




AN ANALYSIS TOOL FOR WATER SUPPLY MANAGEMENT.



`<p> Algorithms and Data Structures, PRJ1, G17_4 </p>`



`<p> Afonso Machado (up202207611), Filipa
Geraldes (up202208030), Luís Arruda
(up202206970) </p>`

ÍNDICE.



01

Sistema de gestão de
abastecimento de água
e exemplos.



03

Aspetos mais
importantes e
desafios da nossa
implementação.



02

Grafo e decisões
conceptuais.



01

SISTEMA DE GESTÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA



PROBLEMA

<p> Quer-se um programa que faça a gestão de uma rede de abastecimento de água em Portugal pode tomar decisões informadas sobre a alocação eficiente de recursos, bem como identificar secções mais sensíveis da rede a falhas para antecipar interrupções no serviço ou mitigar os seus efeitos negativos. <p>



BASIC SERVICE METRICS

BASIC SERVICE METRICS

<p> T2.1. Quantidade máxima de água que pode chegar a cada uma ou a uma cidade específica. </p>

Para cada cidade:

```
||-----||  
||  Water Supply Management  ||  
||-----||
```

Choose an option:

- [1] Basic Service Metrics
- [2] Reliability and Sensitivity to Failures
- [3] Change Data Set

[0] Quit.

>1

```
||-----||  
||   Basic Service Metrics   ||  
||-----||
```

Choose an option:

- [1] Maximum amount of water than can reach to each or a specific city
- [2] Check if existing network configuration meets water needs
- [3] Balance load across the network

[0] Go back.

>1

Figura 1 e 2 – Basic Service Metrics Opção 1

BASIC SERVICE METRICS

<p> T2.1. Quantidade máxima de água que pode chegar a cada uma ou a uma cidade específica. </p>

Para cada cidade:

Maximum amount of water than can reach to...

[1] Each city

[2] Specific city

[0] Go back.

>1

MAXIMUM FLOW OF THE NETWORK: 24163

<C_1,52>

<C_2,515>

<C_3,110>

<C_4,1208>

<C_5,125>

<C_6,230>

<C_7,896>

<C_8,100>

<C_9,53>

<C_10,220>

<C_11,407>

<C_12,177>

<C_13,123>

<C_14,406>

<C_15,12250>

<C_16,96>

<C_17,5650>

<C_18,200>

<C_19,780>

<C_20,100>

<C_21,135>

<C_22,330>

Figura 3, 4 e 5 – Basic Service Metrics
Opção 1 Each City

BASIC SERVICE METRICS

<p> T2.1. Quantidade máxima de água que pode chegar a cada uma ou a uma cidade específica. </p>

Para uma cidade específica:

```
Maximum amount of water than can reach to...  
[1] Each city  
[2] Specific city  
  
[0] Go back.  
>2  
  
Which city?>C_1  
<C_1,64>
```

*Figura 6 – Basic Service Metrics Opção 1
Specific City*

BASIC SERVICE METRICS

<p> T2.2. Verificar se a configuração da rede existente atende às necessidades de água. </p>

```
||-----||
||   Basic Service Metrics   ||
||-----||

Choose an option:
[1] Maximum amount of water than can reach to each or a specific city
[2] Check if existing network configuration meets water needs
[3] Balance load across the network

[0] Go back.
>2
```

Figura 7, 8 e 9 – Basic Service Metrics Opção 2

```
DEFICIT FLOW OF THE NETWORK:
C_3:
- Demand: 160
- Actual Flow: 110
- Deficit: 50
C_5:
- Demand: 152
- Actual Flow: 125
- Deficit: 27
C_8:
- Demand: 122
- Actual Flow: 100
- Deficit: 22
C_10:
- Demand: 313
- Actual Flow: 220
- Deficit: 93
C_13:
- Demand: 158
- Actual Flow: 123
- Deficit: 35
```

```
C_17:
- Demand: 6324
- Actual Flow: 5650
- Deficit: 674
C_20:
- Demand: 168
- Actual Flow: 100
- Deficit: 68
C_21:
- Demand: 161
- Actual Flow: 135
- Deficit: 26
C_22:
- Demand: 397
- Actual Flow: 330
- Deficit: 67
```

BASIC SERVICE METRICS

<p> T2.3. Equilibrar a carga na rede. </p>

Técnica utilizada: Capacity Scaling

```
||-----||  
||   Basic Service Metrics   ||  
||-----||
```

Choose an option:

- [1] Maximum amount of water than can reach to each or a specific city
- [2] Check if existing network configuration meets water needs
- [3] Balance load across the network

[0] Go back.

>3

Maximum Flow: 24163

INITIAL METRICS:

INITIAL AVERAGE -> 507.754

INITIAL VARIANCE -> 1.30743e+06

INITIAL MAXIMUM DIFFERENCE -> 8894

Maximum Flow: 24163

FINAL METRICS:

FINAL AVERAGE -> 399.607

FINAL VARIANCE -> 540054

FINAL MAXIMUM DIFFERENCE -> 4000

Figura 10 e 11 – Basic Service Metrics Opção 3

BASIC SERVICE METRICS

<p> T2.3. Equilibrar a carga na rede. </p>

Técnica utilizada: Capacity Scaling

Example: For $f = 0$

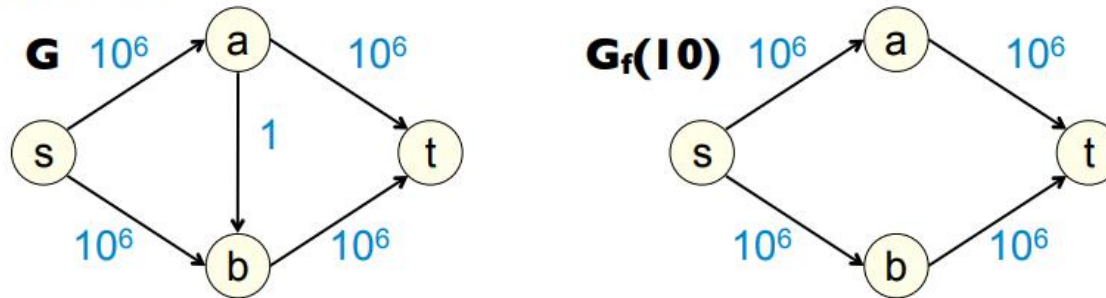


Figura 12 – Capacity Scaling

*retirado de : <https://cseweb.ucsd.edu/classes/sp11/cse202-a/lecture8-final.pdf>



RELIABILITY AND SENSIVITY TO FAILURES

RELIABILITY AND SENSITIVITY TO FAILURES

<p> T3.1. Avaliar a resiliência da rede (cidades afetadas pelos reservatórios). </p>

```
||-----||  
|| Reliability and Sensitivity ||  
|| to Failures Menu ||  
||-----||
```

Choose an option:

- [1] Evaluate network's resiliency
- [2] Temporarily remove pumping stations
- [3] Determine pipeline failures in a specific city
- [4] Determine Cities affected by a pipeline

[0] Go back.

>1

Which reservoir?> *R_1*

The reservoir R_1 affects:

-City: C_17, Old Flow: 5650, New Flow: 4650, Deficit: 1000

Figura 13 e 14 – Reliability and Sensitivity to Failures Opção 1

RELIABILITY AND SENSITIVITY TO FAILURES



`<p> T3.1. Evitar correr tantas vezes o Edmonds-Karp </p>`

Solução: Incremental Max-Flow

1. Calcular o fluxo máximo na rede usando o algoritmo Max-Flow. Guardar as informações de fluxo obtidas.
2. Para cada reservatório da rede: remover o reservatório da rede, atualizar a configuração da rede para refletir a remoção do reservatório, atualizar incrementalmente¹ o fluxo máximo na rede com base nas alterações feitas e armazenar as informações de fluxo atualizadas.

¹ *Atualizar incrementalmente o fluxo máximo na rede significa ajustar o fluxo máximo calculado anteriormente para refletir as alterações feitas na rede. Em vez de recalcular o fluxo máximo desde o início a cada vez que uma alteração é feita na rede, a abordagem incremental utiliza as informações já calculadas do fluxo máximo anterior e as modifica conforme necessário para levar em conta as alterações na rede.*

RELIABILITY AND SENSITIVITY TO FAILURES



`<p> T3.1. Evitar correr tantas vezes o Edmonds-Karp </p>`

Solução: Incremental Max-Flow

3. Depois de remover todos os reservatórios, comparar as informações de fluxo final com a demanda de cada delivery site e determinar quais cidades estão com o abastecimento de água não atendido devido à remoção dos reservatórios.

4. Fornecer uma lista de cidades afetadas cujo abastecimento de água não atende a demanda após a remoção de todos os reservatórios.

RELIABILITY AND SENSITIVITY TO FAILURES

<p> T3.2. Remover temporariamente pumping stations. </p>

```
||-----||  
|| Reliability and Sensitivity ||  
|| to Failures Menu ||  
||-----||  
  
Choose an option:  
[1] Evaluate network's resiliency  
[2] Temporarily remove pumping stations  
[3] Determine pipeline failures in a specific city  
[4] Determine Cities affected by a pipeline  
  
[0] Go back.  
>2
```

The pumping PS_1 affects:

-City: C_20, Old Flow: 100, New Flow: 0, Deficit: 100

The pumping PS_2 doesn't affect any city if removed

The pumping PS_3 affects:

-City: C_4, Old Flow: 1208, New Flow: 800, Deficit: 408

-City: C_5, Old Flow: 125, New Flow: 110, Deficit: 15

The pumping PS_4 affects:

-City: C_4, Old Flow: 1208, New Flow: 1000, Deficit: 208

The pumping PS_5 affects:

-City: C_4, Old Flow: 1208, New Flow: 950, Deficit: 258

*Figura 15 e 16 – Reliability and
Sensitivity to Failures Opção 2*

. . .

RELIABILITY AND SENSITIVITY TO FAILURES

<p> T3.3. Determinar falhas de pipelines numa cidade específica. </p>

```
||-----||  
|| Reliability and Sensitivity ||  
|| to Failures Menu ||  
||-----||  
  
Choose an option:  
[1] Evaluate network's resiliency  
[2] Temporarily remove pumping stations  
[3] Determine pipeline failures in a specific city  
[4] Determine Cities affected by a pipeline  
  
[0] Go back.  
>3
```

```
Which city?> C_1  
Critical Pipes to: C_1  
PS_71 -> C_1  
PS_77 -> C_1
```

Figura 17 e 18 – Reliability and Sensitivity to Failures Opção 3

RELIABILITY AND SENSITIVITY TO FAILURES

<p> T3.3. Determinar cities afetadas por uma pipeline. </p>

```
||-----||
|| Reliability and Sensitivity ||
||       to Failures Menu       ||
||-----||

Choose an option:
[1] Evaluate network's resiliency
[2] Temporarily remove pumping stations
[3] Determine pipeline failures in a specific city
[4] Determine Cities affected by a pipeline

[0] Go back.
>4
```

```
This pipeline R_1 -> PS_21 affects:
-City: C_17, Deficit: 1000
This pipeline R_2 -> PS_30 affects:
-City: C_7, Deficit: 596
-City: C_14, Deficit: 86
This pipeline R_2 -> PS_31 affects:
-City: C_7, Deficit: 296
This pipeline R_3 -> PS_14 affects:
-City: C_5, Deficit: 15
This pipeline R_3 -> PS_15 affects:
-City: C_21, Deficit: 25
This pipeline R_4 -> PS_12 affects:
-City: C_5, Deficit: 10
-City: C_21, Deficit: 15
This pipeline R_4 -> PS_8 affects:
-City: C_5, Deficit: 100
```

Figura 19 e 20 – Reliability and
Sensitivity to Failures Opção 4

. . .



02

GRAFO E DECISÕES CONCEPTUAIS

GRAFO



Station

```
int id
string code
```

Pipe

```
string servicePointA
string servicePointB
unsigned int capacity
bool direction
```

City

```
string city
double demand
unsigned int population
```

Reservoir

```
string name
string municipality
unsigned long maxDelivery
```

Station

| \

| \

V V

Reservoir City



03 CONCLUSÃO

Aspetos mais importantes e desafios

- Desenvolver um algoritmo para otimizar a distribuição de carga na rede, aprimorando as métricas enquanto mantém o fluxo máximo
- Pensar num algoritmo para reduzir a necessidade de recalcular o Maximum Flow tantas vezes.