

---

Aluno: Matricula: Valor: 25,0 Nota:

---

## Trabalho I

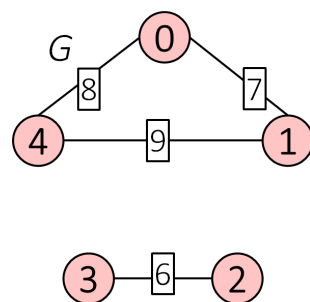
### 1. Objetivos.

- Desenvolver a habilidade de programação de algoritmos em grafos.
- Reforçar o aprendizado sobre os algoritmos de busca em grafos.
- Exercitar as competências em metodologia e escrita científica.
- Avaliar o impacto da complexidade computacional no tempo de execução.

### 2. Descrição.

O trabalho consiste em desenvolver uma biblioteca em Python para manipular grafos com as seguintes funcionalidades <sup>1</sup>:

- (a) **Entrada.** Sua biblioteca deve ler um grafo especificado através de um arquivo de texto no formato Dimacs. O nome do arquivo deve ser informado pelo usuário. Nesse formato, temos no cabeçalho o número de vértices e arestas e nas linhas subsequentes temos cada aresta no formato origem destino peso. Lidaremos com grafos não-orientados ponderados. Vejamos no exemplo:



Arquivo de entrada

```
5 4
0 1 7
0 4 8
1 4 9
2 3 6
```

- (b) **Representação.** Sua biblioteca deve ser capaz de representar os grafos tanto por lista de adjacências quanto por matriz de adjacências. O usuário deve especificar qual representação será utilizada. Para o grafo anterior teríamos:

```
1 L = [(1, 7), (4, 8)],
2       [(0, 7), (4, 9)],
3       [(3, 6)],
4       [(2, 6)],
5       [(0, 8), (1, 9)]]
6
7 M = [[0, 7, 0, 0, 8],
8       [7, 0, 0, 0, 9],
9       [0, 0, 0, 6, 0],
10      [0, 0, 6, 0, 0],
11      [8, 9, 0, 0, 0]]
```

---

<sup>1</sup>Baseado em Figueiredo, C.M.H.; Marroquim, R. Teoria dos Grafos. Disponível em <https://www.cos.ufrj.br/~marroquim/grafos/trabalhos/trabalho-P1.pdf>, acessado em 22/06/21.

- (c) **Informações.** Sua biblioteca deve conter funções para exibir o vértice de maior e menor grau, o grau médio dos vértices e a distribuição empírica do grau dos vértices. Essa última é dada pela frequência relativa dos graus. Ou seja, para cada grau  $d$  temos  $n(d)/n$ , onde  $n(d)$  é o número de vértices de grau  $d$  e  $n$  o número total de vértices. Para o grafo do exemplo, teríamos:

```
1 Maior grau: 2 — vertice: 0
2 Menor grau: 1 — vertice: 2
3
4 Grau medio: 1.6
5
6 Frequencia relativa:
7 Grau 1: 0.40
8 Grau 2: 0.60
```

- (d) **Busca em Grafos: Largura e Profundidade.** Sua biblioteca deve conter funções para percorrer o grafo tanto em largura quanto em profundidade. Cada função deve receber como parâmetro o vértice inicial da busca e escrever a saída em um arquivo, tendo em cada linha o vértice e seu nível na árvore de busca. Para o grafo do exemplo, com a busca a partir do 0, teríamos como saída o arquivo da esquerda pela busca em largura e o arquivo da direita pela busca em profundidade:

Arquivo de saída

```
#vertice: nivel
0: 0
1: 1
4: 1
```

Arquivo de saída

```
#vertice: nivel
0: 0
1: 1
4: 2
```

- (e) **Componentes Conexas.** Sua biblioteca deve conter uma função para descobrir as componentes conexas do grafo. O número de componentes conexas e a quantia de vértices em cada componente conexa deve ser exibida (dica: use uma das buscas em grafos para tal). Para o grafo do exemplo, teríamos:

```
1 Componentes conexas: 2
2 — 3 vertices
3 — 2 vertices
```

Sua biblioteca deverá ser testada em dois estudos de caso onde grafos representam cenários do mundo real:

**Grafo de Colaborações em Pesquisa.** O grafo do arquivo `collaboration_graph.txt` é composto por um vértice para cada pesquisador e arestas caso já tenham publicado artigos científicos juntos <sup>2</sup>. Utilizando esse grafo e a biblioteca desenvolvida:

- Compare o desempenho em termos de quantidade de memória utilizada das duas representações do grafo. Determine a quantidade de memória (em MB) utilizada pelo seu programa quando você representa o grafo utilizando uma matriz de adjacência e lista de adjacência.
- Compare o desempenho em termos de tempo de execução das duas representações do grafo para os algoritmos de busca em largura e busca em profundidade. Utilize o vértice 1 como ponto de partida.

---

<sup>2</sup>Mais detalhes podem ser obtidos em <https://dblp.uni-trier.de/>

- (c) Obtenha a distribuição empírica do grau dos vértices. Trace um gráfico com seu resultado. Qual é o maior grau do grafo? E o menor? Como isto se compara ao maior grau possível?
- (d) Obtenha os componentes conexos do grafo. Quantos componentes conexos tem o grafo? Qual é o tamanho do maior e do menor componente conexo?

**Grafo de Conexões da Web.** O grafo do arquivo `as_graph.txt` contém as conexões das redes que formam a Internet <sup>3</sup>. Utilizando esse grafo e a biblioteca desenvolvida:

- (a) Obtenha a distribuição empírica do grau dos vértices. Trace um gráfico com seu resultado. Qual é o maior grau do grafo? E o menor? Como isto se compara ao maior grau possível?
- (b) Obtenha os componentes conexos do grafo. Quantos componentes conexos tem o grafo?
- (c) Qual é o tamanho do maior e do menor componente conexo?
- (d) Faça uma busca em largura a partir do vértice 0. Neste caso, o maior nível da árvore obtida representa a maior distância do vértice 0 a qualquer outro. Determine este valor. Repita este procedimento para outros vértices. O que você pôde concluir?
- (e) Determine o diâmetro da Internet. O diâmetro de um grafo é a maior distância entre qualquer par de vértices do grafo. Utilize a busca em largura ou profundidade para responder esta pergunta.

Adicionalmente, deve-se **redigir um artigo** contendo: (i) uma introdução sobre a teoria dos grafos e os estudos de caso abordados; (ii) o pseudocódigo e explicações sobre os algoritmos implementados; (iii) os resultados obtidos para as questões colocadas sobre cada um dos estudos de caso; e (iv) as principais conclusões sobre o trabalho. O artigo deve estar formatado conforme o modelo da Sociedade Brasileira de Computação<sup>4</sup>.

### 3. Avaliação.

O trabalho deverá ser feito **individualmente ou em dupla** e enviado via Moodle (código e artigo) até as 23:59h do dia 19/07/21. A distribuição dos pontos será a seguinte:

- Corretude dos resultados e das implementações dos algoritmos - 15 pontos.
- Qualidade do artigo - 10 pontos.

De modo a começar um portfólio dos trabalhos que vocês desenvolveram na graduação, sugiro criar uma conta no <https://github.com/> e postar os códigos do trabalho nessa plataforma. Esse recurso tem sido cada vez mais usado para recrutar pessoas em tecnologia.

Bom trabalho!

---

<sup>3</sup>Mais detalhes podem ser obtidos em <https://bgp.potaroo.net/> e em [https://www.youtube.com/watch?v=C5qNAT\\_j63M](https://www.youtube.com/watch?v=C5qNAT_j63M)

<sup>4</sup><https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/169-templates-para-artigos-e-capitulos-de-livros/878-modelosparapublicaodeartigos>