Lógica Computacional TP1

Realizado por: Miguel Gonçalves a90416 João Nogueira a87973

Universidade do Minho
Escola de Ciências

1. **Um sistema de tráfego é representado por um grafo orientado ligado. Os nodos denotam pontos de acesso e os arcos denotam vias de comunicação só com um sentido .**

> **O grafo tem de ser ligado o que significa que entre cada par de nodos $\langle n_1, n_2 \rangle$ tem de existir um caminho $n_1 \leadsto n_2$ e um caminho $n_2 \leadsto n_1$.**
>
> A. **Gerar aleatoriamente um tal grafo com $N = 32$ nodos. Cada nodo tem um número aleatório de descendentes no intervalo $1..3$ cujos destinos são distintos entre si do nodo origem.**
>
> B. **Pretende-se fazer manutenção interrompendo determinadas vias. Determinar o maior número de vias que é possível remover mantendo o grafo ligado.**

Para a resolução da alinea a) criamos a função gera_grafo que recebe um n, sendo esse n o número de nodos que queremos que o nosso grafo tenha. Usamos o Digraph pois queremos que o nosso grafo seja direcionado e adicionamos os nodos pretendidos ao grafo. Posteriormente fazemos a verificação se o grafo é fortemente conectado com a ajuda da função is_strongly_connected do networkx e adicionamos as restrições pretendidas, ou seja, cada nodo nao pode ter mais do que três descendentes e os destinos são diferentes da origem.

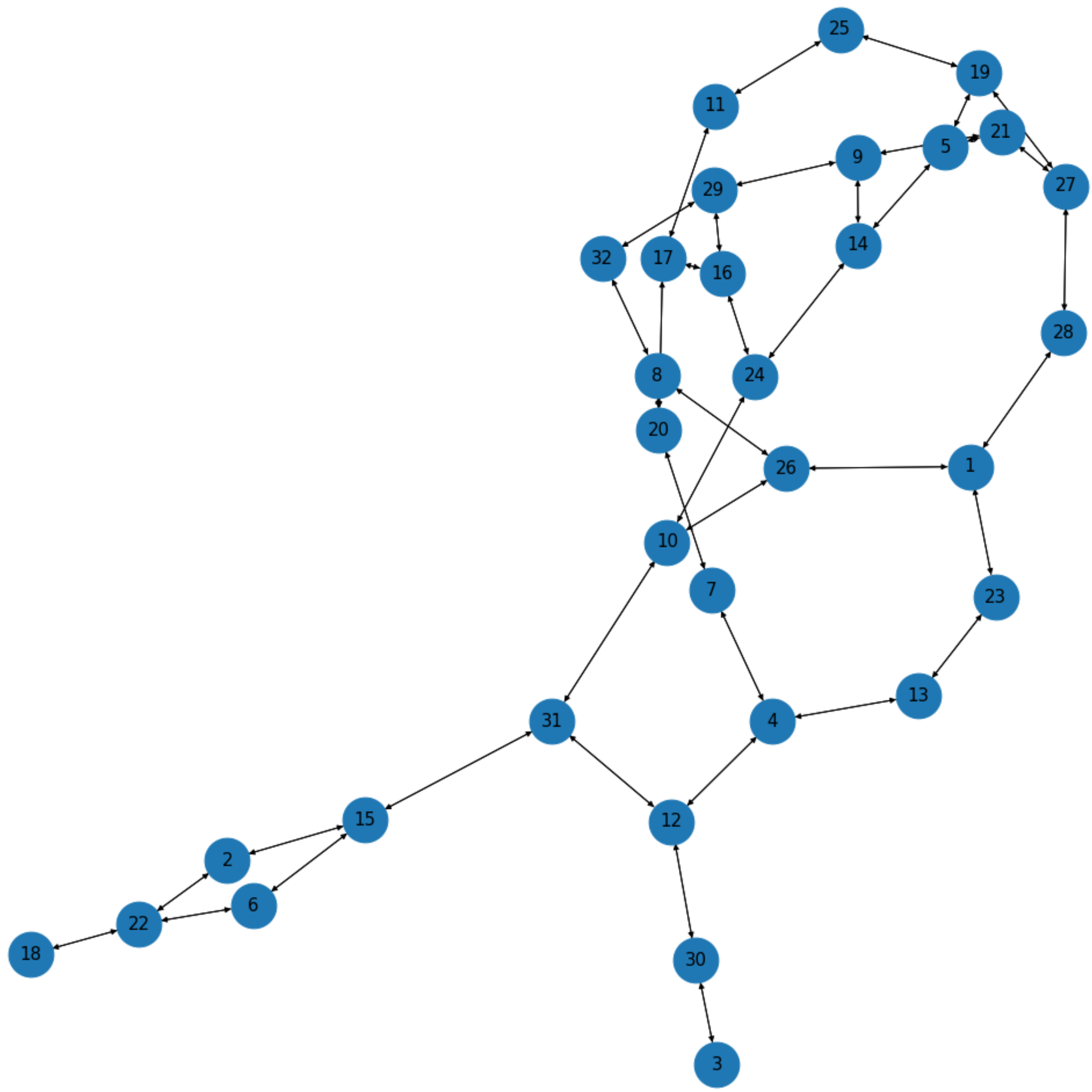
In [1]:

```
import networkx as nx
import random
import matplotlib.pyplot as plt

def gera_grafo(n):
    G = nx.DiGraph()
    dic = []

    for i in range(n):
        G.add_node(i+1)

    while not nx.is_strongly_connected(G):
        for i in range(n):
            vizinhos = [n for n in G.neighbors(i+1)]
            conecta = random.randint(1,n)
            while conecta==i+1:
                conecta = random.randint(1,n)
            vizinhos2 = [n for n in G.neighbors(conecta)]
            while (conecta,i+1) not in dic and len(vizinhos)<3 and len(vizinhos2)<3:
                dic.append((conecta,i+1))
                dic.append((conecta,i+1))
                G.add_edge(conecta,i+1)
                G.add_edge(i+1,conecta)

    return G
```

In [2]:

```
G = gera_grafo(32)
```

```
plt.figure(figsize=(15,15))
pos = nx.spring_layout(G)
nx.draw(G, pos, font_size=15 , with_labels = True, node_size=1500)
```



Restrições:

1. $\forall_{o,d \in V} \cdot \sum_{p \in P} x_p$ **Esta restrição garante que para cada par de vertices, existe pelo menos um caminho** ≥ 1 **entre eles**
2. $\sum_{e \in x} x_e$ **Minimizar o número total de caminhos entre todos os vértices do grafo**

Onde o,d representa o caminho de o para d, V os vertices e P os caminhos entre cada par de vertices

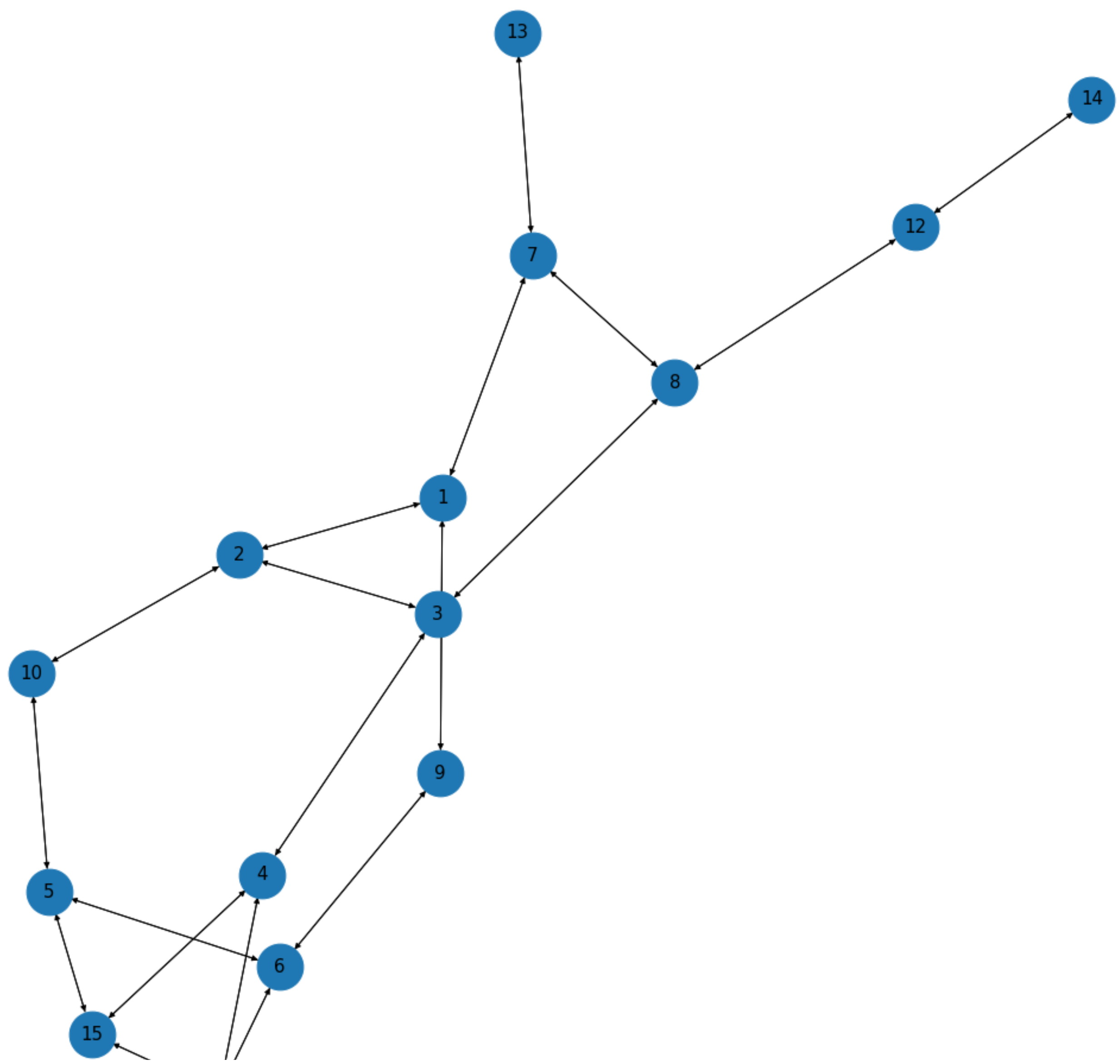
In [1]:

```
from ortools.linear_solver import pywraplp

def arestas(p):
    return [(p[i],p[i+1]) for i in range(len(p)-1)]

def max_remove(graph):
    sol = pywraplp.Solver.CreateSolver('SCIP')
```

```python
    d = {}
    for e in graph.edges():
        d[e] = sol.BoolVar(str(e))
    x = {}


    for s in graph.nodes:
        for t in graph.nodes:
            if s!=t:
              ps = list(nx.all_simple_paths(graph,s,t))
              for i in range(len(ps)):
                x[i] = sol.BoolVar(str(i) + ',' + str(s)+ ',' + str(t))
                for e in arestas(ps[i]):
                  sol.Add(d[e]>=x[i])
                sol.Add(sum(d[j] for j in arestas(ps[i]))<=x[i] + len(arestas(ps[i]))-1)
              sol.Add(sum(x.values()) >= 1)
              x = {}


    sol.Minimize(sum(d.values()))
    assert(sol.Solve() == pywraplp.Solver.OPTIMAL)

    return [ e for e in graph.edges() if round(d[e].solution_value()) == 0]
```

In [8]:

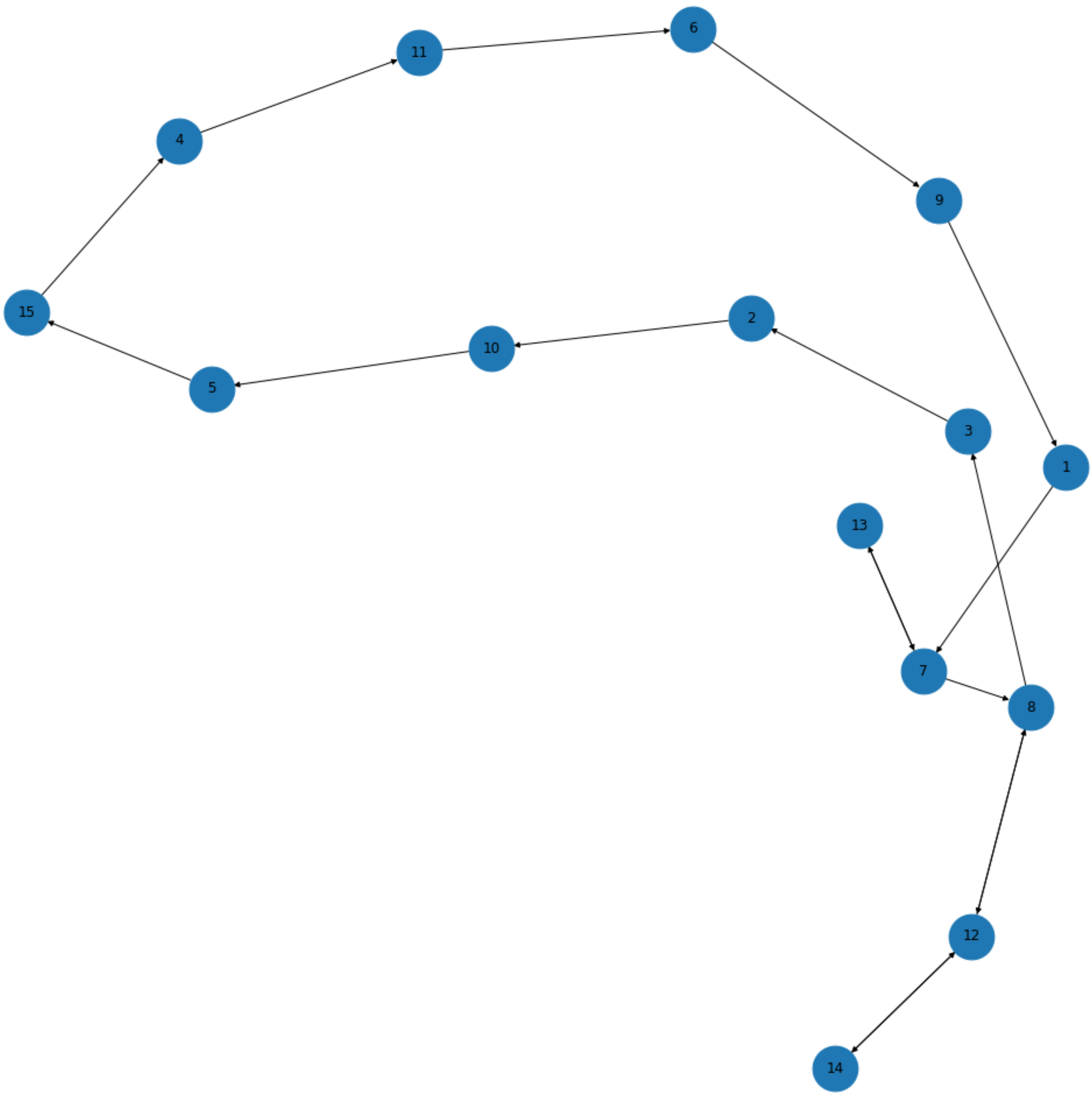
```python
grafo_mais_pequeno = gera_grafo(15)
plt.figure(figsize=(15,15))
pos = nx.spring_layout(grafo_mais_pequeno)
nx.draw(grafo_mais_pequeno, pos, font_size=15 , with_labels = True, node_size=1500)
```



In [9]:

```
y=max_remove(grafo_mais_pequeno)
final = grafo_mais_pequeno.copy()
plt.figure(figsize=(15,15))
for (o,d) in grafo_mais_pequeno.edges():
    if (o,d) in y:
        final.remove_edge(o,d)
nx.draw(final, with_labels = True,node_size=1500)
print("Maior número de vias que é possível remover: ",len(y))
```

```
Maior número de vias que é possível remover:  20
```



In [ ]: