



JÔNATAS GARCIA DE OLIVEIRA	10396490
LIVIA ALABARSE DOS SANTOS	10403046
PEDRO HENRIQUE ARAUJO FARIAS	10265432

AraGraph

Relatório de Implementação do Projeto



1. Descrição do projeto

O **AraGraph** visa solucionar o problema de **visualização das relações taxonômicas** entre diferentes espécies de aves brasileiras. No contexto da biodiversidade e conservação, é importante entender como as aves estão classificadas e como estão relacionadas entre si.

O problema está na dificuldade de analisar essas relações de forma clara e intuitiva. Tradicionalmente, essas informações estão disponíveis em diferentes formatos, como tabelas, mas isso não facilita a compreensão visual das conexões. O **AraGraph** resolve isso ao modelar essas relações como um grafo, onde as espécies são representadas como vértices e suas conexões taxonômicas como arestas. O peso de cada aresta indica o grau de proximidade entre duas espécies, sendo que relações mais próximas têm maior peso.

A ferramenta também disponibiliza informações detalhadas sobre cada espécie, incluindo sua classificação taxonômica completa e se está em risco de extinção, conforme a Lista Vermelha da *IUCN*. As informações taxonômicas são obtidas a partir do portal [Wiki Aves](#).

1.1. Exemplo

Suponha que um usuário está interessado em analisar as relações taxonômicas entre espécies de aves que ocupam uma mesma região.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Nome do Táxon	Nome Comum
Galbuliformes	Bucconidae	Cyphos	macrodactylus	Cyphos macrodactylus	Rapazinho-de-boné-vermelho
Galbuliformes	Bucconidae	Notharchus	swainsoni	Notharchus swainsoni	Macuru-de-barri-ga-castanha
Galbuliformes	Galbulidae	Galbula	dea	Galbula dea	Ariramba-do-pa-raíso
Galbuliformes	Galbulidae	Galbula	cyanescens	Galbula cyanescens	Ariramba-da-ca-poeira
Passeriformes	Rhynchocyclidae	Phylloscartes	sylvius	Phylloscartes sylvius	Maria-pequena

Tabela 01: Informações das espécies de interesse do usuário.

Ele, então, a partir da lista de aves disponibilizada na aplicação, seleciona a espécie *Cyphos macrodactylus*, criando um vértice no grafo.



Cyphos macrodactylus

Figura 01: Vértice de *Cyphos macrodactylus* criado.

Para avaliar a corretude das relações geradas pelas arestas da aplicação, o usuário adiciona um segundo vértice de *Cyphos macrodactylus*:



Figura 02: Dois vértices de mesma espécie adicionados.

Note que entre os vértices surgiu uma aresta de peso 5 relacionando ambos os indivíduos. Esta aresta indica que, entre eles, o grau de relacionamento taxonômico mais próximo é o de **espécie**.

O grau de relacionamento de maior proximidade é o de espécie, pois este define um grupo de indivíduos que se reproduzem entre si e que estão reprodutivamente isolados de outros grupos. Sendo assim, não há parentesco mais próximo do que o de espécie.

Observe a tabela que estabelece os pesos das arestas de acordo com o grau de parentesco taxonômico dos indivíduos:

Classificação	Peso de aresta
Classe	1
Ordem	2
Família	3
Gênero	4
Espécie	5

Tabela 02: Relação entre peso de aresta e classificação taxonômica mais específica compartilhada por indivíduos de dois diferentes vértices.



O usuário segue adicionando novos vértices ao grafo:

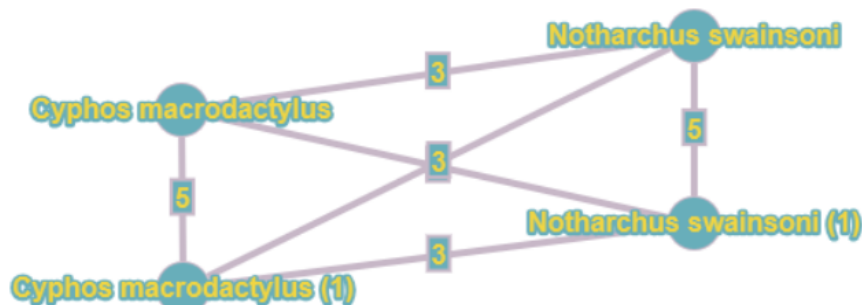


Figura 03: Dois indivíduos da espécie *Notharchus swainsoni* são adicionados à visualização.

Entre os vértices *Notharchus swainsoni* é gerada uma aresta de peso 5, indicando que estes compartilham como **maior grau de proximidade** a classificação de **espécie**. Entre os vértices de *Cyphos macrodactylus* e *Notharchus swainsoni* são geradas arestas de peso 3, indicando que estes compartilham como **maior grau de proximidade** a classificação de **família**.

Observe que quanto maior for o grau de proximidade taxonômica entre os indivíduos, maior será a proximidade entre os vértices na visualização do grafo gerado pela aplicação.

Ao final da modelagem proposta inicialmente pelo usuário (analisar relações taxonômicas entre espécies de uma mesma região), a visualização gerada pelo *AraGraph* seria semelhante ao grafo abaixo:



Figura 04: Visualização final da modelagem proposta pelo usuário.



O agrupamento dos vértices revela, visualmente, relações taxonômicas mais próximas, gerando *clusters*, por exemplo, que indicam predominância de um gênero, família ou ordem em determinada região.

A capacidade de gerar *insights* denota o poder de uma ferramenta de visualização como o *AraGraph*.

1.2. Modelagem no GraphOnline

No AraGraph, as espécies de aves são representadas como vértices em um grafo. As relações taxonômicas entre elas são representadas pelas arestas, e o peso dessas arestas indica o grau de proximidade taxonômica (ordem, família, gênero, espécie). Quanto mais próxima for a relação, maior será o peso da aresta.

O grupo elaborou um [arquivo CSV](#) contendo as informações taxonômicas de 50 espécies de aves, escolhidas aleatoriamente, sem qualquer critério:

	A	B	C	D	E	F
1	Numero	Taxon	Ordem	Familia	Genero	Especie
2		0 Phyllaemulor bracteatus	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	Phyllaemulor	bracteatus
3		1 Nyctibius grandis	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	Nyctibius	grandis
4		2 Nyctibius aethereus	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	Nyctibius	aethereus
5		3 Nyctibius griseus	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	Nyctibius	griseus
6		4 Nyctibius leucopterus	Nyctibiiformes	Nyctibiidae	Nyctibius	leucopterus
7		5 Cypseloides senex	Apodiformes	Apodidae	Cypseloides	senex
8		6 Streptoprocne biscutata	Apodiformes	Apodidae	Streptoprocne	biscutata
9		7 Panyptila cayennensis	Apodiformes	Apodidae	Panyptila	cayennensis
10		8 Chaetura meridionalis	Apodiformes	Apodidae	Chaetura	meridionalis
11		9 Calliphlox amethystina	Apodiformes	Trochilidae	Calliphlox	amethystina
12		10 Stephanois loddigesii	Apodiformes	Trochilidae	Stephanois	loddigesii
13		11 Chionomesa lactea	Apodiformes	Trochilidae	Chionomesa	lactea
14		12 Chlorestes notata	Apodiformes	Trochilidae	Chlorestes	notata
15		13 Elliotomyia chionogaster	Apodiformes	Trochilidae	Elliomyia	chionogaster
16		14 Hylocharis chrysura	Apodiformes	Trochilidae	Hylocharis	chrysura

Figura 05: Arquivo contendo informações de aves.

Para modelar o grafo, foi desenvolvido um *script* em **Python** que percorre todas as espécies e compara seus atributos taxonômicos. O grau de relação entre as aves (ordem, família, gênero e espécie) define o **peso das arestas**. Quanto mais próxima a relação taxonômica, maior o peso da aresta.

```
def determinar_peso(row1, row2):  
    if row1['Especie'] == row2['Especie']:  
        return 5  
    elif row1['Genero'] == row2['Genero']:  
        return 4  
    elif row1['Familia'] == row2['Familia']:  
        return 3  
    elif row1['Ordem'] == row2['Ordem']:  
        return 2  
    return 1
```

Figura 06: Parte do *script* que determina peso das arestas.



Após determinar as relações entre as espécies, o *script* gera um arquivo de texto, que contém as conexões (arestas) entre os vértices, junto com o peso que representa o grau de proximidade taxonômica.

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

Figura 07: Exemplo de conteúdo do arquivo gerado com relações.

Cada linha representa uma aresta entre duas espécies, onde os dois primeiros números indicam os vértices correspondentes às espécies e o terceiro indica o peso da conexão. O resultado obtido foi um arquivo com 1225 arestas.

Em seguida, concatenamos esse arquivo gerado com um arquivo contendo o número do vértice e o táxon da espécie:

```
0 Phyllaemulor bracteatus
1 Nyctibius grandis
2 Nyctibius aethereus
3 Nyctibius griseus
4 Nyctibius leucopterus
5 Cypseloides senex
6 Streptoprocne biscutata
7 Panyptila cayennensis
8 Chaetura meridionalis
9 Calliphlox amethystina
10 Stephanoxis loddigesii
11 Chionomesa lactea
12 Chlorestes notata
13 Elliotomyia chionogaster
14 Hylocharis chrysura
15 Eupetomena macroura
```

Figura 08: Arquivo com número do vértice e táxon da ave.

Adicionamos o tipo do grafo (2 - grafo não orientado com peso na aresta;), o número de vértices e arestas. Esse arquivo pode ser encontrado em `assets/grafosImutavel.txt`.

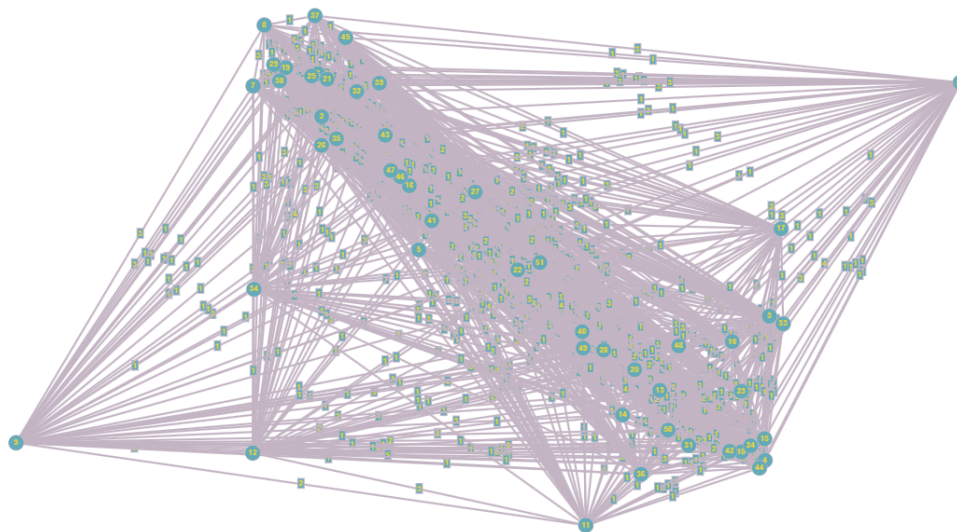


Figura 11: Grafo completo com 50 vértices e 1225 arestas.

A visualização do grafo gerado, como mostrado na imagem, apresenta uma complexa rede de **relações taxonômicas** entre as espécies de aves selecionadas. Devido à densidade das conexões, a clareza da visualização pode ser aprimorada através do uso de **filtros**. Ao aplicar filtros que isolam apenas relações específicas, como aquelas com maior peso representando proximidade taxonômica direta (por exemplo, mesmo gênero), a visualização se tornará mais clara e focada.

1.3. Tecnologias utilizadas

Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizada a linguagem de programação Java, versão 21.0.4 LTS. Não foram utilizadas quaisquer APIs, pacotes ou *frameworks*. Sendo assim, a simples instalação da linguagem de programação em que o projeto foi desenvolvido permite a execução deste.

2. Objetivos da ODS contemplados no projeto

Para o desenvolvimento do projeto, levamos em consideração os seguintes objetivos:

Educação de qualidade: O projeto contempla o objetivo 4.4 da ODS onde os usuários podem adquirir conhecimentos e habilidades para adquirir competência técnicas e profissionais para trabalhos docentes e emprego.



Vida Terrestre: O projeto contempla o objetivo 15.5 da ODS ao exibir para o usuário o risco de extinção no qual a ave está relacionada, de acordo com a lista vermelha da *IUCN*. Portanto o projeto alerta o usuário sobre a perda de biodiversidade e consequentemente sobre a necessidade de proteção das espécies que estão ameaçadas.

Parcerias e meios de implementação: O projeto contempla o objetivo 17.8 da ODS visando aumentar o uso de tecnologias de capacitação e informação ao levantar dados específicos sobre as aves e exibi-los ao usuário.

3. Parte 1: *Printscreens* de testes de execução das opções

3.1. Teste 1

a) Ler dados do arquivo grafo.txt

Arquivo exemplo:

```
50
0 Phyllaemulor bracteatus
1 Nyctibius grandis
2 Nyctibius aethereus
3 Nyctibius griseus
4 Nyctibius leucopterus
5 Cypseloides senex
6 Streptoprocne biscutata
7 Panyptila cayennensis
8 Chaetura meridionalis
9 Calliphlox amethystina
10 Stephanoxis loddigesii
11 Chionomesa lactea
12 Chlorestes notata
13 Elliotomyia chionogaster
14 Hylocharis chrysura
15 Eupetomena macroura
16 Thalurania glaucopis
17 Anthracothorax nigricollis
18 Jacamerops aureus
19 Jacamaralcyon tridactyla
20 Cyphos macrodactylus
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática

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



Realizando leitura:

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): a
Lendo dados de grafo.txt...
Leitura de dados concluída.
```

b) Gravar dados no arquivo grafo.txt

Grafo antes das modificações:

```
45 Butorides striata
46 Ardea purpurea
47 Egretta gularis
48 Egretta caerulea
49 Egretta thula
1225
```

Grafo após modificações:

```
40 Theristicus caudatus
41 Mesembrinibis cayennensis
42 Eudocimus ruber
43 Cochlearius cochlearius
44 Butorides striata
45 Ardea purpurea
46 Egretta gularis
47 Egretta caerulea
48 Egretta thula
49 Piaya melanogaster
```

c) Inserir vértice

Inserindo o novo vértice no grafo:

```
Insira o rótulo do novo vértice: Piaya melanogaster
Vértice inserido!
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

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



Resultado: após a inserção do novo vértice, todas suas arestas são inicializadas como infinito:

```
[49,0] = 1 [49,1] = 1 [49,2] = 1 [49,3] = 1 [49,4] = 1 [49,5] = 1 [49,6] = 1 [49,7] = 1 [49,8] = 1 [49,9] = 1 [49,10] = 1 [49,11] = 1 [49,12] = 1 [49,13] = 1 [49,14] = 1 [49,15] = 1 [49,16] = 1 [49,17] = 1 [49,18] = 1 [49,19] = 1 [49,20] = 1 [49,21] = 1 [49,22] = 1 [49,23] = 1 [49,24] = 1 [49,25] = 1 [49,26] = 1 [49,27] = 1 [49,28] = 1 [49,29] = 1 [49,30] = 1 [49,31] = 1 [49,32] = 1 [49,33] = 1 [49,34] = 1 [49,35] = 1 [49,36] = 1 [49,37] = 1 [49,38] = 1 [49,39] = 2 [49,40] = 2 [49,41] = 2 [49,42] = 2 [49,43] = 2 [49,44] = 3 [49,45] = 3 [49,46] = 3 [49,47] = 4 [49,48] = 4 [49,49] = inf [49,50] = inf [50,0] = inf [50,1] = inf [50,2] = inf [50,3] = inf [50,4] = inf [50,5] = inf [50,6] = inf [50,7] = inf [50,8] = inf [50,9] = inf [50,10] = inf [50,11] = inf [50,12] = inf [50,13] = inf [50,14] = inf [50,15] = inf [50,16] = inf [50,17] = inf [50,18] = inf [50,19] = inf [50,20] = inf [50,21] = inf [50,22] = inf [50,23] = inf [50,24] = inf [50,25] = inf [50,26] = inf [50,27] = inf [50,28] = inf [50,29] = inf [50,30] = inf [50,31] = inf [50,32] = inf [50,33] = inf [50,34] = inf [50,35] = inf [50,36] = inf [50,37] = inf [50,38] = inf [50,39] = inf [50,40] = inf [50,41] = inf [50,42] = inf [50,43] = inf [50,44] = inf [50,45] = inf [50,46] = inf [50,47] = inf [50,48] = inf [50,49] = inf [50,50] = inf
```

d) Inserir aresta

O pássaro do vértice de origem é o *Neomorphus pucheranii* e o pássaro do vértice de destino é o novo vértice *Piaya melanogaster*. Os dois possuem uma relação de família entre si, portanto o peso da aresta será 3.

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): d
Vértice de origem: 34
Vértice de destino: 50
Peso da aresta: 3
Aresta inserida!
```

Podemos observar que a aresta foi adicionada com sucesso para o vértice 50 e 34.

```
= inf [50,24] = inf [50,25]
33] = inf [50,34] = 3 [50,35]
,43] = inf [50,44] = inf [50,45]
```

e) Remover vértice

Vamos remover o pássaro do vértice 22 identificado como *Galbula cyanescens*.



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

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



```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): e
```

```
Vértice a ser removido: 22
```

```
Vértice removido!
```

Resultado da matriz após a remoção:

```
= 1 [48,24] = 1 [48,25] = 1 [48,26] = 1 [48,27] = 1 [48,28] = 1 [48,29] = 1 [48,30] = 1 [48,31] = 1 [48,32] = 1 [48,33] = 1 [48,34]
48,35] = 1 [48,36] = 1 [48,37] = 1 [48,38] = 2 [48,39] = 2 [48,40] = 2 [48,41] = 2 [48,42] = 2 [48,43] = 3 [48,44] = 3 [48,45] = 3
] = 4 [48,47] = 4 [48,48] = inf [48,49] = inf
[49,0] = inf [49,1] = inf [49,2] = inf [49,3] = inf [49,4] = inf [49,5] = inf [49,6] = inf [49,7] = inf [49,8] = inf [49,9] = inf
= inf [49,11] = inf [49,12] = inf [49,13] = inf [49,14] = inf [49,15] = inf [49,16] = inf [49,17] = inf [49,18] = inf [49,19] = inf
20] = inf [49,21] = inf [49,22] = inf [49,23] = inf [49,24] = inf [49,25] = inf [49,26] = inf [49,27] = inf [49,28] = inf [49,29] = inf
49,30] = inf [49,31] = inf [49,32] = inf [49,33] = 3 [49,34] = inf [49,35] = inf [49,36] = inf [49,37] = inf [49,38] = inf [49,39]
[49,40] = inf [49,41] = inf [49,42] = inf [49,43] = inf [49,44] = inf [49,45] = inf [49,46] = inf [49,47] = inf [49,48] = inf [49,49] = inf
```

f) Remover aresta

Vamos remover a relação entre o pássaro *Pelecanus occidentalis* [33] e o *Egretta thula* [39].

```
Vértice de origem da aresta: 33
Vértice de destino da aresta: 39
Aresta removida!
```

Resultado: Podemos observar que a relação do vértice 39,33 é infinita após a remoção da aresta.

```
9,9] = 1 [39,10] = 1 [39,11] = 1
= 1 [39,21] = 1 [39,22] = 1 [39,23] = 1
39,32] = 1 [39,33] = inf [39,34] = inf
9,43] = 2 [39,44] = 2 [39,45] = 2
```

g) Mostrar conteúdo do arquivo

```
41 48 2
42 43 2
42 44 2
42 45 2
42 46 2
42 47 2
42 48 2
43 44 3
43 45 3
43 46 3
43 47 3
43 48 3
44 45 3
44 46 3
44 47 3
44 48 3
45 46 3
45 47 3
45 48 3
46 47 4
46 48 4
47 48 4
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática
Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



h) Mostrar grafo

```
Exibindo dados armazenados no grafo:
Vértices: 50
Arestas: 1225

[0,0] = inf [0,1] = 3 [0,2] = 3 [0,3] = 3 [0,4] = 3 [0,5] = 1 [0,6] = 1 [0,7] = 1 [0,8] = 1 [0,9] = 1 [0,10] = 1 [0,11] = 1 [0,12] = 1 [0,13] = 1 [0,14] = 1
[0,15] = 1 [0,16] = 1 [0,17] = 1 [0,18] = 1 [0,19] = 1 [0,20] = 1 [0,21] = 1 [0,22] = 1 [0,23] = 1 [0,24] = 1 [0,25] = 1 [0,26] = 1 [0,27] = 1 [0,28] = 1 [0,
29] = 1 [0,30] = 1 [0,31] = 1 [0,32] = 1 [0,33] = 1 [0,34] = 1 [0,35] = 1 [0,36] = 1 [0,37] = 1 [0,38] = 1 [0,39] = 1 [0,40] = 1 [0,41] = 1 [0,42] = 1 [0,43]
= 1 [0,44] = 1 [0,45] = 1 [0,46] = 1 [0,47] = 1 [0,48] = 1 [0,49] = 1
[1,0] = 3 [1,1] = inf [1,2] = 4 [1,3] = 4 [1,4] = 4 [1,5] = 1 [1,6] = 1 [1,7] = 1 [1,8] = 1 [1,9] = 1 [1,10] = 1 [1,11] = 1 [1,12] = 1 [1,13] = 1 [1,14] = 1
[1,15] = 1 [1,16] = 1 [1,17] = 1 [1,18] = 1 [1,19] = 1 [1,20] = 1 [1,21] = 1 [1,22] = 1 [1,23] = 1 [1,24] = 1 [1,25] = 1 [1,26] = 1 [1,27] = 1 [1,28] = 1 [1,
29] = 1 [1,30] = 1 [1,31] = 1 [1,32] = 1 [1,33] = 1 [1,34] = 1 [1,35] = 1 [1,36] = 1 [1,37] = 1 [1,38] = 1 [1,39] = 1 [1,40] = 1 [1,41] = 1 [1,42] = 1 [1,43]
= 1 [1,44] = 1 [1,45] = 1 [1,46] = 1 [1,47] = 1 [1,48] = 1 [1,49] = 1
[2,0] = 3 [2,1] = 4 [2,2] = inf [2,3] = 4 [2,4] = 4 [2,5] = 1 [2,6] = 1 [2,7] = 1 [2,8] = 1 [2,9] = 1 [2,10] = 1 [2,11] = 1 [2,12] = 1 [2,13] = 1 [2,14] = 1
[2,15] = 1 [2,16] = 1 [2,17] = 1 [2,18] = 1 [2,19] = 1 [2,20] = 1 [2,21] = 1 [2,22] = 1 [2,23] = 1 [2,24] = 1 [2,25] = 1 [2,26] = 1 [2,27] = 1 [2,28] = 1 [2,
29] = 1 [2,30] = 1 [2,31] = 1 [2,32] = 1 [2,33] = 1 [2,34] = 1 [2,35] = 1 [2,36] = 1 [2,37] = 1 [2,38] = 1 [2,39] = 1 [2,40] = 1 [2,41] = 1 [2,42] = 1 [2,43]
= 1 [2,44] = 1 [2,45] = 1 [2,46] = 1 [2,47] = 1 [2,48] = 1 [2,49] = 1
[3,0] = 3 [3,1] = 4 [3,2] = 4 [3,3] = inf [3,4] = 4 [3,5] = 1 [3,6] = 1 [3,7] = 1 [3,8] = 1 [3,9] = 1 [3,10] = 1 [3,11] = 1 [3,12] = 1 [3,13] = 1 [3,14] = 1
```

i) Apresentar conexidade do grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): i

0: Conexo; 1: Desconexo;
Conexidade do grafo: 0
```

j) Encerrar a aplicação

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): j

Encerrando a aplicação...
```

3.2. Teste 2

a) Ler dados do arquivo grafo.txt

Arquivo exemplo:

```
2
50
0 Phyllaemulor bracteatus
1 Nyctibius grandis
2 Nyctibius aethereus
3 Nyctibius griseus
4 Nyctibius leucopterus
5 Cypseloides senex
6 Streptoprocne biscutata
7 Panyptila cayennensis
8 Chaetura meridionalis
9 Calliphlox amethystina
10 Stephanoxis loddigesii
11 Chionomesa lactea
12 Chlorestes notata
13 Elliotomyia chionogaster
14 Hylocharis chrysura
15 Eupetomena macroura
16 Thalurania glaucopsis
17 Anthracothorax nigricollis
18 Jacamerops aureus
19 Jacamaralcyon tridactyla
20 Cyphos macrodactylus
```



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Faculdade de Computação e Informática

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



Realizando a leitura do arquivo:

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): a
Lendo dados de grafo.txt...
Leitura de dados concluída.
```

b) Gravar dados no arquivo grafo.txt

Antes

```
40 Platalea ajaja
41 Theristicus caudatus
42 Mesembrinibis cayennensis
43 Eudocimus ruber
44 Cochlearius cochlearius
45 Butorides striata
46 Ardea purpurea
47 Egretta gularis
48 Egretta caerulea
49 Egretta thula
1225
```

Depois

```
42 Mesembrinibis cayennensis
43 Eudocimus ruber
44 Cochlearius cochlearius
45 Butorides striata
46 Egretta gularis
47 Egretta caerulea
48 Egretta thula
49 Malacoptila striata
1177
```

c) Inserir vértice

Adicionando *Malacoptila striata*:

```
Insira o rótulo do novo vértice: Malacoptila striata
Vértice inserido!
```

Resultado: Ao inserirmos um vértice, todas as suas arestas são inicializadas com infinito.

```
[49,39] = 2 [49,40] = 2 [49,41] = 2 [49,42] = 2 [49,43] = 2 [49,44] = 3 [49,45] = 3 [49,46] =
3 [49,47] = 4 [49,48] = 4 [49,49] = inf [49,50] = inf
[50,0] = inf [50,1] = inf [50,2] = inf [50,3] = inf [50,4] = inf [50,5] = inf [50,6] = inf
[50,7] = inf [50,8] = inf [50,9] = inf [50,10] = inf [50,11] = inf [50,12] = inf [50,13] = i
[50,14] = inf [50,15] = inf [50,16] = inf [50,17] = inf [50,18] = inf [50,19] = inf [50,2
] = inf [50,21] = inf [50,22] = inf [50,23] = inf [50,24] = inf [50,25] = inf [50,26] = inf
[50,27] = inf [50,28] = inf [50,29] = inf [50,30] = inf [50,31] = inf [50,32] = inf [50,33]
= inf [50,34] = inf [50,35] = inf [50,36] = inf [50,37] = inf [50,38] = inf [50,39] = inf [
0,40] = inf [50,41] = inf [50,42] = inf [50,43] = inf [50,44] = inf [50,45] = inf [50,46] =
inf [50,47] = inf [50,48] = inf [50,49] = inf [50,50] = inf
```



d) Inserir aresta

Adicionaremos a aresta da relação entre *Chelidoptera tenebrosa* (vértice 24) e *Malacoptila striata*. A relação é de peso 4, pois o grau taxonômico de maior proximidade é o de família.

```

Vértice de origem: 24
Vértice de destino: 50
Peso da aresta: 4
Aresta inserida!

```

e) Remover vértice

Removendo vértice 45:

```
Vértice a ser removido: 45
Vértice removido!

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): h

Exibindo dados armazenados no grafo:

Vértices: 50
Arestas: 1177
```

f) Remover aresta

Removendo a relação entre os vértices 48 e 45:

Antes

Depois

$$\begin{aligned} [48, 29] &= 1 \quad [48, 37] = 1 \quad [48, 38] = 1 \\ [48, 44] &= 3 \quad [48, 45] = 3 \quad [48, 46] = 3 \end{aligned}$$

g) Mostrar conteúdo do arquivo

43 44 2
43 45 2
43 46 2
43 47 2
43 48 2
43 49 2
44 45 3
44 46 3
44 47 3
44 48 3
44 49 3
45 46 3
45 47 3
45 48 3
45 49 3
46 47 3
46 48 3
46 49 3
47 48 4
47 49 4
48 49 4



h) Mostrar grafo

```
Exibindo dados armazenados no grafo:

Vértices: 49
Arestas: 1175

[0,0] = inf [0,1] = 3 [0,2] = 3 [0,3] = 3 [0,4] = 3 [0,5] = 1 [0,6] = 1 [0,7] = 1 [0,8] = 1
[0,9] = 1 [0,10] = 1 [0,11] = 1 [0,12] = 1 [0,13] = 1 [0,14] = 1 [0,15] = 1 [0,16] = 1 [0,17]
= 1 [0,18] = 1 [0,19] = 1 [0,20] = 1 [0,21] = 1 [0,22] = 1 [0,23] = 1 [0,24] = 1 [0,25] =
1 [0,26] = 1 [0,27] = 1 [0,28] = 1 [0,29] = 1 [0,30] = 1 [0,31] = 1 [0,32] = 1 [0,33] = 1 [0
,34] = 1 [0,35] = 1 [0,36] = 1 [0,37] = 1 [0,38] = 1 [0,39] = 1 [0,40] = 1 [0,41] = 1 [0,42]
= 1 [0,43] = 1 [0,44] = 1 [0,45] = 1 [0,46] = 1 [0,47] = 1 [0,48] = 1
[1,0] = 3 [1,1] = inf [1,2] = 4 [1,3] = 4 [1,4] = 4 [1,5] = 1 [1,6] = 1 [1,7] = 1 [1,8] = 1
[1,9] = 1 [1,10] = 1 [1,11] = 1 [1,12] = 1 [1,13] = 1 [1,14] = 1 [1,15] = 1 [1,16] = 1 [1,17]
= 1 [1,18] = 1 [1,19] = 1 [1,20] = 1 [1,21] = 1 [1,22] = 1 [1,23] = 1 [1,24] = 1 [1,25] =
```

i) Apresentar a conexidade do grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): i

0: Conexo; 1: Desconexo;
Conexidade do grafo: 0
```

j) Encerrando a aplicação

```
Encerrando a aplicação...
PS C:\Users\jonat\OneDrive\Área de Trabalho\6_Semestre\Grafos\projetos\G
```




4. Parte 2: Alterações no código-fonte

Para a segunda parte do projeto, foram implementadas algumas mudanças. A primeira delas é a adição da classe **Ave**. Essa classe armazena informações como táxon (binômio taxonômico), ordem, família, gênero, espécie e identificador único no grafo.

Sempre que um vértice, que representa uma ave, é adicionado ao grafo, é necessário informar o táxon, composto por gênero e espécie da ave, a ordem da ave e, por fim, sua família. Devido à mudança no método de inserção de vértice, este será apresentado nos testes das novas funções.

```
public class Ave {  
    private String idGraph;  
    private String taxon;  
    private String ordem;  
    private String familia;  
    private String genero;  
    private String especie;
```

Figura 12: Classe Ave e seus atributos.

Além da classe Ave, algumas novas opções também foram adicionadas ao menu da aplicação. A opção j) que correspondia à finalização da aplicação foi movida para opção r).

```
j) Apresentar aves e seus respectivos vértices no grafo  
k) Apresentar informações de uma ave por seu vértice  
l) Apresentar as relações de uma ave por seu vértice  
m) Apresentar as organizações taxonômicas no grafo  
n) Gerar relatório taxonômico completo do grafo  
o) Apresentar grau dos vértices  
p) Verificar se possui caminho euleriano  
q) Verificar se é grafo euleriano  
r) Encerrar a aplicação  
!) Mudar caminho de arquivo  
  
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

Figura 13: Novas opções adicionadas ao menu.



Da opção **j)** até a opção **n)** estão as funções que buscam **investigar uma solução para o problema proposto**. Como o AraGraph se propõe como ferramenta de visualização de informações e relacionamentos taxonômicos entre aves, essas opções apresentam funções que permitem a exploração das classes taxonômicas das aves, bem como as relações entre elas, representadas pelas arestas no grafo.

As opções **o)**, **p)** e **q)** buscam identificar características interessantes no grafo a partir de algoritmos desenvolvidos na disciplina. Dentre os algoritmos estudados, foram selecionados: **determinação de grau dos vértices**, **existência de caminho euleriano** e **verificar se o grafo é euleriano**.

5. Parte 2: *Printscreens* de testes de execução das opções

5.1. Teste 1

```
1 2
2 4
3 0 Phyllaemulor bracteatus
4 1 Nyctibius grandis
5 2 Nyctibius aethereus
6 3 Nyctibius griseus
7 6
8 0 1 3
9 0 2 3
10 0 3 3
11 1 2 4
12 1 3 4
13 2 3 4
```

Figura 14: Arquivo temp.txt utilizado para a realização do Teste 1.

c) Inserir vértice (atualizado)

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): c
Insira o taxon da espécie: Nyctibius griseus
Insira a ordem: Nyctibiiformes
Insira a família: Nyctibiidae
Vértice inserido!
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): █
```



j) Apresentar aves e seus respectivos vértices no grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): j

Lista de aves pertencentes ao grafo:
Vértice 0: Phyllaemulor bracteatus
Vértice 1: Nyctibius grandis
Vértice 2: Nyctibius aethereus
Vértice 3: Nyctibius griseus
Vértice 4: Nyctibius griseus (1)

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

k) Apresentar informações de uma ave por seu vértice

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): k

Selecione um vértice: 2

Informações da Ave no vértice 2
ID no Grafo: Nyctibius aethereus
Taxon: Nyctibius aethereus
Ordem: Nyctibiiformes
Familia: Nyctibiidae
Genero: Nyctibius
Especie: aethereus

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

l) Apresentar as relações de uma ave por seu vértice

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): l

Selecione um vértice: 2

Relações taxonômicas do vértice 2 (Nyctibius aethereus):
Nyctibius aethereus --- Família --- Phyllaemulor bracteatus
Nyctibius aethereus --- Gênero --- Nyctibius grandis
Nyctibius aethereus --- Gênero --- Nyctibius griseus

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```



m) Apresentar as organizações taxonômicas no grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): m

Organizações taxonômicas presentes no grafo:

CLASSES:
Aves

ORDENS:
Nyctibiiformes

FAMÍLIAS:
Nyctibiidae

GÊNEROS:
Phyllaemulor
Nyctibius

ESPÉCIES (TAXON):
Phyllaemulor bracteatus
Nyctibius grandis
Nyctibius aethereus
Nyctibius griseus
Nyctibius griseus

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

n) Gerar relatório taxonômico completo do grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): n

Gerando relatório...
Relatório gerado em assets/RelatorioTaxonomico.txt

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

O relatório taxonômico completo é um arquivo que contém as organizações taxonômicas no grafo, as informações de cada uma das espécies representadas pelos vértices e as relações entre cada um dos vértices no grafo, representadas pelas arestas deste. A seguir, um exemplo de relatório taxonômico completo gerado a partir da execução da opção **n)**:



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
Faculdade de Computação e Informática
Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira
Teoria dos Grafos



```
assets > RelatorioTaxonomico.txt
1  CLASSES:
2  Aves
3
4  ORDENS:
5  Nyctibiiformes
6
7  FAMÍLIAS:
8  Nyctibiidae
9
10 GÊNEROS:
11 Phyllaemulor
12 Nyctibius
13
14 ESPÉCIES (TAXON):
15 Phyllaemulor bracteatus
16 Nyctibius grandis
17 Nyctibius aethereus
18 Nyctibius griseus
19 Nyctibius griseus

assets > RelatorioTaxonomico.txt
21 INFORMAÇÕES COMPLETAS DAS ESPÉCIES NO GRAFO:
22 ID: Phyllaemulor bracteatus
23 TAXON: Phyllaemulor bracteatus
24 ORDEM: Nyctibiiformes
25 FAMÍLIA: Nyctibiidae
26 GÊNERO: Phyllaemulor
27 ESPÉCIE: bracteatus
28
29 ID: Nyctibius grandis
30 TAXON: Nyctibius grandis
31 ORDEM: Nyctibiiformes
32 FAMÍLIA: Nyctibiidae
33 GÊNERO: Nyctibius
34 ESPÉCIE: grandis
35
36 ID: Nyctibius aethereus
37 TAXON: Nyctibius aethereus
38 ORDEM: Nyctibiiformes
39 FAMÍLIA: Nyctibiidae
40 GÊNERO: Nyctibius
41 ESPÉCIE: aethereus
42
43 ID: Nyctibius griseus
44 TAXON: Nyctibius griseus
45 ORDEM: Nyctibiiformes
46 FAMÍLIA: Nyctibiidae
47 GÊNERO: Nyctibius
48 ESPÉCIE: griseus
```

```
assets > RelatorioTaxonomico.txt
43 ID: Nyctibius griseus
44 TAXON: Nyctibius griseus
45 ORDEM: Nyctibiiformes
46 FAMÍLIA: Nyctibiidae
47 GÊNERO: Nyctibius
48 ESPÉCIE: griseus
49
50 ID: Nyctibius griseus (1)
51 TAXON: Nyctibius griseus
52 ORDEM: Nyctibiiformes
53 FAMÍLIA: Nyctibiidae
54 GÊNERO: Nyctibius
55 ESPÉCIE: griseus
56
57 RELAÇÕES TAXONÔMICAS NO GRAFO:
58 Phyllaemulor bracteatus --- Família --- Nyctibius grandis
59 Phyllaemulor bracteatus --- Família --- Nyctibius aethereus
60 Phyllaemulor bracteatus --- Família --- Nyctibius griseus
61
62 Nyctibius grandis --- Família --- Phyllaemulor bracteatus
63 Nyctibius grandis --- Gênero --- Nyctibius aethereus
64 Nyctibius grandis --- Gênero --- Nyctibius griseus
65
66 Nyctibius aethereus --- Família --- Phyllaemulor bracteatus
67 Nyctibius aethereus --- Gênero --- Nyctibius grandis
68 Nyctibius aethereus --- Gênero --- Nyctibius griseus
69
70 Nyctibius griseus --- Família --- Phyllaemulor bracteatus
71 Nyctibius griseus --- Gênero --- Nyctibius grandis
72 Nyctibius griseus --- Gênero --- Nyctibius aethereus
```



o) Apresentar grau dos vértices

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): o

Exibindo graus dos vértices no grafo:
Grau do Vértice 0: 3
Grau do Vértice 1: 3
Grau do Vértice 2: 3
Grau do Vértice 3: 3
Grau do Vértice 4: 0

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

p) Verificar se possui caminho euleriano

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): p

Grafo possui caminho euleriano? RESPOSTA: NÃO

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

q) Verificar se é grafo euleriano

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): q

Grafo é euleriano? RESPOSTA: NÃO

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```



5.2. Teste 2

```
assets > grafo.txt
1 2
2 50
3 0 Phyllaemulor bracteatus
4 1 Nyctibius grandis
5 2 Nyctibius aethereus
6 3 Nyctibius griseus
7 4 Nyctibius leucopterus
8 5 Cypseloides senex
9 6 Streptoprocne biscutata
10 7 Panyptila cayennensis
11 8 Chaetura meridionalis
12 9 Calliphlox amethystina
13 10 Stephanoxis loddigesii
14 11 Chionomesa lactea
15 12 Chlorestes notata
16 13 Elliotomyia chionogaster
17 14 Hylocharis chrysura
18 15 Eupetomena macroura
19 16 Thalurania glaucopis
20 17 Anthracothorax nigricollis
21 18 Jacamerops aureus
22 19 Jacamaralcyon tridactyla
23 20 Cyphos macrodactylus
24 21 Galbula leucogastra
25 22 Galbula cyanescens
26 23 Nystalus maculatus
27 24 Chelidoptera tenebrosa
28 25 Guira guira
29 26 Crotophaga major
30 27 Crotophaga ani
```

Figura 15: Arquivo grafo.txt utilizado para a realização do Teste 2.



c) Inserir vértice (atualizado)

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): c

Insira o taxon da espécie: Generoteste especieteste
Insira a ordem: Ordemteste
Insira a família: Familiateste
Vértice inserido!

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

j) Apresentar aves e seus respectivos vértices no grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): j

Lista de aves pertencentes ao grafo:
Vértice 0: Phyllaemulor bracteatus
Vértice 1: Nyctibius grandis
Vértice 2: Nyctibius aethereus
Vértice 3: Nyctibius griseus
Vértice 4: Nyctibius leucopterus
Vértice 5: Cypseloides senex
Vértice 6: Streptoprocne biscutata
Vértice 7: Panyptila cayennensis
Vértice 8: Chaetura meridionalis
Vértice 9: Calliphlox amethystina
Vértice 10: Stephanoxis loddigesii
Vértice 11: Chionomesa lactea
Vértice 12: Chlorestes notata
Vértice 13: Elliotomyia chionogaster
Vértice 14: Hylocharis chrysura
Vértice 15: Eupetomena macroura
Vértice 16: Thalurania glaucopis
Vértice 17: Anthracothorax nigricollis
Vértice 18: Jacamerops aureus
Vértice 19: Jacamaralcyon tridactyla
Vértice 20: Cyphos macrodactylus
Vértice 21: Galbula leucogastra
Vértice 22: Galbula cyanescens
Vértice 23: Nystalus maculatus
Vértice 24: Chelidoptera tenebrosa
Vértice 25: Guira guira
Vértice 26: Crotophaga major
Vértice 27: Crotophaga ani
Vértice 28: Dromococcyx pavoninus
Vértice 29: Dromococcyx phasianellus
Vértice 30: Tapera naevia
Vértice 31: Neomorphus geoffroyi
Vértice 32: Neomorphus squamiger
Vértice 33: Neomorphus rufipennis
Vértice 34: Neomorphus pucheranii
Vértice 35: Coccycua minuta
Vértice 36: Micrococcyx cinereus
Vértice 37: Piaya cayana
Vértice 38: Cuculus canorus
Vértice 39: Pelecanus occidentalis
Vértice 40: Platalea ajaja
Vértice 41: Theristicus caudatus
Vértice 42: Mesembrinibis cayennensis
Vértice 43: Eudocimus ruber
Vértice 44: Cochlearius cochlearius
Vértice 45: Butorides striata
Vértice 46: Ardea purpurea
Vértice 47: Egretta gularis
Vértice 48: Egretta caerulea
Vértice 49: Egretta thula
Vértice 50: Generoteste especieteste

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

k) Apresentar informações de uma ave por seu vértice

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): k

Selecione um vértice: 50

Informações da Ave no vértice 50
ID no Grafo: Generoteste especieteste
Taxon: Generoteste especieteste
Ordem: Ordemteste
Família: Familiateste
Genero: Generoteste
Especie: especieteste

Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```




l) Apresentar as relações de uma ave por seu vértice

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): 1
Selecione um vértice: 50
Relações taxonômicas do vértice 50 (Generoteste especieteste):
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

Obs.: Nenhuma relação foi elencada pois o vértice 50 não possui arestas.

m) Apresentar as organizações taxonômicas no grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): m
Organizações taxonômicas presentes no grafo:

CLASSES:
Aves

ORDENS:
Nyctibiiformes
Apodiformes
Galbuliformes
Cuculiformes
Pelecaniformes
Ordemteste

FAMÍLIAS:
Nyctibiidae
Apodidae
Trochilidae
Galbulidae
Bucconidae
Cuculidae
Pelecanidae
Threskiornithidae
Ardeidae
Familiateste

GÊNEROS:
Phyllaemulor
Nyctibius
Cypseloides
Streptoprocne
Panyptila
Chaetura
Calliphlox
Stephanoxis
```

```
ESPÉCIES (TAXON):
Phyllaemulor bracteatus
Nyctibius grandis
Nyctibius aethereus
Nyctibius griseus
Nyctibius leucopterus
Cypseloides senex
Streptoprocne biscutata
Panyptila cayennensis
Chaetura meridionalis
Calliphlox amethystina
Stephanoxis loddigesii
Chionomesa lactea
Chlorestes notata
Elliotomyia chionogaster
Hylocharis chrysura
Eupetomena macroura
Thalurania glaucopis
Anthracothorax nigricollis
Jacamerops aureus
Jacamaralcyon tridactyla
Cyphos macrodactylus
Galbula leucogastra
Galbula cyanescens
Nystalus maculatus
Chelidoptera tenebrosa
Guira guira
Crotophaga major
Crotophaga ani
Dromococcyx pavoninus
Dromococcyx phasianellus
Tapera naevia
Neomorphus geoffroyi
Neomorphus squamiger
Neomorphus rufipennis
Neomorphus pucheranii
```



n) Gerar relatório taxonômico completo do grafo

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): n  
  
Gerando relatório...  
Relatório gerado em assets/RelatorioTaxonomico.txt  
  
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

```
2968 Egretta thula --- Ordem --- Platalea ajaja  
2969 Egretta thula --- Ordem --- Theristicus caudatus  
2970 Egretta thula --- Ordem --- Mesembrinibis cayennensis  
2971 Egretta thula --- Ordem --- Eudocimus ruber  
2972 Egretta thula --- Família --- Cochlearius cochlearius  
2973 Egretta thula --- Família --- Butorides striata  
2974 Egretta thula --- Família --- Ardea purpurea  
2975 Egretta thula --- Gênero --- Egretta gularis  
2976 Egretta thula --- Gênero --- Egretta caerulea
```

Obs.: O relatório completo do grafo de 50 vértices gerou um arquivo de 2976 linhas.

Antes de continuarmos para a opção **o)**, vamos remover os vértices 50 e 49 do grafo, para que, assim, possamos observar resultados interessantes posteriormente na verificação de caminhos e grafo euleriano:

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): e  
  
Vértice a ser removido: 50  
Vértice removido!  
  
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): e  
  
Vértice a ser removido: 49  
Vértice removido!  
  
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```



o) Apresentar grau dos vértices

```
Exibindo graus dos vértices no grafo:
Grau do Vértice 0: 48
Grau do Vértice 1: 48
Grau do Vértice 2: 48
Grau do Vértice 3: 48
Grau do Vértice 4: 48
Grau do Vértice 5: 48
Grau do Vértice 6: 48
Grau do Vértice 7: 48
Grau do Vértice 8: 48
Grau do Vértice 9: 48
Grau do Vértice 10: 48
Grau do Vértice 11: 48
Grau do Vértice 12: 48
Grau do Vértice 13: 48
Grau do Vértice 14: 48
Grau do Vértice 15: 48
Grau do Vértice 16: 48
Grau do Vértice 17: 48
Grau do Vértice 18: 48
Grau do Vértice 19: 48
Grau do Vértice 20: 48
Grau do Vértice 21: 48
Grau do Vértice 22: 48
Grau do Vértice 23: 48
Grau do Vértice 24: 48
Grau do Vértice 25: 48
Grau do Vértice 26: 48
Grau do Vértice 27: 48
Grau do Vértice 28: 48
Grau do Vértice 29: 48
Grau do Vértice 30: 48
Grau do Vértice 31: 48
Grau do Vértice 32: 48
Grau do Vértice 33: 48
Grau do Vértice 34: 48
Grau do Vértice 35: 48
Grau do Vértice 36: 48
Grau do Vértice 37: 48
Grau do Vértice 38: 48
Grau do Vértice 39: 48
Grau do Vértice 40: 48
Grau do Vértice 41: 48
Grau do Vértice 42: 48
Grau do Vértice 43: 48
Grau do Vértice 44: 48
Grau do Vértice 45: 48
Grau do Vértice 46: 48
Grau do Vértice 47: 48
Grau do Vértice 48: 48
Selecione uma opção (x para exibir menu
```

Sendo, atualmente, 49 vértices no grafo, notamos que todos apresentam 48 arestas. Ou seja, cada vértice se liga aos outros 48 vértices, denotando um **grafo completo**.

p) Verificar se possui caminho euleriano

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): p
Grafo possui caminho euleriano? RESPOSTA: SIM
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

```
public boolean hasEulerianPath() {
    int numGrausImpares = 0, i = 0;

    while(i < this.n) {
        if(getDegree(i) % 2 == 1) {
            numGrausImpares++;
        }
        i++;
    }

    if(numGrausImpares >= 2) return false;
    return true;
}
```



Como o grafo do problema proposto é completo e, com a remoção dos vértices 50 e 49, existem agora 49 vértices (vértices 0 ao 48), todos os vértices têm grau par, uma vez que apresentam uma aresta para cada um dos outros 48 vértices. Sendo assim, **um grafo completo só apresenta caminho euleriano quando possui número ímpar de vértices.**

q) Verificar se é grafo euleriano

```
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções): q
Grafo é euleriano? RESPOSTA: SIM
Selecione uma opção (x para exibir menu de opções):
```

```
public boolean isAnEulerianGraph() {
    if(getConexidade() != 0) {
        return false;
    }

    for(int i = 0; i < this.n; i++) {
        if(getDegree(i) % 2 == 1) {
            return false;
        }
    }

    return true;
}
```

Sendo um grafo completo **necessariamente um grafo conexo** e, conforme visto na opção anterior, apresentar 49 vértices atualmente, resultando em vértices de grau 48, ou seja, nunca um grau ímpar, constata-se que este configura um **grafo euleriano**. Assim, conclui-se que **um grafo completo só é euleriano se apresentar número ímpar de vértices.**



6. Referencial teórico

- CONSTANTINO, Reginaldo. *Princípios de Taxonomia*. Universidade de Brasília, Departamento de Zoologia, Brasília, DF. Disponível em <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/40230/1/CAP6%20PRINCI%CC%81PIOS%20DE%20TAXONOMIA.pdf>. Acesso em 6 nov. 2024.
- GARBINO, S. T. G.; LIMA, A. R. *Taxonomia, classificação e nomenclatura*. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/51671/2/Taxonomia%2C%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20e%20nomenclatura.pdf>. Acesso em 6 nov. 2024.

7. Apêndice

- Link do Github: <https://github.com/chrnphxbia/GrafosPLJ/tree/main/AraGraph>
- Link do vídeo no Youtube: <https://youtu.be/0rRJeF0Csng>