



## **Relatório do Projeto**

Parte 1

Nome do Integrante	RA
Francisco Losada Totaro	10364673
Pedro Henrique L. Moreiras	10441998

## **Relatório**

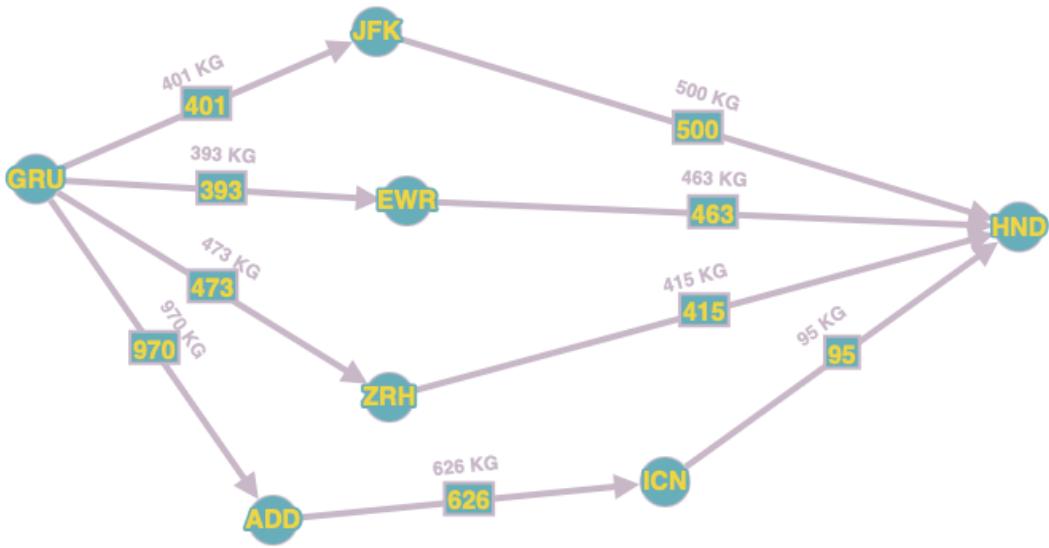
**Título da Aplicação:** CarbonFlight

### **Definição do Problema:**

Em geral, os transportes aéreos, assim como os terrestres, emitem uma quantidade significativa de carbono. Nos transportes aéreos, essa quantidade pode ser influenciada por diversos fatores, desde a quantidade de passageiros presentes até o modelo específico do avião. Porém, mesmo com esses fatores em mente, é possível chegar a um mesmo destino com uma menor transmissão de carbono, apenas alterando uma rota. A partir disso, foi possível enxergar uma oportunidade em desenvolver um produto que ajudasse na redução de emissão de carbono, mostrando para o usuários os trechos de rotas aéreas e um ponto A até um ponto B. A partir dessa definição, a maneira que modelaremos essa solução será: definir os aeroportos como os vértices; o percurso de uma aeroporto ao outro as arestas, e o cálculo da emissão de carbono como o peso de cada uma das arestas.



## Modelagem Correspondente do Grafo:



No grafo modelado acima, mostra um pouco do que foi citado anteriormente. Onde, nessa modelagem, é mostrada as diferentes rotas possíveis para se chegar ao aeroporto de HND, a partir do aeroporto de Guarulhos (GRU), além de mostrar o total de emissão de carbono para cada uma delas.

No primeiro momento do projeto, iremos realizar as rotas partindo do aeroporto de Guarulhos (GRU) para os 100 principais aeroportos do mundo. Porém, para o produto final, iremos utilizar uma API para pegar os dados e calcular a emissão para as rotas de todos os aeroportos do mundo.

## Objetivos da ODS:

Tendo em mente os principais objetivos da ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), o projeto tende a contemplar dois desses objetivos: 'Cidades e Comunidades Sustentáveis' (11) e 'Ação Contra a Mudança Global do Clima' (13). Onde, ao mostrar o cálculo total da emissão de carbono de um determinado ponto a outro, é possível trazer o conhecimento de como pequenos fatores, ou seja, como diferentes rotas para chegar a um mesmo ponto, pode fazer uma grande diferença para o meio ambiente. A partir disso,



mostrando as diferentes opções de rota, é possível o usuário ter uma visão de qual rota será menos impactante ao meio ambiente, ou poderá também a ajudar a decidir qual é a melhor rota para um determinado ponto.

## Testes:

### 1. Ler dados do Arquivo:

```
-- Projeto Carbon Flight --

Menu de opções:
1. Ler dados do arquivo grafo.txt
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt
3. Inserir vértice
4. Inserir aresta
5. Remover vértice
6. Remover aresta
7. Mostrar conteúdo do arquivo
8. Mostrar grafo
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
10. Encerrar a aplicação
Escolha uma opção: 1
n: 100
m: 146
Adj[1,2] = [peso = 676.0]
Adj[1,3] = [peso = 1100.0]
Adj[1,4] = [peso = 742.0]
Adj[1,5] = [peso = 1205.0]
Adj[1,6] = [peso = 851.0]
Adj[1,7] = [peso = 834.0]
Adj[1,8] = [peso = 880.0]
Adj[1,9] = [peso = 758.0]
Adj[1,11] = [peso = 1200.0]
Adj[1,12] = [peso = 893.0]
Adj[1,15] = [peso = 846.0]
Adj[1,18] = [peso = 880.0]
Adj[1,20] = [peso = 690.0]
Adj[1,24] = [peso = 672.0]
Adj[1,25] = [peso = 880.0]
Adj[1,26] = [peso = 618.0]
Adj[1,28] = [peso = 940.0]
Adj[1,36] = [peso = 800.0]
Adj[1,37] = [peso = 893.0]
Adj[1,43] = [peso = 832.0]
Adj[1,49] = [peso = 228.0]
Adj[1,54] = [peso = 700.0]
Adj[1,59] = [peso = 134.0]
Adj[1,64] = [peso = 211.0]
Adj[1,71] = [peso = 785.0]
Adj[1,72] = [peso = 118.0]
Adj[1,73] = [peso = 28.0]
Adj[1,74] = [peso = 333.0]
Adj[2,9] = [peso = 107.0]
Adj[2,12] = [peso = 311.0]
Adj[2,48] = [peso = 334.0]
Adj[2,60] = [peso = 306.0]
Adj[3,5] = [peso = 714.0]
Adj[3,10] = [peso = 196.0]
Adj[3,11] = [peso = 580.0]
Adj[3,13] = [peso = 524.0]
Adj[3,14] = [peso = 606.0]
Adj[3,16] = [peso = 526.0]
Adj[3,17] = [peso = 526.0]
Adj[3,21] = [peso = 531.0]
Adj[3,22] = [peso = 441.0]
Adj[3,27] = [peso = 622.0]
Adj[3,30] = [peso = 612.0]
Adj[3,31] = [peso = 622.0]
Adj[3,32] = [peso = 471.0]
Adj[3,33] = [peso = 567.0]
Adj[3,34] = [peso = 461.0]
Adj[3,38] = [peso = 622.0]
Adj[3,39] = [peso = 525.0]
Adj[3,41] = [peso = 153.0]
Adj[3,42] = [peso = 411.0]
Adj[3,44] = [peso = 546.0]
Adj[3,46] = [peso = 513.0]
Adj[3,47] = [peso = 498.0]
Adj[3,53] = [peso = 558.0]
Adj[3,55] = [peso = 519.0]
Adj[3,62] = [peso = 494.0]
Adj[3,63] = [peso = 422.0]
Adj[3,67] = [peso = 188.0]
Adj[3,68] = [peso = 298.0]
Adj[3,82] = [peso = 424.0]
Adj[3,84] = [peso = 489.0]
Adj[3,85] = [peso = 227.0]
Adj[3,88] = [peso = 354.0]
Adj[3,95] = [peso = 352.0]
Adj[3,97] = [peso = 298.0]
Adj[3,98] = [peso = 472.0]
Adj[5,15] = [peso = 187.0]
Adj[5,56] = [peso = 98.0]
Adj[6,18] = [peso = 72.0]
Adj[8,70] = [peso = 291.0]
Adj[8,76] = [peso = 745.0]
Adj[8,78] = [peso = 704.0]
Adj[9,21] = [peso = 107.0]
Adj[9,23] = [peso = 72.0]
Adj[10,32] = [peso = 72.0]
Adj[11,21] = [peso = 72.0]
Adj[11,45] = [peso = 58.0]
Adj[12,2] = [peso = 311.0]
```



```
Adj[12,35] = [peso = 139.0]
Adj[12,37] = [peso = 49.0]
Adj[12,58] = [peso = 342.0]
Adj[12,61] = [peso = 1320.0]
Adj[12,75] = [peso = 2535.0]
Adj[13,21] = [peso = 61.0]
Adj[14,33] = [peso = 61.0]
Adj[15,5] = [peso = 187.0]
Adj[15,6] = [peso = 31.0]
Adj[15,23] = [peso = 72.0]
Adj[16,27] = [peso = 66.0]
Adj[17,39] = [peso = 61.0]
Adj[18,6] = [peso = 72.0]
Adj[18,8] = [peso = 196.0]
Adj[18,19] = [peso = 72.0]
Adj[18,23] = [peso = 33.0]
Adj[18,29] = [peso = 187.0]
Adj[18,40] = [peso = 117.0]
Adj[18,51] = [peso = 184.0]
Adj[18,57] = [peso = 255.0]
Adj[18,64] = [peso = 211.0]
Adj[18,65] = [peso = 196.0]
Adj[18,66] = [peso = 203.0]
Adj[18,69] = [peso = 265.0]
Adj[18,79] = [peso = 177.0]
Adj[18,80] = [peso = 240.0]
Adj[18,83] = [peso = 152.0]
Adj[18,86] = [peso = 204.0]
Adj[18,89] = [peso = 209.0]
Adj[18,90] = [peso = 247.0]
Adj[18,96] = [peso = 343.0]
Adj[18,99] = [peso = 159.0]
Adj[18,100] = [peso = 170.0]
Adj[19,18] = [peso = 72.0]
Adj[19,29] = [peso = 72.0]
Adj[20,12] = [peso = 374.0]
Adj[20,28] = [peso = 72.0]
Adj[20,37] = [peso = 374.0]
Adj[20,52] = [peso = 290.0]
Adj[20,87] = [peso = 326.0]
Adj[21,11] = [peso = 72.0]
Adj[21,13] = [peso = 61.0]
Adj[23,9] = [peso = 72.0]
Adj[23,15] = [peso = 72.0]
Adj[24,25] = [peso = 72.0]
Adj[25,24] = [peso = 72.0]
Adj[25,36] = [peso = 72.0]
Adj[26,28] = [peso = 72.0]
Adj[27,16] = [peso = 66.0]
Adj[28,12] = [peso = 338.0]
Adj[28,20] = [peso = 72.0]
Adj[28,26] = [peso = 72.0]
Adj[28,58] = [peso = 565.0]
Adj[29,19] = [peso = 72.0]
Adj[32,18] = [peso = 72.0]
Adj[33,14] = [peso = 61.0]
Adj[34,3] = [peso = 461.0]
Adj[35,37] = [peso = 72.0]
Adj[36,25] = [peso = 72.0]
Adj[37,35] = [peso = 72.0]
Adj[39,17] = [peso = 61.0]
Adj[40,41] = [peso = 83.0]
Adj[41,40] = [peso = 83.0]
Adj[63,3] = [peso = 422.0]
Adj[64,81] = [peso = 156.0]
Adj[71,77] = [peso = 232.0]
Adj[72,94] = [peso = 180.0]
Total de arestas exibidas: 146
```

fim da impressão do grafo.



## 2. Gravar dados no arquivo.txt:

- Execução da Gravação:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 2  
Grafo gravado com sucesso em /Users/pedrohenriquel.moreiras/Downloads/codigo/grafoSaida.txt  
Dados gravados no arquivo grafo.txt
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



Arquivo 'grafoSaída' com os dados gravados:

```
Grafo Direcionado
100
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
146  
1 2 676.0  
1 3 1100.0  
1 4 742.0  
1 5 1205.0  
1 6 851.0  
1 7 834.0  
1 8 880.0  
1 9 758.0  
1 11 1200.0  
1 12 893.0  
1 15 846.0  
1 18 880.0  
1 20 690.0  
1 24 672.0  
1 25 880.0



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



1	26	618.0
1	28	940.0
1	36	800.0
1	37	893.0
1	43	832.0
1	49	228.0
1	54	700.0
1	59	134.0
1	64	211.0
1	71	785.0
1	72	118.0
1	73	28.0
1	74	333.0
2	9	107.0
2	12	311.0
2	48	334.0
2	60	306.0
3	5	714.0
3	10	196.0
3	11	580.0
3	13	524.0
3	14	606.0
3	16	526.0
3	17	526.0
3	21	531.0
3	22	441.0
3	27	622.0
3	30	612.0
3	31	622.0
3	32	471.0
3	33	567.0
3	34	461.0
3	38	622.0
3	39	525.0
3	41	153.0
3	42	411.0
3	44	546.0
3	46	513.0
3	47	498.0
3	53	558.0
3	55	510.0
3	62	494.0
3	63	422.0
3	67	188.0
3	68	298.0
3	82	424.0
3	84	489.0
3	85	227.0
3	88	354.0
3	95	352.0
3	97	298.0
3	98	472.0
5	15	187.0
5	56	98.0
6	18	72.0
8	70	291.0
8	76	745.0
8	78	704.0
9	2	107.0



9 23 72.0  
10 32 72.0  
11 21 72.0  
11 45 58.0  
12 2 311.0  
12 35 139.0  
12 37 49.0  
12 58 342.0  
12 61 1320.0  
12 75 2535.0  
13 21 61.0  
14 33 61.0  
15 5 187.0  
15 6 31.0  
15 23 72.0  
16 27 66.0  
17 39 61.0  
18 6 72.0  
18 8 196.0  
18 19 72.0  
18 23 33.0  
18 29 187.0  
18 40 117.0  
18 51 184.0  
18 57 255.0  
18 64 211.0  
18 65 196.0  
18 66 203.0  
18 69 265.0  
18 79 177.0  
18 80 240.0  
18 83 152.0  
18 86 204.0  
18 89 209.0  
18 90 247.0  
18 96 343.0  
18 99 159.0  
18 100 170.0  
19 18 72.0  
19 29 72.0  
20 12 374.0  
20 28 72.0  
20 37 374.0  
20 52 290.0  
20 87 326.0  
21 11 72.0  
21 13 61.0  
23 9 72.0  
23 15 72.0  
24 25 72.0  
25 24 72.0  
25 36 72.0  
26 28 72.0  
27 16 66.0  
28 12 338.0  
28 20 72.0  
28 26 72.0  
28 50 565.0  
29 19 72.0  
32 10 72.0  
33 14 61.0  
34 3 461.0  
35 37 72.0  
36 25 72.0  
37 35 72.0  
39 17 61.0  
40 41 83.0  
41 40 83.0  
63 3 422.0  
64 81 156.0  
71 77 232.0  
72 94 180.0



### 3. Inserir Vértice:

Grafo antes da Inserção do novo Vértice:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 8  
n: 100 → Número Total de Vértices  
m: 146  
Adj [1,2] = [peso = 676.0]  
Adj [1,3] = [peso = 1100.0]  
Adj [1,4] = [peso = 742.0]  
Adj [1,5] = [peso = 1205.0]  
Adj [1,6] = [peso = 851.0]  
Adj [1,7] = [peso = 834.0]  
Adj [1,8] = [peso = 880.0]  
Adj [1,9] = [peso = 759.0]
```

Inserindo o Novo Vértice:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 3  
Vertice Inserido
```



Grafo após a Inserção do novo Vértice:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 8  
n: 101 → Novo Número Total de Vértices  
m: 146  
Adj [1,2] = [peso = 676.0]  
Adj [1,3] = [peso = 1100.0]  
Adj [1,4] = [peso = 742.0]  
Adj [1,5] = [peso = 1205.0]  
Adj [1,6] = [peso = 851.0]  
Adj [1,7] = [peso = 834.0]  
Adj [1,8] = [peso = 880.0]  
Adj [1,9] = [peso = 758.0]  
Adj [1,11] = [peso = 1200.0]
```



## 4. Inserir Aresta:

Grafo antes da Inserção da nova Aresta:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 8  
n: 101  
m: 146 → Número Total de Arestas  
Adj [1,2] = [peso = 676.0]  
Adj [1,3] = [peso = 1100.0]  
Adj [1,4] = [peso = 742.0]  
Adj [1,5] = [peso = 1205.0]  
Adj [1,6] = [peso = 851.0]  
Adj [1,7] = [peso = 834.0]  
Adj [1,8] = [peso = 880.0]  
Adj [1,9] = [peso = 758.0]  
Adj [1,11] = [peso = 1200.0]
```

Inserindo a Nova Aresta:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 4  
Digite o vértice de origem: 29  
Digite o vértice de destino: 10  
Digite o peso da aresta: 5  
Aresta Inserida
```



Grafo após a inserção da Nova Aresta:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 8  
n: 101  
n: 147 → Novo Número Total de Arestas  
Adj [1,2] = [peso = 676.0]  
Adj [1,3] = [peso = 1100.0]  
Adj [1,4] = [peso = 742.0]  
Adj [1,5] = [peso = 1205.0]  
Adj [1,6] = [peso = 851.0]  
Adj [1,7] = [peso = 834.0]  
Adj [1,8] = [peso = 880.0]  
Adj [1,9] = [peso = 758.0]  
Adj [1,11] = [peso = 1200.0]
```

## 5. Remove Vértice:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 5  
Digite o vértice a ser removido: 29  
Vértice Removido
```



```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 8  
n: 100 → Número de Vértices Após Remoção  
m: 145  
Adj[1,2] = [peso = 676.0]  
Adj[1,3] = [peso = 1100.0]  
Adj[1,4] = [peso = 742.0]  
Adj[1,5] = [peso = 1205.0]  
Adj[1,6] = [peso = 851.0]  
Adj[1,7] = [peso = 834.0]  
Adj[1,8] = [peso = 880.0]
```

## 6. Remove Aresta:

```
-- Projeto Carbon Flight --  
  
Menu de opções:  
1. Ler dados do arquivo grafo.txt  
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt  
3. Inserir vértice  
4. Inserir aresta  
5. Remover vértice  
6. Remover aresta  
7. Mostrar conteúdo do arquivo  
8. Mostrar grafo  
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido  
10. Encerrar a aplicação  
Escolha uma opção: 6  
Digite o vértice de origem da aresta a ser removida: 28  
Digite o vértice de destino da aresta a ser removida: 49  
Aresta Removida
```



-- Projeto Carbon Flight --

Menu de opções:

1. Ler dados do arquivo grafo.txt
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt
3. Inserir vértice
4. Inserir aresta
5. Remover vértice
6. Remover aresta
7. Mostrar conteúdo do arquivo
8. Mostrar grafo
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
10. Encerrar a aplicação

Escolha uma opção: 8

n: 100

**n: 145** → Número De Arestas Após Remoção

```
Adj[1,2] = [peso = 676.0]
Adj[1,3] = [peso = 1100.0]
Adj[1,4] = [peso = 742.0]
Adj[1,5] = [peso = 1205.0]
Adj[1,6] = [peso = 851.0]
Adj[1,7] = [peso = 834.0]
Adj[1,8] = [peso = 880.0]
Adj[1,9] = [peso = 758.0]
Adj[1,11] = [peso = 1200.0]
```



## 7. Mostrar Conteúdo do Arquivo:

```
-- Projeto Carbon Flight --

Menu de opções:
1. Ler dados do arquivo grafo.txt
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt
3. Inserir vértice
4. Inserir aresta
5. Remover vértice
6. Remover aresta
7. Mostrar conteúdo do arquivo
8. Mostrar grafo
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
10. Encerrar a aplicação
Escolha uma opção: 7
6
100
1 GRU São_Paulo-Guarulhos
2 ATL Hartsfield-Jackson_Atlanta
3 DXB Dubai_International
4 DFW Dallas-Fort_Worth
5 HND Tokyo-Haneda
6 LHR London-Heathrow
7 DEN Denver_International
8 IST Istanbul_Airport
9 ORD O'Hare_Chicago
10 DEL Indira_Gandhi_Delhi
11 PVG Shanghai-Pudong
12 LAX Los_Angeles
13 CAN Guangzhou_Baiyun
14 ICN Seoul-Incheon
15 CDG Paris-Charles-de-Gaulle
16 SIN Singapore-Changi
17 PEK Beijing-Capital
18 AMS Amsterdam-Schiphol
19 MAD Madrid-Barajas
20 JFK John_F._Kennedy
21 SZX Shenzhen-Baoan
22 BKK Suvarnabhumi_Bangkok
23 FRA Frankfurt_Airport
24 CLT Charlotte-Douglas
25 LAS Harry-Reid-Las_Vegas
26 MCO Orlando_International
27 KUL Kuala_Lumpur_International
28 MIA Miami_International
29 BCN Barcelona-El_Prat
30 TFU Chengdu_Tianfu
31 CGK Soekarno-Hatta
32 BOM Chhatrapati_Shivaji_Mumbai
33 HKG Hong_Kong_International
34 DOH Hamad_International
35 SEA Seattle-Tacoma
36 PHX Phoenix_Sky_Harbor
37 SFO San_Francisco_International
38 MNL Ninoy_Aquino_Manila
39 PKX Beijing_Daxing
40 FCO Rome-Fiumicino
41 JED King_Abdulaziz_Jeddah
42 CKG Chongqing_Jiangbei
43 IAH George_Bush_Intercontinental_Houston
44 HGH Hangzhou_Xiaoshan
45 SHA Shanghai_Hongqiao
46 KMG Kunming_Changshui
47 XLY Xian_Xianyang
48 YYZ Toronto_Pearson
49 BOG El_Dorado_Bogota
50 MEX Mexico_City_Benito_Juarez
51 LGW London-Gatwick
52 BOS Boston-Logan
53 SGN Tan_Son_Nhat_Ho_Chi_Minh
54 EWR Newark_Liberty
55 NAY Beijing_Nanyuan
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



56 NRT Tokyo-Narita  
57 OPO Porto  
58 YVR Vancouver  
59 SCL Santiago\_Comodoro\_Bernardo\_O'Higgins  
60 PHL Philadelphia  
61 BNE Brisbane  
62 CAI Cairo\_International  
63 AUE Abu Dhabi\_International  
64 ARN Stockholm-Arlanda  
65 VIE Vienna\_International  
66 ZRH Zurich\_Airport  
67 BAH Bahrain\_International  
68 MCT Muscat\_International  
69 HEL Helsinki-Vantaa  
70 SVO Moscow-Sheremetyevo  
71 JNB O.R.\_Tambo\_International  
72 EZE Ministro\_Pistarini\_Buenos\_Aires  
73 GIG Rio\_de\_Janeiro-Galeao  
74 LIM Jorge\_Chavez\_Lima  
75 AKL Auckland\_International  
76 NBO Jomo\_Kenyatta\_Nairobi  
77 CPT Cape\_Town\_International  
78 ADD Addis\_Ababa\_Bole  
79 LUX Luxembourg\_Airport  
80 RIX Riga\_International  
81 HRT Harstad-Narvik\_Evenes  
82 TLV Ben\_Gurion  
83 MAN Manchester  
84 NKG Nanjing\_Lukou  
85 KWI Kuwait\_International  
86 DUS Dusseldorf  
87 BNA Nashville  
88 GYD Heydar\_Aliyev\_Baku  
89 KRK Krakow  
90 NCE Nice\_Cote\_d'Azur  
91 LJU Ljubljana  
92 ZAG Zagreb  
93 RAK Marrakech  
94 (example\_hub\_leg) # 94 was used as a small-leg example tied to EZE  
95 BBI Bhubaneswar  
96 SJJ Sarajevo  
97 LCA Larnaca  
98 RGN Yangon  
99 VCE Venice\_Marco\_Polo  
100 BRU Brussels  
230  
1 2 674  
1 3 1099  
1 4 742  
3 5 714  
1 6 851  
1 7 834  
1 18 880  
18 8 196  
1 9 758  
3 10 196  
3 11 580  
1 12 893  
3 13 524  
3 14 606  
1 15 846  
3 16 526  
3 17 526  
18 19 131  
1 20 690  
3 21 531  
1 3 1100  
3 22 441  
1 18 880  
18 23 33  
1 24 672  
1 25 880



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



```
18 8 196
1 9 758
3 10 196
3 11 580
1 12 893
3 13 524
3 14 606
1 15 846
3 16 526
3 17 526
18 19 131
1 20 690
3 21 531
1 3 1100
3 22 441
1 18 880
18 23 33
1 24 672
1 25 880
1 26 618
1 3 1100
3 27 622
1 28 618
1 18 880
18 29 187
1 3 1100
3 30 612
1 3 1100
3 31 622
1 3 1100
3 32 471
1 3 1100
3 33 567
1 3 1100
3 34 461
1 12 893
12 35 311
1 36 800
1 37 893
1 3 1100
3 38 622
1 3 1100
3 39 525
1 18 880
18 40 117
1 3 1100
3 41 153
1 3 1100
3 42 411
1 43 832
1 3 1100
3 44 546
1 11 1200
11 45 58
1 3 1100
3 46 513
1 3 1100
3 47 498
1 2 676
2 48 334
1 49 228
1 28 940
28 50 565
1 18 880
18 51 184
1 20 690
20 52 290
1 3 1100
3 53 558
1 54 700
1 3 1100
3 55 510
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



1 5 1295  
5 56 98  
1 18 880  
18 57 255  
1 12 893  
12 58 342  
1 59 134  
1 2 676  
2 60 306  
1 12 893  
12 61 1320  
1 3 1100  
3 62 494  
1 3 1100  
3 63 422  
1 18 880  
18 64 211  
1 18 880  
18 65 196  
1 18 880  
18 66 203  
1 3 1100  
3 67 188  
1 3 1100  
3 68 298  
1 18 880  
18 69 265  
1 8 880  
8 70 291  
1 71 785  
1 72 118  
1 73 28  
1 74 333  
1 12 893  
12 75 2535  
1 8 880  
8 76 745  
1 71 785  
71 77 232  
1 8 880  
8 78 704  
1 18 880  
18 79 177  
1 18 880  
18 80 240  
1 64 211  
64 81 156  
1 3 1100  
3 82 424  
1 18 880  
18 83 152  
1 3 1100  
3 84 489  
1 3 1100  
3 85 227  
1 18 880  
18 86 204  
1 20 690  
20 87 326  
1 3 1100  
3 88 354  
1 18 880  
18 89 209  
1 18 880  
18 90 247  
1 72 118  
72 94 180  
1 3 1100  
3 95 352  
1 18 880  
18 96 343  
1 3 1100



2 9 107  
9 2 107  
12 37 49  
12 35 139  
20 37 374  
20 12 374  
28 20 158  
28 12 338  
15 6 31  
6 18 72  
23 15 72  
23 9 72  
3 63 422  
63 3 422  
16 27 66  
27 16 66  
11 21 108  
21 11 108  
17 39 61  
39 17 61  
18 19 72  
19 29 72  
24 25 72  
25 24 72  
26 28 72  
28 26 72  
35 37 72  
37 35 72  
36 25 72  
25 36 72  
40 41 83  
41 40 83  
2 12 311  
12 2 311  
3 34 461  
34 3 461  
5 15 187  
15 5 187  
6 18 72  
18 6 72  
9 23 72  
23 9 72  
10 32 72  
32 10 72  
11 21 72  
21 11 72  
13 21 61  
21 13 61  
14 33 61  
33 14 61  
15 23 72  
23 15 72  
16 27 66  
27 16 66  
17 39 61  
39 17 61  
18 19 72  
19 18 72  
19 29 72  
29 19 72  
20 28 72  
28 20 72  
24 25 72  
25 24 72  
26 28 72  
28 26 72  
35 37 72  
37 35 72  
36 25 72  
25 36 72  
40 41 83  
41 40 83



## 8. Mostrar Grafo:

```
-- Projeto Carbon Flight --
Menu de opções:
1. Ler dados do arquivo grafo.txt
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt
3. Inserir vértice
4. Inserir aresta
5. Remover vértice
6. Remover aresta
7. Mostrar conteúdo do arquivo
8. Mostrar grafo
9. Apresentar a conexidade do grafo e o red
10. Encerrar a aplicação
Escolha uma opção: 8
n: 100
m: 145
Adj[1,2] = [peso = 676.0]
Adj[1,3] = [peso = 1100.0]
Adj[1,4] = [peso = 742.0]
Adj[1,5] = [peso = 1205.0]
Adj[1,6] = [peso = 851.0]
Adj[1,7] = [peso = 834.0]
Adj[1,8] = [peso = 880.0]
Adj[1,9] = [peso = 758.0]
Adj[1,11] = [peso = 1200.0]
Adj[1,12] = [peso = 893.0]
Adj[1,15] = [peso = 846.0]
Adj[1,18] = [peso = 880.0]
Adj[1,20] = [peso = 690.0]
Adj[1,24] = [peso = 672.0]
Adj[1,25] = [peso = 880.0]
Adj[1,26] = [peso = 618.0]
Adj[1,28] = [peso = 940.0]
Adj[1,35] = [peso = 800.0]
Adj[1,36] = [peso = 893.0]
Adj[1,42] = [peso = 832.0]
Adj[1,48] = [peso = 228.0]
Adj[1,53] = [peso = 700.0]
Adj[1,58] = [peso = 134.0]
Adj[1,63] = [peso = 211.0]
Adj[1,70] = [peso = 785.0]
Adj[1,71] = [peso = 118.0]
Adj[1,72] = [peso = 28.0]
Adj[1,73] = [peso = 333.0]
Adj[2,9] = [peso = 107.0]
Adj[2,12] = [peso = 311.0]
Adj[2,47] = [peso = 334.0]
Adj[2,59] = [peso = 306.0]
Adj[3,5] = [peso = 714.0]
Adj[3,10] = [peso = 196.0]
Adj[3,11] = [peso = 580.0]
Adj[3,13] = [peso = 524.0]
Adj[3,14] = [peso = 606.0]
Adj[3,16] = [peso = 526.0]
Adj[3,17] = [peso = 526.0]
Adj[3,21] = [peso = 531.0]
Adj[3,22] = [peso = 441.0]
Adj[3,27] = [peso = 622.0]
Adj[3,30] = [peso = 622.0]
Adj[3,31] = [peso = 471.0]
Adj[3,32] = [peso = 567.0]
Adj[3,33] = [peso = 461.0]
Adj[3,37] = [peso = 622.0]
Adj[3,38] = [peso = 525.0]
Adj[3,40] = [peso = 153.0]
Adj[3,41] = [peso = 411.0]
Adj[3,43] = [peso = 546.0]
Adj[3,45] = [peso = 513.0]
Adj[3,46] = [peso = 498.0]
Adj[3,52] = [peso = 558.0]
Adj[3,54] = [peso = 510.0]
Adj[3,61] = [peso = 494.0]
```



```
Adj[3,62] = [peso = 422.0]
Adj[3,66] = [peso = 188.0]
Adj[3,67] = [peso = 298.0]
Adj[3,81] = [peso = 424.0]
Adj[3,83] = [peso = 489.0]
Adj[3,84] = [peso = 227.0]
Adj[3,87] = [peso = 354.0]
Adj[3,94] = [peso = 352.0]
Adj[3,96] = [peso = 298.0]
Adj[3,97] = [peso = 472.0]
Adj[5,15] = [peso = 187.0]
Adj[5,55] = [peso = 98.0]
Adj[6,18] = [peso = 72.0]
Adj[8,69] = [peso = 291.0]
Adj[8,75] = [peso = 745.0]
Adj[8,77] = [peso = 704.0]
Adj[9,2] = [peso = 107.0]
Adj[9,23] = [peso = 72.0]
Adj[10,31] = [peso = 72.0]
Adj[11,21] = [peso = 72.0]
Adj[11,44] = [peso = 58.0]
Adj[12,2] = [peso = 311.0]
Adj[12,34] = [peso = 139.0]
Adj[12,36] = [peso = 49.0]
Adj[12,57] = [peso = 342.0]
Adj[12,60] = [peso = 1320.0]
Adj[12,74] = [peso = 2535.0]
Adj[13,21] = [peso = 61.0]
Adj[14,32] = [peso = 61.0]
Adj[15,5] = [peso = 187.0]
Adj[15,6] = [peso = 31.0]
Adj[15,23] = [peso = 72.0]
Adj[16,27] = [peso = 66.0]
Adj[17,38] = [peso = 61.0]
Adj[18,6] = [peso = 72.0]
Adj[18,8] = [peso = 196.0]
Adj[18,19] = [peso = 72.0]
Adj[18,23] = [peso = 33.0]
Adj[18,29] = [peso = 187.0]
Adj[18,39] = [peso = 117.0]
Adj[18,50] = [peso = 184.0]
Adj[18,56] = [peso = 255.0]
Adj[18,63] = [peso = 211.0]
Adj[18,64] = [peso = 196.0]
Adj[18,65] = [peso = 203.0]
Adj[18,68] = [peso = 265.0]
Adj[18,78] = [peso = 177.0]
Adj[18,79] = [peso = 240.0]
Adj[18,82] = [peso = 152.0]
Adj[18,85] = [peso = 204.0]
Adj[18,88] = [peso = 209.0]
Adj[18,89] = [peso = 247.0]
Adj[18,95] = [peso = 343.0]
Adj[18,98] = [peso = 159.0]
Adj[18,99] = [peso = 170.0]
Adj[19,18] = [peso = 72.0]
Adj[19,29] = [peso = 72.0]
Adj[20,12] = [peso = 374.0]
Adj[20,28] = [peso = 72.0]
Adj[20,36] = [peso = 374.0]
Adj[20,51] = [peso = 290.0]
Adj[20,86] = [peso = 326.0]
Adj[21,11] = [peso = 72.0]
Adj[21,13] = [peso = 61.0]
Adj[23,9] = [peso = 72.0]
Adj[23,15] = [peso = 72.0]
Adj[24,25] = [peso = 72.0]
Adj[25,24] = [peso = 72.0]
Adj[25,35] = [peso = 72.0]
Adj[26,28] = [peso = 72.0]
Adj[27,16] = [peso = 66.0]
Adj[28,12] = [peso = 338.0]
Adj[28,20] = [peso = 72.0]
Adj[28,26] = [peso = 72.0]
Adj[28,49] = [peso = 565.0]
Adj[29,19] = [peso = 72.0]
Adj[31,10] = [peso = 72.0]
Adj[32,14] = [peso = 61.0]
Adj[33,3] = [peso = 461.0]
Adj[34,36] = [peso = 72.0]
Adj[35,25] = [peso = 72.0]
Adj[36,34] = [peso = 72.0]
Adj[38,17] = [peso = 61.0]
Adj[39,40] = [peso = 83.0]
Adj[40,39] = [peso = 83.0]
Adj[62,3] = [peso = 422.0]
Adj[63,80] = [peso = 156.0]
Adj[70,76] = [peso = 232.0]
Adj[71,93] = [peso = 180.0]
Total de arestas exibidas: 145
```

fim da impressão do grafo.



## 9. Mostrar Conexidade do Grafo e Grafo Reduzido:

```
-- Projeto Carbon Flight --

Menu de opções:
1. Ler dados do arquivo grafo.txt
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt
3. Inserir vértice
4. Inserir aresta
5. Remover vértice
6. Remover aresta
7. Mostrar conteúdo do arquivo
8. Mostrar grafo
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
10. Encerrar a aplicação
Escolha uma opção: 9
Grafo Reduzido:
n: 77
m: 86
Adj[5,2] = [peso = 291.0]
Adj[5,3] = [peso = 745.0]
Adj[5,4] = [peso = 704.0]
Adj[10,9] = [peso = 156.0]
Adj[29,1] = [peso = 98.0]
Adj[29,5] = [peso = 196.0]
Adj[29,6] = [peso = 117.0]
Adj[29,7] = [peso = 184.0]
Adj[29,8] = [peso = 255.0]
Adj[29,10] = [peso = 211.0]
Adj[29,11] = [peso = 196.0]
Adj[29,12] = [peso = 203.0]
Adj[29,13] = [peso = 265.0]
Adj[29,14] = [peso = 177.0]
Adj[29,15] = [peso = 240.0]
Adj[29,16] = [peso = 152.0]
Adj[29,17] = [peso = 204.0]
Adj[29,18] = [peso = 209.0]
Adj[29,19] = [peso = 247.0]
Adj[29,20] = [peso = 343.0]
Adj[29,21] = [peso = 159.0]
Adj[29,22] = [peso = 170.0]
Adj[29,23] = [peso = 49.0]
Adj[29,24] = [peso = 342.0]
Adj[29,25] = [peso = 1320.0]
Adj[29,26] = [peso = 2535.0]
Adj[29,27] = [peso = 334.0]
Adj[29,28] = [peso = 306.0]
Adj[32,31] = [peso = 58.0]
Adj[55,6] = [peso = 153.0]
Adj[55,29] = [peso = 714.0]
Adj[55,30] = [peso = 196.0]
Adj[55,32] = [peso = 524.0]
Adj[55,33] = [peso = 567.0]
Adj[55,34] = [peso = 526.0]
Adj[55,35] = [peso = 525.0]
Adj[55,36] = [peso = 441.0]
Adj[55,37] = [peso = 622.0]
Adj[55,38] = [peso = 622.0]
Adj[55,39] = [peso = 411.0]
Adj[55,40] = [peso = 546.0]
Adj[55,41] = [peso = 513.0]
Adj[55,42] = [peso = 498.0]
Adj[55,43] = [peso = 558.0]
Adj[55,44] = [peso = 510.0]
Adj[55,45] = [peso = 494.0]
Adj[55,46] = [peso = 188.0]
Adj[55,47] = [peso = 298.0]
Adj[55,48] = [peso = 424.0]
Adj[55,49] = [peso = 489.0]
Adj[55,50] = [peso = 227.0]
Adj[55,51] = [peso = 354.0]
Adj[55,52] = [peso = 352.0]
Adj[55,53] = [peso = 298.0]
```



```
Adj[55,54] = [peso = 472.0]
Adj[61,23] = [peso = 374.0]
Adj[61,29] = [peso = 338.0]
Adj[61,58] = [peso = 565.0]
Adj[61,59] = [peso = 290.0]
Adj[61,60] = [peso = 326.0]
Adj[68,67] = [peso = 232.0]
Adj[70,69] = [peso = 180.0]
Adj[73,5] = [peso = 880.0]
Adj[73,10] = [peso = 211.0]
Adj[73,23] = [peso = 893.0]
Adj[73,29] = [peso = 676.0]
Adj[73,32] = [peso = 1200.0]
Adj[73,55] = [peso = 1100.0]
Adj[73,56] = [peso = 742.0]
Adj[73,57] = [peso = 834.0]
Adj[73,61] = [peso = 618.0]
Adj[73,62] = [peso = 672.0]
Adj[73,63] = [peso = 832.0]
Adj[73,64] = [peso = 228.0]
Adj[73,65] = [peso = 700.0]
Adj[73,66] = [peso = 134.0]
Adj[73,68] = [peso = 785.0]
Adj[73,70] = [peso = 118.0]
Adj[73,71] = [peso = 28.0]
Adj[73,72] = [peso = 333.0]
Total de arestas exibidas: 80

fim da impressao do grafo.
Categoria de Conexidade: 0
```

## 10. Encerrar a Aplicação:

```
-- Projeto Carbon Flight --

Menu de opções:
1. Ler dados do arquivo grafo.txt
2. Gravar dados no arquivo grafo.txt
3. Inserir vértice
4. Inserir aresta
5. Remover vértice
6. Remover aresta
7. Mostrar conteúdo do arquivo
8. Mostrar grafo
9. Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
10. Encerrar a aplicação
Escolha uma opção: 10
Encerrou
```



## **Apêndice:**

Link para o repositório do GitHub: <https://github.com/LosadaT/ProjetoCarbonFlight/>