

# Relatório – Projeto de Grafos: Rede Hospitalar e Especialidades

## 1. Dados dos Integrantes

- Bruna Aguiar Muchiuti – RA: 10418358
  - Jessica dos Santos Santana Bispo – RA: 10410798
- 

## 2. Título Provisório da Aplicação

### ***Modelagem de Redes Hospitalares e Encaminhamentos Médicos Utilizando Grafos***

---

## 3. Definição do Problema

O sistema de saúde, especialmente em grandes centros urbanos como São Paulo, enfrenta um desafio recorrente: a desigualdade na distribuição de especialidades médicas. Enquanto alguns hospitais concentram recursos e serviços altamente complexos, outros atuam de forma mais restrita, oferecendo apenas atendimentos básicos.

Na prática, essa diferença gera uma dinâmica de encaminhamentos. Pacientes que procuram atendimento em hospitais sem certas especialidades precisam ser direcionados para outras unidades que possuam o serviço necessário. Esse fluxo, embora fundamental para garantir o acesso ao cuidado, pode resultar em atrasos, sobrecarga de hospitais de referência e dificuldades logísticas.

Diante desse cenário, a proposta deste projeto é **modelar a rede hospitalar como um grafo dirigido e ponderado**. Cada hospital é representado como um vértice, e as arestas simbolizam as possibilidades de encaminhamento. Os pesos atribuídos às arestas correspondem às distâncias geográficas em quilômetros entre os hospitais, de modo que o grafo não apenas representa a existência da relação, mas também a “custo” associado a ela.

Essa modelagem torna possível visualizar de forma clara como a rede está estruturada, identificar hospitais centrais que acumulam encaminhamentos, localizar hospitais periféricos que encaminham pacientes, mas pouco recebem, e perceber a existência de nós isolados.

---

## 4. Modelagem no Graph Online

A rede foi inicialmente estruturada em um arquivo chamado grafo.txt, no qual foram listados os hospitais, suas especialidades e as conexões resultantes dos encaminhamentos. Para cada hospital, foi exigido um mínimo de três especialidades, de modo a garantir um ponto de partida consistente. Ainda assim, muitos hospitais não cobrem todas as especialidades de alta complexidade (como oncologia, neurologia, nefrologia ou UTI). Quando isso acontece, eles se conectam ao hospital mais próximo que ofereça o serviço faltante.

Para facilitar a visualização, o grafo foi criado no Graph Online. O resultado foi uma malha densa, com dezenas de vértices e centenas de conexões, o que reflete fielmente a complexidade do sistema de saúde da capital. A visualização integral mostra uma “teia” que, embora esteticamente confusa, transmite a realidade de uma rede complexa e desigual.



---

## 5. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Relacionados

Este trabalho se relaciona diretamente a dois ODS:

- **ODS 3 – Saúde e Bem-Estar:** a modelagem permite compreender melhor como os serviços médicos estão distribuídos, auxiliando na elaboração de estratégias para ampliar a cobertura e reduzir os tempos de espera.
- **ODS 10 – Redução das Desigualdades:** ao evidenciar que determinadas regiões concentram serviços enquanto outras sofrem carência, o projeto oferece subsídios para políticas públicas que promovam maior equidade no acesso ao atendimento médico.

Assim, além de cumprir uma função acadêmica, este estudo possui relevância social, ao mostrar como conceitos computacionais podem ser aplicados em problemas reais de saúde pública.

---

## 6. Resultados dos Testes do Programa

O menu principal permite ao usuário interagir com o grafo, realizando operações como leitura e gravação do arquivo, inserção e remoção de vértices e arestas, visualização do conteúdo atual e análise de conexidade.

Durante os testes, foram utilizados tanto dados reais (da rede hospitalar modelada) quanto dados artificiais (como os vértices de teste “Teste 1” e “Teste 2”), para validar as funcionalidades.

## Exemplos de testes realizados:

- Ler dados do arquivo

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: a
Informe o caminho do arquivo (ENTER para usar "grafo.txt"):
Arquivo carregado. Vertices: 85
```

- Gravar dados no arquivo

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: b
Salvar em (ENTER para "grafo.txt"):
Grafo salvo em "grafo.txt"
```

- **Inserção de vértice e aresta:**

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: c
Nome/apelido do novo vertice: Teste 1
Inserido com id 85.
```

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: c
Nome/apelido do novo vertice: Teste 2
Inserido com id 86.
```

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: d
Origem (id): 85
Destino (id): 86
Peso (km): 5
Aresta inserida.
```

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: d
Origem (id): 86
Destino (id): 87
Peso (km): 5
Aresta inserida.
```

```

75 "Hospital Beneficência Portuguesa - Unidade Bela Vista" -> (69, 1.83)
76 "Hospital Santo Antônio - Mooca" -> (82, 4.58)
77 "Hospital e Maternidade Brasilândia" ->
78 "Hospital e Maternidade Jaraguá" ->
79 "Hospital e Maternidade Itaim" ->
80 "Hospital Metropolitano - Tatuapé" ->
81 "Hospital e Maternidade Vila Nova Cachoeirinha (privado)" -> (69, 2.61)
82 "Hospital Paulistano" ->
83 "Hospital São Cristóvão Saúde" ->
84 "Hospital Sancta Maggiore - Itaim" -> (78, 0.98)
85 "Teste 1" ->
86 "Teste 2" ->
87 "Teste 3" ->
88 "Teste 4" ->
=====

```

- **Remoção de vértice e aresta:**

```

MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: e
Id do vertice a remover: 88
Vertice removido e ids reindexados.

```

```

MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: f
Remover aresta u v: 85 86
Aresta(s) removida(s).

```

```

81 "Hospital e Maternidade Vila Nova Cachoeirinha (privado)" -> (69, 2.61)
82 "Hospital Paulistano" ->
83 "Hospital São Cristóvão Saúde" ->
84 "Hospital Sancta Maggiore - Itaim" -> (78, 0.98)
85 "Teste 1" ->
86 "Teste 2" -> (87, 5.00)
87 "Teste 3" ->
=====

```

- Exibição do conteúdo do arquivo:

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: g
Mostrar conteudo de (grafo.txt)
==== Conteudo de grafo.txt ====
Tipo do grafo: 6
Numero de vertices (n): 88
-- Vertices --
0 "Hospital Municipal Dr. Fernando Mauro Pires da Rocha (Campo Limpo)"
1 "Hospital Municipal Tide Setúbal (São Miguel Paulista)"
2 "Hospital Municipal Cidade Tiradentes 'Carmen Prudente'"
3 "Hospital Municipal Vila Santa Catarina (Dr. Gilson de Cássia Marques de Carvalho)"
4 "Hospital do Servidor Público Municipal (HSPM)"
5 "Hospital Municipal M'Boi Mirim (Dr. Moysés Deutsch)"
6 "Hospital Municipal do Tatuapé (Carmino Caricchio)"
7 "Hospital Municipal Prof. Waldomiro de Paula (Itaquera)"
8 "Hospital Municipal da Vila Nova Cachoeirinha (Maternidade)"
9 "Hospital Municipal Arthur Ribeiro de Saboya (Jabaquara)"
10 "Hospital Municipal Dr. Ignácio Proença de Gouvêa (Mooca)"
11 "Hospital Municipal Dr. José Soares Hungria (Pirituba)"
12 "Hospital Municipal de Ermelino Matarazzo"
13 "Hospital Municipal Dr. Lauro Ribas Braga (Perus)"
14 "Hospital Municipal Menino Jesus"
15 "Hospital Municipal Sapopemba"
16 "Hospital Municipal de Parelheiros"
17 "Hospital Municipal Dr. Benedito Montenegro (Itaim Paulista)"
18 "Hospital Municipal Central Sorocabana (Lapa)"
19 "Hospital das Clínicas da FMUSP (Instituto Central)"
20 "InCor - Instituto do Coração (HCFMUSP)"
21 "Instituto de Ortopedia e Traumatologia (IOT) - HCFMUSP"
22 "Instituto de Infectologia Emílio Ribas"
23 "Hospital Heliópolis"
24 "Hospital Ipiranga"
25 "Hospital Geral de São Mateus"
26 "Hospital Geral de Guaianases"
27 "Conjunto Hospitalar do Mandaqui"
28 "Hospital Geral Vila Penteadado"
29 "Hospital Geral de Pedreira"
30 "Hospital Geral de Taipas"
31 "Hospital Geral de Itaim Paulista"
32 "Hospital Geral do Grajaú"
```

```
-- Numero de arestas (m): 284
-- Arestas (u v w) --
0 81 8.44
0 75 8.54
0 69 8.55
0 53 8.70
0 55 10.85
0 45 11.40
1 82 1.10
1 76 4.95
1 80 8.56
1 74 9.50
1 68 11.71
1 39 1.92
1 70 9.58
2 70 2.71
2 76 10.24
2 82 12.76
2 80 19.47
2 74 19.60
2 63 20.11
5 45 5.50
5 63 6.89
5 68 7.43
5 53 8.01
5 74 8.44
5 0 6.15
5 9 5.74
5 56 9.03
6 40 0.60
6 59 0.54
6 4 1.01
6 83 1.56
6 3 1.57
6 52 1.68
6 14 1.05
6 20 2.16
7 70 3.91
7 76 6.90
7 82 7.12
7 80 12.86
7 74 13.01
7 26 2.86
7 63 13.61
8 46 0.37
8 51 0.60
8 60 0.77
8 52 0.93
8 3 0.96
8 67 1.06
```

- **Conexidade:**

```
MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: i
Conexidade (direcionado): C0 (desconexo)

-- Componentes Fortemente Conexas (SCC) --
SCC #0 (tam=1): 86
SCC #1 (tam=1): 87
SCC #2 (tam=1): 85
SCC #3 (tam=1): 57
SCC #4 (tam=1): 43
SCC #5 (tam=1): 33
SCC #6 (tam=1): 38
SCC #7 (tam=1): 32
SCC #8 (tam=1): 31
SCC #9 (tam=1): 30
SCC #10 (tam=1): 42
SCC #11 (tam=1): 27
SCC #12 (tam=1): 25
SCC #13 (tam=1): 23
SCC #14 (tam=1): 35
SCC #15 (tam=1): 18
SCC #16 (tam=1): 73
SCC #17 (tam=1): 17
SCC #18 (tam=1): 16
SCC #19 (tam=1): 84
SCC #20 (tam=1): 47
SCC #21 (tam=1): 15
SCC #22 (tam=1): 13
SCC #23 (tam=1): 44
SCC #24 (tam=1): 48
SCC #25 (tam=1): 64
SCC #26 (tam=1): 79
SCC #27 (tam=4): 11 12 49 66
SCC #28 (tam=3): 22 34 54
SCC #29 (tam=1): 65
SCC #30 (tam=1): 19
SCC #31 (tam=1): 77
SCC #32 (tam=1): 10
SCC #33 (tam=1): 7
```

```
-- Grafo reduzido (condensacao por SCC) --
Nos (SCCs): 77 | Arestas: 235
SCC 0 -> 1
SCC 1 ->
SCC 2 ->
SCC 3 -> 46 57
SCC 4 ->
SCC 5 -> 63 66 67 69 64 68 17 6
SCC 6 -> 63 66 34 67 69 64 68
SCC 7 -> 70 72 73 20 75 74 76
SCC 8 -> 63 66 34 67 68 69 64
SCC 9 -> 36 10 39 49 38 40 51 41
SCC 10 -> 49 38 36 40 51 41
SCC 11 -> 16 15 37 26 24 25 23
SCC 12 -> 63 66 67 69 64 68
SCC 13 -> 30 28 47 14 31 45
SCC 14 -> 43 39 49 47 45 40
SCC 15 -> 41 36 58 59 37 16
SCC 16 ->
SCC 17 -> 63 66 67 64 69 68
SCC 18 -> 72 73 19 74 76 20 75 70
SCC 19 -> 57
SCC 20 -> 72 74
SCC 21 -> 63 60 71 66 67 68 69 64
SCC 22 -> 29 38 37 26 24 23 25
SCC 23 -> 26 24
SCC 24 -> 26
SCC 25 -> 26
SCC 26 ->
SCC 27 -> 46 44 28 29 31 45 30
SCC 28 -> 39 29 47 45 30 31
SCC 29 ->
SCC 30 -> 31
SCC 31 ->
SCC 32 -> 63 65 71 55 66 56 67
SCC 33 -> 63 66 34 67 68 69 64
SCC 34 -> 63 66 67 69 64 68
SCC 35 -> 42 43 51 59 50 36 58 52
SCC 36 -> 37 59 38 51 41
SCC 37 ->
SCC 38 -> 39
SCC 39 -> 40
SCC 40 -> 49
SCC 41 -> 51
SCC 42 -> 49 51 43 50
SCC 43 -> 51 49 50 44 45 46 47 48
SCC 44 -> 48 46
SCC 45 -> 47
```

- **Visualização em lista de adjacência:**

```

===== Grafo (lista de adjacência) =====
0 "Hospital Municipal Dr. Fernando Mauro Pires da Rocha (Campo Limpo)" -> (81, 8.44) (75, 8.54) (69, 8.55) (53, 8.70) (55, 10.85) (45, 11.40)
1 "Hospital Municipal Tide Setúbal (São Miguel Paulista)" -> (82, 1.10) (76, 4.95) (80, 8.56) (74, 9.50) (68, 11.71) (39, 1.92) (70, 9.58)
2 "Hospital Municipal Cidade Tiradentes 'Carmen Prudente'" -> (70, 2.71) (76, 10.24) (82, 12.76) (80, 19.47) (74, 19.60) (63, 20.11)
3 "Hospital Municipal Vila Santa Catarina (Dr. Gilson de Cássia Marques de Carvalho)" ->
4 "Hospital do Servidor Público Municipal (HSPM)" ->
5 "Hospital Municipal M'Boi Mirim (Dr. Moysés Deutsch)" -> (45, 5.50) (63, 6.89) (68, 7.43) (53, 8.01) (74, 8.44) (0, 6.15) (9, 5.74) (56, 9.03)
6 "Hospital Municipal do Tatuapé (Carmino Caricchio)" -> (40, 0.60) (59, 0.54) (4, 1.01) (83, 1.56) (3, 1.57) (52, 1.68) (14, 1.05) (20, 2.16)
7 "Hospital Municipal Prof. Waldomiro de Paula (Itaquera)" -> (70, 3.91) (76, 6.90) (82, 7.12) (80, 12.86) (74, 13.01) (26, 2.86) (63, 13.61)
8 "Hospital Municipal da Vila Nova Cachoeirinha (Maternidade)" -> (46, 0.37) (51, 0.60) (60, 0.77) (52, 0.93) (3, 0.96) (67, 1.06)
9 "Hospital Municipal Arthur Ribeiro de Saboya (Jabaquara)" -> (45, 0.28) (63, 1.15) (74, 2.79) (68, 3.09) (80, 4.60) (24, 2.69) (56, 5.68)
10 "Hospital Municipal Dr. Ignácio Proença de Gouvêa (Mooca)" -> (80, 1.25) (74, 2.90) (68, 4.44) (63, 4.58) (45, 5.90) (24, 3.11) (56, 5.42)
11 "Hospital Municipal Dr. José Soares Hungria (Pirituba)" -> (19, 0.54) (77, 0.85) (65, 1.15) (54, 1.37) (49, 1.63) (22, 0.85) (61, 1.61)
12 "Hospital Municipal de Ermelino Matarazzo" -> (49, 0.70) (19, 0.87) (50, 0.92) (77, 1.37) (37, 1.69) (11, 0.95) (61, 1.59)
13 "Hospital Municipal Dr. Lauro Ribas Braga (Perus)" -> (64, 2.67) (44, 4.91) (48, 5.39) (79, 5.53) (67, 6.42) (60, 6.50) (65, 6.66)
14 "Hospital Municipal Menino Jesus" -> (28, 0.51) (83, 0.51) (40, 0.51) (52, 1.01) (36, 0.78) (20, 1.11) (6, 1.05) (4, 1.21)
15 "Hospital Municipal Sapopemba" -> (70, 0.00) (76, 8.27) (82, 10.23) (80, 16.76) (74, 16.92) (45, 18.54) (2, 2.71) (63, 17.48)
16 "Hospital Municipal de Parelheiros" -> (0, 4.53) (69, 7.36) (75, 8.31) (81, 8.64) (53, 9.89) (55, 9.89) (47, 12.05) (84, 14.72)
17 "Hospital Municipal Dr. Benedito Montenegro (Itaim Paulista)" -> (76, 1.68) (82, 5.50) (70, 9.68) (80, 14.27) (74, 15.45) (63, 16.80)
18 "Hospital Municipal Central Sorocabana (Lapa)" -> (73, 0.00) (51, 0.78) (67, 0.88) (3, 1.25) (4, 1.71) (46, 1.72)
19 "Hospital das Clínicas da FMUSP (Instituto Central)" -> (77, 0.50)
20 "InCor - Instituto do Coração (HCFMUSP)" -> (36, 0.56)
21 "Instituto de Ortopedia e Traumatologia (IOT) - HCFMUSP" -> (62, 0.63)
22 "Instituto de Infectologia Emílio Ribas" -> (77, 0.00) (19, 0.50) (54, 0.56) (61, 0.94) (41, 1.25) (34, 1.18) (65, 1.35)
23 "Hospital Heliópolis" -> (61, 0.27) (41, 0.58) (77, 0.67) (35, 0.78) (54, 0.80) (19, 0.86)
24 "Hospital Ipiranga" -> (74, 0.60) (63, 1.72) (80, 1.94) (68, 1.94) (45, 2.86) (56, 4.21)
25 "Hospital Geral de São Mateus" -> (76, 5.49) (70, 7.36) (82, 9.95) (80, 18.65) (74, 19.50) (63, 20.59)
26 "Hospital Geral de Guaianases" -> (76, 4.23) (70, 4.41) (82, 5.92) (80, 13.43) (74, 13.95) (63, 14.84)
27 "Conjunto Hospitalar do Mandaqui" -> (44, 2.70) (64, 2.98) (48, 4.30) (79, 4.59) (67, 6.35) (18, 6.69) (73, 6.69)
28 "Hospital Geral Vila Pentead" -> (83, 0.00) (20, 0.61) (52, 0.90) (36, 0.35) (71, 0.93) (58, 0.79)
29 "Hospital Geral de Pedreira" -> (72, 0.16) (41, 0.29) (37, 0.41) (61, 0.57) (20, 0.58) (58, 0.42) (50, 1.08)
30 "Hospital Geral de Taipas" -> (46, 0.23) (52, 0.55) (71, 0.60) (62, 0.74) (60, 0.90) (21, 1.02) (42, 0.34) (51, 1.09)
31 "Hospital Geral de Itaim Paulista" -> (70, 3.00) (76, 5.34) (82, 7.40) (80, 14.70) (74, 15.12) (26, 1.49) (63, 15.92)
32 "Hospital Geral do Grajaú" -> (69, 12.76) (75, 13.67) (81, 13.94) (53, 14.97) (55, 15.29) (0, 7.27) (47, 17.43)
33 "Hospital Estadual Vila Alpina" -> (38, 2.12) (76, 2.47) (70, 6.61) (82, 6.71) (80, 15.37) (74, 16.24) (17, 3.27) (63, 17.36)
34 "Hospital São Paulo (UNIFESP)" -> (21, 0.42) (54, 0.70)
35 "A.C.Camargo Cancer Center" -> (62, 0.46) (41, 0.56) (61, 0.62) (71, 0.69) (21, 0.80) (58, 0.69)
36 "ICESP - Instituto do Câncer do Estado de São Paulo" -> (83, 0.35) (20, 0.56) (71, 0.58) (52, 0.67) (58, 0.68)
37 "BP - Beneficência Portuguesa de São Paulo" ->
38 "Hospital Santa Marcelina (Itaquera)" -> (76, 3.10) (70, 5.17) (82, 5.95) (80, 14.11) (74, 14.79) (26, 1.49) (63, 15.79)
39 "Hospital Santa Marcelina (Itaim Paulista)" -> (82, 1.01) (76, 3.71) (80, 9.77) (70, 10.11) (74, 10.94) (63, 12.31)
40 "Santa Casa de Misericórdia de São Paulo" -> (4, 0.83)
41 "Hospital Santa Catarina - Paulista" ->
42 "Hospital Cruz Azul de São Paulo" -> (46, 0.11) (60, 0.61) (52, 0.85) (71, 0.90) (51, 0.93) (62, 0.94)
43 "Hospital São Camilo (Pompéia)" ->
44 "Hospital São Camilo (Santana)" -> (48, 1.74) (79, 2.04)
45 "Hospital São Camilo (Ipiranga)" ->
46 "Hospital Sírio-Libanês" -> (52, 0.74)
47 "Hospital Israelita Albert Einstein (Morumbi)" -> (75, 4.64) (55, 2.26)
48 "Hospital Israelita Albert Einstein - Perdizes/Higienópolis" -> (79, 0.30)

```

- **Encerramento do programa:**

```

MENU
a) Ler dados do arquivo grafo.txt
b) Gravar dados no arquivo grafo.txt
c) Inserir vertice
d) Inserir aresta
e) Remover vertice
f) Remover aresta
g) Mostrar conteudo do arquivo
h) Mostrar grafo (lista)
i) Apresentar a conexidade do grafo e o reduzido
j) Encerrar
Opcao: j
Encerrando...
brumuchiuti@MacBook-Pro-de-Bruna ProjetoGrafos %

```

## 7. Discussão e Insights

A análise do grafo trouxe à tona algumas observações importantes:

- Hospitais **completos em especialidades** aparecem sem arestas de saída, pois não precisam encaminhar pacientes. Na prática, funcionam como polos finais da rede.
- Hospitais menores e regionais, por outro lado, aparecem com diversas arestas de saída, encaminhando pacientes para centros de referência.



- A presença de **vértices isolados** (sem entrada e sem saída) é consequência natural da modelagem com  $k = 1$ : se o hospital não precisa encaminhar e nenhum outro depende dele, ele se torna isolado no grafo.
  - O grafo reduzido (obtido pela condensação das componentes fortemente conexas) mostrou grupos de hospitais que interagem entre si, enquanto outros permanecem desconectados. Isso ajuda a identificar quais unidades funcionam em rede e quais atuam de forma mais independente.
- 

## 8. Conclusão

Este projeto demonstrou a utilidade da teoria dos grafos para compreender problemas reais. Ao modelar a rede hospitalar como um grafo, foi possível observar padrões de conectividade, desigualdade na distribuição de especialidades e a centralidade de determinados hospitais.

A análise realizada não apenas atende aos requisitos acadêmicos, mas também fornece subsídios para reflexões sobre a gestão da saúde pública. O modelo evidencia gargalos e aponta caminhos para a construção de redes mais equilibradas, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

---

## 9. Apêndice

- **Repositório GitHub:** <https://github.com/brumuchiuti/Projeto-Grafos>