



## **Relatório do Projeto**

Parte 1

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

## **Relatório**

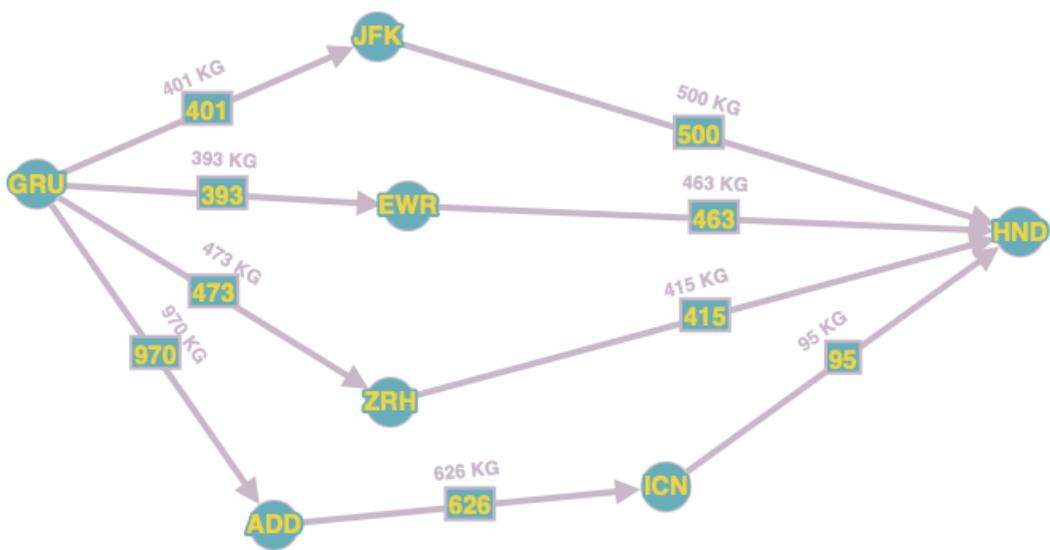
**Título da Aplicação:** CarbonFlight

### **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,



### Teoría dos Grafos

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 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[9,2] = [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]
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira



### Teoría dos Grafos

```
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 exhibidas: 146

fim da impressao 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



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira



### Teoría dos Grafos

```
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
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



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
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos



-- 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



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática



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

-- 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 Sao_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 XIX 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 AUH 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



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



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]
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira



### Teoría dos Grafos

```
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]
```



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



```
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
```



## Parte 2:

Para o desenvolvimento da segunda parte do projeto, adicionamos uma nova função na aplicação, onde o usuário pode encontrar a rota com menos emissão de carbono a partir de dados de voo da Amadeus API. Nela colocamos o código do aeroporto (AITA) de ida e de volta, a data desejada, e a API irá nos retornar 10 rotas. Colocamos elas em um grafo, e, utilizando a emissão de carbono como peso das arestas, fazemos o algoritmo de Dijkstra para ordenar as rotas pelas suas emissões.

Temos 3 tipos de emissões no nosso programa. O primeiro são os dados que a própria companhia informa, e que pegamos direto da API. Com esses dados não fazemos nenhum cálculo, apenas enviamos ele direto para a aresta.

Caso essa informação não exista, fazemos um cálculo com base no modelo do avião. Temos uma relação deles e sua eficiência, assim gerando a emissão. Esse cálculo foi feito pegando quanto a queima de 1kg de combustível de avião padrão gera de CO<sub>2</sub> ([https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/5306/1/2020\\_setor\\_energia\\_subsetor\\_queima\\_combustiveis\\_fosseis\\_categoria\\_aviacao\\_civil.pdf](https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/5306/1/2020_setor_energia_subsetor_queima_combustiveis_fosseis_categoria_aviacao_civil.pdf)), após isso, foi feita uma estimativa, com base em dados das fabricantes de avião, retirados da ICAO (<https://icec.icao.int/Home/Methodology>) quanto de combustível é gasto por quilômetro, e dividimos esse valor pela quantidade de passageiros que cabem no modelo. Multiplicamos isso pela queima de combustível e obtemos um valor que chamamos de eficiência. Com esse valor, calculamos a emissão multiplicando a distância por essa eficiência.

Caso a informação do modelo de avião não exista, pegamos uma fórmula básica que calcula a emissão com base na distância multiplicada por uma emissão média, que difere para voos menores que 1500km, entre 1500 e 4000km e maior que 4000km. Porém em nenhum dos testes ela foi utilizada.

Para a parte do front-end, foi feito em html, css e JavaScript, utilizando o java springboot e o thymeleaf para ligar com o Back-end.



## 10. Buscar Voos por Emissão de Carbono:

**CARBON FLIGHT – Sistema de Voos Sustentáveis**

- 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. BUSCAR VOOS POR EMISSÃO DE CARBONO
- 0. Encerrar a aplicação

Escolha uma opção: 10

Figura 1: Seleção da Opção '10' no menu

**BUSCA DE VOOS SUSTENTÁVEIS**

Aeroporto de origem (código IATA, ex: GRU): GRU  
Aeroporto de destino (código IATA, ex: JFK): JFK  
Data de partida (YYYY-MM-DD, ex: 2025-12-15): 2025-12-15  
Número de adultos: 1

Buscando voos de GRU para JFK...

Figura 2: Definição do percurso e suas especificações  
(Origem, Destino, Data e Número de Adultos)



🔍 Buscando voos de GRU para JFK...

- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 756.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 580.0 kg (BOG→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 580.0 kg (BOG→JFK)
- ✈️ Usando modelo Boeing 787-8 Dreamliner: 525.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Boeing 787-8 Dreamliner: 500.0 kg (BOG→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 580.0 kg (BOG→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Boeing 787-8 Dreamliner: 500.0 kg (BOG→JFK)
- ✈️ Usando modelo Boeing 787-8 Dreamliner: 525.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 580.0 kg (BOG→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 900.0 kg (BOG→SAL)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 725.0 kg (SAL→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 900.0 kg (BOG→SAL)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 725.0 kg (SAL→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 900.0 kg (BOG→SAL)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 900.0 kg (SAL→JFK)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320neo: 609.0 kg (GRU→BOG)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 900.0 kg (BOG→SAL)
- ✈️ Usando modelo Airbus A320: 900.0 kg (SAL→JFK)

- 🎯 Executando algoritmo de Dijkstra para encontrar rotas ótimas...
- ✓ Dijkstra encontrou caminho ótimo: GRU → JFK (2509,00 kg CO<sub>2</sub>)
- 🕒 Voo ordenados pelo algoritmo de Dijkstra!

Figura 3: Busca das opções disponíveis para a rota solicitada (Ordenando os voos a partir do algoritmo de Dijkstra)



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática



Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos

### VOOS ORDENADOS POR EMISSÃO DE CARBONO (MENOR → MAIOR) //

1.	● ALTA GRU → JFK   Avianca   1467.06 BRL   1 escala(s)   1,08 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
2.	● ALTA GRU → JFK   Avianca   1467.06 BRL   1 escala(s)   1,16 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
3.	● ALTA GRU → JFK   Avianca   1467.06 BRL   1 escala(s)   1,16 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
4.	● ALTA GRU → JFK   Avianca   1467.06 BRL   1 escala(s)   1,24 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
5.	● ALTA GRU → JFK   Avianca   1467.06 BRL   1 escala(s)   1,24 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
6.	● ALTA GRU → JFK   Avianca   1467.06 BRL   1 escala(s)   1,39 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
7.	● MUITO ALTA GRU → JFK   Avianca   1529.04 BRL   2 escala(s)   2,33 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
8.	● MUITO ALTA GRU → JFK   Avianca   1529.04 BRL   2 escala(s)   2,33 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
9.	● MUITO ALTA GRU → JFK   Avianca   1529.04 BRL   2 escala(s)   2,51 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa
10.	● MUITO ALTA GRU → JFK   Avianca   1582.94 BRL   2 escala(s)   2,51 toneladas CO <sub>2</sub> /pessoa

### ESTATÍSTICAS (POR PESSOA)

- 👉 Melhor opção: 1,08 toneladas CO<sub>2</sub> por pessoa
- 🔴 Pior opção: 2,51 toneladas CO<sub>2</sub> por pessoa
- 📊 Média: 1,69 toneladas CO<sub>2</sub> por pessoa
- 💡 Diferença: 1,43 toneladas CO<sub>2</sub> (133,4% mais carbono)

Figura 4: Mostra os voos ordenados a partir de sua emissão  
E a estatística definida por pessoa



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática



Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos

Deseja ver detalhes de algum voo? (1-10, 0 para voltar): 1

=====

===== GRU → JFK =====

=====

===== Companhia: Avianca

===== Preço: 2934.12 BRL

===== Escalas: 1

===== Emissão CO<sub>2</sub>: 1,08 toneladas CO<sub>2</sub> por pessoa

===== Nível: ALTA

Segmentos:

1. GRU → BOG | Avianca AV 86  
===== Aeronave: Boeing 787-8 Dreamliner (788)
  2. BOG → JFK | Avianca AV 244  
===== Aeronave: Boeing 787-8 Dreamliner (788)
- =====

Deseja ver detalhes de algum voo? (1-10, 0 para voltar): 10

=====

===== GRU → JFK =====

=====

===== Companhia: Avianca

===== Preço: 3165.88 BRL

===== Escalas: 2

===== Emissão CO<sub>2</sub>: 2,51 toneladas CO<sub>2</sub> por pessoa

===== Nível: MUITO ALTA

Segmentos:

1. GRU → BOG | Avianca AV 184  
===== Aeronave: Airbus A320neo (32N)
  2. BOG → SAL | Avianca AV 70  
===== Aeronave: Airbus A320 (320)
  3. SAL → JFK | Avianca AV 570  
===== Aeronave: Airbus A320 (320)
- =====

Figura 5: Mostra mais detalhes de um voo específico

(Caso o usuário selecione um número de 1-10)

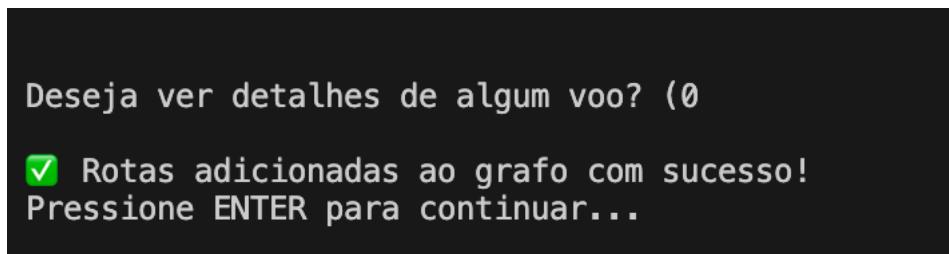


Figura 6: Adiciona as rotas ao grafo  
(Caso o usuário não queira ver os detalhes das rotas, adiciona e retorna ao menu de opções)

## 11. Site Funcionando:

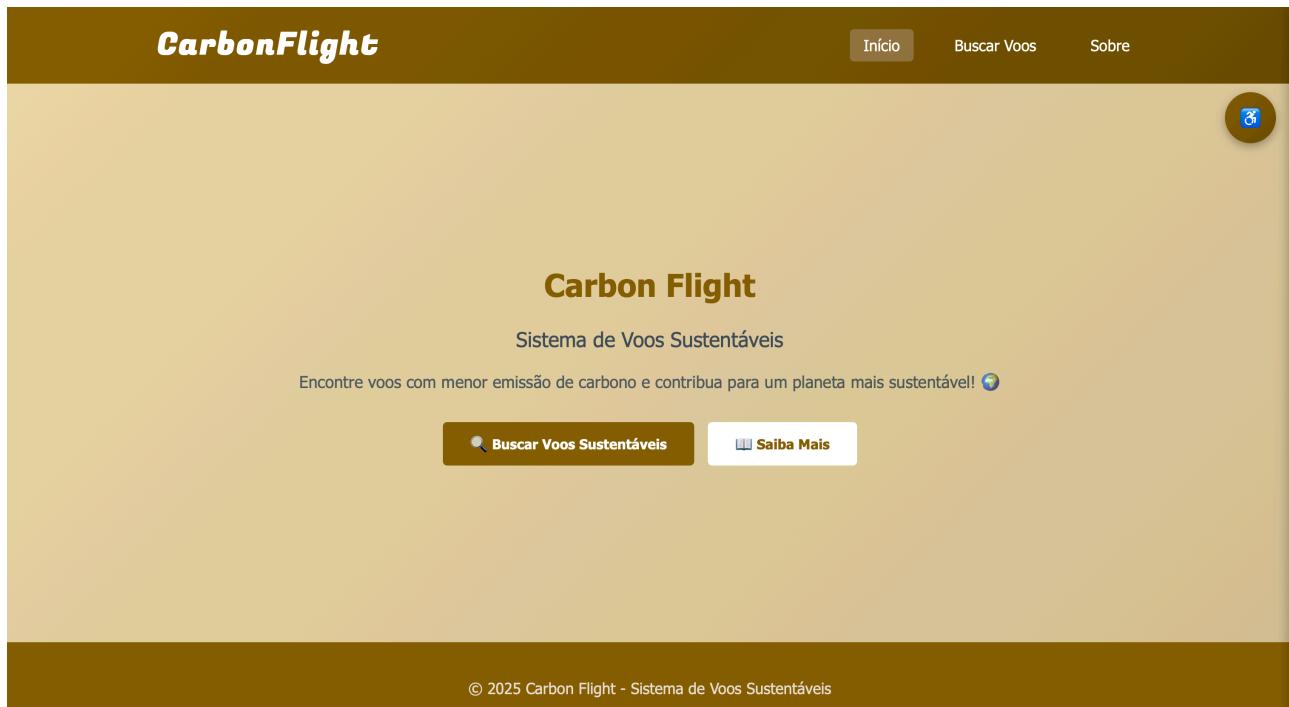


Figura 7: Tela inicial da aplicação



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira

Teoria dos Grafos



**CarbonFlight**

Início

Buscar Vôos

Sobre



### Buscar Vôos Sustentáveis

Encontre voos com menor emissão de carbono

Origem (Código IATA)

DIGITE CIDADE OU CÓDIGO (EX: SÂ)

Digite o nome da cidade ou aeroporto

Data de Partida

17/11/2025

Selecionar a data da viagem

Destino (Código IATA)

DIGITE CIDADE OU CÓDIGO (EX: N)

Digite o nome da cidade ou aeroporto

Número de Adultos

1



De 1 a 9 passageiros

Buscar Vôos Sustentáveis



Figura 8: Tela de busca dos voos  
e Definição dos dados da rota



# UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

## Faculdade de Computação e Informática

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



[← Voltar](#)

### Voos Encontrados

Ordenados por menor emissão de carbono

**10** voos encontrados

**São Paulo (GRU)** origem → **Paris (CDG)** destino **25/12/2025** data

**GRU ✈ CDG** **1200.00 kg CO<sub>2</sub>**

Companhia <b>Avianca</b>	Número do Voo <b>AV 86</b>	Modelo do Avião <b>Boeing 787-8 Dreamliner</b>	Partida <b>25/12/2025 07:35</b>	Chegada <b>26/12/2025 07:30</b>
Duração <b>19h 55min</b>	Escalas <b>1 escala(s)</b>	Preço <b>BRL 4936.41</b>		

**Emissão Alta**

Rota Completa:  
**GRU → BOG → CDG**

**GRU ✈ CDG** **1535.00 kg CO<sub>2</sub>**

Figura 9: Tela mostrando as opções encontradas  
(Contendo seus detalhes)



**Sobre o CarbonFlight**

Conectando pessoas de forma sustentável

**Nossa Missão**

No **Carbon Flight** você pode, utilizando informações de rotas aéreas e suas emissões de carbono, calcular a rota do aeroporto "A" para o aeroporto "B" mais benéfica para o meio ambiente. Você seleciona o aeroporto de partida e o de destino, e o programa calcula e indica a rota com menor impacto para o meio ambiente. Além disso, será mostrado as outras rotas possíveis, com suas emissões e, seus tempos de viagem e custo.

© 2025 CarbonFlight - Sistema de Vôos Sustentáveis

Figura 10: Tela mostrando informações sobre o projeto

## Apêndice:

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

Video apresentação Youtube: [https://youtu.be/0kq\\_zaj0YcQ](https://youtu.be/0kq_zaj0YcQ)

Video demonstração para apresentação em aula: <https://youtu.be/iiwTcvx-fHA>