

# Relatório 2º Projeto ASA 2022/2023

Grupo: tp012

Alunos: David Pires (103458) Diogo Miranda (102536)

## Descrição do Problema e da Solução

---

**Problema:** Dado um grafo  $G = (V, E)$ , determinar o caminho de maior peso possível no grafo (Maximum Spanning Tree).

**Solução:** Aplicação do Algoritmo de Kruskal mas com uma pequena alteração. Até ao sort o algoritmo mantém-se porém depois percorre-se as edges do fim do vetor para o início (ordem decrescente) em vez do início do vetor para o fim (ordem crescente). Desta forma retira-se primeiro as edges de maior peso, obtendo-se a Maximum Spanning Tree.

## Análise Teórica

- Ler o input dado (simple loop que lê todas as entradas ( $\#V$ ,  $\#E$ , edges)):  $O(E+2) = O(E)$
- Criação do vetor para guardar os vértices e a sua raiz (e preenchimento):  $O(V)$
- Criação do vetor para guardar as edges (e preenchimento):  $O(E)$
- Dar sort no vetor de edges (utilizada a função `sort()` da biblioteca `<algorithm>`):  $O(E \cdot \log(E))$
- Implementação de Kruskal, percorrer todas as edges,  $O(E)$  vezes a complexidade de uma chamada à função `notCycle()`. Na função `notCycle()` todos os parents da tree com menor tamanho são unidos à maior árvore, com compressão de caminhos percorre-se todos os vértices ( $\pm$  procura em árvore binária, tem complexidade  $O(\log(V))$ ). Assim a complexidade é:  $O(E \cdot \log(V))$

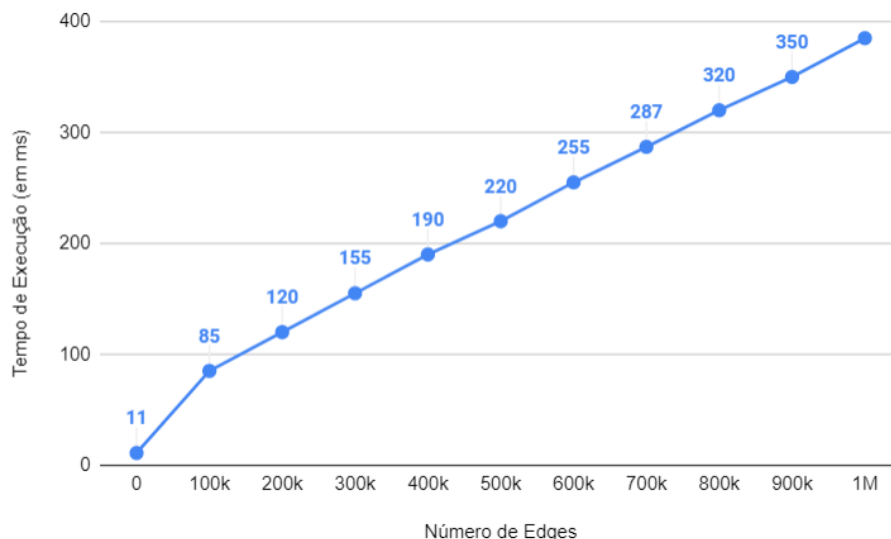
Complexidade Global:

$$O(E \times \log(E)) + O(E \times \log(V)) \in \begin{cases} O(E \times \log(E)) & V > E \\ O(E \times \log(V)) & V < E \end{cases}$$

Note-se que a nossa implementação de Kruskal não utiliza o critério de desempate por rank na junção de árvores pelo que a procura nas árvores será mais lenta que  $\log(V)$  no pior caso. A nossa implementação de Kruskal terá uma complexidade um pouco pior que a demonstrada.

---

Os seguintes resultados foram obtidos através de cortes do seguinte teste com o comando `sed` de UNIX. Os resultados foram obtidos com a ferramenta `hyperfine` e são uma média de entre 100~200 testes.



Número de edges é maior que número de vértices, logo esta aplicação do algoritmo de Kruskal deverá ser  $E \cdot \log(E)$ . No gráfico esta função pode parecer linear mas  $E \cdot \log(E)$  também o parece para estes números elevados.  $f(E)=E$  é uma função linear, e  $f(E)=\log(E)$  para estes números elevados cresce muito lentamente pelo que parece quase constante ( $\log(100k)=16.61, \dots, \log(1M)=19.93$ ).

Assim Podemos concluir que gráfico aproxima-se da função  $E$ . Pelo que suporta a nossa suposição da complexidade deste programa ser:

$$O(E \times \log(E))$$

Com 0 edges o tempo de execução não é 0 uma vez que ainda são gerados anteriormente os vetores para receber os vértices e a sua respetiva raiz. Este exemplo utiliza 10000 vértices, pelo que este processo ainda vai demorar algum tempo. Também podemos concluir aqui que para inputs com muitos vértices e poucas edges a complexidade de gerar (e preencher) este vetor será maior do que resolver o problema, assim nestes casos a complexidade da solução será:

$$O(V)$$