

## **Relatório 2º Projecto ASA 2025/2026**

**Grupo:** 114

**Aluno(s):** 111179 e 110600

### **Descrição do Problema e da Solução**

O problema consiste em calcular, para todos os pares de cruzamentos (A,B), o número de caminhos distintos existentes num mapa de estradas de sentido único, sem ciclos, modelado como um grafo dirigido acíclico (DAG). Com base nesse valor, é determinado o número do camião responsável pela entrega entre A e B, de acordo com a fórmula definida no enunciado.

A solução proposta utiliza exclusivamente algoritmos iterativos e evita abordagens de natureza exponencial ou subexponencial. A estratégia baseia-se numa ordenação topológica do grafo, seguida de programação dinâmica batelada para calcular eficientemente o número de caminhos entre múltiplas origens e destinos, respeitando os limites de tempo e memória.

### **Análise Teórica**

- Leitura dos dados de entrada: construção das listas de adjacência do grafo. Complexidade  $O(N + E)$ .
- Ordenação topológica: aplicação do algoritmo de Kahn. Complexidade  $O(N + E)$ .
- Processamento principal: programação dinâmica iterativa em batches, com custo  $O(N + E)$  por batch e  $O(N)$  batches no pior caso.
- Apresentação dos dados: agregação e ordenação lexicográfica dos pares por camião, com custo  $O(N^2 \log N)$ .

**Complexidade global da solução:**  $O(N \times (N + E))$

# Relatório 2º Projecto ASA 2025/2026

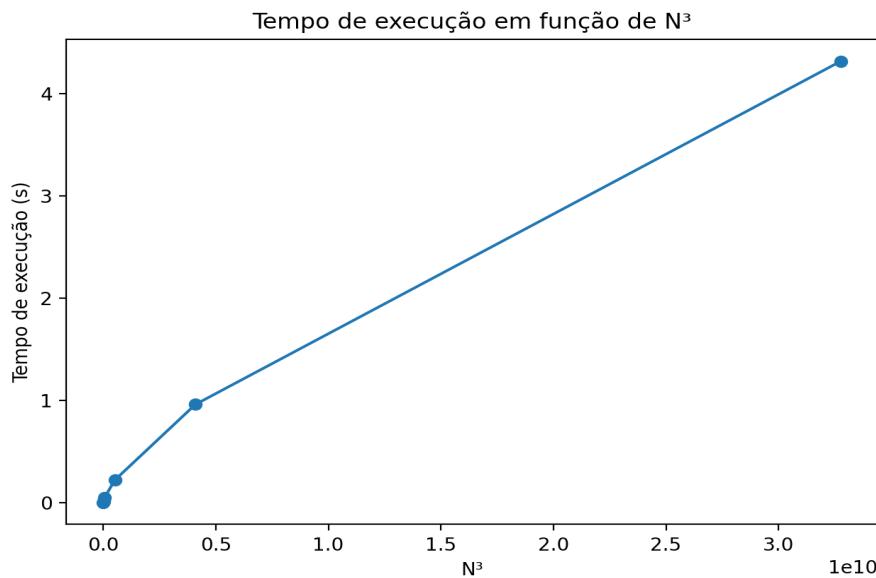
Grupo: 114

Aluno(s): 111179 e 110600

## Avaliação Experimental dos Resultados

Foram realizadas experiências com instâncias geradas automaticamente, de tamanho crescente, utilizando grafos acíclicos com densidade aproximada de 0.3. Os testes foram executados num MacBook Pro (macOS, CPU Apple M-series), medindo o tempo de execução através de `time.perf_counter`.

N	Tempo (s)	T_N / T_{N/2}
100	0.006	—
200	0.016	2.6x
400	0.055	3.4x
800	0.224	4.1x
1600	0.964	4.3x
3200	4.320	4.5x



Observa-se uma relação aproximadamente linear entre o tempo de execução e  $N^3$ , confirmando que a implementação está de acordo com a complexidade teórica  $O(N \times (N + E))$ .