

Relatório 2º Projeto ASA 2025/2026

Grupo: AL090

Aluno(s): Tiago Andrês (ist1113875) e Rodrigo Baptista(ist1114851)

Descrição da Solução

- A solução procura encontrar todos os pares de interseções (a,b) que possuem pelo menos um caminho entre si e atribuir essa rota a um camião específico.
- O camião atribuído é calculado com $C = (1 + \#caminhos(a,b)) \% M$.
- Construção de um DAG com vértices (N) e arestas unidirecionais (ai,bi).
- Criação de duas estruturas auxiliares (N x N):
 - Count guarda o número de caminhos entre dois vértices
 - Reach indica se o vértice B é atingível a partir do vértice A.

Análise Teórica

- Leitura dados entrada: $O(K)$
 - Lê as K linhas e armazena os vértices que são adjacentes.
- Construção do grafo: $O(N + K)$
 - Inicializa o vetor que guarda os nós adjacentes (tamanho n + 1) e de seguida, inserir as K arestas lidas na lista correspondente.
- Aplicação do algoritmo indicado para cálculo do valor pedido: $O(N(N+K))$
 - Ordenação topológica: $O(N + K)$ - algoritmo de Kahn.
 - Inicialização e output: $O(N^2)$ - inicializar e percorrer as matrizes count e reach de tamanho N x N.
 - Programação dinâmica: $O(NK)$ - percorre os nós por ordem topológica e para cada nó itera sobre as suas arestas de saída. No total percorre todas as K arestas e para cada uma, atualiza o vetor de tamanho N, resultando em N x K operações.
 - Total destes passos: $O(N + K) + O(NK) + O(N^2) = O(N^2 + NK) = O(N(N+K))$.
- Complexidade da solução: $O(N(N+K))$
 - A complexidade é dominada pela aplicação do algoritmo, quando a densidade é elevada, K aproxima-se de N^2 , tornando a solução $O(N^3)$. Por outro lado, quando a densidade é reduzida, a solução fica $O(N^2)$.

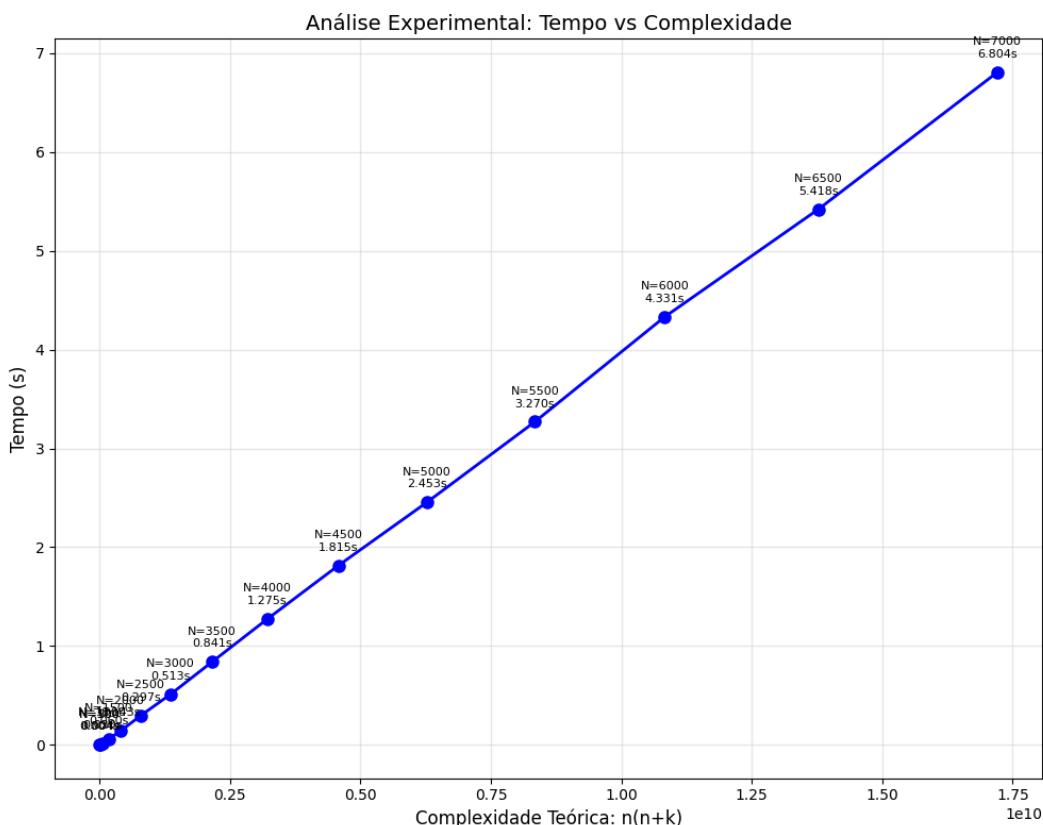
Relatório 2º Projeto ASA 2025/2026

Grupo: AL090

Aluno(s): Tiago Andrês (ist1113875) e Rodrigo Baptista(ist1114851)

Análise Experimental

- Para validar a complexidade teórica de $O(N(N+K))$, criámos vários testes com valores diferentes de N e consequentemente valores diferentes de K, mas os restantes valores mantiveram-se constantes em todos os testes:
 - M = 100;
 - Densidade = 10%;
 - Seed = 123.
- Confirma-se a relação linear entre $f(N,K) = N(N+K)$ e o tempo necessário para cada teste.



N (Nós)	K (Caminhos)	$f(n,k) = n(n+k)$	Tempo (s)
100	478	5.78e+04	0.004
500	12454	6.48e+06	0.004
1000	50014	5.10e+07	0.020
1500	112775	1.71e+08	0.060
2000	200558	4.05e+08	0.143
2500	312954	7.89e+08	0.297
3000	450266	1.36e+09	0.513
3500	612632	2.16e+09	0.841
4000	800004	3.22e+09	1.275
4500	1012166	4.57e+09	1.815
5000	1248588	6.27e+09	2.453
5500	1511421	8.34e+09	3.270
6000	1799081	1.08e+10	4.331
6500	2112017	1.38e+10	5.418
7000	2450471	1.72e+10	6.804