

# Relatório 2º projecto ASA 2024/2025

Grupo: TP032

Aluno(s): Diogo Fernandes (110306) e Michael Andrew (63484)

## Descrição do Problema e da Solução

O problema consiste em determinar o índice de conectividade de uma rede de metro a partir de um conjunto de linhas, estações e conexões entre elas. A estratégia adotada baseia-se na redução da complexidade ao converter a rede de estações numa rede de linhas, isto é, em vez de considerar cada estação individualmente, agrupa-se o conjunto de estações que formam uma linha nos sets de estações da estrutura “Lines”, eliminam-se linhas redundantes (sublinhas contidas em outras linhas) e avaliam-se as conexões entre essas linhas. Deste modo, constrói-se um grafo onde cada vértice representa uma linha e as arestas representam as conexões entre linhas.

Apesar do custo adicional deste pré-processamento, esta abordagem facilita o cálculo da conectividade, pois durante a execução do algoritmo BFS, os valores atribuídos aos vértices aumentam a cada iteração, representando o número de mudanças de linha necessárias para alcançar cada linha a partir de uma linha inicial. Assim, ao aplicar a BFS em todos os nós, é possível determinar a maior distância em termos de mudanças de linha, resolvendo o problema de forma eficiente, visto que, normalmente, o número de linhas é inferior ao número de estações.

## Análise Teórica

```
índiceDeConectividade Solution(){
    Input(V, E, L); // V = nº estações, E = nº ligações, L = nº linhas
    Apagar_sublinhas()
    Construir_grafo();
    BFS_em_todas_as_linhas();
    return índiceDeConectividade
}
```

- **Leitura dos dados de entrada:** leitura dos dados iniciais ( $V$ ,  $E$  e  $L$ ),  $O(1)$ , resize de um vetor de estruturas “Lines”,  $O(L)$ , e leitura das conexões entre estações e respetiva inserção nos sets de estações das estruturas “Lines”,  $O(E * \log(V))$ . Logo,  $O(E * \log(V))$ .
- **Apagar Sublinhas:** Para remover sublinhas, verifica-se para cada par de linhas,  $O(L^2)$ , se uma é subconjunto da outra. Cada verificação pode percorrer até  $V$  estações,  $O(V)$ . Logo,  $O(V * L^2)$ .
- **Construção do grafo:** Para todas as combinações de linhas,  $O(L^2)$ , percorrer as estações de uma linha e tentar encontrá-las na segunda linha, para conectar as linhas,  $O(V \log(V))$ . Logo  $O(L^2 * V * \log(V))$
- **BFS em múltiplas fontes:** Aplicação do algoritmo BFS a cada vértice do grafo, ou seja, a cada linha. Considerando que o grafo, no pior caso, é densamente conectado, isto é, tem aproximadamente  $L^2$  arestas, apenas uma BFS teria complexidade de  $O(L + L^2) \approx O(L^2)$ . Logo,  $O(L^3)$ .

**Complexidade Global da Solução:** Construção do grafo é a etapa dominante, logo  $O(L^2 * V * \log(V))$ .

# Relatório 2º projeto ASA 2024/2025

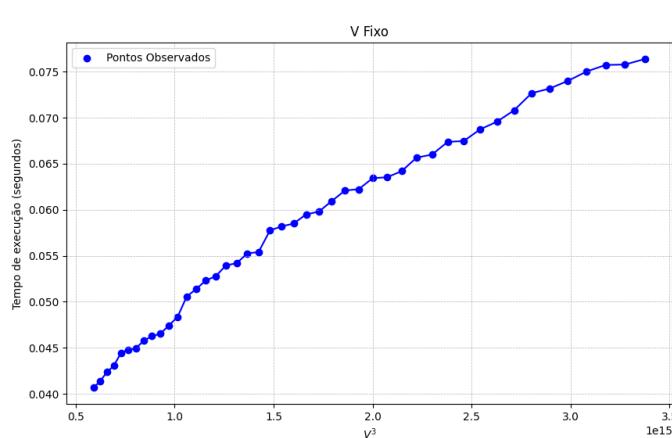
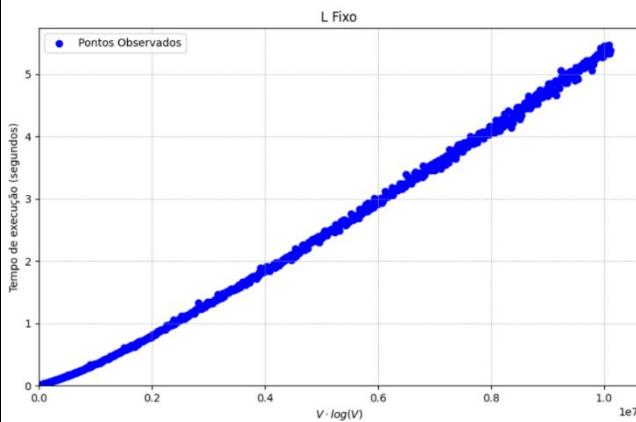
Grupo: TP032

Aluno(s): Diogo Fernandes (110306) e Michael Andrew (63484)

## Avaliação Experimental dos Resultados

Foram simuladas boas condições de temperatura, bateria e houve desativação de processos desnecessários. Foi integrado ao projeto, através da biblioteca *chrono*, um temporizador para medir o tempo de execução após a geração incremental dos inputs. Estes incrementos foram realizados com  $L$  fixo, igual a 4, com  $V$  a variar de 1000 em 1000, e com  $E = V * L - V/2$ , até que  $V$  fosse 748.000. Observaram-se 748 pontos para o primeiro gráfico. Para o segundo gráfico, estabeleceu-se um  $V$  fixo, igual a 30, e variou-se o  $L$  de 1500 em 1500 a partir de um valor que se considerou elevado, 84.000, para minimizar a influência de outras componentes da complexidade, até 150 mil, e com  $E = 2 * L / 3$ . Os tempos foram posteriormente utilizados para construir os seguintes gráficos e respetivas tabelas com alguns pontos relevantes observados.

$V$	$E$	Tempo / s
1.000	3.500	0,001380
4.000	14.000	0,010198
33.000	115.500	0,103043
198.000	693.000	1,024582
268.000	938.000	1,500075
339.000	1.186.500	2,021099
456.000	1.596.000	3,011736
576.000	2.016.000	4,005892
707.000	2.474.500	5,042408
748.000	2.618.000	5,383271



$L$	$E$	Tempo / s
84.000	56.000	0,040685
102.000	68.000	0,050572
111.000	74.000	0,055259
121.500	81.000	0,060938
130.500	87.000	0,065663
138.000	92.000	0,069564
142.500	95.000	0,073159
147.000	98.000	0,075726
148.500	99.000	0,075773
150000	100000	0,076377

No primeiro gráfico, evidencia-se o comportamento da componente  $V * \log(V)$  da complexidade da etapa de construção do grafo. No segundo gráfico, tenta comprovar-se a complexidade das múltiplas BFS's,  $O(V^3)$ , colocando-se valores muito elevados de  $L$  a variar, porém evidencia-se uma pequena curva, dado que não observamos sempre piores casos na prática.