**Descrição do Problema e da Solução**

Neste projeto, tratamos de resolver os problemas de verificação de árvores genealógicas válidas “biologicamente”, se respeitam o número de progenitores e não têm ciclos de gerações, e a descoberta do ancestral comum mais baixo entre dois nós. Tais exercícios são resolvidos no contexto de grafos dirigidos.

A partir do número **V** de vértices e **E** de arcos, é criado o **grafo da árvore inversa** cujos nós indexados de 1 a V estabelecem E ligações entre eles. Durante a criação, há garantia de que são apenas adicionados arcos que não invalidem nós (caso contrário, o programa termina). Após ser feita uma possível árvore inversa, é feita uma DFS para detetar ciclos, procurando qualquer back edge que evidencie.

Pré processamos 2 vetores de inteiros de V posições, correspondentes cada uma a um vértice, com filhos marcados a preto (1) e não filhos marcados a branco (-1), usando BFS. Finalmente, aplicamos o algoritmo LCA, que cada vez que encontra um filho nos dois vetores, na mesma posição, adiciona o índice do vértice à lista de ancestors, aumentando depois o número de pais de cada filho que este possui.

**Análise Teórica**

* Leitura dos dados de entrada: leitura do input, preenchimento de vetor de tamanhos (comprimento V): **Θ(V)**;
* Preenchimento de arcos: **O(E)**;
* Deteção de ciclos na possível árvore inversa usando DFS e a procura de back edges por cada vértice (no pior caso): **O(V+E)**;
* Processamento de 2 vetores de vértices ordenados (um para cada um dos comparados) com BFS: **O(V+E)**;
* Aplicação do algoritmo LCA para obter ancestrais comuns (verifica todos os vértices no pior caso): **O(V)**;
* Apresentação dos dados. **O(V)**;

Complexidade global da solução: **O(V+E)**!

**Avaliação Experimental dos Resultados**

Cronometraram-se execuções da solução construída, com árvores de 100 000 a 1 000 000 de vértices (incrementando de 100 000 em 100 000). Foi depois traçada, graficamente, uma “reta” correspondente à evolução do tempo de execução demorado, em segundos (eixo dos YYs), em função do aumento do número de vértices (eixo dos XXs).

De acordo com a figura, o crescimento da reta é praticamente linear. Com esta observação, pode-se concluir que na prática aplica-se a previsão feita da complexidade O(V+E). Desta forma, o gráfico correspondeu às contas feitas.