

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Instituto Metr pole Digital

DIM0549 – Grafos – Turma T01 (2025.2)

Trabalho Unidade 01

Colaboradores

*Caio Daniel Fonseca de Araújo, Arthur Queiroz Pires De Farias, Matheus Rivaldo Da Silva,
Paulo Roberto Fernandes Holanda, Marcela Silva Batista*

Professor

Prof. Matheus da Silva Menezes

Natal-RN, 17 de novembro de 2025

Apresentação

Este documento apresenta os resultados obtidos através da biblioteca em Python desenvolvida para a disciplina de Grafos. Foram analisados 8 arquivos, contendo representações de grafos não-direcionados e dígrafos. Para cada um, foram aplicadas as funcionalidades implementadas, conforme detalhado nas seções a seguir.

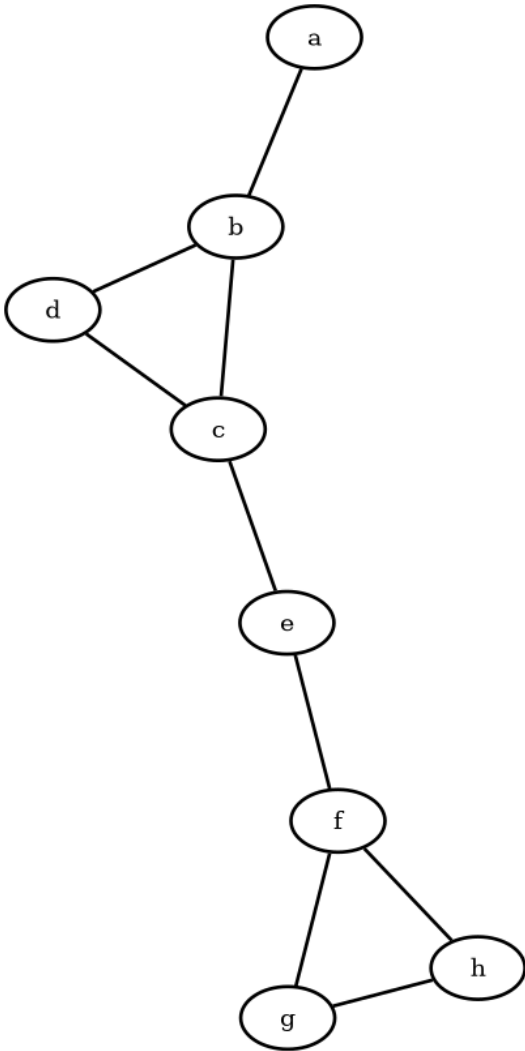
Sumário

Sumário

1	Análise dos Grafos Não-Direcionados	2
1.1	Resultados para o arquivo: GRAFO_0.txt	2
1.2	Resultados para o arquivo: GRAFO_1.txt	6
1.3	Resultados para o arquivo: GRAFO_2.txt	10
1.4	Resultados para o arquivo: GRAFO_3.txt	14
2	Análise dos Dígrafos	20
2.1	Resultados para o arquivo: DIGRAFO_0.txt	20
2.2	Resultados para o arquivo: DIGRAFO_1.txt	24
2.3	Resultados para o arquivo: DIGRAFO_2.txt	29
2.4	Resultados para o arquivo: DIGRAFO_3.txt	34

1 Análise dos Grafos Não-Direcionados

1.1 Resultados para o arquivo: GRAFO_0.txt



Atividade A.1: Criação a partir da Lista de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte lista de adjacências:

- a: ['b']
- b: ['a', 'c', 'd']
- c: ['b', 'd', 'e']
- d: ['b', 'c']
- e: ['c', 'f']
- f: ['e', 'g', 'h']
- g: ['f', 'h']
- h: ['f', 'g']

Atividade A.2: Criação a partir da Matriz de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte matriz de adjacências:

	a	b	c	d	e	f	g	h
a	0	1	0	0	0	0	0	0
b	1	0	1	1	0	0	0	0
c	0	1	0	1	1	0	0	0
d	0	1	1	0	0	0	0	0
e	0	0	1	0	0	1	0	0
f	0	0	0	0	1	0	1	1
g	0	0	0	0	0	1	0	1
h	0	0	0	0	0	1	1	0

Adjacentes de e: $['c', 'f']$

Adjacentes de f: $['e', 'g', 'h']$

Adjacentes de g: $['f', 'h']$

Adjacentes de h: $['f', 'g']$

Atividade A.7: Número Total de Vértices

O grafo possui **8** vértices: $\{a, b, c, d, e, f, g, h\}$.

Atividade A.8: Número Total de Arestas

O grafo possui **9** arestas.

Atividade A.9: Inclusão de Vértice

Esta operação não foi demonstrada no arquivo de análise.

Atividade A.10: Exclusão de Vértice

Esta operação não foi demonstrada no arquivo de análise.

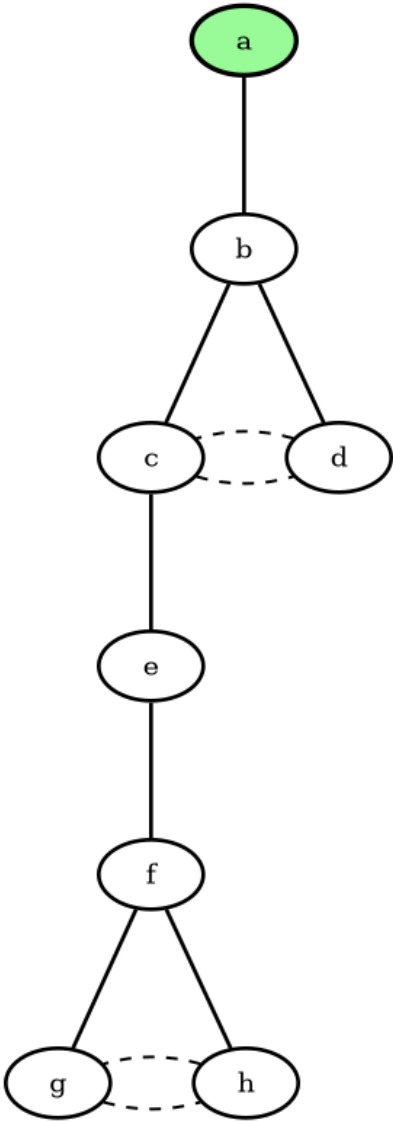
Atividade A.11: Verificação de Conectividade

O grafo é **conexo**.

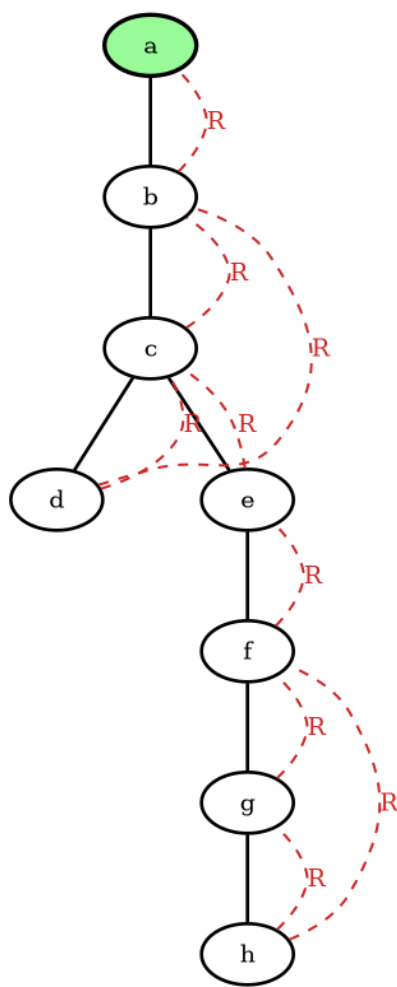
Atividade A.12: Verificação de Bipartição

O grafo **não** é bipartido.

Atividade A.13: Busca em Largura (BFS)



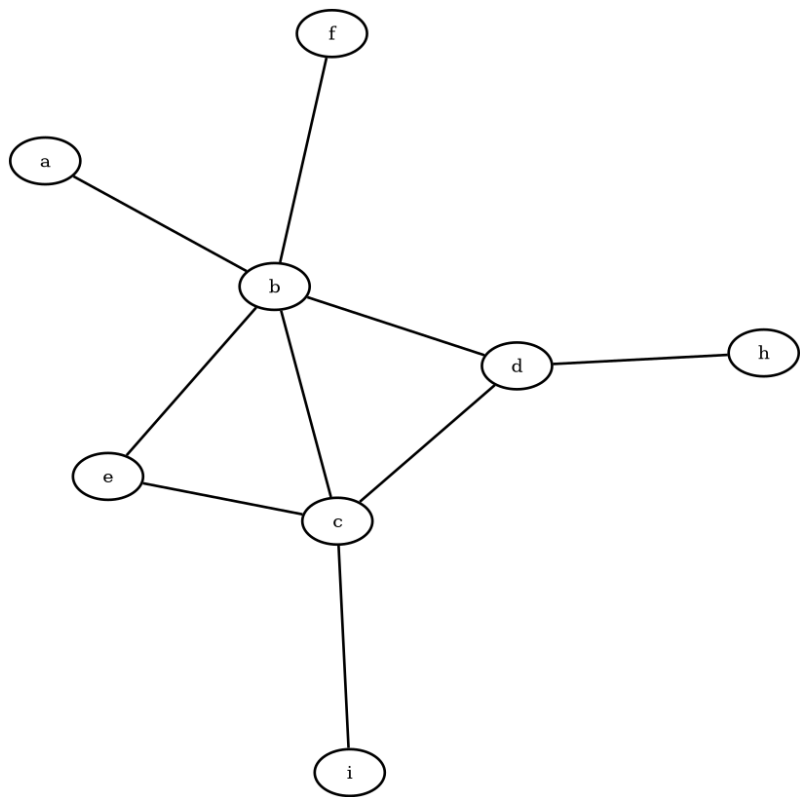
Atividade A.14: Busca em Profundidade (DFS)



Atividade A.15: Determinação de Articulações e Blocos

- Pontos de Articulação (Vértices de Corte): ['b', 'c', 'e', 'f']
- Pontes: [('a', 'b'), ('c', 'e'), ('e', 'f')]

1.2 Resultados para o arquivo: GRAFO_1.txt



Atividade A.1: Criação a partir da Lista de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte lista de adjacências:

- a: ['b']
- b: ['a', 'c', 'd', 'e', 'f']
- c: ['b', 'd', 'e', 'i']
- d: ['b', 'c', 'h']
- e: ['b', 'c']
- f: ['b']
- h: ['d']
- i: ['c']

Atividade A.2: Criação a partir da Matriz de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte matriz de adjacências:

	a	b	c	d	e	f	i	h
a	0	1	0	0	0	0	0	0
b	1	0	1	1	1	1	0	0
c	0	1	0	1	1	0	1	0
d	0	1	1	0	0	0	0	1
e	0	1	1	0	0	0	0	0
f	0	1	0	0	0	0	0	0
i	0	0	1	0	0	0	0	0
h	0	0	0	1	0	0	0	0

Atividade A.3: Criação a partir da Matriz de Incidência

A matriz de incidência para o grafo (gerada a partir dos dados) mapeia vértices (linhas) a arestas (colunas). O grafo possui 9 arestas:

- e₁: (a,b)
- e₂: (b,c)
- e₃: (b,d)
- e₄: (b,e)
- e₅: (b,f)
- e₆: (c,d)
- e₇: (c,e)
- e₈: (c,i)
- e₉: (d,h)

	e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	e ₈	e ₉
a	1	0	0	0	0	0	0	0	0
b	1	1	1	1	1	0	0	0	0
c	0	1	0	0	0	1	1	1	0
d	0	0	1	0	0	1	0	0	1
e	0	0	0	1	0	0	1	0	0
f	0	0	0	0	1	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	1	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Atividade A.4: Convers  o de Representa  es

Matriz de Adjac ncias → Lista de Adjac ncias:

- a: ['b']
- b: ['a', 'c', 'd', 'e', 'f']
- c: ['b', 'd', 'e', 'i']
- d: ['b', 'c', 'h']
- e: ['b', 'c']
- f: ['b']
- h: ['d']
- i: ['c']

Lista de Adjac ncias → Matriz de Adjac ncias:

	a	b	c	d	e	f	i	h
a	0	1	0	0	0	0	0	0
b	1	0	1	1	1	1	0	0
c	0	1	0	1	1	0	1	0
d	0	1	1	0	0	0	0	1
e	0	1	1	0	0	0	0	0
f	0	1	0	0	0	0	0	0
i	0	0	1	0	0	0	0	0
h	0	0	0	1	0	0	0	0

Atividade A.5: C culo do Grau dos V rtices

- $d(a) = 1$
 - $d(b) = 5$
 - $d(c) = 4$
- $d(d) = 3$
 - $d(e) = 2$
 - $d(f) = 1$
- $d(h) = 1$
 - $d(i) = 1$

Atividade A.6: Adjac ncia entre V rtices

- Adjacentes de a: ['b']
- Adjacentes de b: ['a', 'c', 'd', 'e', 'f']
- Adjacentes de c: ['b', 'd', 'e', 'i']
- Adjacentes de d: ['b', 'c', 'h']
- Adjacentes de e: ['b', 'c']
- Adjacentes de f: ['b']
- Adjacentes de h: ['d']
- Adjacentes de i: ['c']

Atividade A.7: Número Total de Vértices

O grafo possui **8** vértices: {a, b, c, d, e, f, h, i}.

Atividade A.8: Número Total de Arestas

O grafo possui **9** arestas.

Atividade A.9: Inclusão de V rtice

Esta opera o não foi demonstrada no arquivo de análise.

Atividade A.10: Exclusão de V rtice

Esta opera o não foi demonstrada no arquivo de análise.

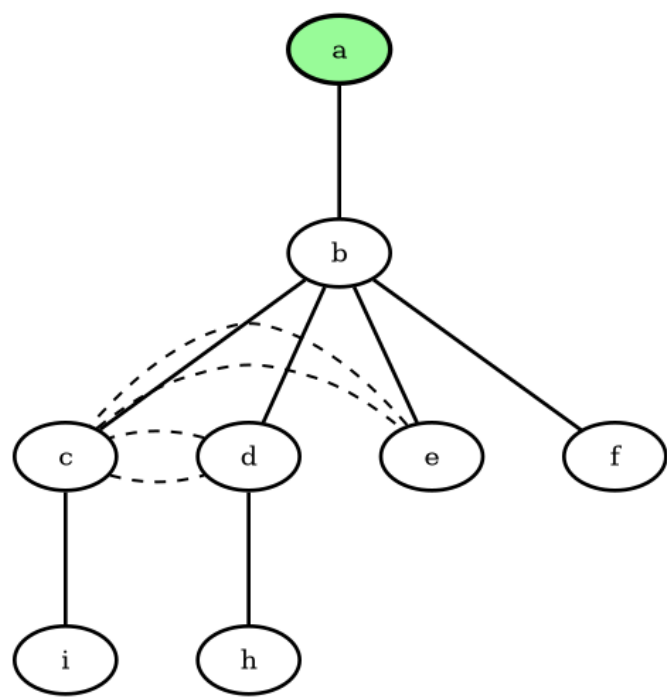
Atividade A.11: Verifica o de Conectividade

O grafo é **conexo**.

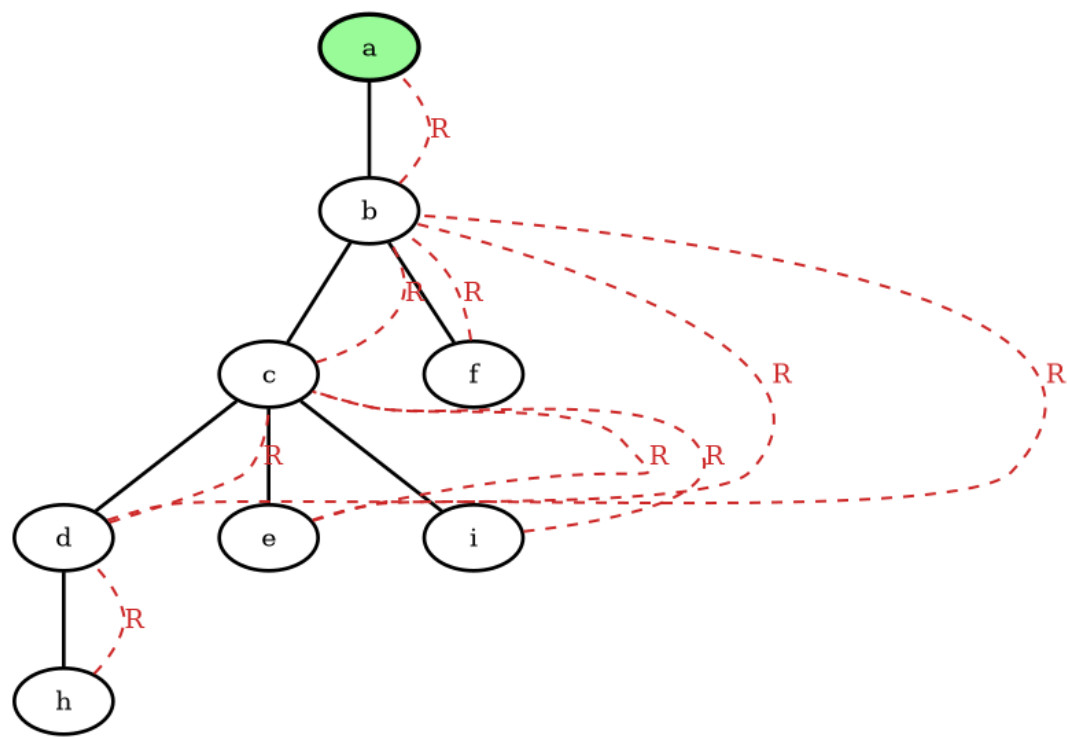
Atividade A.12: Verifica o de Bipart o

O grafo **não**   bipartido.

Atividade A.13: Busca em Largura (BFS)



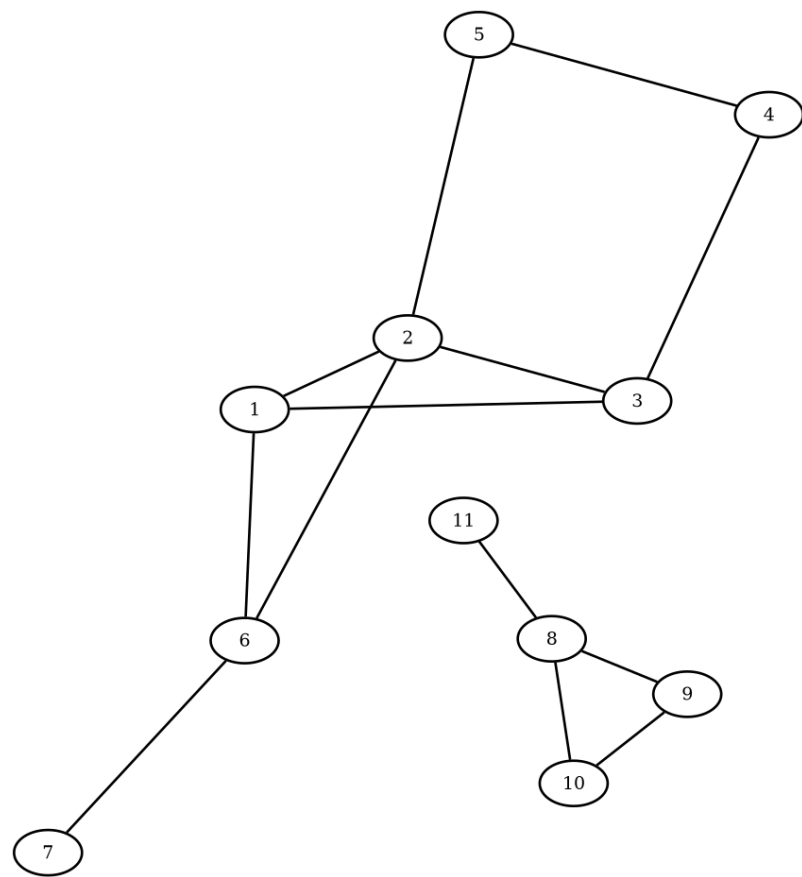
Atividade A.14: Busca em Profundidade (DFS)



Atividade A.15: Determinação de Articulações e Blocos

- Pontos de Articulação (Vértices de Corte): ['b', 'c', 'd']
- Pontes: [('a', 'b'), ('b', 'f'), ('c', 'i'), ('d', 'h')]

1.3 Resultados para o arquivo: GRAFO_2.txt



Atividade A.1: Criação a partir da Lista de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte lista de adjacências:

- 1: ['2', '3', '6']
- 2: ['1', '3', '5', '6']
- 3: ['1', '2', '4']
- 4: ['3', '5']
- 5: ['2', '4']
- 6: ['1', '2', '7']
- 7: ['6']
- 8: ['9', '10', '11']
- 9: ['8', '10']
- 10: ['8', '9']
- 11: ['8']

Atividade A.2: Criação a partir da Matriz de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte matriz de adjacências:

	1	2	3	5	6	4	7	8	9	10	11
1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Atividade A.3: Criação a partir da Matriz de Incidência

A matriz de incidência para o grafo (gerada a partir dos dados) mapeia vértices (linhas) a arestas (colunas). O grafo possui 13 arestas:

e_1 :	(1,2)	e_8 :	(4,5)
e_2 :	(1,3)	e_9 :	(6,7)
e_3 :	(1,6)	e_{10} :	(8,9)
e_4 :	(2,3)	e_{11} :	(8,10)
e_5 :	(2,5)	e_{12} :	(8,11)
e_6 :	(2,6)	e_{13} :	(9,10)
e_7 :	(3,4)		

[illegible]

Atividade A.4: Conversão de Representações

Matriz de Adjacências \rightarrow Lista de Adjacências:

- 1: ['2', '3', '6']
- 2: ['1', '3', '5', '6']
- 3: ['1', '2', '4']
- 4: ['3', '5']
- 5: ['2', '4']
- 6: ['1', '2', '7']
- 7: ['6']
- 8: ['9', '10', '11']
- 9: ['8', '10']
- 10: ['8', '9']
- 11: ['8']

Lista de Adjacências \rightarrow Matriz de Adjacências:

[illegible]

Atividade A.5: Cálculo do Grau dos Vértices

- $d(1) = 3$
 - $d(2) = 4$
 - $d(3) = 3$
 - $d(4) = 2$
- $d(5) = 2$
 - $d(6) = 3$
 - $d(7) = 1$
 - $d(8) = 3$
- $d(9) = 2$
 - $d(10) = 2$
 - $d(11) = 1$

Atividade A.6: Adjacência entre Vértices

- Adjacentes de 1: [‘2’, ‘3’, ‘6’]
- Adjacentes de 2: [‘1’, ‘3’, ‘5’, ‘6’]
- Adjacentes de 3: [‘1’, ‘2’, ‘4’]
- Adjacentes de 4: [‘3’, ‘5’]
- Adjacentes de 5: [‘2’, ‘4’]
- Adjacentes de 6: [‘1’, ‘2’, ‘7’]
- Adjacentes de 7: [‘6’]
- Adjacentes de 8: [‘9’, ‘10’, ‘11’]
- Adjacentes de 9: [‘8’, ‘10’]
- Adjacentes de 10: [‘8’, ‘9’]
- Adjacentes de 11: [‘8’]

Atividade A.7: Número Total de Vértices

O grafo possui **11** vértices: {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11}.

Atividade A.8: Número Total de Arestas

O grafo possui **13** arestas.

Atividade A.9: Inclusão de V rtice

Esta operação não foi demonstrada no arquivo de análise.

Atividade A.10: Exclusão de V rtice

Esta operação não foi demonstrada no arquivo de análise.

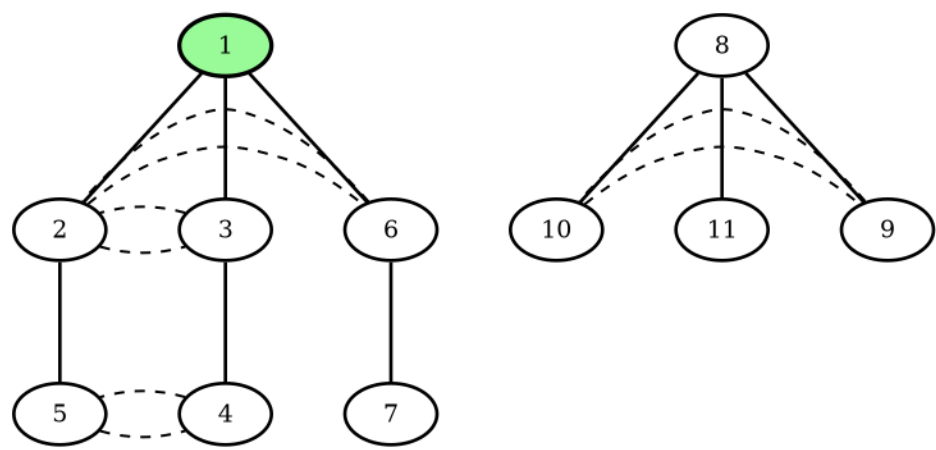
Atividade A.11: Verificação de Conectividade

O grafo **não**   conexo. (Possui duas componentes conexas).

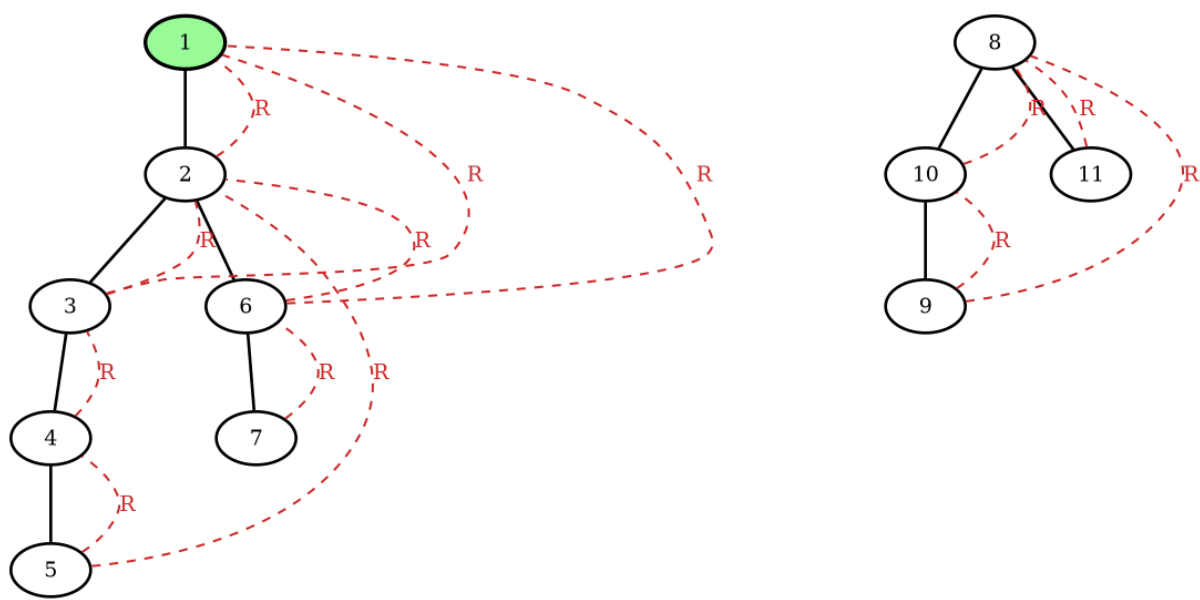
Atividade A.12: Verificação de Bipart  o

O grafo **não**   bipartido.

Atividade A.13: Busca em Largura (BFS)



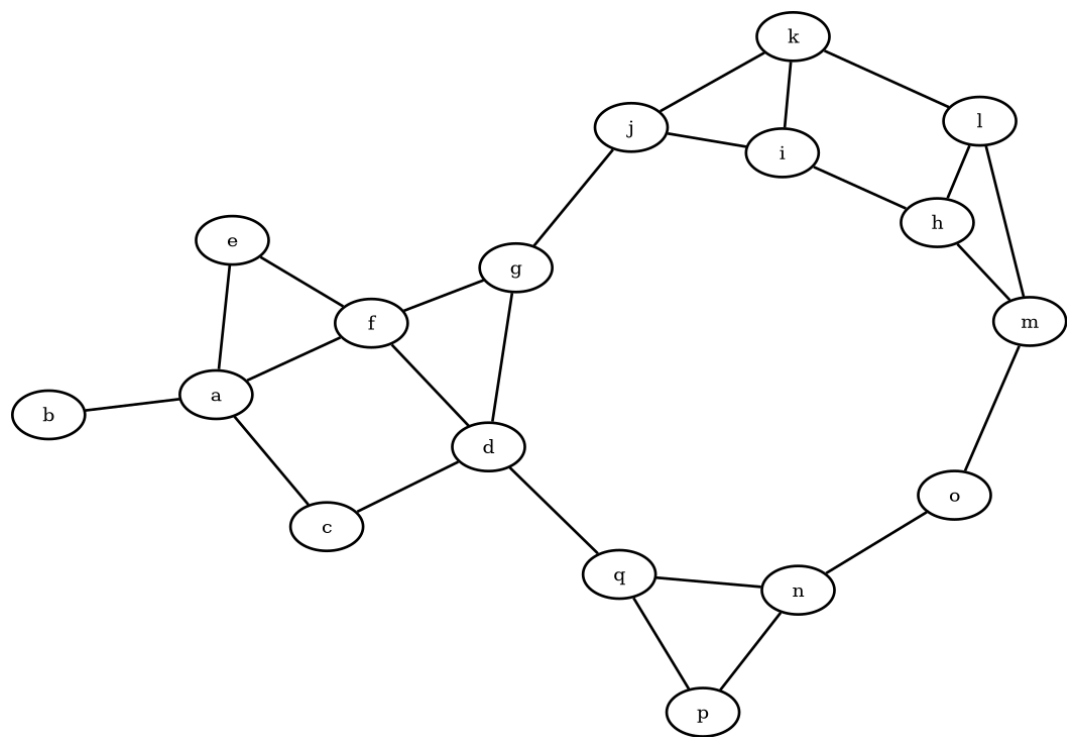
Atividade A.14: Busca em Profundidade (DFS)



Atividade A.15: Determinação de Articulações e Blocos

- Pontos de Articulação (Vértices de Corte): ['6', '8']
- Pontes: [('6', '7'), ('8', '11')]

1.4 Resultados para o arquivo: GRAFO_3.txt



Atividade A.1: Criação a partir da Lista de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte lista de adjacências:

a: ['b', 'c', 'e', 'f']

b: ['a']

c: ['a', 'd']

d: ['c', 'f', 'g', 'q']

e: ['a', 'f']

f: ['a', 'd', 'e', 'g']

g: ['d', 'f', 'j']

h: ['i', 'l', 'm']

i: ['h', 'j', 'k']

j: ['g', 'i', 'k']

k: ['i', 'j', 'l']

l: ['h', 'k', 'm']

m: ['h', 'l', 'o']

n: ['o', 'p', 'q']

o: ['m', 'n']

p: ['n', 'q']

q: ['d', 'n', 'p']

Atividade A.2: Criação a partir da Matriz de Adjacências

A estrutura do grafo é definida pela seguinte matriz de adjacências:

	a	b	c	e	f	d	g	q	j	h	i	l	m	k	o	n	p
a	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
j	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
k	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
o	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
n	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
p	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Atividade A.3: Criação a partir da Matriz de Incidência

A matriz de incidência para o grafo (gerada a partir dos dados) mapeia vértices (linhas) a arestas (colunas). O grafo possui 24 arestas:

e_1 : (a,b)	e_7 : (d,g)	e_{13} : (h,l)	e_{19} : (l,m)
e_2 : (a,c)	e_8 : (d,q)	e_{14} : (h,m)	e_{20} : (m,o)
e_3 : (a,e)	e_9 : (e,f)	e_{15} : (i,j)	e_{21} : (n,o)
e_4 : (a,f)	e_{10} : (f,g)	e_{16} : (i,k)	e_{22} : (n,p)
e_5 : (c,d)	e_{11} : (g,j)	e_{17} : (j,k)	e_{23} : (n,q)
e_6 : (d,f)	e_{12} : (h,i)	e_{18} : (k,l)	e_{24} : (p,q)

	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}	e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}	e_{21}	e_{22}	e_{23}	e_{24}
a	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
o	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
q	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Atividade A.4: Conversão de Representações

Matriz de Adjacências \rightarrow Lista de Adjacências:

- a: ['b', 'c', 'e', 'f']
- b: ['a']
- c: ['a', 'd']
- d: ['c', 'f', 'g', 'q']
- e: ['a', 'f']
- f: ['a', 'd', 'e', 'g']
- g: ['d', 'f', 'j']
- h: ['i', 'l', 'm']
- i: ['h', 'j', 'k']
- j: ['g', 'i', 'k']
- k: ['i', 'j', 'l']
- l: ['h', 'k', 'm']

- m:** ['h', 'l', 'o']
- n:** ['o', 'p', 'q']
- o:** ['m', 'n']
- p:** ['n', 'q']
- q:** ['d', 'n', 'p']

Lista de Adjacências → Matriz de Adjacências:

	a	b	c	e	f	d	g	q	j	h	i	l	m	k	o	n	p
a	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
j	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
i	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
k	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
o	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
n	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
p	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Atividade A.5: C culo do Grau dos Vértices

- $d(a) = 4$
 - $d(b) = 1$
 - $d(c) = 2$
 - $d(d) = 4$
 - $d(e) = 2$
 - $d(f) = 4$
- $d(g) = 3$
 - $d(h) = 3$
 - $d(i) = 3$
 - $d(j) = 3$
 - $d(k) = 3$
 - $d(l) = 3$
- $d(m) = 3$
 - $d(n) = 3$
 - $d(o) = 2$
 - $d(p) = 2$
 - $d(q) = 3$

Atividade A.6: Adjacència entre Vértices

- Adjacentes de a: ['b', 'c', 'e', 'f']
- Adjacentes de b: ['a']
- Adjacentes de c: ['a', 'd']
- Adjacentes de d: ['c', 'f', 'g', 'q']
- Adjacentes de e: ['a', 'f']
- Adjacentes de f: ['a', 'd', 'e', 'g']
- Adjacentes de g: ['d', 'f', 'j']
- Adjacentes de h: ['i', 'l', 'm']
- Adjacentes de i: ['h', 'j', 'k']
- Adjacentes de j: ['g', 'i', 'k']
- Adjacentes de k: ['i', 'j', 'l']
- Adjacentes de l: ['h', 'k', 'm']
- Adjacentes de m: ['h', 'l', 'o']
- Adjacentes de n: ['o', 'p', 'q']
- Adjacentes de o: ['m', 'n']
- Adjacentes de p: ['n', 'q']
- Adjacentes de q: ['d', 'n', 'p']

Atividade A.7: Número Total de Vértices

O grafo possui **17** vértices.

Atividade A.8: Número Total de Arestas

O grafo possui **24** arestas.

Atividade A.9: Inclusão de Vértice

Esta operação não foi demonstrada no arquivo de análise.

Atividade A.10: Exclusão de Vértice

Esta operação não foi demonstrada no arquivo de análise.

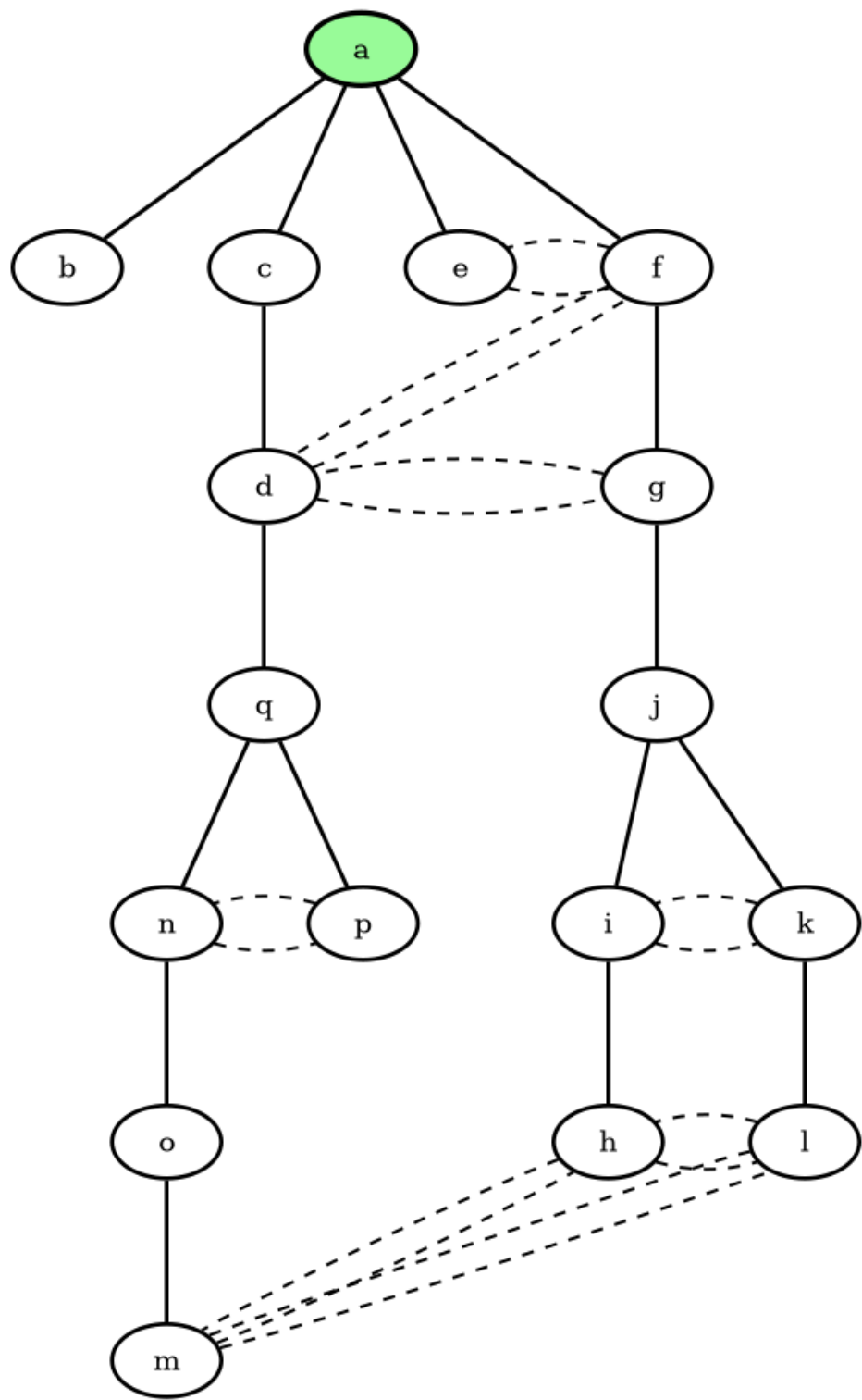
Atividade A.11: Verificação de Conectividade

O grafo é **conexo**.

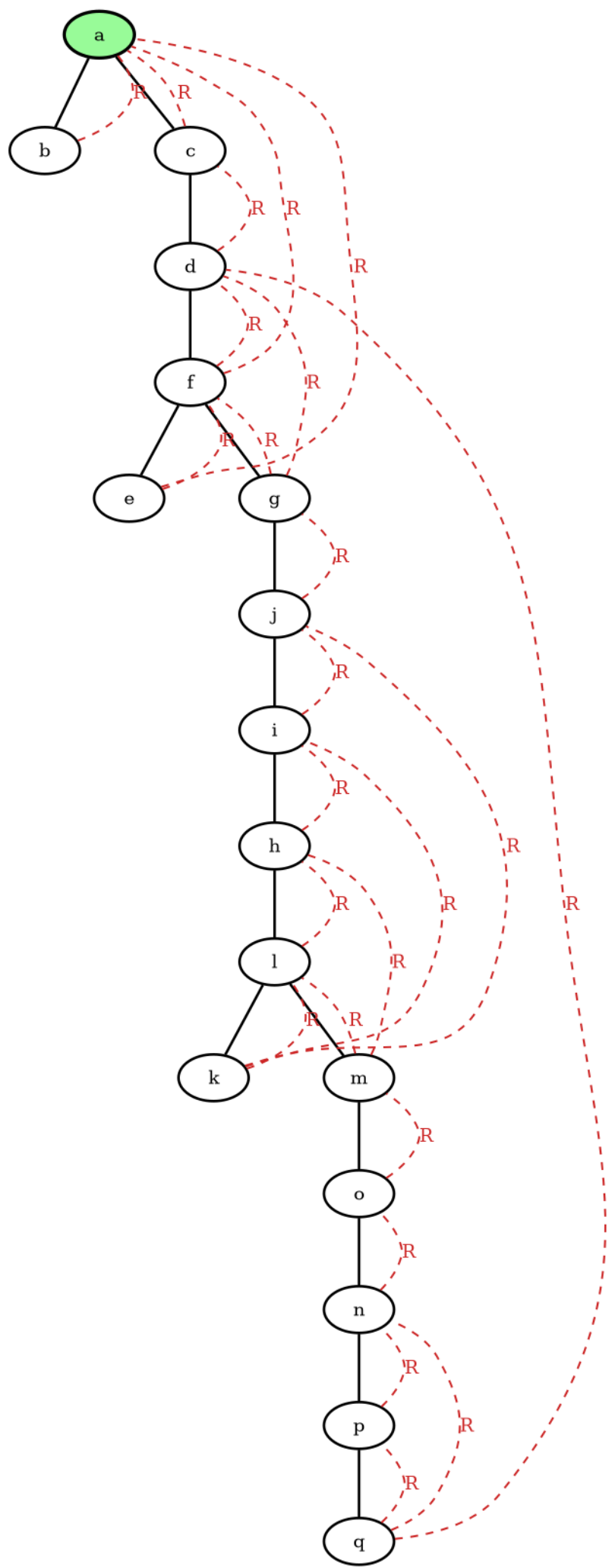
Atividade A.12: Verificação de Bipartição

O grafo **não** é bipartido.

Atividade A.13: Busca em Largura (BFS)



Atividade A.14: Busca em Profundidade (DFS)

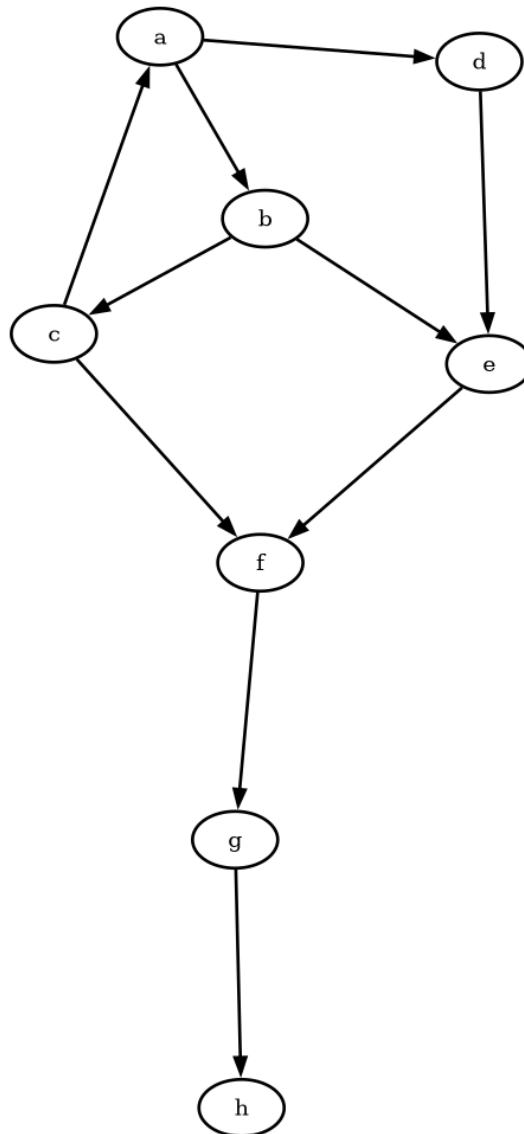


Atividade A.15: Determinação de Articulações e Blocos

- **Pontos de Articulação (Vértices de Corte):** ['a']
- **Pontes:** [('a', 'b')]

2 Análise dos Dígrafos

2.1 Resultados para o arquivo: DIGRAFO_0.txt



Atividade B.16: Representação por Matriz de Adjacências

	a	b	d	c	e	f	g	h
a	0	1	1	0	0	0	0	0
b	0	0	0	1	1	0	0	0
d	0	0	0	0	1	0	0	0
c	1	0	0	0	0	1	0	0
e	0	0	0	0	0	1	0	0
f	0	0	0	0	0	0	1	0
g	0	0	0	0	0	0	0	1
h	0	0	0	0	0	0	0	0

Atividade B.17: Representação por Matriz de Incidência

A matriz de incidência para dígrafos mapeia vértices (linhas) a arestas (colunas), usando a convenção: $+1$ para a origem da aresta e -1 para o destino. O dígrafo possui 10 arestas:

- | | |
|---------------|------------------|
| e_1 : (a,b) | e_6 : (c,a) |
| e_2 : (a,d) | e_7 : (c,f) |
| e_3 : (b,c) | e_8 : (e,f) |
| e_4 : (b,e) | e_9 : (f,g) |
| e_5 : (d,e) | e_{10} : (g,h) |

	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8	e9	e10
a	1	1	0	0	0	-1	0	0	0	0
b	-1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
c	0	0	-1	0	0	1	1	0	0	0
d	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0
e	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	0
f	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	0
g	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1

Graus de Entrada e Saída

- $d^+(a) = 2, d^-(a) = 1$
 - $d^+(b) = 2, d^-(b) = 1$
 - $d^+(c) = 2, d^-(c) = 1$
- $d^+(d) = 1, d^-(d) = 1$
 - $d^+(e) = 1, d^-(e) = 2$
 - $d^+(f) = 1, d^-(f) = 2$
- $d^+(g) = 1, d^-(g) = 1$
 - $d^+(h) = 0, d^-(h) = 1$

Sucessores e Antecessores

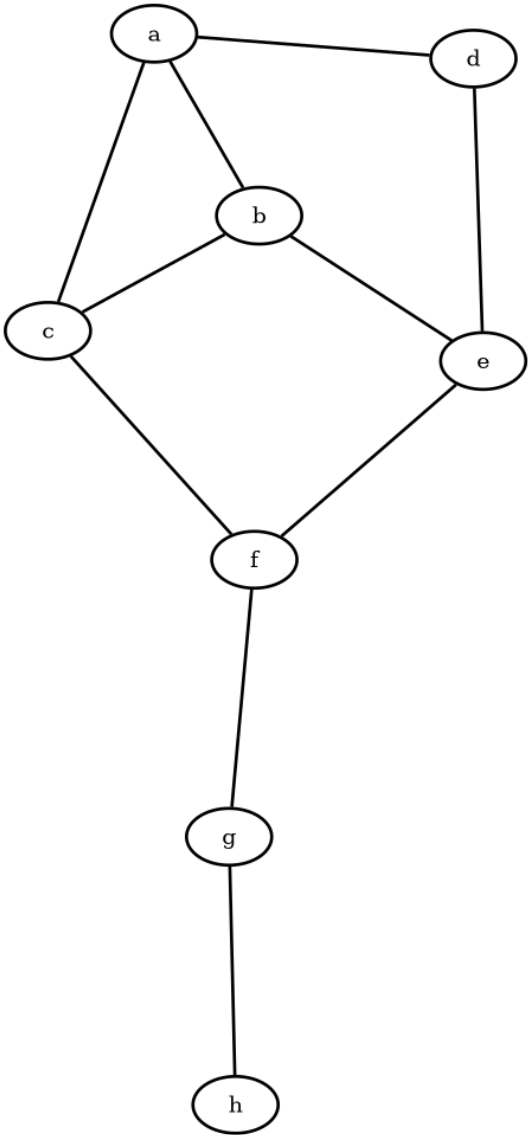
- a: Sucessores: ['b', 'd'], Antecessores: ['c']
- b: Sucessores: ['c', 'e'], Antecessores: ['a']
- c: Sucessores: ['a', 'f'], Antecessores: ['b']
- d: Sucessores: ['e'], Antecessores: ['a']
- e: Sucessores: ['f'], Antecessores: ['b', 'd']
- f: Sucessores: ['g'], Antecessores: ['c', 'e']
- g: Sucessores: ['h'], Antecessores: ['f']
- h: Sucessores: [], Antecessores: ['g']

Atividade B.18: Determina33o do Grafo Subjacente

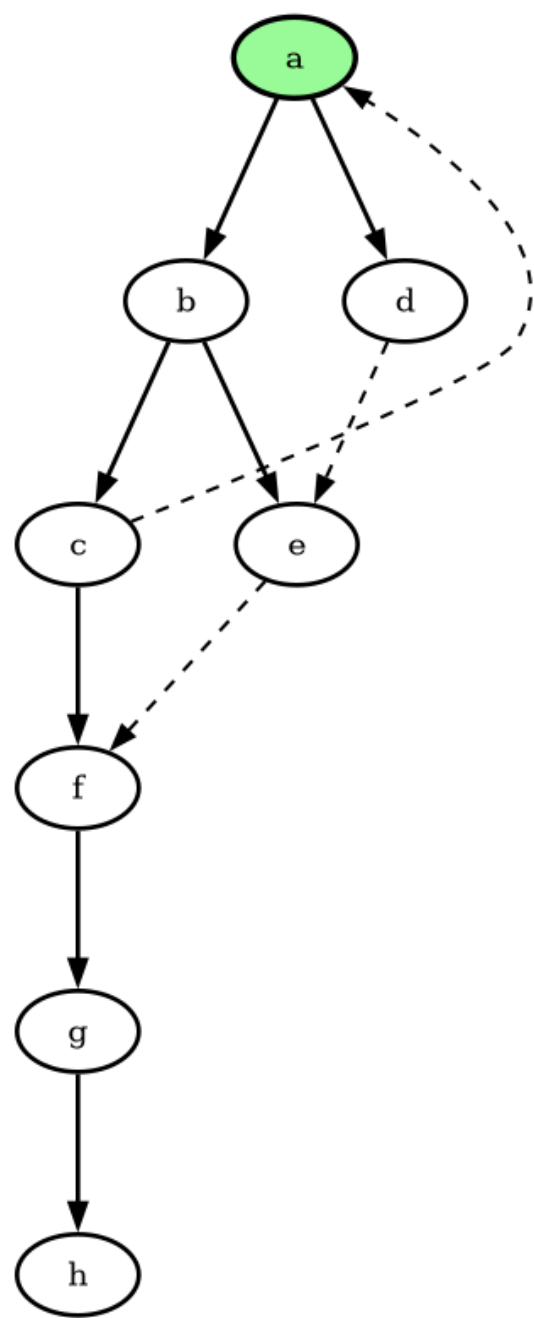
O grafo subjacente 3 um grafo n3o-direcionado obtido ao remover a direcionalidade de todas as arestas do d3grafo. Sua representa33o por lista de adjac3ncia 3:

- a: ['b', 'c', 'd']
- b: ['a', 'c', 'e']
- c: ['a', 'b', 'f']
- d: ['a', 'e']
- e: ['b', 'd', 'f']
- f: ['c', 'e', 'g']
- g: ['f', 'h']
- h: ['g']

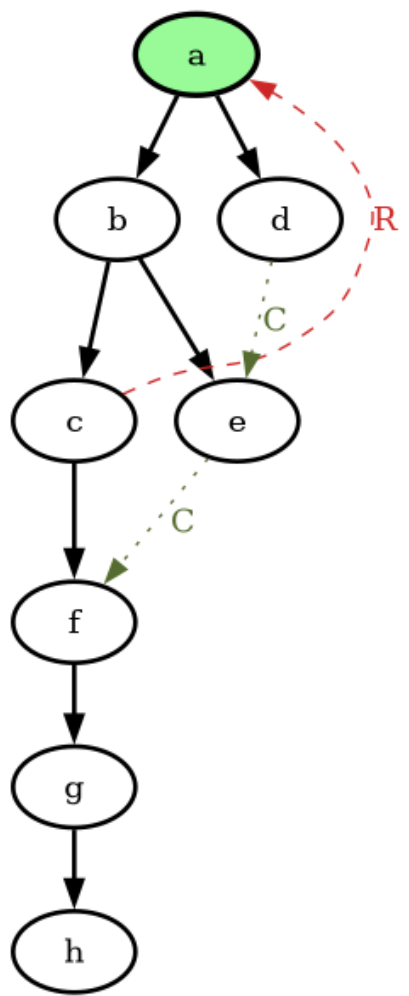
A forma gerada deste Grafo Subjacente 3:



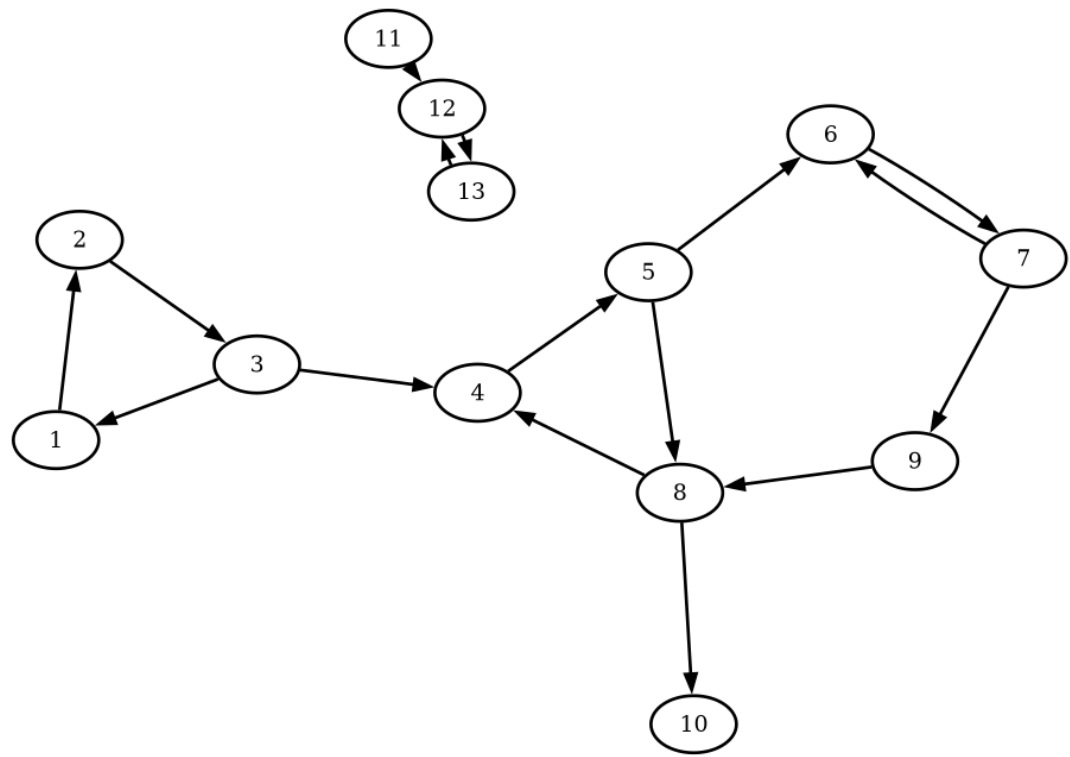
Atividade B.19: Busca em Largura (BFS)



Atividade B.20: Busca em Profundidade (DFS)



2.2 Resultados para o arquivo: DIGRAFO_1.txt



Atividade B.16: Representação por Matriz de Adjacências

	1	2	3	4	5	6	8	7	9	10	11	12	13
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Atividade B.17: Representação por Matriz de Incidência

A matriz de incidência para dígrafos mapeia vértices (linhas) a arestas (colunas), usando a convenção: +1 para a origem da aresta e -1 para o destino. O dígrafo possui 16 arestas:

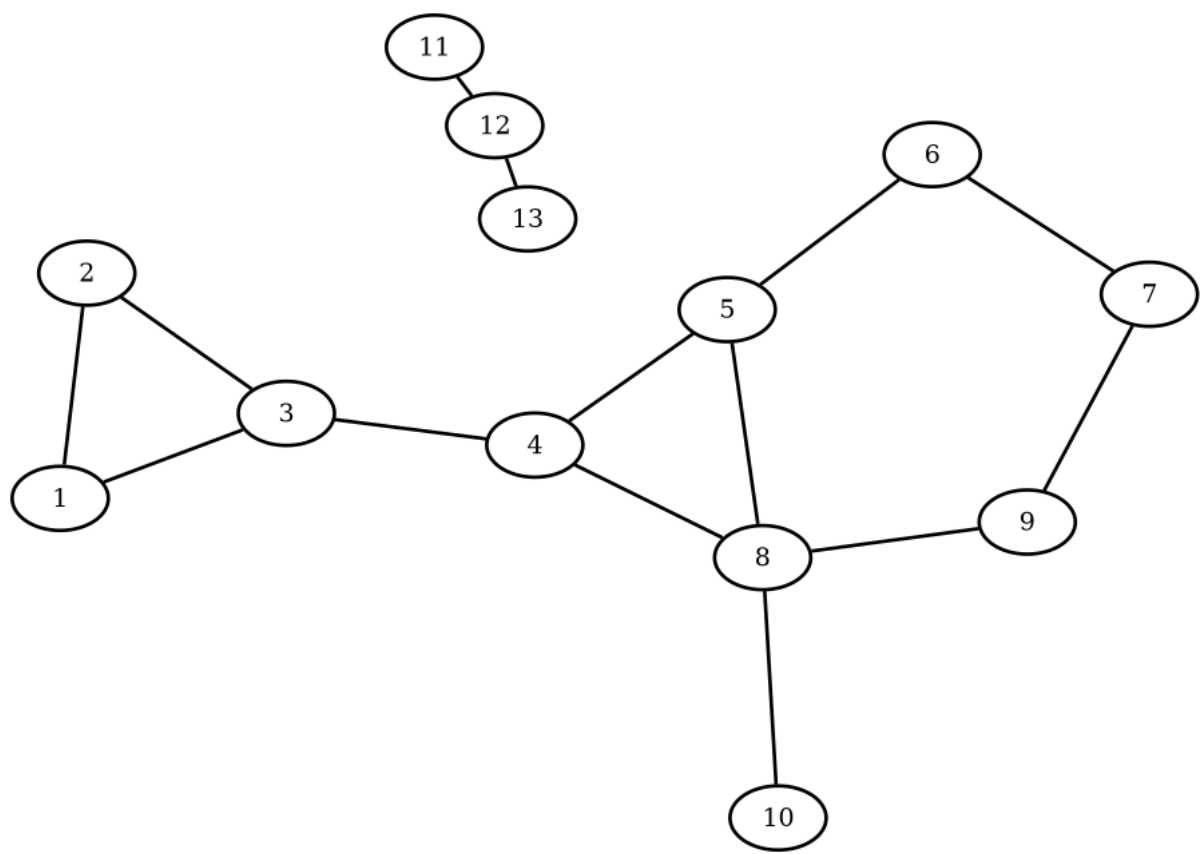
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Atividade B.18: Determinação do Grafo Subjacente

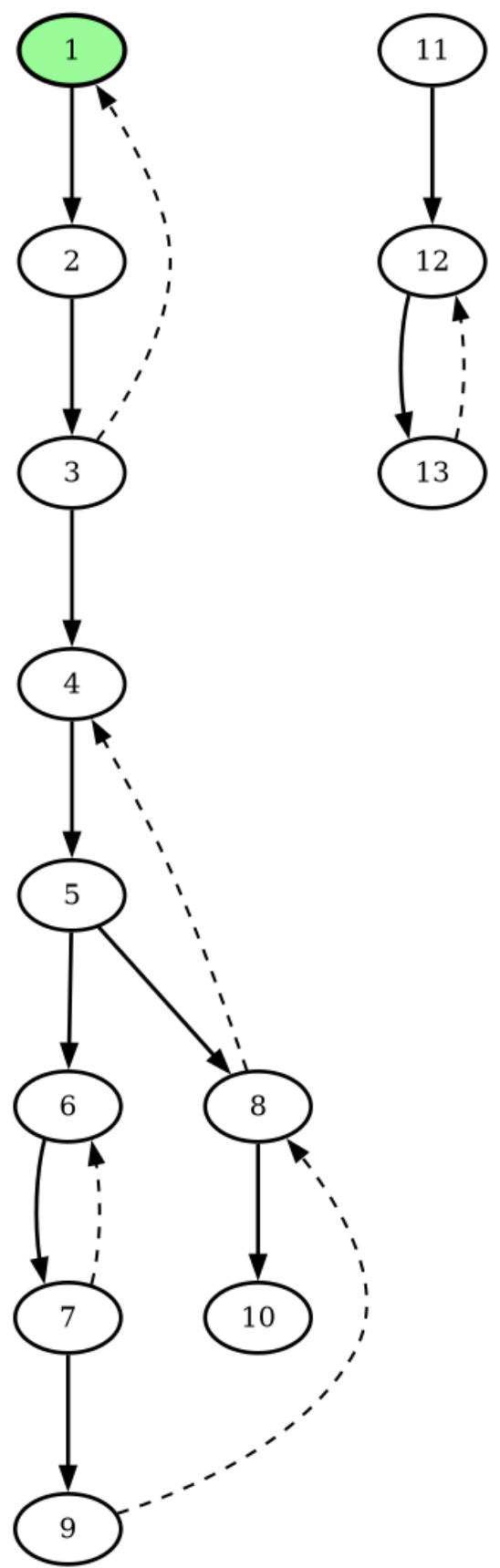
O grafo subjacente   um grafo não-direcionado obtido ao remover a direcionalidade de todas as arestas do dígrafo. Sua representação por lista de adjacência é:

- 1: ['2', '3']
- 2: ['1', '3']
- 3: ['1', '2', '4']
- 4: ['3', '5', '8']
- 5: ['4', '6', '8']
- 6: ['5', '7']
- 7: ['6', '9']
- 8: ['4', '5', '9', '10']
- 9: ['7', '8']
- 10: ['8']
- 11: ['12']
- 12: ['11', '13']
- 13: ['12']

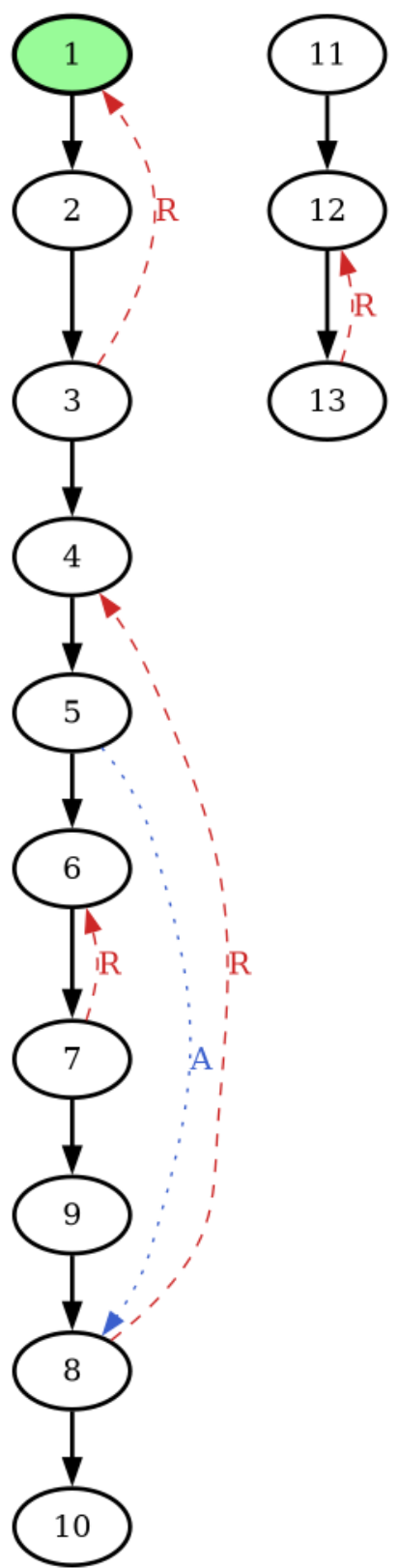
A forma gerada deste Grafo Subjacente  :



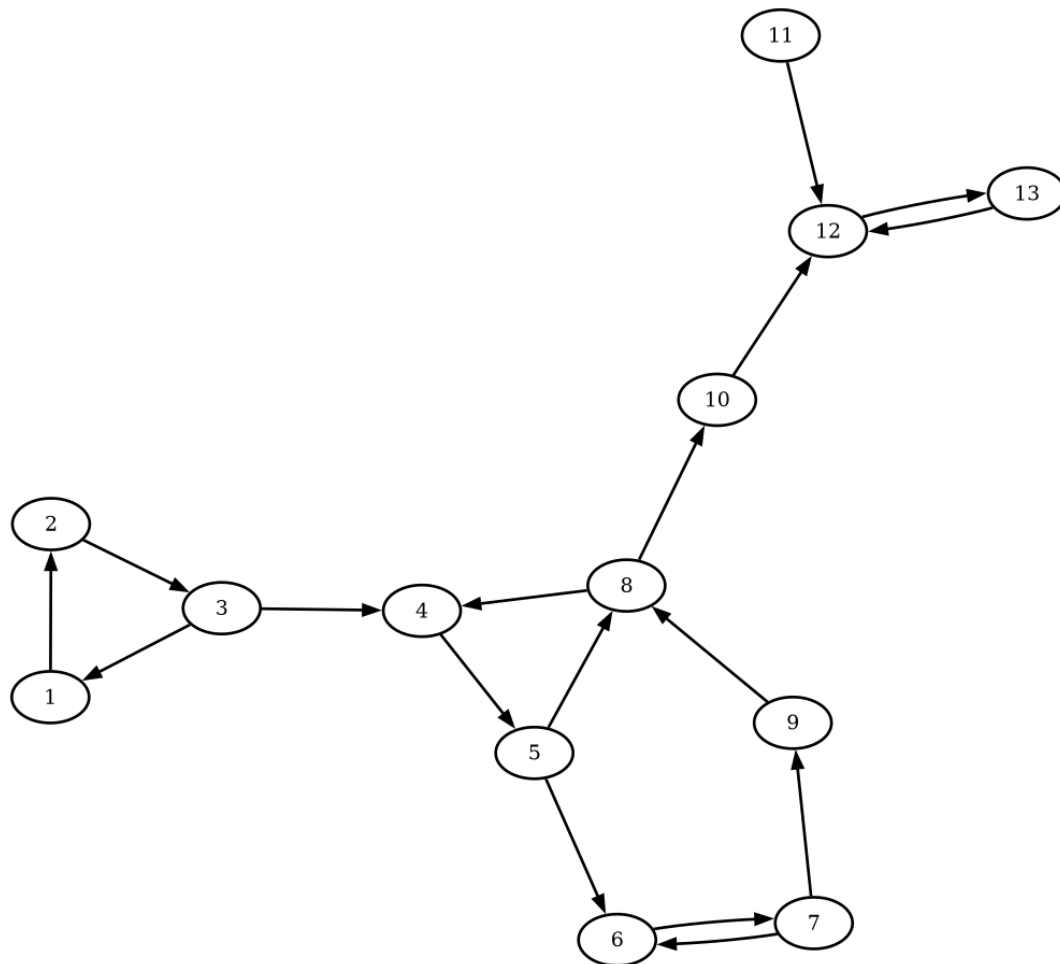
Atividade B.19: Busca em Largura (BFS)



Atividade B.20: Busca em Profundidade (DFS)



2.3 Resultados para o arquivo: DIGRAFO_2.txt



Atividade B.16: Representação por Matriz de Adjacências

[illegible]

Atividade B.17: Representação por Matriz de Incidência

A matriz de incidência para dígrafos mapeia vértices (linhas) a arestas (colunas), usando a convenção: $+1$ para a origem da aresta e -1 para o destino. O dígrafo possui 17 arestas:

- | | | |
|--------------|------------------|-------------------|
| $e_1: (1,2)$ | $e_7: (5,8)$ | $e_{13}: (9,8)$ |
| $e_2: (2,3)$ | $e_8: (6,7)$ | $e_{14}: (10,12)$ |
| $e_3: (3,1)$ | $e_9: (7,6)$ | $e_{15}: (11,12)$ |
| $e_4: (3,4)$ | $e_{10}: (7,9)$ | $e_{16}: (12,13)$ |
| $e_5: (4,5)$ | $e_{11}: (8,10)$ | $e_{17}: (13,12)$ |
| $e_6: (5,6)$ | $e_{12}: (8,4)$ | |

[illegible]

Graus de Entrada e Saída

- $d^+(1) = 1, d^-(1) = 1$
 - $d^+(2) = 1, d^-(2) = 1$
 - $d^+(3) = 2, d^-(3) = 1$
 - $d^+(4) = 1, d^-(4) = 2$
 - $d^+(5) = 2, d^-(5) = 1$
- $d^+(6) = 1, d^-(6) = 2$
 - $d^+(7) = 2, d^-(7) = 1$
 - $d^+(8) = 2, d^-(8) = 2$
 - $d^+(9) = 1, d^-(9) = 1$
 - $d^+(10) = 1, d^-(10) = 1$
- $d^+(11) = 1, d^-(11) = 0$
 - $d^+(12) = 1, d^-(12) = 3$
 - $d^+(13) = 1, d^-(13) = 1$

Sucessores e Antecessores

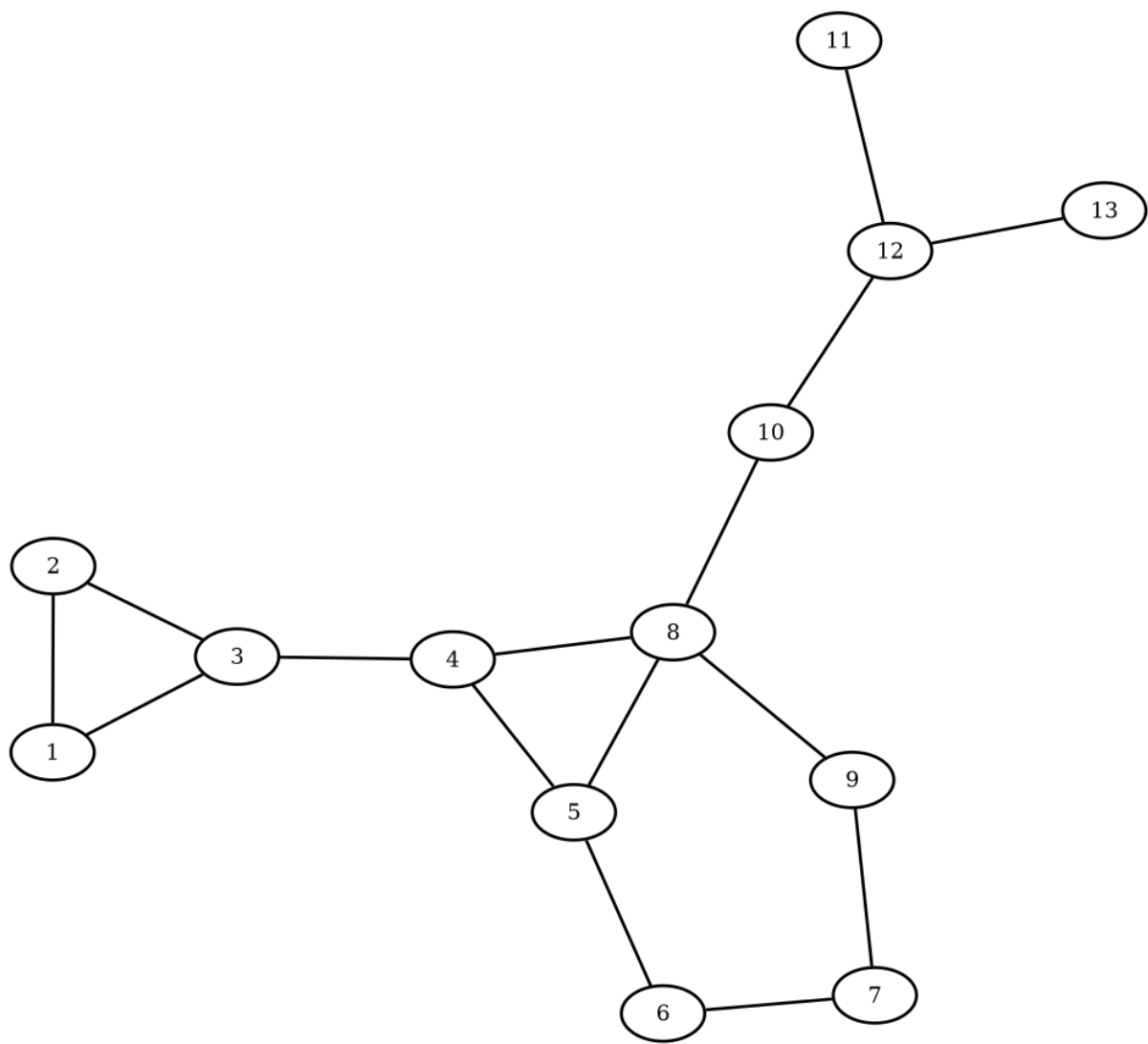
- 1: Sucessores: ['2'], Antecessores: ['3']
- 2: Sucessores: ['3'], Antecessores: ['1']
- 3: Sucessores: ['1', '4'], Antecessores: ['2']
- 4: Sucessores: ['5'], Antecessores: ['3', '8']
- 5: Sucessores: ['6', '8'], Antecessores: ['4']
- 6: Sucessores: ['7'], Antecessores: ['5', '7']
- 7: Sucessores: ['6', '9'], Antecessores: ['6']
- 8: Sucessores: ['10', '4'], Antecessores: ['5', '9']
- 9: Sucessores: ['8'], Antecessores: ['7']
- 10: Sucessores: ['12'], Antecessores: ['8']
- 11: Sucessores: ['12'], Antecessores: []
- 12: Sucessores: ['13'], Antecessores: ['10', '11', '13']
- 13: Sucessores: ['12'], Antecessores: ['12']

Atividade B.18: Determinação do Grafo Subjacente

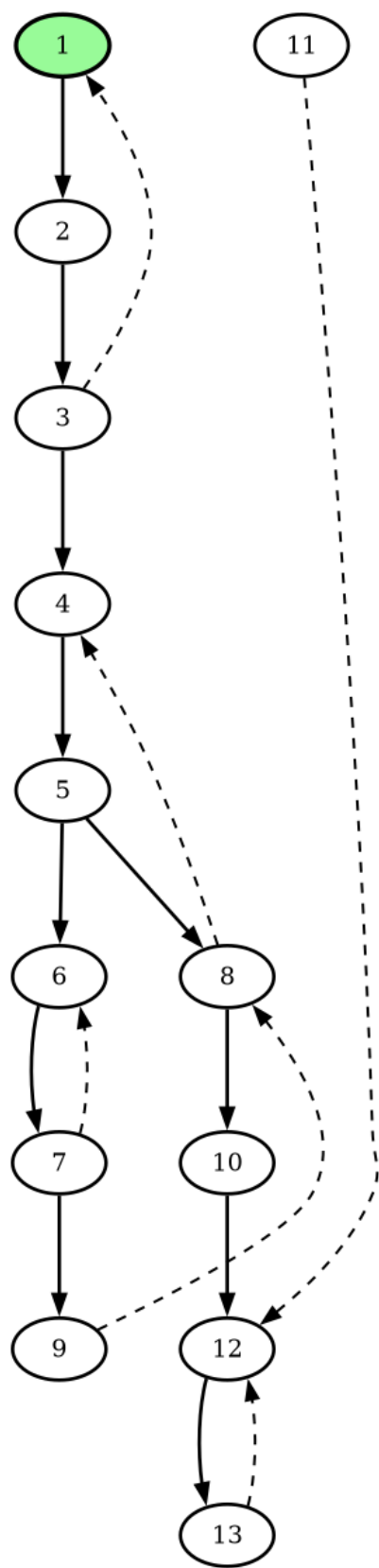
O grafo subjacente   um grafo não-direcionado obtido ao remover a direcionalidade de todas as arestas do dígrafo. Sua representação por lista de adjacência é:

- 1: ['2', '3']
- 2: ['1', '3']
- 3: ['1', '2', '4']
- 4: ['3', '5', '8']
- 5: ['4', '6', '8']
- 6: ['5', '7']
- 7: ['6', '9']
- 8: ['4', '5', '9', '10']
- 9: ['7', '8']
- 10: ['8', '12']
- 11: ['12']
- 12: ['10', '11', '13']
- 13: ['12']

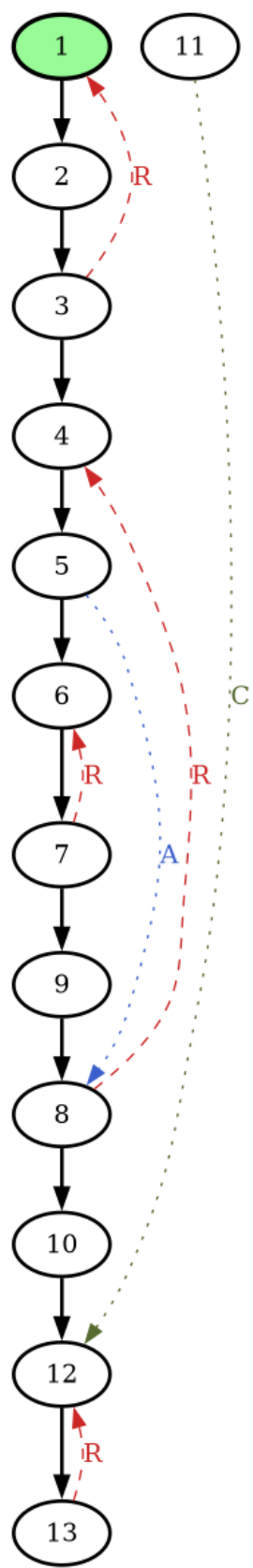
A forma gerada deste Grafo Subjacente 6:



Atividade B.19: Busca em Largura (BFS)

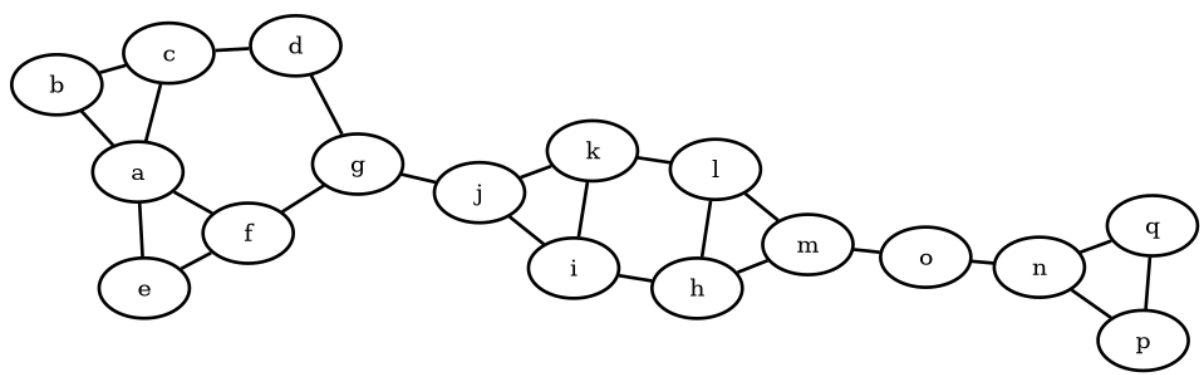


Atividade B.20: Busca em Profundidade (DFS)



- b:** Sucessores: ['c'], Antecessores: ['a']
- c:** Sucessores: ['a'], Antecessores: ['b', 'd']
- d:** Sucessores: ['c'], Antecessores: ['g']
- e:** Sucessores: [], Antecessores: ['a', 'f']
- f:** Sucessores: ['e', 'g'], Antecessores: ['a']
- g:** Sucessores: ['d', 'j'], Antecessores: ['f', 'j']
- h:** Sucessores: ['i', 'l'], Antecessores: ['m']
- i:** Sucessores: ['j'], Antecessores: ['h', 'k']
- j:** Sucessores: ['g', 'k'], Antecessores: ['i']
- k:** Sucessores: ['i'], Antecessores: ['j', 'l']
- l:** Sucessores: ['k', 'm'], Antecessores: ['h']
- m:** Sucessores: ['h'], Antecessores: ['l', 'o']
- n:** Sucessores: ['o', 'p', 'q'], Antecessores: ['q']
- o:** Sucessores: ['m'], Antecessores: ['n']
- p:** Sucessores: ['q'], Antecessores: ['n']
- q:** Sucessores: ['n'], Antecessores: ['n', 'p']

A forma gerada deste Grafo Subjacente  :



Atividade B.18: Determinação do Grafo Subjacente

O grafo subjacente   um grafo não-direcionado obtido ao remover a direcionalidade de todas as arestas do dígrafo. Sua representação por lista de adjacência é:

- a:** ['b', 'c', 'e', 'f']
- b:** ['a', 'c']
- c:** ['a', 'b', 'd']
- d:** ['c', 'g']
- e:** ['a', 'f']
- f:** ['a', 'e', 'g']
- g:** ['d', 'f', 'j']
- h:** ['i', 'l', 'm']

i: ['h', 'j', 'k']

j: ['g', 'i', 'k']

k: ['i', 'j', 'l']

l: ['h', 'k', 'm']

m: ['h', 'l', 'o']

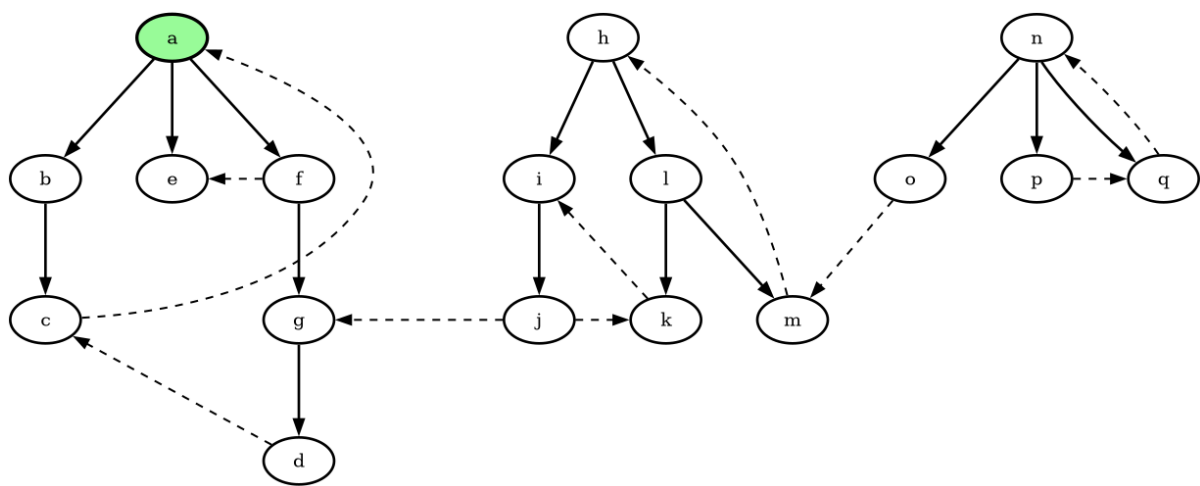
n: ['o', 'p', 'q']

o: ['m', 'n']

p: ['n', 'q']

q: ['n', 'p']

Atividade B.19: Busca em Largura (BFS)



Atividade B.20: Busca em Profundidade (DFS)

