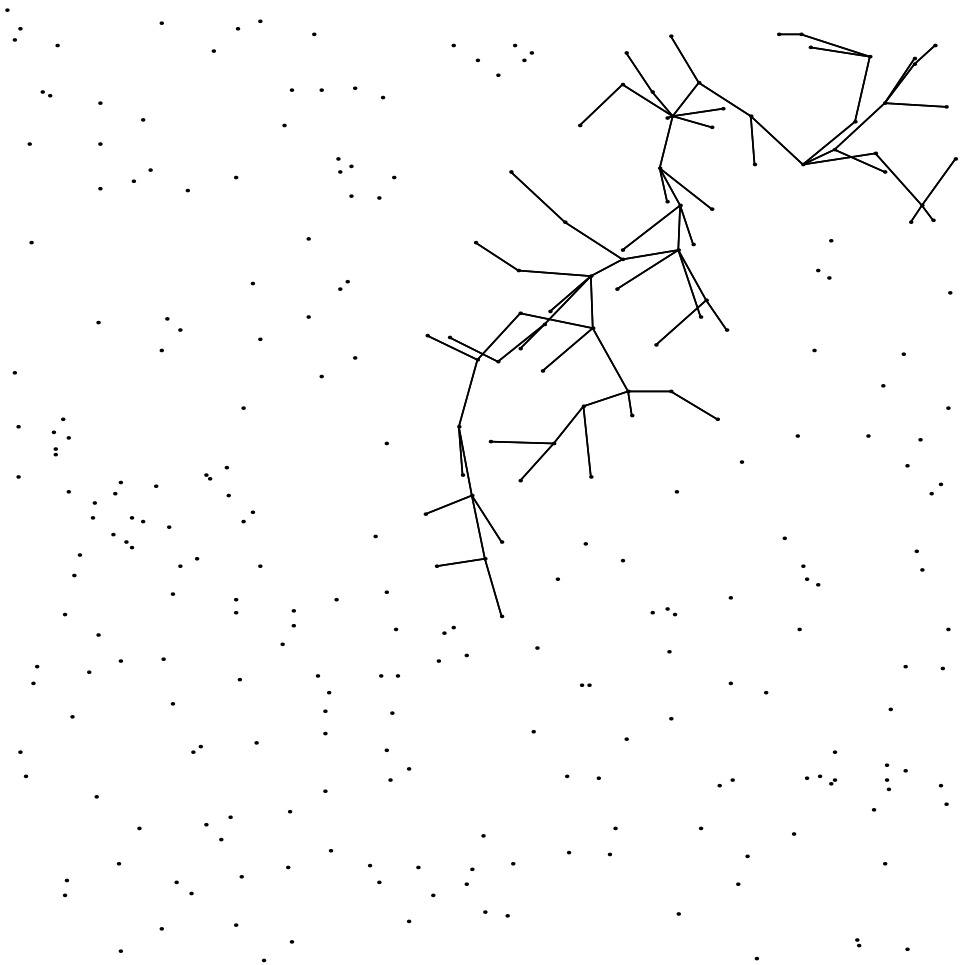
Programa 18.11

```
Item RQget()
  { Item t;
    int i = N*(rand()/(RAND_MAX + 1.0));
    t = s[i]; s[i] = s[N-1]; s[N-1] = t;
    return s[--N];
  }
```

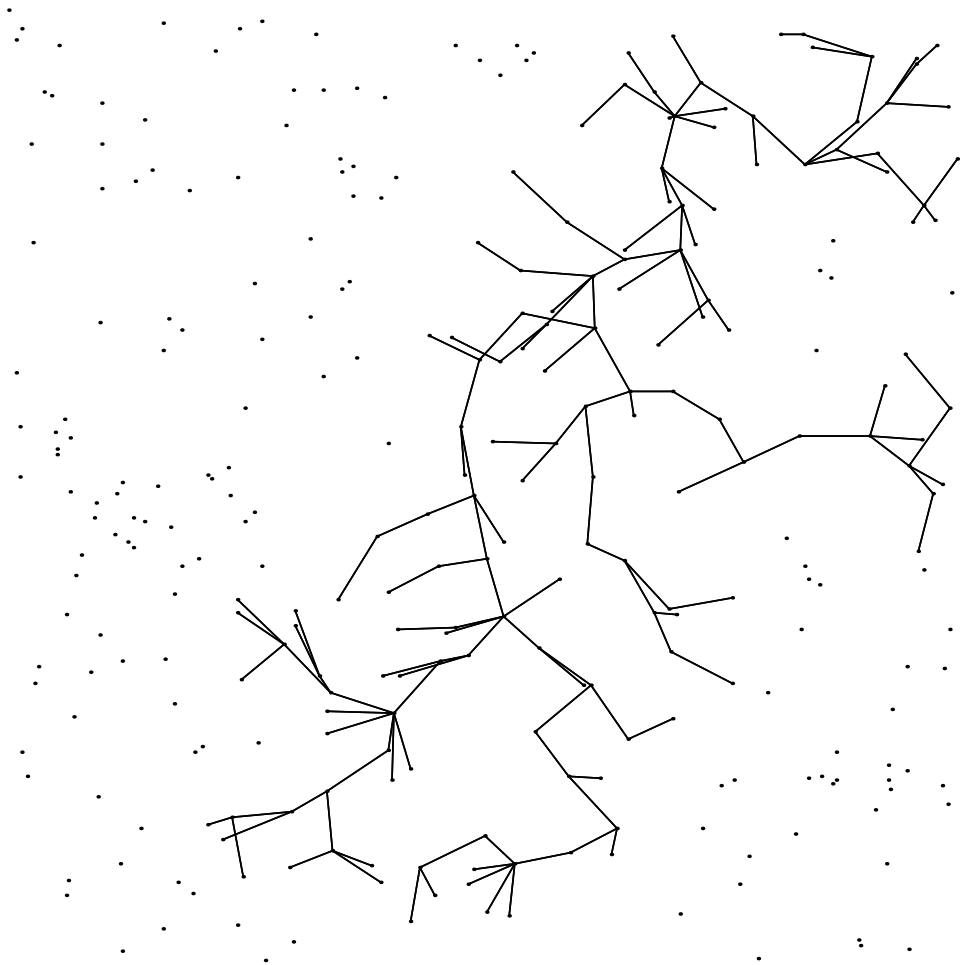
Um grafo geométrico



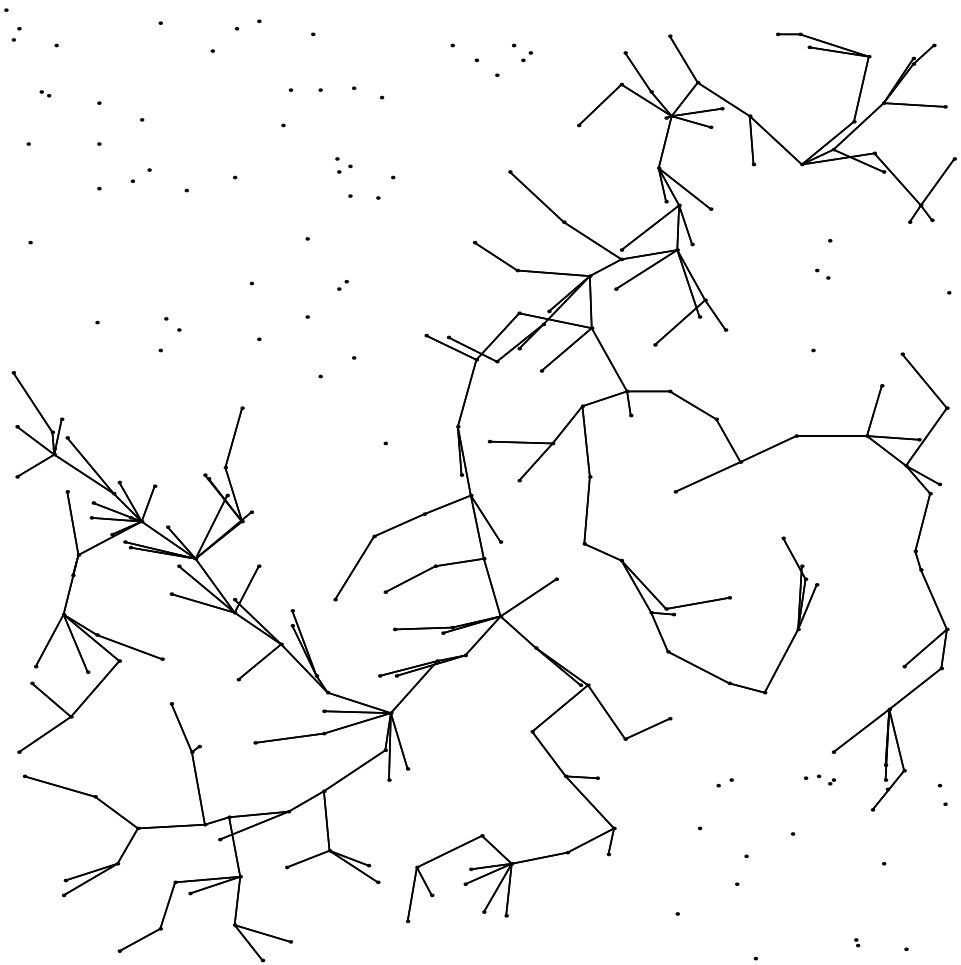
Um grafo geométrico



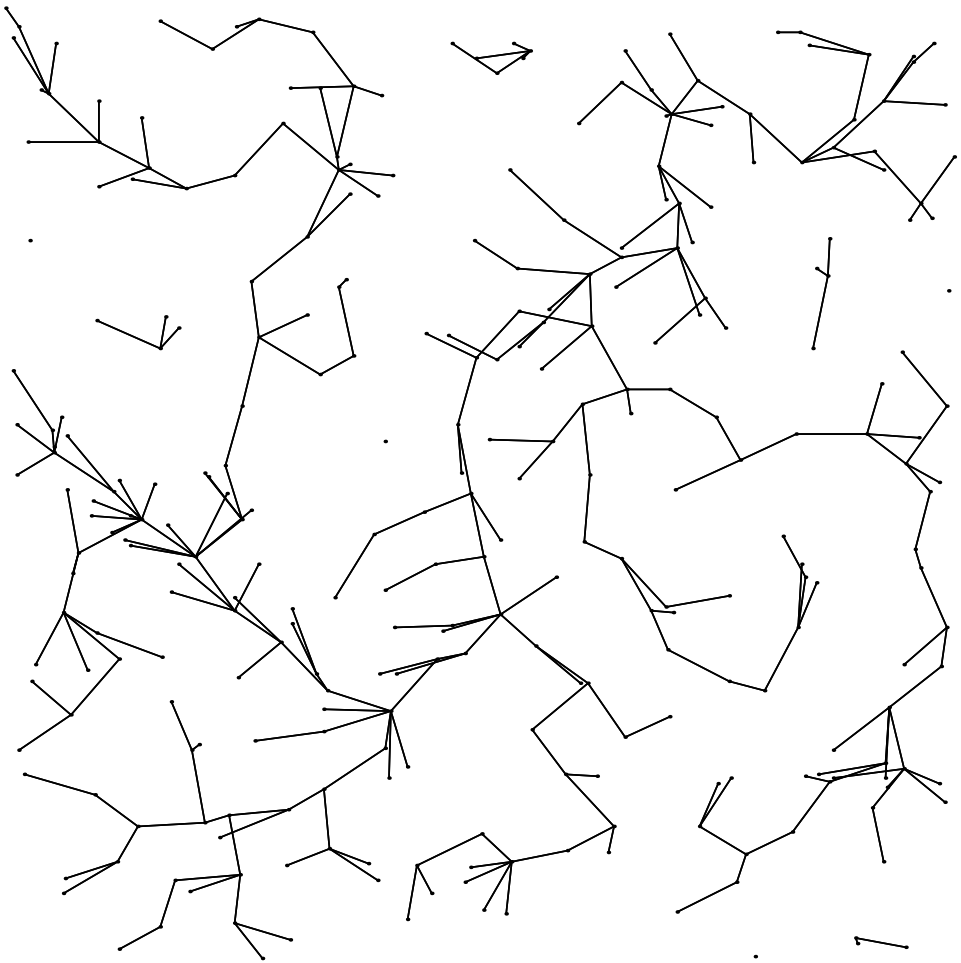
Um grafo geométrico



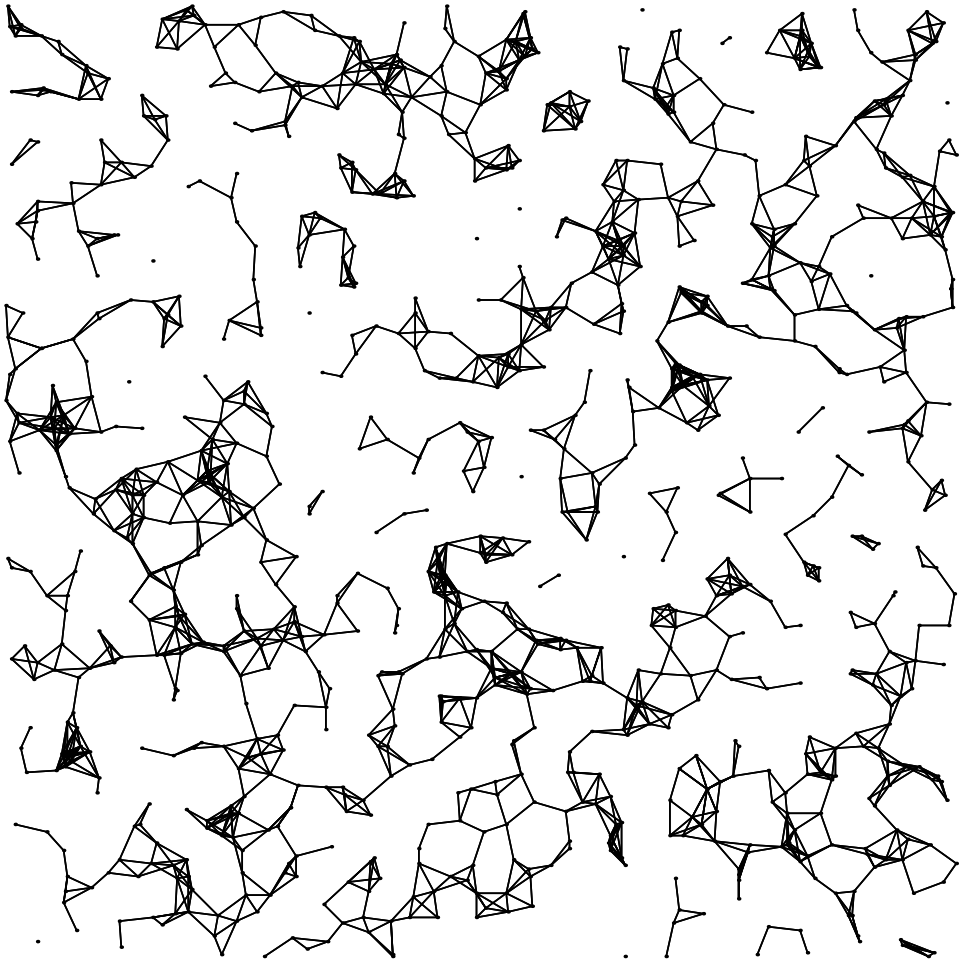
Um grafo geométrico



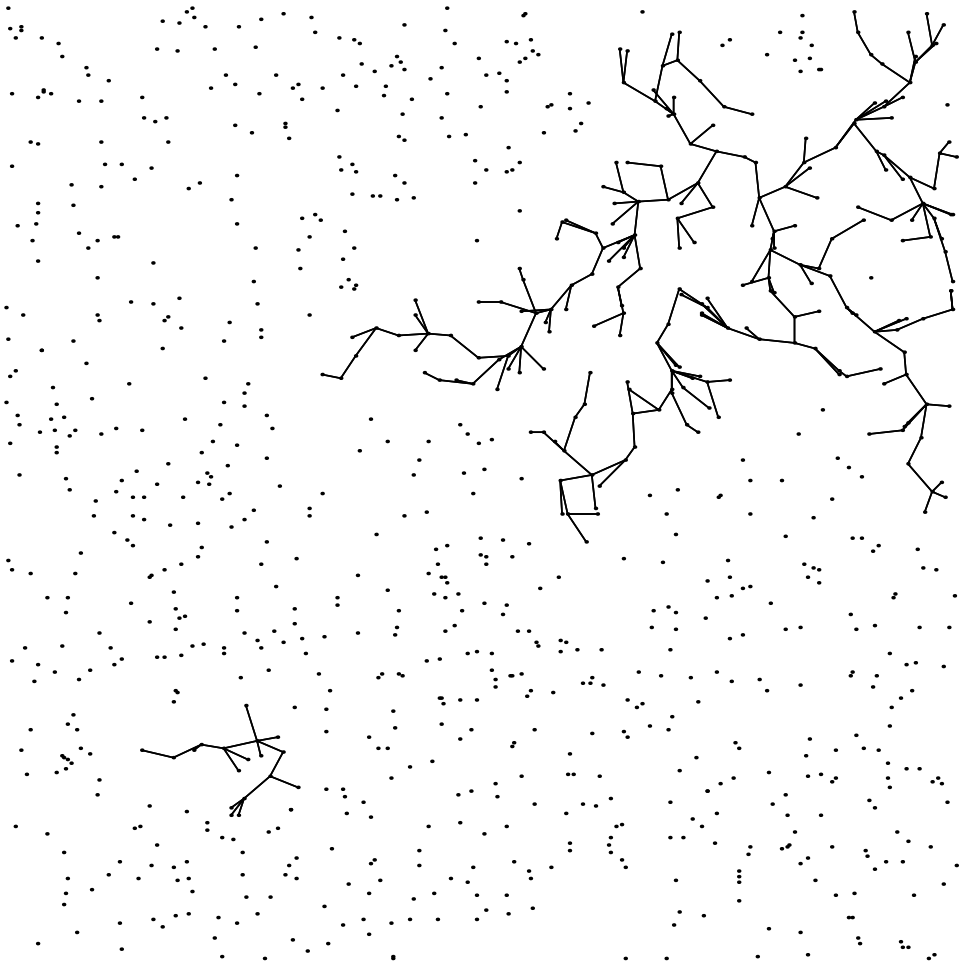
Um grafo geométrico



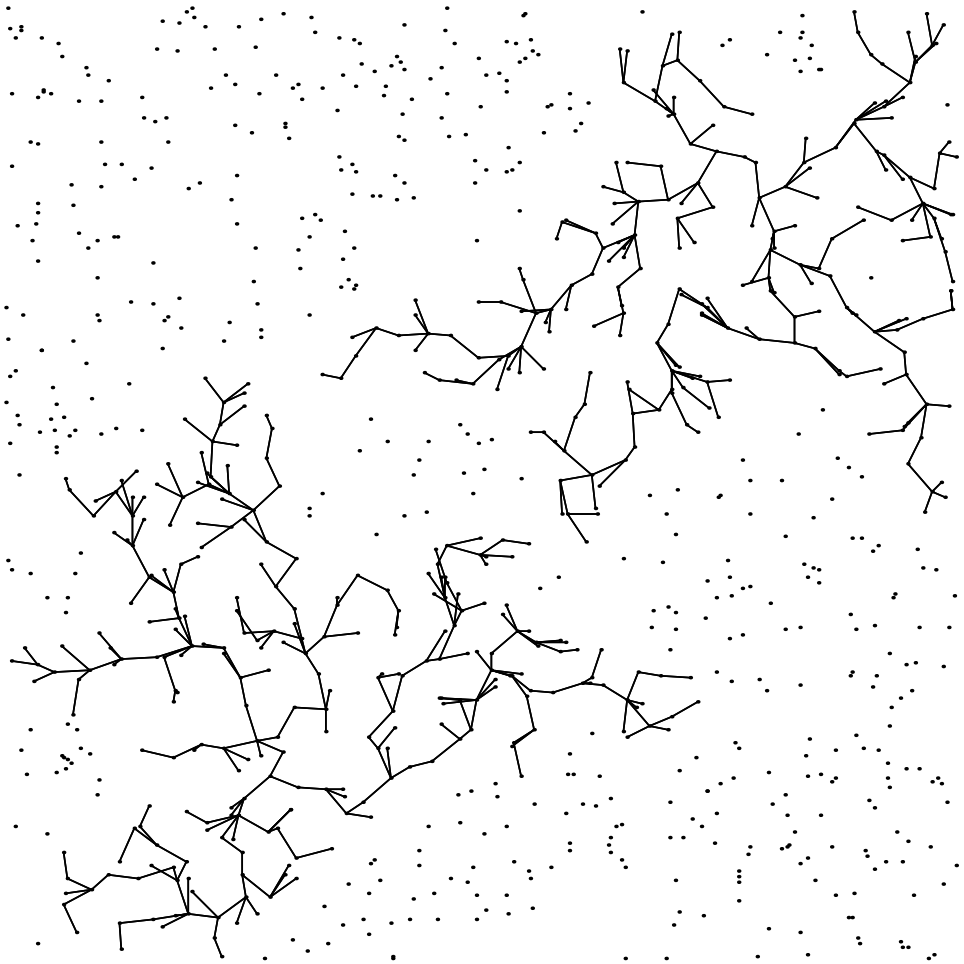
Um grafo geométrico



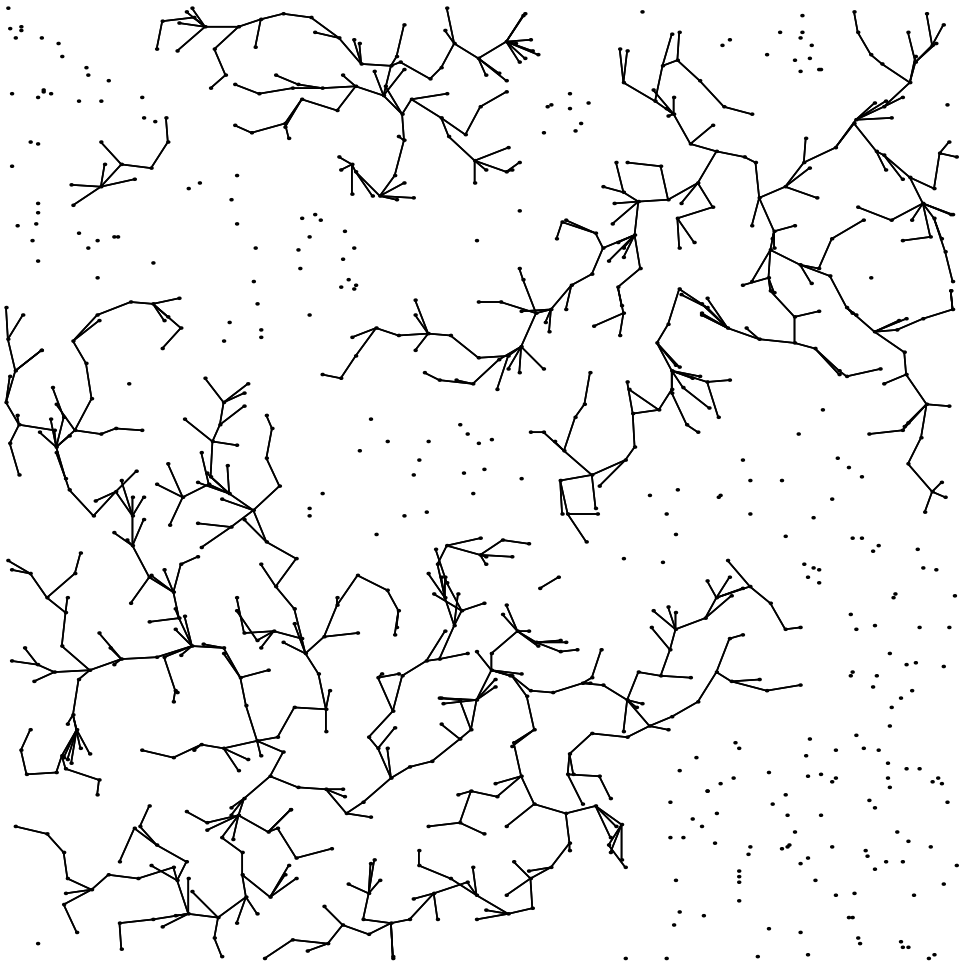
Um grafo geométrico



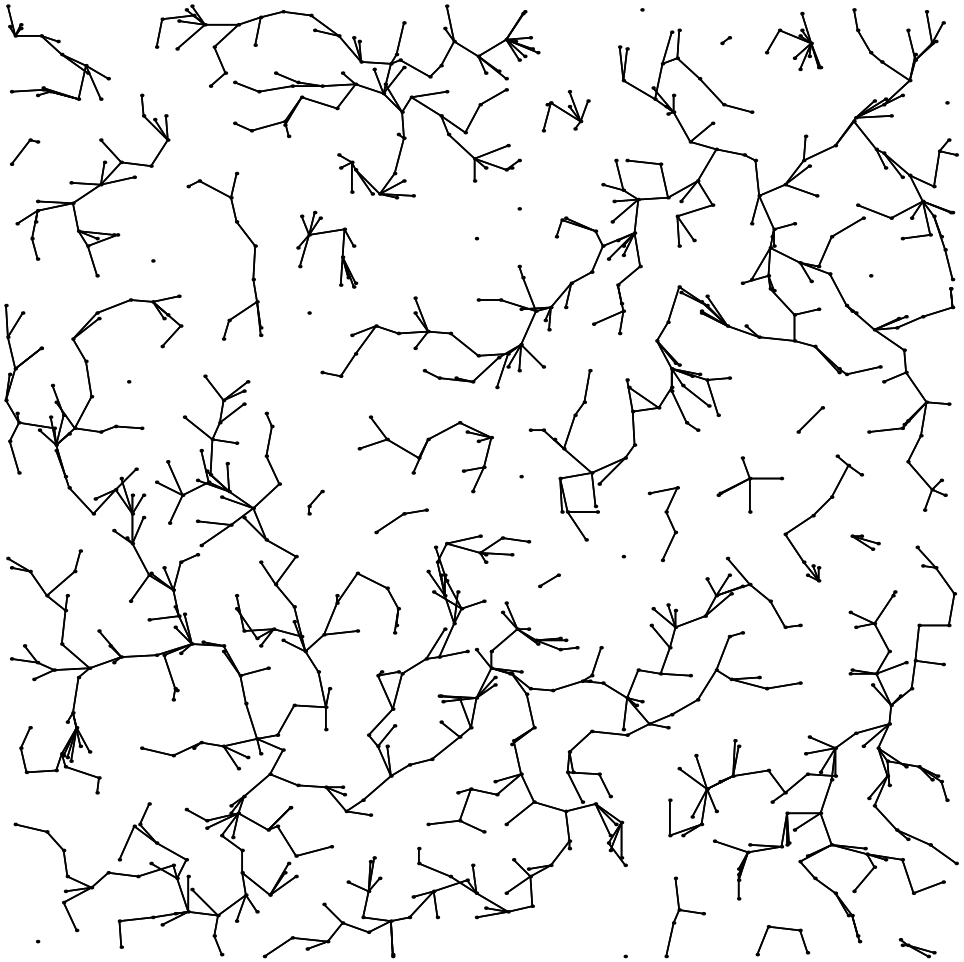
Um grafo geométrico



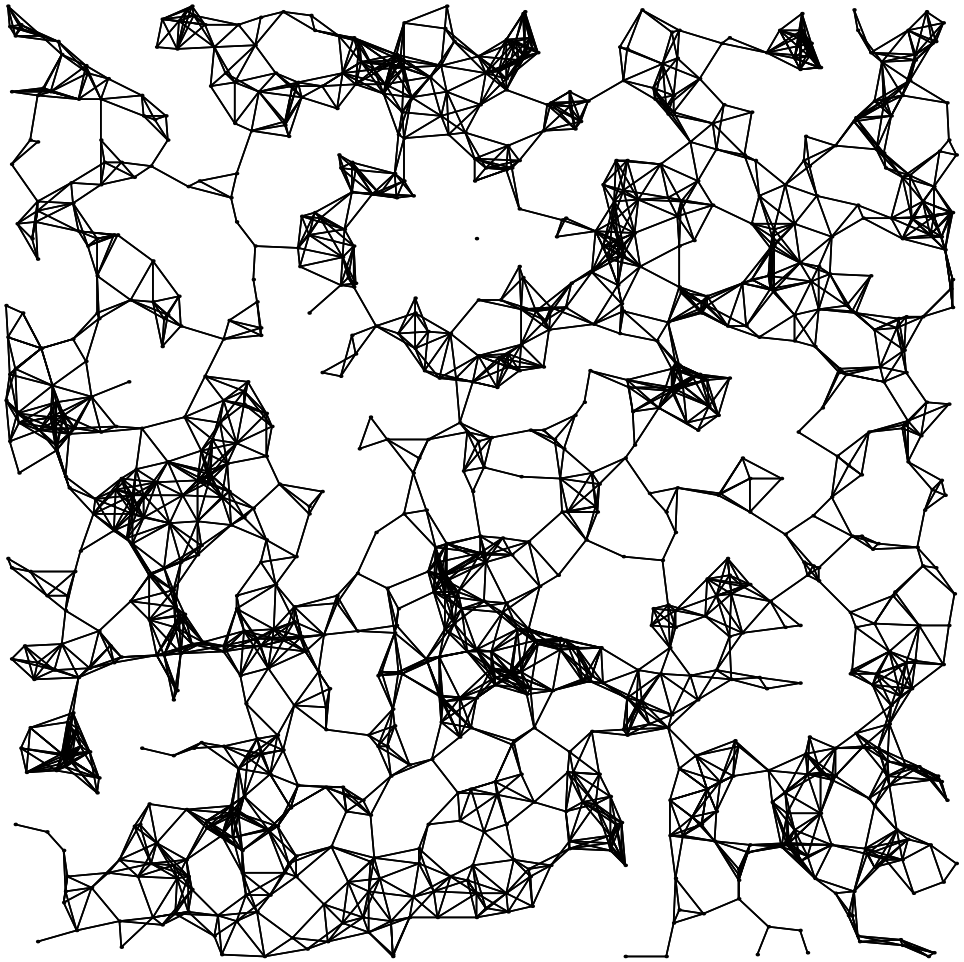
Um grafo geométrico



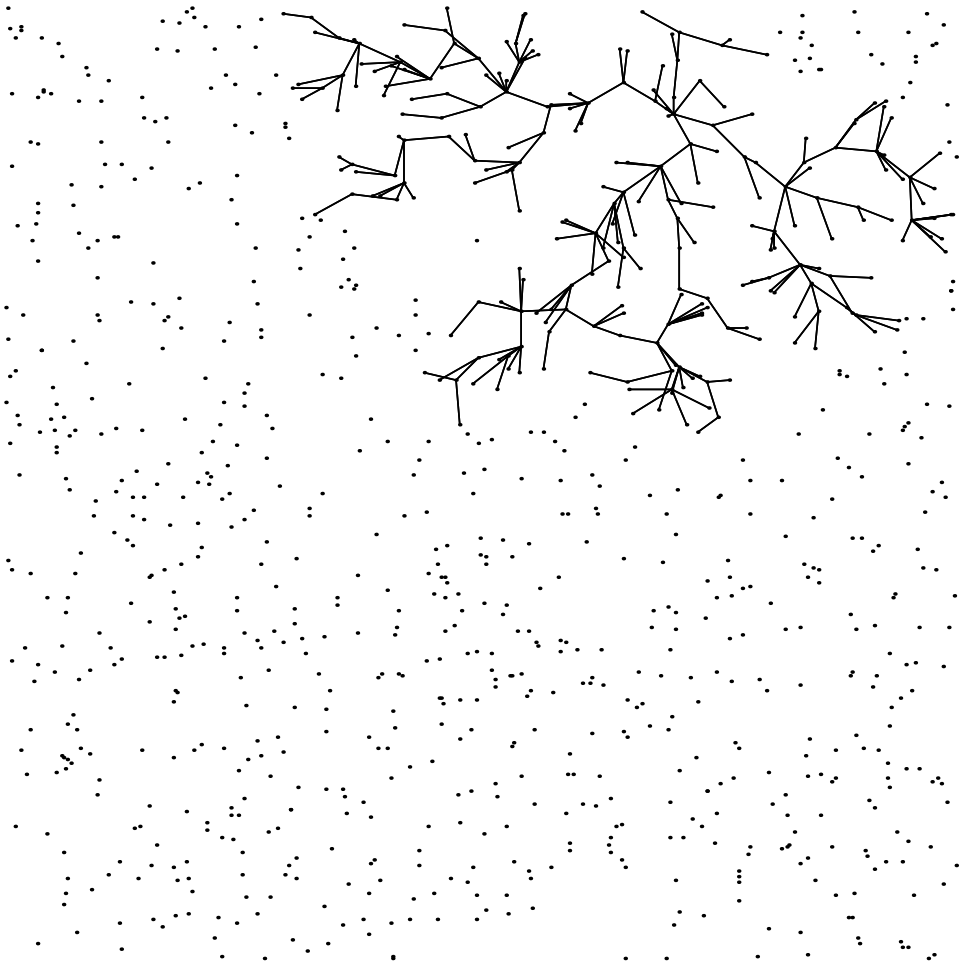
Um grafo geométrico



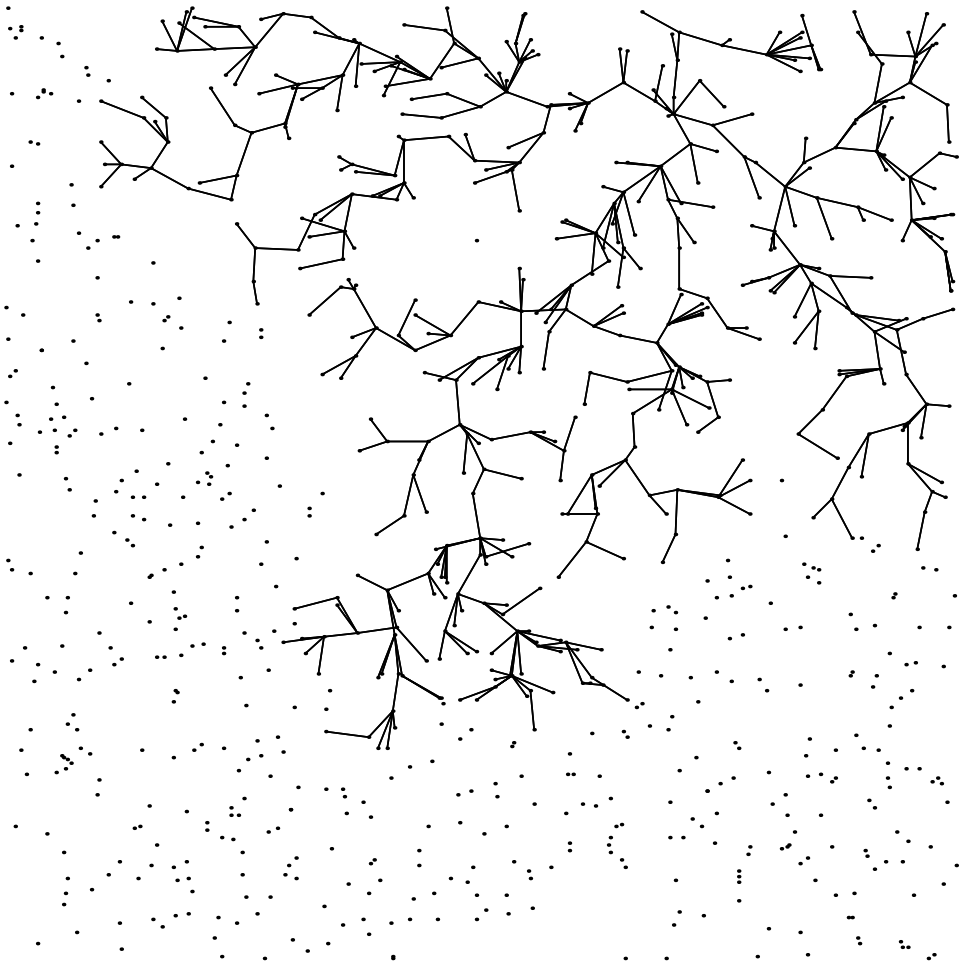
Um grafo geométrico



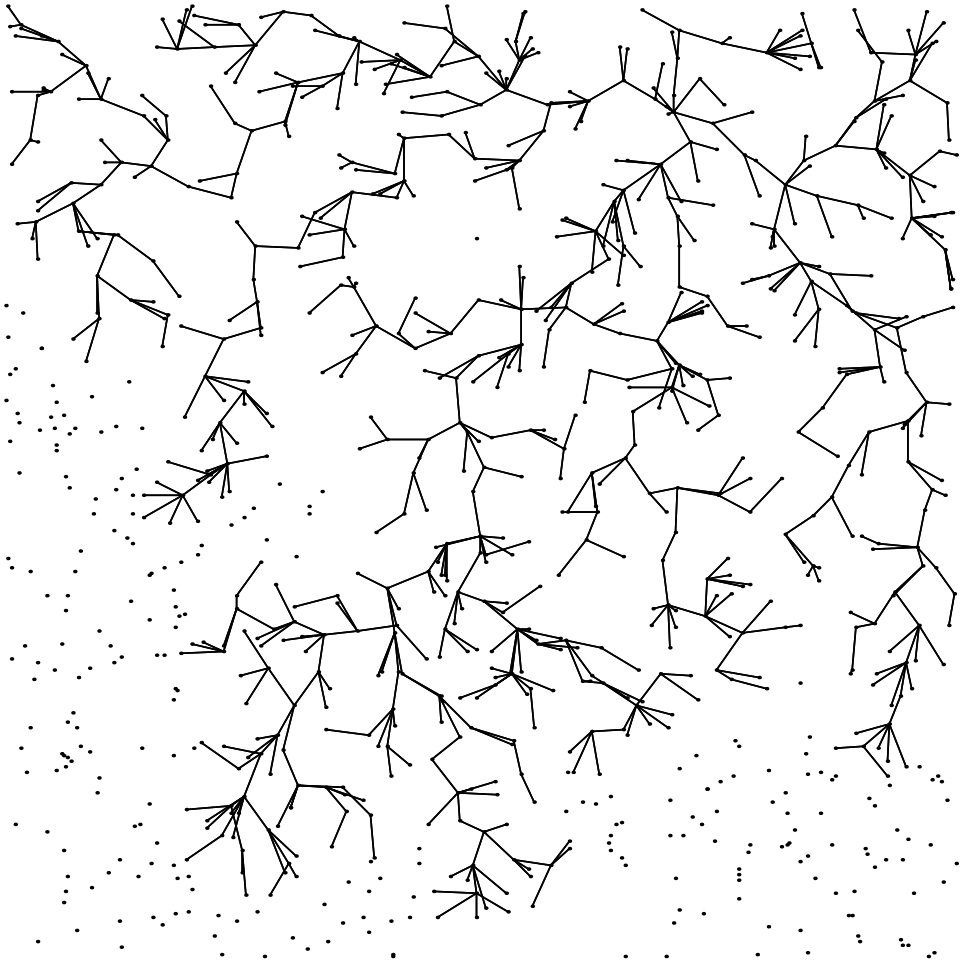
Um grafo geométrico



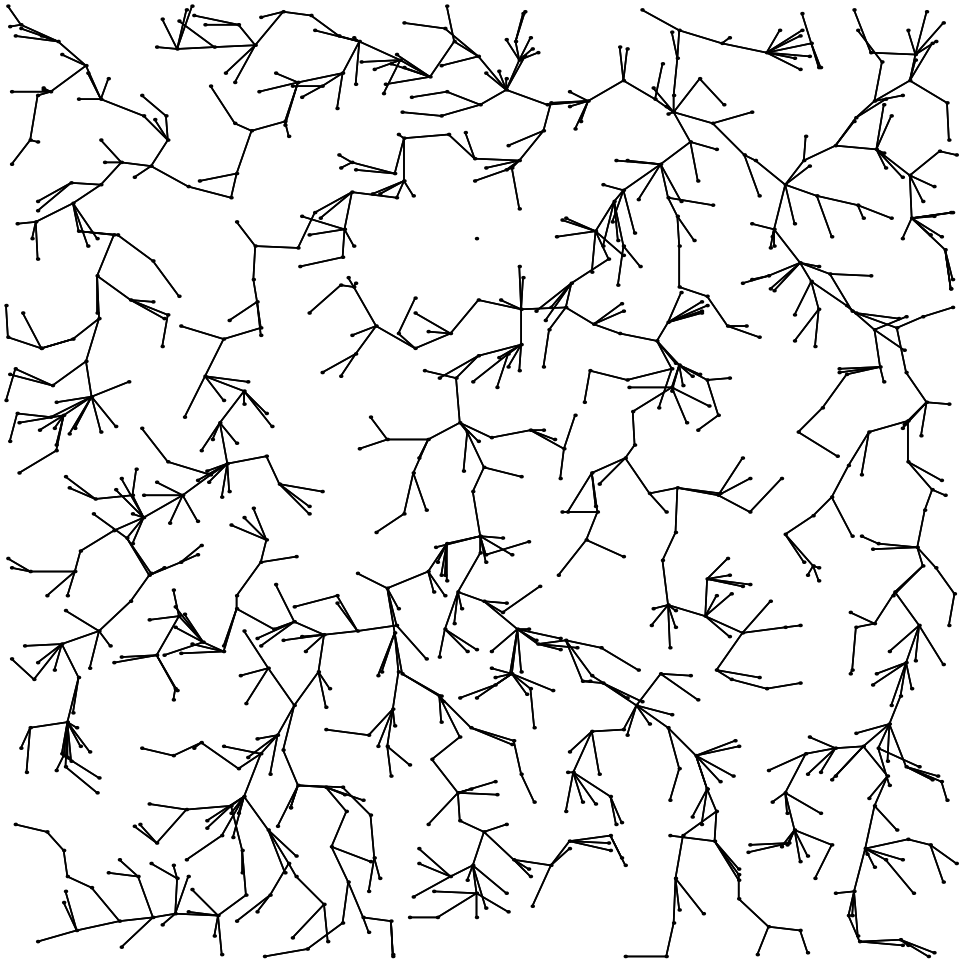
Um grafo geométrico



Um grafo geométrico



Um grafo geométrico



Grafos Dirigidos e Grafos Dirigidos Acíclicos (DAGs)

Sedgewick: Capítulo 19

Grafos, vários sabores

Grafos:

1. $G = (V, E)$, onde $E \subset \binom{V}{2}$ [quase sempre, V finito]

2. Às vezes, consideramos *multigrafos*: arestas múltiplas e laços são permitidos.

Grafos dirigidos, vários sabores

Grafos dirigidos:

1. $G = (V, E)$, onde $E \subset V \times V$

2. Às vezes, consideramos *multigrafos dirigidos*: arcos múltiplos e laços são permitidos (*arco* = “aresta dirigida” ou “orientada”).

Exemplo: Figura 19.1

Algumas definições

1. Passeio dirigido, trilha dirigida, caminho dirigido, acessibilidade
2. Passeio dirigido fechado, passeio dirigido fechado não-trivial (pelo menos um arco), circuito dirigido
3. Grafos dirigidos acíclicos (DAGs) = grafos dirigidos sem passeios dirigidos fechados não-triviais
   - ▷ Exemplo básico: relação de precedência
   - ▷ Exemplo: Figura 19.6/19.7

Algumas definições (cont.)

1. Grafos dirigidos fortemente conexos
2. Relação de equivalência: $x \leftrightarrow y$ (acessibilidade mútua, conexidade forte)
3. Classes de equivalência: C_x ($x \in V(G)$)
4. Componentes fortemente conexas: $G[C_x]$ ($x \in V(G)$)
5. Não necessariamente $G = \bigcup_{x \in V(G)} G[C_x]$

A estrutura de um grafo dirigido

1. O 'núcleo' $K(G)$ de um grafo dirigido G ("condensação de G")
2. $K(G)$ é um DAG; exemplo: Figura 19.1/19.8
3. Cortes dirigidos: para $S \subset V(G)$, definimos $\partial^+(S) = \{(x,y) \in E(G) : x \in S \text{ e } y \in V(G) \setminus S\}$. Ademais, $\partial^-(S) = \partial^+(V(G) \setminus S)$
4. Grau de entrada, grau de saída; fontes e sorvedouros

Figura 19.7

Vários sabores de conexidade

1. Conexidade: grafos não-dirigidos
2. Acessibilidade: grafos dirigidos, relação não simétrica
3. Conexidade forte

Representações de grafos dirigidos

1. Knuth: Stanford GraphBase ...
2. Sedgewick: matrizes de adjacência e listas de adjacência
   - ▷ Peculiaridade: colocamos laços em todos os vértices (pura conveniência)
   - ▷ Assim: 1s na diagonal das mz de adj. e ao menos uma célula em cada lista de adj.

Programa 19.1

```
Graph GRAPHreverse(Graph G)
  { int v; link t;
    Graph R = GRAPHinit(G->V);
    for (v = 0; v < G->V; v++)
      for (t = G->adj[v]; t != NULL; t = t->next)
        GRAPHinsertE(R, EDGE(t->v, v));
    return R;
  }
```