



Relatório do Projeto

Parte 2

Nome do Integrante	RA
Gabriel Gonzaga Chung	10403025
Igor Benites Moura	10403462
Rodrigo Machado de Assis Oliveira de Lima	10401873

Relatório

Grafo de Migração entre Países

Definição do Problema

A migração entre países é um fenômeno global que influencia a demografia, a economia e a cultura de nações ao redor do mundo. O fluxo de pessoas que se deslocam de um país para outro pode ser causado por diversos fatores, como busca por melhores condições de vida, educação, fuga de conflitos e busca por segurança. Este problema é relevante não apenas para entender as dinâmicas populacionais, mas também para auxiliar na formulação de políticas públicas, planejamento urbano e desenvolvimento econômico. Assim, para este trabalho, está sendo buscada uma forma para identificar quais são os países mais relevantes, em termos, do fluxo de migração, considerando tanto o número de conexões quanto o número de migrações.

Descrição do Problema

A migração pode ser visualizada como uma rede de conexões entre países, onde cada conexão representa o número de pessoas que se mudaram de um país para outro. Por exemplo, um país pode ter uma alta taxa de imigração de um determinado país devido a laços culturais, oportunidades de trabalho ou condições políticas. A análise desses fluxos de migração pode ajudar a identificar tendências, como quais países estão se tornando mais populares como destinos de imigração e quais países estão enfrentando perdas populacionais.

Modelagem do Problema

Para a representação em grafos do problema, foi escolhido um grafo direcionado com os vértices representando os países e as arestas (conexões) representando as imigrações (incidência interna) e emigrações (incidência externa).

Com a implementação do código inicial, não era possível representar de forma adequada o grafo citado anteriormente, visando solucionar este problema, foram adicionados rótulos dos vértices (nome do país) e valores nas arestas (número de imigrantes ou emigrantes



dependendo do sentido).

Os dados utilizados para a rotulação das arestas podem ser encontrados nos *links* abaixo:

<https://www.migrationpolicy.org>

<https://worldmigrationreport.iom.int/what-we-do/all-world-migration-reports>

Solução do Problema:

Para identificar os países que são os principais "hubs" de migração, ou seja, aqueles que possuem um grande fluxo migratório de entrada e saída, utilizamos um algoritmo de **centralidade** chamado **PageRank**. Esse algoritmo atribui a cada país (representado como um vértice no grafo) um valor que reflete sua importância dentro da rede de migração.

Como Funciona:

1. **Medida de Centralidade:** O PageRank calcula um valor de importância para cada país, levando em consideração todas as conexões (arestas) que ele tem com outros países. As conexões podem representar migração de pessoas, onde o peso das arestas indica o número de imigrantes que se deslocaram de um país para outro.
2. **Peso das Conexões:** O valor de PageRank é influenciado não apenas pelo número de conexões (ou arestas) que um país tem, mas também pelos pesos dessas conexões. Por exemplo, se um país recebe muitos imigrantes de países que também são considerados "importantes" (ou têm alto valor de PageRank), isso aumenta ainda mais a centralidade daquele país.
3. **Ranqueamento de Países:** Com os valores de PageRank calculados, é possível ranquear os países. Países com valores mais altos são considerados mais importantes dentro da rede de migração, pois têm um papel central, recebendo e enviando migrantes de forma significativa. Esses países são considerados "hubs" migratórios.
4. **Análise dos Fluxos:**
 - **Países com Alto PageRank:** Tendem a ser aqueles com maior fluxo migratório, sendo destinos preferenciais ou pontos centrais para migração.
 - **Países com Baixo PageRank:** Têm menor fluxo migratório, podendo ser menos populares como destino ou ter menos interações com outros países.

Benefício da Análise:

Com essa abordagem, foram identificados padrões importantes na migração global, ajudando a compreender quais países são mais influentes ou centrais nos movimentos migratórios. Isso é essencial para análise de tendências e para apoiar políticas públicas relacionadas à migração, economia e planejamento urbano.

Representação Visual do Grafo:

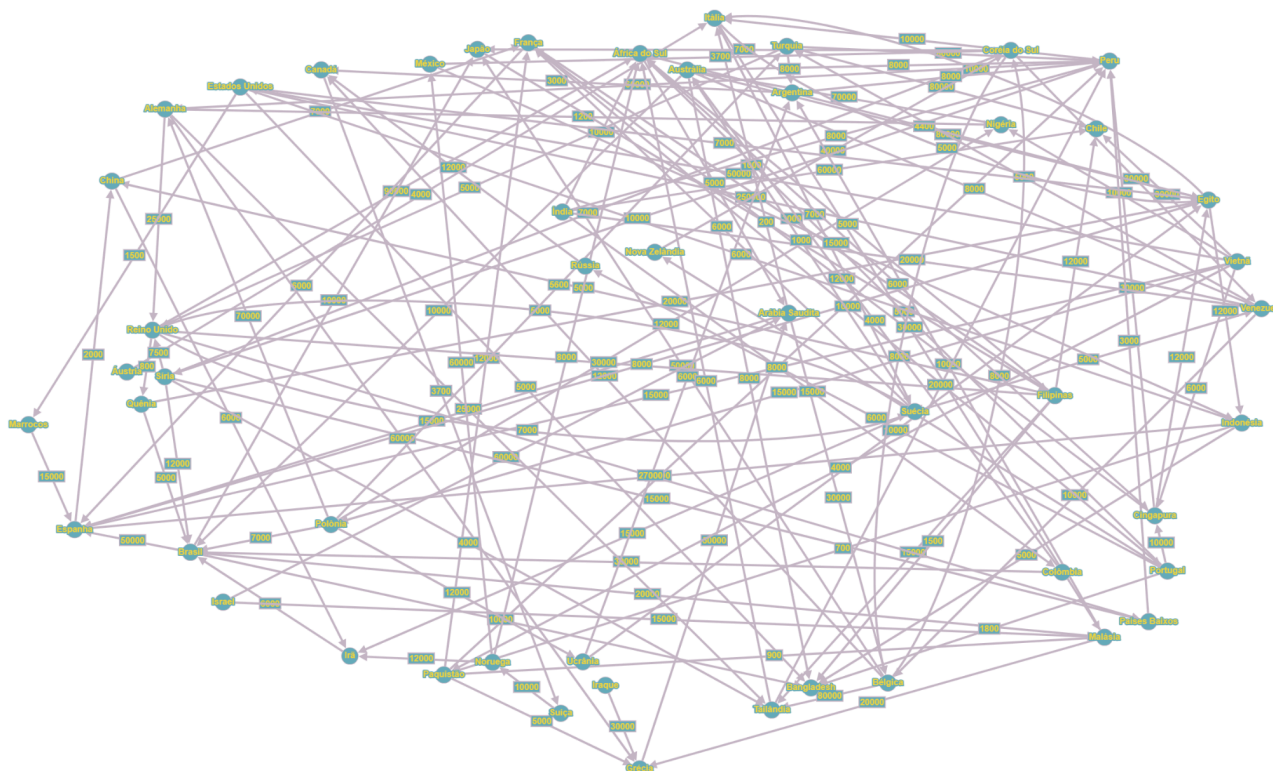


UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

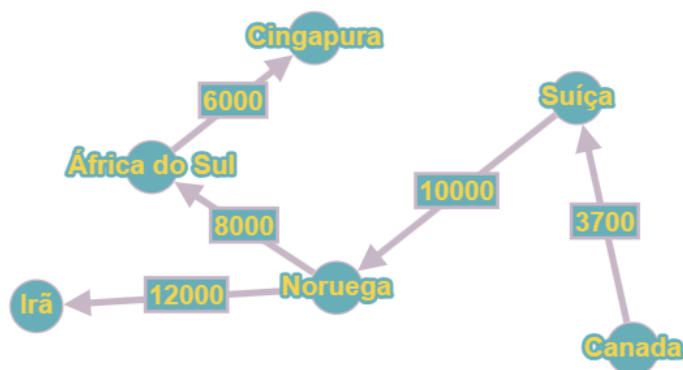
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos



Representação Visual reduzida do Grafo:



Objetivos ODS:



O grafo que modela os fluxos migratórios permite identificar quais países estão exportando mais pessoas devido à falta de oportunidades econômicas. Isso pode evidenciar regiões com alta vulnerabilidade social, onde políticas de desenvolvimento e assistência internacional podem ser prioritárias. O projeto também possibilita a visualização de destinos mais procurados, indicando onde as pessoas encontram melhores condições para escapar da pobreza.



O grafo pode demonstrar os países que atraem migrantes devido à oferta de empregos decentes e crescimento econômico. Ao analisar o fluxo de imigração, é possível inferir quais nações estão se destacando como polos de desenvolvimento econômico e criação de empregos. Além disso, o projeto pode ajudar a identificar desequilíbrios entre a oferta de trabalho e a necessidade de mão de obra qualificada em diferentes regiões.



O grafo que mapeia as migrações entre países pode refletir o impacto da paz e estabilidade política na decisão de migrar. Países com conflitos ou instituições falhas tendem a "exportar" um grande número de pessoas para regiões mais estáveis, enquanto países com governos eficazes e inclusivos podem ser destinos preferenciais para quem busca segurança e justiça. Esse entendimento é essencial para propor intervenções políticas que fortaleçam as instituições e promovam a paz, de modo a reduzir a migração forçada.

Tecnologias utilizadas:

- Python 3.12.4 (linguagem de programação)
- Bibliotecas nativas do Python (os, collection)

Ferramentas utilizadas:

- VSCode (editor de texto)

Testes de execução das opções do menu:

A aplicação foi construída com grafo de lista de adjacência

Opções:



```
print("\nMenu de Opções:")
print("1. Ler grafo de Arquivo")
print("2. Inserir Vértice")
print("3. Inserir Aresta")
print("4. Remover Vértice")
print("5. Remover Aresta")
print("6. Mostrar Conteúdo do Arquivo")
print("7. Mostrar Grafo")
print("8. Verificar Conexidade")
print("9. Mostrar Grafo Reduzido")
print("10. Sair e Atualizar Arquivo")
```

1. Ler grafo de arquivo:

Teste 1:

Arquivo grafo.txt:

```
7
50
0 "Estados Unidos"
1 "Canadá"
2 "México"
3 "Alemanha"
4 "Reino Unido"
5 "França"
6 "Índia"
7 "China"
8 "Síria"
9 "Brasil"
10 "Rússia"
11 "Austrália"
12 "Itália"
13 "Espanha"
14 "Turquia"
15 "Argentina"
16 "África do Sul"
17 "Japão"
18 "Coreia do Sul"
19 "Arábia Saudita"
20 "Nigéria"
21 "Egito"
22 "Suécia"
23 "Noruega"
24 "Ucrânia"
25 "Polônia"
26 "Grécia"
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



27 "Países Baixos"
28 "Suíça"
29 "Áustria"
30 "Bélgica"
31 "Portugal"
32 "Chile"
33 "Colômbia"
34 "Peru"
35 "Venezuela"
36 "Tailândia"
37 "Vietnã"
38 "Filipinas"
39 "Malásia"
40 "Indonésia"
41 "Cingapura"
42 "Bangladesh"
43 "Paquistão"
44 "Irã"
45 "Iraque"
46 "Israel"
47 "Nova Zelândia"
48 "Quênia"
49 "Marrocos"

152

9 13 50000

5 38 3000

35 0 250000

37 25 15000

43 5 12000

9 33 30000

40 42 5000

11 21 80000

49 21 20000

6 32 60000

14 32 80000

22 44 15000

30 17 50000

4 16 90000

26 19 50000

39 26 20000

47 39 15000

25 3 70000

20 11 70000

37 13 15000

40 13 50000

14 34 80000

46 19 60000

30 36 80000

14 4 5000

23 44 12000

37 32 30000

25 20 12000

18 35 30000



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



21 12 10000
9 17 10000
9 39 20000
35 30 10000
44 9 6000
48 9 5000
4 22 7000
19 13 15000
34 12 10000
6 33 15000
38 32 12000
41 34 30000
37 41 6000
43 26 5000
30 1 12000
47 18 40000
25 9 7000
37 20 10000
31 16 5000
46 39 15000
3 36 25000
21 40 12000
31 10 6000
30 18 8000
7 44 6000
22 35 5000
39 15 10000
31 41 10000
12 22 7000
8 27 15000
41 5 12000
43 34 8000
24 15 6000
8 9 12000
6 16 10000
38 7 5000
9 42 10000
8 18 7000
16 41 6000
11 34 8000
3 26 60000
11 9 10000
18 30 8000
12 21 5000
5 31 10000
4 27 15000
23 16 8000
3 4 25000
11 42 8000
16 19 5000
10 1 12000
28 23 10000
14 15 8000



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



41 21 12000
1 40 6000
36 34 20000
21 1 7000
38 16 5000
22 5 6000
8 36 4000
15 34 8000
1 42 5000
7 5 7000
38 36 8000
23 2 60000
6 35 20000
38 4 30000
2 40 15000
12 39 30000
14 1 15000
13 21 8000
24 21 10000
15 1 3000
25 24 12000
20 12 10000
5 13 6000
22 4 5000
18 12 7000
16 10 6000
35 23 30000
10 2 20000
11 22 10000
32 25 60000
19 30 15000
35 32 7000
40 38 8000
7 9 15000
42 3 5000
4 20 10000
34 8 5000
0 15 18493
8 4 7500
33 11 4000
39 43 900
31 42 1800
37 0 15000
46 5 10000
35 14 3000
34 3 40000
41 12 8000
1 16 20000
12 27 15000
19 11 25000
33 21 5000
49 13 15000
45 26 30000



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



29 12 4000
27 34 3000
16 21 4400
0 49 1500
37 43 4000
4 48 800
38 42 1500
3 20 1200
40 23 700
17 38 200
2 18 3700
25 14 5600
6 34 8000
13 7 2000
22 11 1000
1 28 3700
31 47 1100

Resultado:



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira



Teoria dos Grafos

Menu de Opções:

1. Ler grafo de Arquivo

2. Inserir Vértice

3. Inserir Aresta

4. Remover Vértice

5. Remover Aresta

6. Mostrar Conteúdo do Arquivo

7. Mostrar Grafo

8. Verificar Conexidade

9. Mostrar Grafo Reduzido

10. Sair e Atualizar Arquivo

Escolha uma opção: 1

Vértice 0: Estados Unidos inserido

Vértice 1: Canadá inserido

Vértice 2: México inserido

Vértice 3: Alemanha inserido

Vértice 4: Reino Unido inserido

Vértice 5: França inserido

Vértice 6: Índia inserido

Vértice 7: China inserido

Vértice 8: Síria inserido

Vértice 9: Brasil inserido

Vértice 10: Rússia inserido

Vértice 11: Austrália inserido

Vértice 12: Itália inserido

Vértice 13: Espanha inserido

Vértice 14: Turquia inserido

Vértice 15: Argentina inserido

Vértice 16: África do Sul inserido

Vértice 17: Japão inserido

Vértice 18: Coreia do Sul inserido

Vértice 19: Arábia Saudita inserido

Vértice 20: Nigéria inserido

Vértice 21: Egito inserido

Vértice 22: Suécia inserido

Vértice 23: Noruega inserido

Vértice 24: Ucrânia inserido

Vértice 25: Polônia inserido

Vértice 26: Grécia inserido

Vértice 27: Países Baixos inserido

Vértice 28: Suíça inserido

Vértice 29: Áustria inserido

Vértice 30: Bélgica inserido

Vértice 31: Portugal inserido

Vértice 32: Chile inserido

Vértice 33: Colômbia inserido

Vértice 34: Peru inserido

Vértice 35: Venezuela inserido

Vértice 36: Tailândia inserido

Vértice 37: Vietnã inserido

Vértice 38: Filipinas inserido

Vértice 39: Malásia inserido

Vértice 40: Indonésia inserido

Vértice 41: Cingapura inserido

Vértice 42: Bangladesh inserido

Vértice 43: Paquistão inserido

Vértice 44: Irã inserido

Vértice 45: Iraque inserido

Vértice 46: Israel inserido

Vértice 47: Nova Zelândia inserido

Vértice 48: Quênia inserido

Vértice 49: Marrocos inserido

Aresta (9, 13) inserida com sucesso.

Aresta (5, 38) inserida com sucesso.

Aresta (35, 0) inserida com sucesso.

Aresta (37, 25) inserida com sucesso.

Aresta (43, 5) inserida com sucesso.

Aresta (9, 33) inserida com sucesso.

Aresta (40, 42) inserida com sucesso.

Aresta (11, 21) inserida com sucesso.

Aresta (49, 21) inserida com sucesso.

Aresta (6, 32) inserida com sucesso.

Aresta (14, 32) inserida com sucesso.

Aresta (22, 44) inserida com sucesso.

Aresta (30, 17) inserida com sucesso.

Aresta (4, 16) inserida com sucesso.

Aresta (26, 19) inserida com sucesso.

Aresta (39, 26) inserida com sucesso.

Aresta (47, 39) inserida com sucesso.

Aresta (25, 3) inserida com sucesso.

Aresta (20, 11) inserida com sucesso.



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos



Aresta (37, 13) inserida com sucesso.	Aresta (35, 23) inserida com sucesso.	Aresta (6, 16) inserida com sucesso.
Aresta (40, 13) inserida com sucesso.	Aresta (10, 2) inserida com sucesso.	Aresta (38, 7) inserida com sucesso.
Aresta (14, 34) inserida com sucesso.	Aresta (11, 22) inserida com sucesso.	Aresta (9, 42) inserida com sucesso.
Aresta (46, 19) inserida com sucesso.	Aresta (32, 25) inserida com sucesso.	Aresta (8, 18) inserida com sucesso.
Aresta (30, 36) inserida com sucesso.	Aresta (19, 30) inserida com sucesso.	Aresta (16, 41) inserida com sucesso.
Aresta (14, 4) inserida com sucesso.	Aresta (35, 32) inserida com sucesso.	Aresta (11, 34) inserida com sucesso.
Aresta (23, 44) inserida com sucesso.	Aresta (40, 38) inserida com sucesso.	Aresta (3, 26) inserida com sucesso.
Aresta (37, 32) inserida com sucesso.	Aresta (7, 9) inserida com sucesso.	Aresta (11, 9) inserida com sucesso.
Aresta (25, 20) inserida com sucesso.	Aresta (42, 3) inserida com sucesso.	Aresta (18, 30) inserida com sucesso.
Aresta (18, 35) inserida com sucesso.	Aresta (4, 20) inserida com sucesso.	Aresta (12, 21) inserida com sucesso.
Aresta (21, 12) inserida com sucesso.	Aresta (34, 8) inserida com sucesso.	Aresta (5, 31) inserida com sucesso.
Aresta (9, 17) inserida com sucesso.	Aresta (0, 15) inserida com sucesso.	Aresta (4, 27) inserida com sucesso.
Aresta (9, 39) inserida com sucesso.	Aresta (8, 4) inserida com sucesso.	Aresta (23, 16) inserida com sucesso.
Aresta (35, 30) inserida com sucesso.	Aresta (33, 11) inserida com sucesso.	Aresta (3, 4) inserida com sucesso.
Aresta (44, 9) inserida com sucesso.	Aresta (39, 43) inserida com sucesso.	Aresta (11, 42) inserida com sucesso.
Aresta (48, 9) inserida com sucesso.	Aresta (31, 42) inserida com sucesso.	Aresta (16, 19) inserida com sucesso.
Aresta (4, 22) inserida com sucesso.	Aresta (37, 0) inserida com sucesso.	Aresta (10, 1) inserida com sucesso.
Aresta (19, 13) inserida com sucesso.	Aresta (46, 5) inserida com sucesso.	Aresta (28, 23) inserida com sucesso.
Aresta (34, 12) inserida com sucesso.	Aresta (35, 14) inserida com sucesso.	Aresta (14, 15) inserida com sucesso.
Aresta (6, 33) inserida com sucesso.	Aresta (34, 3) inserida com sucesso.	Aresta (41, 21) inserida com sucesso.
Aresta (38, 32) inserida com sucesso.	Aresta (41, 12) inserida com sucesso.	Aresta (1, 40) inserida com sucesso.
Aresta (41, 34) inserida com sucesso.	Aresta (1, 16) inserida com sucesso.	Aresta (36, 34) inserida com sucesso.
Aresta (37, 41) inserida com sucesso.	Aresta (12, 27) inserida com sucesso.	Aresta (21, 1) inserida com sucesso.
Aresta (43, 26) inserida com sucesso.	Aresta (19, 11) inserida com sucesso.	Aresta (38, 16) inserida com sucesso.
Aresta (30, 1) inserida com sucesso.	Aresta (33, 21) inserida com sucesso.	Aresta (22, 5) inserida com sucesso.
Aresta (47, 18) inserida com sucesso.	Aresta (49, 13) inserida com sucesso.	Aresta (8, 36) inserida com sucesso.
Aresta (25, 9) inserida com sucesso.	Aresta (45, 26) inserida com sucesso.	Aresta (15, 34) inserida com sucesso.
Aresta (37, 20) inserida com sucesso.	Aresta (29, 12) inserida com sucesso.	Aresta (1, 42) inserida com sucesso.
Aresta (31, 16) inserida com sucesso.	Aresta (27, 34) inserida com sucesso.	Aresta (7, 5) inserida com sucesso.
Aresta (46, 39) inserida com sucesso.	Aresta (16, 21) inserida com sucesso.	Aresta (38, 36) inserida com sucesso.
Aresta (3, 36) inserida com sucesso.	Aresta (0, 49) inserida com sucesso.	Aresta (23, 2) inserida com sucesso.
Aresta (21, 40) inserida com sucesso.	Aresta (37, 43) inserida com sucesso.	Aresta (6, 35) inserida com sucesso.
Aresta (31, 10) inserida com sucesso.	Aresta (4, 48) inserida com sucesso.	Aresta (38, 4) inserida com sucesso.
Aresta (30, 18) inserida com sucesso.	Aresta (38, 42) inserida com sucesso.	Aresta (2, 40) inserida com sucesso.
Aresta (7, 44) inserida com sucesso.	Aresta (3, 20) inserida com sucesso.	Aresta (12, 39) inserida com sucesso.
Aresta (22, 35) inserida com sucesso.	Aresta (40, 23) inserida com sucesso.	Aresta (14, 1) inserida com sucesso.
Aresta (39, 15) inserida com sucesso.	Aresta (17, 38) inserida com sucesso.	Aresta (13, 21) inserida com sucesso.
Aresta (31, 41) inserida com sucesso.	Aresta (2, 18) inserida com sucesso.	Aresta (24, 21) inserida com sucesso.
Aresta (12, 22) inserida com sucesso.	Aresta (25, 14) inserida com sucesso.	Aresta (15, 1) inserida com sucesso.
Aresta (8, 27) inserida com sucesso.	Aresta (6, 34) inserida com sucesso.	Aresta (25, 24) inserida com sucesso.
Aresta (41, 5) inserida com sucesso.	Aresta (13, 7) inserida com sucesso.	Aresta (20, 12) inserida com sucesso.
Aresta (43, 34) inserida com sucesso.	Aresta (22, 11) inserida com sucesso.	Aresta (5, 13) inserida com sucesso.
Aresta (24, 15) inserida com sucesso.	Aresta (1, 28) inserida com sucesso.	Aresta (22, 4) inserida com sucesso.
Aresta (8, 9) inserida com sucesso.	Aresta (31, 47) inserida com sucesso.	Aresta (18, 12) inserida com sucesso.
	Grafo lido do arquivo grafo.txt.	Aresta (16, 10) inserida com sucesso.

Teste 2:

Arquivo grafoteste.txt:

7

6

0 "Estados Unidos"

1 "Canadá"

2 "México"

3 "Alemanha"

4 "Reino Unido"

5 "França"

12

0 1 45

0 2 50



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



0 4 25
1 3 90
1 4 60
2 4 50
3 4 100
3 5 15
4 0 35
4 1 70
5 2 40
5 4 80

Resultado:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 1
Vértice 0: Estados Unidos inserido
Vértice 1: Canadá inserido
Vértice 2: México inserido
Vértice 3: Alemanha inserido
Vértice 4: Reino Unido inserido
Vértice 5: França inserido
Aresta (0, 1) inserida com sucesso.
Aresta (0, 2) inserida com sucesso.
Aresta (0, 4) inserida com sucesso.
Aresta (1, 3) inserida com sucesso.
Aresta (1, 4) inserida com sucesso.
Aresta (2, 4) inserida com sucesso.
Aresta (3, 4) inserida com sucesso.
Aresta (3, 5) inserida com sucesso.
Aresta (4, 0) inserida com sucesso.
Aresta (4, 1) inserida com sucesso.
Aresta (5, 2) inserida com sucesso.
Aresta (5, 4) inserida com sucesso.

Grafo lido do arquivo grafo.txt.
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



2. Inserir vértice:

Teste 1:

```
Menu de Opções:  
1. Ler grafo de Arquivo  
2. Inserir Vértice  
3. Inserir Aresta  
4. Remover Vértice  
5. Remover Aresta  
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo  
7. Mostrar Grafo  
8. Verificar Conexidade  
9. Mostrar Grafo Reduzido  
10. Sair e Atualizar Arquivo  
Escolha uma opção: 2  
Rótulo do vértice: Senegal  
Vértice inserido com sucesso.
```

Fim do grafo imprimido:

```
Iraque: Grécia - peso 30000,  
Israel: Arábia Saudita - peso 60000, Malásia - peso 15000, França - peso 10000,  
Nova Zelândia: Malásia - peso 15000, Coreia do Sul - peso 40000,  
Quênia: Brasil - peso 5000,  
Marrocos: Egito - peso 20000, Espanha - peso 15000,  
Senegal:
```

Teste 2:

Inserindo mais um vertice:

```
Menu de Opções:  
1. Ler grafo de Arquivo  
2. Inserir Vértice  
3. Inserir Aresta  
4. Remover Vértice  
5. Remover Aresta  
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo  
7. Mostrar Grafo  
8. Verificar Conexidade  
9. Mostrar Grafo Reduzido  
10. Sair e Atualizar Arquivo  
Escolha uma opção: 2  
Rótulo do vértice: Romenia  
Vértice inserido com sucesso.
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



Número de vértices depois dos testes: **n: 52**

Novos vértices depois dos testes:

```
Quênia: Brasil - peso 5000,  
Marrocos: Egito - peso 20000, Espanha - peso 15000,  
Senegal:  
Romenia:
```

3. Inserir aresta:

Teste 1:

```
Menu de Opções:  
1. Ler grafo de Arquivo  
2. Inserir Vértice  
3. Inserir Aresta  
4. Remover Vértice  
5. Remover Aresta  
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo  
7. Mostrar Grafo  
8. Verificar Conexidade  
9. Mostrar Grafo Reduzido  
10. Sair e Atualizar Arquivo  
Escolha uma opção: 3  
Vértice 1: 0  
Vértice 2: 1  
Peso da aresta: 5000  
Aresta (0, 1) inserida com sucesso.
```

152 -> 153 arestas e agora Estados Unidos(0) tem aresta com Canadá(1)

```
n: 52 m: 153
```

```
Estados Unidos: Argentina - peso 18493, Marrocos - peso 1500, Canadá - peso 5000,  
Canadá: Indonésia - peso 6000, Bangladesh - peso 5000, África do Sul - peso 20000, Suíça - peso 3700,
```




UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



Teste 2:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 3
Vértice 1: 50
Vértice 2: 51
Peso da aresta: 6000
Aresta (50, 51) inserida com sucesso.
```

153 -> 154 arestas n: 52 m: 154

Senegal (50) agora tem aresta com Romenia(51) Senegal: Romenia - peso 6000,
Romenia:

4. Remover vértice:

Teste 1:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 4
Número do vértice a remover: 0
Vértice removido com sucesso.
```

Vértice Estados Unidos(0) removido, lista agora começa com Canadá, vértices foram de 52 para 51 e arestas de 154 para 149, pois 3 países (Canadá, Marrocos e Argentina) eram sucessores do vértice dos Estados Unidos e 2 (Venezuela e Vietnã) eram antecessores dos Estados Unidos).



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



n: 51 m: 149

Canadá: Indonésia - peso 6000, Bangladesh - peso 5000, África do Sul - peso 20000, Suíça - peso 3700,
México: Indonésia - peso 15000, Coreia do Sul - peso 3700,
Alemanha: Tailândia - peso 25000, Grécia - peso 60000, Reino Unido - peso 25000, Nigéria - peso 1200,
Reino Unido: África do Sul - peso 90000, Suécia - peso 7000, Países Baixos - peso 15000, Nigéria - peso 10000, Quênia - peso 800,
França: Filipinas - peso 3000, Portugal - peso 10000, Espanha - peso 6000,
Índia: Chile - peso 60000, Colômbia - peso 15000, África do Sul - peso 10000, Venezuela - peso 20000, Peru - peso 8000,

Teste 2:

```
Menu de Opções:  
1. Ler grafo de Arquivo  
2. Inserir Vértice  
3. Inserir Aresta  
4. Remover Vértice  
5. Remover Aresta  
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo  
7. Mostrar Grafo  
8. Verificar Conexidade  
9. Mostrar Grafo Reduzido  
10. Sair e Atualizar Arquivo  
Escolha uma opção: 4  
Número do vértice a remover: 50  
Vértice 50 removido com sucesso.
```

Vértice Romênia(50) removido, assim como a aresta inserida de Senegal(49) para o vértice removido.

```
Nova Zelândia: Malásia - peso 15000, Coreia do Sul - peso 40000,  
Quênia: Brasil - peso 5000,  
Marrocos: Egito - peso 20000, Espanha - peso 15000,  
Senegal:  
  
fim da impressao do grafo.
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



5. Remover aresta:

Teste 1:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 5
Vértice 1 da Aresta a Remover: 47
Vértice 2 da Aresta a Remover: 8

Aresta (47, 8) removida com sucesso.
```

Quênia não tem mais aresta para Brasil:

```
Nova Zelândia: Malásia - peso 15000, Coreia do Sul -
Quênia:
```

Teste 2:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 5
Vértice 1 da Aresta a Remover: 43
Vértice 2 da Aresta a Remover: 8

Aresta (43, 8) removida com sucesso.
```

Irã não tem mais aresta para Brasil:

```
Paquistão: França - peso 12000, Grécia - peso 5000, Peru - peso 8000,
Irã:
Irã: Grécia - peso 30000,
Israel: Arábia Saudita - peso 60000, Malásia - peso 15000, França - peso 10000,
Nova Zelândia: Malásia - peso 15000, Coreia do Sul - peso 40000,
Quênia:
```



6. Mostrar conteúdo do arquivo:

Teste 1:
grafo.txt

Menu de Opções: 1. Ler grafo de Arquivo 2. Inserir Vértice 3. Inserir Aresta 4. Remover Vértice 5. Remover Aresta 6. Mostrar Conteúdo do Arquivo 7. Mostrar Grafo 8. Verificar Conexidade 9. Mostrar Grafo Reduzido 10. Sair e Atualizar Arquivo Escolha uma opção: 6 Tipo do grafo: 7	31: Portugal 32: Chile 33: Colômbia 34: Peru 35: Venezuela 36: Tailândia 37: Vietnã 38: Filipinas 39: Malásia 40: Indonésia 41: Cingapura 42: Bangladesh 43: Paquistão 44: Irã 45: Iraque 46: Israel 47: Nova Zelândia 48: Quênia 49: Marrocos Arestas: 152 9 13, peso 50000 5 38, peso 3000 35 0, peso 250000 37 25, peso 15000 43 5, peso 12000 9 33, peso 30000 40 42, peso 5000 11 21, peso 80000 49 21, peso 20000 6 32, peso 60000 14 32, peso 80000 22 44, peso 15000 30 17, peso 50000 4 16, peso 90000 26 19, peso 50000 39 26, peso 20000 47 39, peso 15000 25 3, peso 70000 20 11, peso 70000 37 13, peso 15000 40 13, peso 50000 14 34, peso 80000 46 19, peso 60000 30 36, peso 80000 14 4, peso 5000 23 44, peso 12000 37 32, peso 30000	25 20, peso 12000 18 35, peso 30000 21 12, peso 10000 9 17, peso 10000 9 39, peso 20000 35 30, peso 10000 44 9, peso 6000 48 9, peso 5000 4 22, peso 7000 19 13, peso 15000 34 12, peso 10000 6 33, peso 15000 38 32, peso 12000 41 34, peso 30000 37 41, peso 6000 43 26, peso 5000 30 1, peso 12000 47 18, peso 40000 25 9, peso 7000 37 20, peso 10000 31 16, peso 5000 46 39, peso 15000 3 36, peso 25000 21 40, peso 12000 31 10, peso 6000 30 18, peso 8000 7 44, peso 6000 22 35, peso 5000 39 15, peso 10000 31 41, peso 10000 12 22, peso 7000 8 27, peso 15000 41 5, peso 12000 43 34, peso 8000 24 15, peso 6000 8 9, peso 12000 6 16, peso 10000 38 7, peso 5000 9 42, peso 10000 8 18, peso 7000 45 44, peso 5000	16 41, peso 6000 11 34, peso 8000 3 26, peso 60000 11 9, peso 10000 18 30, peso 8000 12 21, peso 5000 5 31, peso 10000 4 27, peso 15000 23 16, peso 8000 3 4, peso 25000 11 42, peso 8000 16 19, peso 5000 10 1, peso 12000 28 23, peso 10000 14 15, peso 8000 41 21, peso 12000 1 40, peso 6000 36 34, peso 20000 21 1, peso 7000 38 16, peso 5000 22 5, peso 6000 8 36, peso 4000 15 34, peso 8000 1 42, peso 5000 7 5, peso 7000 38 36, peso 8000 23 2, peso 60000 6 35, peso 20000 38 4, peso 30000 2 40, peso 15000 12 39, peso 30000 14 1, peso 15000 13 21, peso 8000 24 21, peso 10000 15 1, peso 3000 25 24, peso 12000 20 12, peso 10000 5 13, peso 6000 22 4, peso 5000 18 12, peso 7000 16 10, peso 6000 35 23, peso 30000 10 2, peso 20000 11 22, peso 10000 32 25, peso 60000 19 30, peso 15000	35 32, peso 7000 40 38, peso 8000 7 9, peso 15000 42 3, peso 5000 4 20, peso 10000 34 8, peso 5000 0 15, peso 18493 8 4, peso 7500 33 11, peso 4000 39 43, peso 900 31 42, peso 1800 37 0, peso 15000 46 5, peso 10000 35 14, peso 3000 34 3, peso 40000 41 12, peso 8000 1 16, peso 20000 12 27, peso 15000 19 11, peso 25000 33 21, peso 5000 49 13, peso 15000 45 26, peso 30000 29 12, peso 4000 27 34, peso 3000 16 21, peso 4400 0 49, peso 1500 37 43, peso 4000 4 48, peso 800 38 42, peso 1500 3 20, peso 1200 40 23, peso 700 17 38, peso 200 2 18, peso 3700 25 14, peso 5600 6 34, peso 8000 13 7, peso 2000 22 11, peso 1000 1 28, peso 3700 31 47, peso 1100
--	--	--	--	--



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



Teste 2:

grafoteste.txt:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 6
Tipo do grafo: 7

Vértices: 6
0: Estados Unidos
1: Canadá
2: México
3: Alemanha
4: Reino Unido
5: França

Arestas: 12
0 1, peso 45
0 2, peso 50
0 4, peso 25
1 3, peso 90
1 4, peso 60
2 4, peso 50
3 4, peso 100
3 5, peso 15
4 0, peso 35
4 1, peso 70
5 2, peso 40
5 4, peso 80
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



7. Mostrar grafo:

Teste 1:

grafo.txt com ajustes dos testes anteriores

Menu de Opções:

1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo

Escolha uma opção: 7

n: 50 m: 146

Canadá: Indonésia - peso 6000, Bangladesh - peso 5000, África do Sul - peso 20000, Suíça - peso 3700,
México: Indonésia - peso 15000, Coreia do Sul - peso 3700,
Alemanha: Tailândia - peso 25000, Grécia - peso 60000, Reino Unido - peso 25000, Nigéria - peso 1200,
Reino Unido: África do Sul - peso 90000, Suécia - peso 7000, Países Baixos - peso 15000, Nigéria - peso 10000, Quênia - peso 800,
França: Filipinas - peso 3000, Portugal - peso 10000, Espanha - peso 6000,
Índia: Chile - peso 60000, Colômbia - peso 15000, África do Sul - peso 10000, Venezuela - peso 20000, Peru - peso 8000,
China: Irã - peso 6000, França - peso 7000, Brasil - peso 15000,
Síria: Países Baixos - peso 15000, Brasil - peso 12000, Coreia do Sul - peso 7000, Tailândia - peso 4000, Reino Unido - peso 7500,
Brasil: Espanha - peso 50000, Colômbia - peso 30000, Japão - peso 10000, Malásia - peso 20000, Bangladesh - peso 10000,
Rússia: Canadá - peso 12000, México - peso 20000,
Austrália: Egito - peso 80000, Peru - peso 8000, Brasil - peso 10000, Bangladesh - peso 8000, Suécia - peso 10000,
Itália: Suécia - peso 7000, Egito - peso 5000, Malásia - peso 30000, Países Baixos - peso 15000,
Espanha: Egito - peso 8000, China - peso 2000,

Turquia: Chile - peso 80000, Peru - peso 80000, Reino Unido - peso 5000, Argentina - peso 8000, Canadá - peso 15000,
Argentina: Peru - peso 8000, Canadá - peso 3000,
África do Sul: Cingapura - peso 6000, Arábia Saudita - peso 5000, Rússia - peso 6000, Egito - peso 4400,
Japão: Filipinas - peso 200,
Coreia do Sul: Venezuela - peso 30000, Bélgica - peso 8000, Itália - peso 7000,
Arábia Saudita: Espanha - peso 15000, Bélgica - peso 15000, Austrália - peso 25000,
Nigéria: Austrália - peso 70000, Itália - peso 10000,
Egito: Itália - peso 10000, Indonésia - peso 12000, Canadá - peso 7000,
Suécia: Irã - peso 15000, Venezuela - peso 5000, França - peso 6000, Reino Unido - peso 5000, Austrália - peso 1000,
Noruega: Irã - peso 12000, África do Sul - peso 8000, México - peso 60000,
Ucrânia: Argentina - peso 6000, Egito - peso 10000,
Polônia: Alemanha - peso 70000, Nigéria - peso 12000, Brasil - peso 7000, Ucrânia - peso 12000, Turquia - peso 5600,
Grécia: Arábia Saudita - peso 50000,
Países Baixos: Peru - peso 3000,
Suíça: Noruega - peso 10000,
Áustria: Itália - peso 4000,
Bélgica: Japão - peso 50000, Tailândia - peso 80000, Canadá - peso 12000, Coreia do Sul - peso 8000,
Portugal: África do Sul - peso 5000, Rússia - peso 6000, Cingapura - peso 10000, Bangladesh - peso 1800, Nova Zelândia - peso 1100,
Chile: Polônia - peso 60000,
Colômbia: Austrália - peso 4000, Egito - peso 5000,
Peru: Itália - peso 10000, Síria - peso 5000, Alemanha - peso 40000,
Venezuela: Bélgica - peso 10000, Noruega - peso 30000, Chile - peso 7000, Turquia - peso 3000,
Tailândia: Peru - peso 20000,
Vietnã: Polônia - peso 15000, Espanha - peso 15000, Chile - peso 30000, Cingapura - peso 6000, Nigéria - peso 10000, Paquistão - peso 4000,
Filipinas: Chile - peso 12000, China - peso 5000, África do Sul - peso 5000, Tailândia - peso 8000, Reino Unido - peso 30000, Bangladesh - peso 15000,
Malásia: Grécia - peso 20000, Argentina - peso 10000, Paquistão - peso 900,
Indonésia: Bangladesh - peso 5000, Espanha - peso 50000, Filipinas - peso 8000, Noruega - peso 700,
Cingapura: Peru - peso 30000, França - peso 12000, Egito - peso 12000, Itália - peso 8000,
Bangladesh: Alemanha - peso 5000,
Paquistão: França - peso 12000, Grécia - peso 5000, Peru - peso 8000,
Irã:
Irã: Grécia - peso 30000,
Israel: Arábia Saudita - peso 60000, Malásia - peso 15000, França - peso 10000,
Nova Zelândia: Malásia - peso 15000, Coreia do Sul - peso 40000,
Quênia:
Marrocos: Egito - peso 20000, Espanha - peso 15000,
Senegal:

fim da impressao do grafo.



Teste 2:
grafoteste.txt

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 7

n: 6 m: 12

Estados Unidos: Canadá - peso 45, México - peso 50, Reino Unido - peso 25,
Canadá: Alemanha - peso 90, Reino Unido - peso 60,
México: Reino Unido - peso 50,
Alemanha: Reino Unido - peso 100, França - peso 15,
Reino Unido: Estados Unidos - peso 35, Canadá - peso 70,
França: México - peso 40, Reino Unido - peso 80,

fim da impressao do grafo.
```

8. Verificar conexidade:

Teste 1:
Senegal (vertice novo) sem arestas:

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 8

Grafo é desconexo (C0).
```



Teste 2:

Com aresta de Senegal para Canada:

Menu de Opções:

1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo

Escolha uma opção: 3

Vértice 1: 49

Vértice 2: 0

Peso da aresta: 300

Aresta (49, 0) inserida com sucesso.

Menu de Opções:

1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo

Escolha uma opção: 8

Grafo é simplesmente conexo (C1).



9. Mostrar grafo reduzido:

Teste 1:

Os componentes 1, 2, 3, 5, 6, 8 e 9 tem aresta com o 0, o componente 0 tem aresta com o 7 e o 4.

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 9
Grafo Reduzido:

n: 10 m: 9

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

Teste 2:

Com a remoção da aresta de Senegal para Canadá adicionada no teste anterior, o componente 9 não conecta mais com o componente 0:



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



Menu de Opções:

1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo

Escolha uma opção: 5

Vértice 1 da Aresta a Remover: 49

Vértice 2 da Aresta a Remover: 0

Aresta (49, 0) removida com sucesso.

Menu de Opções:

1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo

Escolha uma opção: 9

Grafo Reduzido:

n: 10 m: 8

0: 7 4

1: 0

2: 0

3: 0

4:

5: 0

6: 0

7:

8: 0

9:



10. Calcular Grau de um Vértice:

Teste 1:

Calculando o grau do vértice 1 (Canadá):

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Calcular Grau de um Vértice
11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice
12. Calcular Centralidade de Vértices
13. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 10
Digite o número do vértice para calcular seu grau:
1
Grau do vértice 1 (Canadá): 9
```

(Total de arestas tanto indo quanto saindo do o vértice 1)

Teste 2:

Calculando o grau do vértice 32 (Chile):

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Calcular Grau de um Vértice
11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice
12. Calcular Centralidade de Vértices
13. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 10
Digite o número do vértice para calcular seu grau:
32
Grau do vértice 32 (Chile): 6
```

(Total de arestas tanto indo quanto saindo do o vértice 32)



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos



11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice:

Teste 1:

Calculando o grau ponderado do vértice 1 (Canadá):

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Calcular Grau de um Vértice
11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice
12. Calcular Centralidade de Vértices
13. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 11
Digite o número do vértice para calcular seu grau ponderado:
1
Grau ponderado do vértice 1 (Canadá): 83700
```

(Total dos pesos das arestas tanto indo quanto saindo do vértice 1)

Teste 2:

Calculando o grau ponderado do vértice 32 (Chile):

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Calcular Grau de um Vértice
11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice
12. Calcular Centralidade de Vértices
13. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 11
Digite o número do vértice para calcular seu grau ponderado:
32
Grau ponderado do vértice 32 (Chile): 249000
```

(Total dos pesos das arestas tanto indo quanto saindo do vértice 32)



12. Calcular Centralidade de Vértices:

Teste 1:
grafo.txt

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Calcular Grau de um Vértice
11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice
12. Calcular Centralidade de Vértices
13. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 12

PageRank:
1: Vértice 21: (Egito)
2: Vértice 34: (Peru)
3: Vértice 13: (Espanha)
4: Vértice 3: (Alemanha)
5: Vértice 19: (Arábia Saudita)
6: Vértice 26: (Grécia)
7: Vértice 40: (Indonésia)
8: Vértice 12: (Itália)
9: Vértice 16: (África do Sul)
10: Vértice 11: (Austrália)
11: Vértice 1: (Canadá)
12: Vértice 39: (Malásia)
13: Vértice 9: (Brasil)
14: Vértice 36: (Tailândia)
15: Vértice 4: (Reino Unido)
16: Vértice 15: (Argentina)
17: Vértice 38: (Filipinas)
18: Vértice 27: (Países Baixos)
19: Vértice 30: (Bélgica)
20: Vértice 2: (México)
21: Vértice 41: (Cingapura)
22: Vértice 7: (China)
23: Vértice 42: (Bangladesh)
24: Vértice 10: (Rússia)
25: Vértice 5: (França)
26: Vértice 25: (Polônia)
27: Vértice 44: (Irã)
28: Vértice 22: (Suécia)
29: Vértice 0: (Estados Unidos)
30: Vértice 35: (Venezuela)
31: Vértice 17: (Japão)
32: Vértice 32: (Chile)
33: Vértice 18: (Coréia do Sul)
34: Vértice 23: (Noruega)
35: Vértice 33: (Colômbia)
36: Vértice 31: (Portugal)
37: Vértice 8: (Síria)
38: Vértice 20: (Nigéria)
39: Vértice 28: (Suíça)
40: Vértice 24: (Ucrânia)
41: Vértice 43: (Paquistão)
42: Vértice 49: (Marrocos)
43: Vértice 14: (Turquia)
44: Vértice 47: (Nova Zelândia)
45: Vértice 48: (Quênia)
46: Vértice 6: (Índia)
47: Vértice 29: (Áustria)
48: Vértice 37: (Vietnã)
49: Vértice 45: (Iraque)
50: Vértice 46: (Israel)
```

Ordem de centralidade dos vértices, no qual o vértice 21 (Egito) é o mais central e o vértice 46 (Israel) o menos. O algoritmo foi descrito em detalhe na seção “Solução do Problema” do relatório.



Teste 2:
grafoteste.txt

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Calcular Grau de um Vértice
11. Calcular Grau Ponderado de um Vértice
12. Calcular Centralidade de Vértices
13. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 12

PageRank:
1: Vértice 4: (Reino Unido)
2: Vértice 1: (Canadá)
3: Vértice 3: (Alemanha)
4: Vértice 0: (Estados Unidos)
5: Vértice 2: (México)
6: Vértice 5: (França)
```

Ordem de centralidade dos vértices, no qual o vértice 4 (Reino Unido) é o mais central e o vértice 5 (França) o menos. O algoritmo foi descrito em detalhe na seção “Solução do Problema” do relatório.

13. Sair e atualizar arquivo:

Teste 1:
grafo.txt

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 10
Arquivo atualizado e programa encerrado.
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos



Arquivo novo gravado sem o vértice dos Estados Unidos e com o vértice de Senegal no final, e com 146 arestas pois várias foram removidas nos testes das opções 4 e 5:

```
50
0 "Canadá"
1 "México"
2 "Alemanha"
3 "Reino Unido"
4 "França"
5 "Índia"
6 "China"
7 "Síria"
8 "Brasil"
9 "Rússia"
10 "Austrália"
11 "Itália"
12 "Espanha"
13 "Turquia"
14 "Argentina"
15 "África do Sul"
16 "Japão"
17 "Coreia do Sul"
18 "Arábia Saudita"
19 "Nigéria"
20 "Egito"
21 "Suécia"
22 "Noruega"
23 "Ucrânia"
24 "Polônia"
25 "Grécia"
26 "Países Baixos"
27 "Suíça"
28 "Áustria"
29 "Bélgica"
30 "Portugal"
31 "Chile"
32 "Colômbia"
33 "Peru"
34 "Venezuela"
35 "Tailândia"
36 "Vietnã"
37 "Filipinas"
38 "Malásia"
39 "Indonésia"
40 "Cingapura"
41 "Bangladesh"
42 "Paquistão"
43 "Irã"
44 "Iraque"
45 "Israel"
46 "Nova Zelândia"
47 "Quênia"
48 "Marrocos"
49 "Senegal"
146
```

Teste 2:
grafoteste.txt



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 4
Número do vértice a remover: 3

Vértice 3 removido com sucesso.
```

```
Menu de Opções:
1. Ler grafo de Arquivo
2. Inserir Vértice
3. Inserir Aresta
4. Remover Vértice
5. Remover Aresta
6. Mostrar Conteúdo do Arquivo
7. Mostrar Grafo
8. Verificar Conexidade
9. Mostrar Grafo Reduzido
10. Sair e Atualizar Arquivo
Escolha uma opção: 10
Arquivo atualizado e programa encerrado.
```

Foi removido o vértice Alemanha (3) para testar a funcionalidade, 1 vértice removido e 3 arestas removidas:

```
7
5
0 "Estados Unidos"
1 "Canadá"
2 "México"
3 "Reino Unido"
4 "França"
9
0 1 45
0 2 50
0 3 25
1 3 60
2 3 50
3 0 35
3 1 70
4 2 40
4 3 80
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



Link do projeto no GitHub:

<https://github.com/RodrigoLime/TeoriaDosGrafos/tree/main/Projeto>