



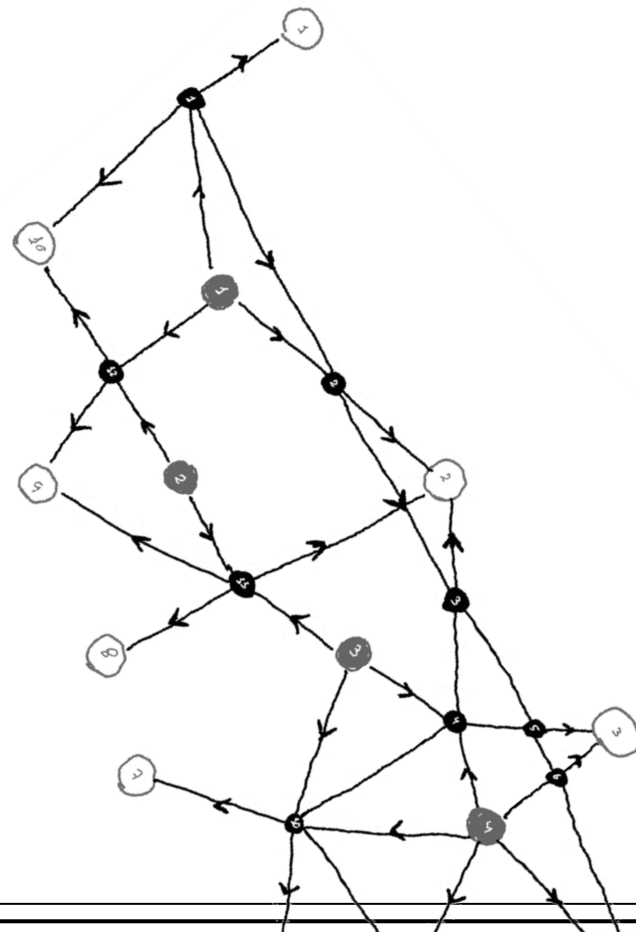
1º projeto de Desenho de Algoritmos

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

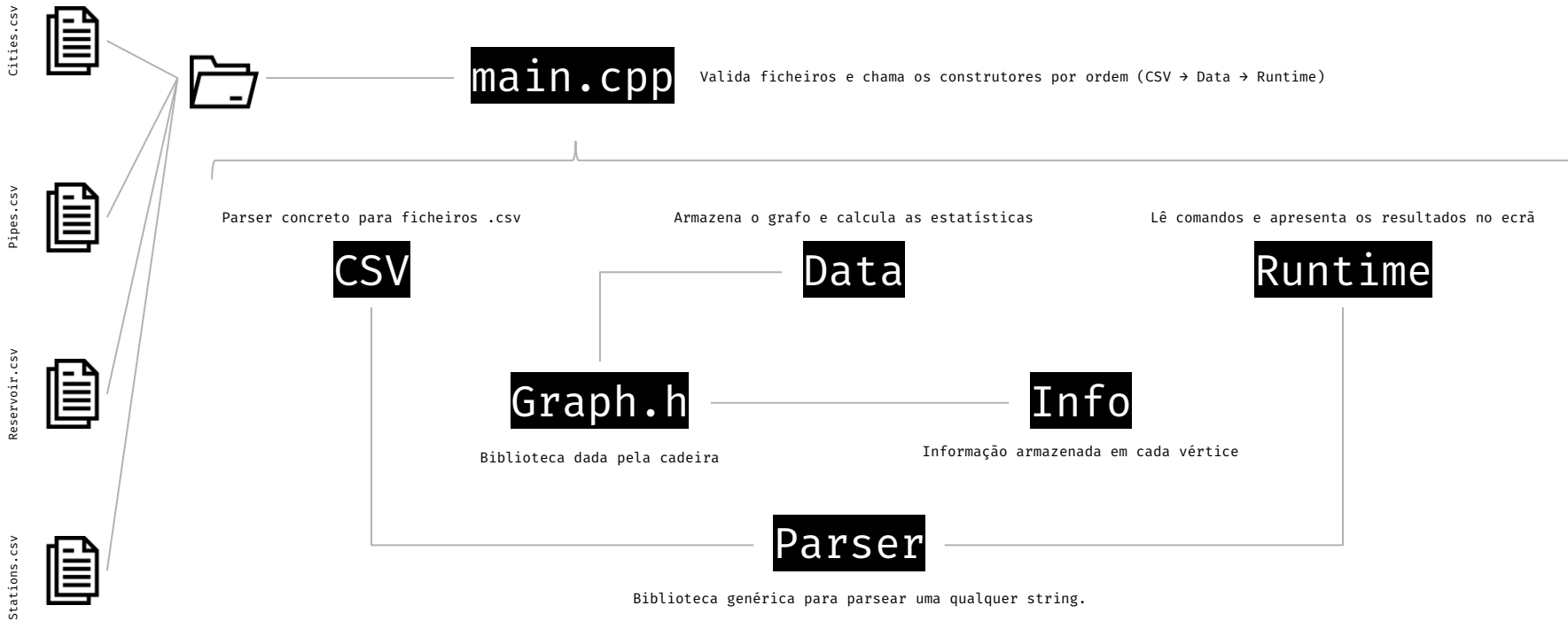
# *An Analysis Tool for Water Supply Management*

Grupo 163:

- Maria Rabelo ([up202000130@up.pt](mailto:up202000130@up.pt))
- Guilherme Matos ([up202208755@up.pt](mailto:up202208755@up.pt))
- João Ferreira ([up202208393@up.pt](mailto:up202208393@up.pt))



# Implementação



# Representação em grafo

**Graph<Info> g**

**Graph**

**Info**

Versão levemente  
modificada da biblioteca  
dada pela cadeira:

- `Graph::addEdge()` e  
`addBidirectionalEdge()`  
recebem apontadores a  
vértices em vez do seu  
conteúdo

Kind	Dados
Reservoir	Capacidade, Nome, Município
Pump	---
City	Procura, Cidade, População
<ul style="list-style-type: none"><li>• <code>uint16_t id</code> (<code>Kind + id = Code</code>)</li></ul>	

# Interface

- REPL: semelhante ao terminal;
- Contém mensagens de erro e avisos;
- **Runtime** trata de verificar os comandos e os argumentos do utilizador.

```
Welcome to Water Supply  
Management.  
Type 'help' to learn more.
```

```
> invalid command  
[ERROR] The command 'invalid  
command' is invalid.  
[INFO] Type 'help' to see the  
available commands.
```

```
> help  
Available commands:  
quit  
    Quits this program.  
help  
    Prints this help.  
count  
    Number of cities, reservo...  
maxFlowCity [cityId]  
    Maximum amount of water ...  
needsMet  
    Cities with not enough fl...  
...
```

# *maxFlowCity*

1.  $O(R) \mid O(C)$

Criar “SuperSource” e “SuperSink”

2.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp

3.  $O(C * N)$

Calcular fluxo máximo de cada cidade

4.  $O(V)$

Remover vértices auxiliares

V | Nº de vértices

E | Nº de arestas

C | Nº de cidades

R | Nº de reservatórios de água

N | Nº de arestas que ligam a uma cidade

```
> maxFlowCity 1  
C_1: 18
```

```
> maxFlowCity
```

```
C_10: 76
```

```
C_9: 59
```

```
C_8: 89
```

```
C_7: 225
```

```
C_6: 664
```

```
C_5: 295
```

```
C_4: 137
```

```
C_3: 46
```

```
C_2: 34
```

```
C_1: 18
```

```
Max flow of the network: 1643
```

# *needsMet*

1.  $O(R) \mid O(C)$

Criar “SuperSource” e “SuperSink”

2.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp

3.  $O(C * N)$

Calcular fluxo máximo de cada cidade em  
défice

4.  $O(V)$

Remover vértices auxiliares

V | Nº de vértices

E | Nº de arestas

C | Nº de cidades

R | Nº de reservatórios de água

N | Nº de arestas que ligam a uma cidade

```
> needsMet
```

```
Cities with not enough flow for  
their demand:
```

```
C_6: -76 (Flow: 664/740)
```

# *balanceLoad*

1.  $O(V E^2)$

Fluxo máximo inicial (Edmonds-Karp)

2.  $O(E)$

Métricas iniciais

A cada iteração (10x):

1.  $O(E \log E)$

Ordenar arestas por diferença

2.  $O(E^2)$

Redistribuir fluxo entre arestas

V | Nº de vértices

E | Nº de arestas

```
> balanceGraph
Average: 96.7561 -> 96.7561
Variance: 25373.1 -> 13079.6
Max difference: 561 -> 332.29
```

# *rm reservoir*

1.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp (estilo maxFlowCity)

2.  $O(1)$

Desativar vértice

3.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp (estilo maxFlowCity)

4.  $O(1)$

Ativar vértice

5.  $O(C)$

Filtrar cenários

V | Nº de vértices

E | Nº de arestas

C | Nº de cidades

```
> rm reservoir 4
```

The following cities would be affected:

C\_6: Old: 664, New: 475

C\_5: Old: 295, New: 100

C\_4: Old: 137, New: 136

```
> rm reservoir
```

[WARNING] There is not any redundancy in the network!



# rm reservoir: Otimização

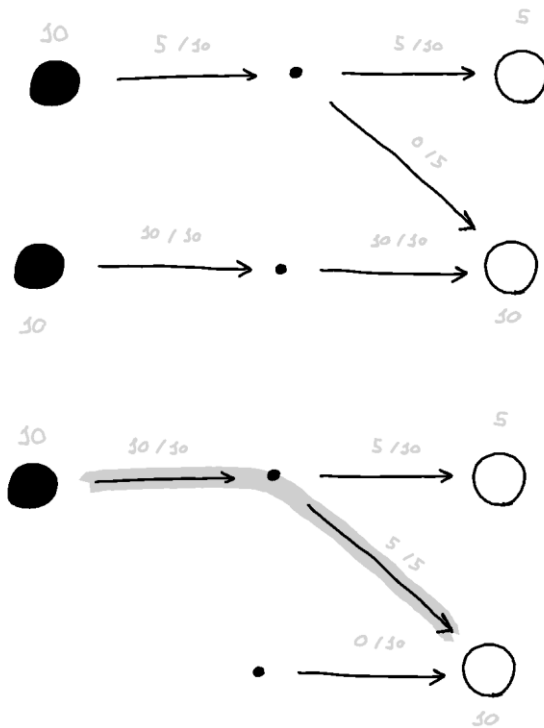
- Problema:**

Ao remover um reservatório, nem todas as cidades poderão ser afetadas.

Recalcular o fluxo máximo novamente pode ser redundante.

- Solução:**

1. Remover o vértice e suas arestas;
2. Remover o fluxo originado por este vértice;
3. Procurar "augmenting paths", se aplicável, reutilizando os valores da procura inicial.



# *rm pump*

1.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp (estilo maxFlowCity)

2.  $O(1)$

Desativar vértice

3.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp (estilo maxFlowCity)

4.  $O(1)$

Ativar vértice

5.  $O(C)$

Filtrar cenários

V | Nº de vértices

E | Nº de arestas

C | Nº de cidades

```
> rm pump 1
```

The following cities would be affected:

C\_10: Old: 76, New: 50

C\_6: Old: 664, New: 625

C\_5: Old: 295, New: 278

C\_1: Old: 18, New: 0

```
> rm pump
```

**[WARNING]** There is not any redundancy in the network!

# *rm pipe*

1.  $O(V * E^2)$

Executar Edmonds-Karp (estilo maxFlowCity)

2.  $O(E)$

Ativar todas as arestas

3.  $O(V * E^3)$

Para cada aresta, desativar, calcular fluxo máximo e ativar

V | Nº de vértices

E | Nº de arestas

```
> rm pipe PS_1 C_1
Impact of removing Pipeline from
PS_1 to C_1:
```

City	Old Flow	New Flow	Difference
C_6	664	682	+18
C_1	18	0	-18

```
> rm pipe
Removable pipelines without
impact:
```

R\_4 to PS\_7

R\_4 to PS\_10

R\_3 to PS\_11

R\_1 to PS\_12

PS\_10 to PS\_9

PS\_4 to PS\_5

Found +6 pipelines that won't  
affect the flow.