

# Relatório 1º projecto ASA 2025/2026

Grupo: AL130

Aluno(s): André Sá (ist1109904) e Joana Melo (ist1114255)

---

## Descrição do Problema e da Solução

O problema consiste em, dada uma cadeia de  $n$  aminoácidos,  $a_1$ - $a_n$  encontrar a sequência de remoção destes que maximiza a energia por eles libertada. A cadeia é limitada por dois aminoácidos terminais,  $a_0$  e  $a_{n+1}$ , que não são removidos. A energia libertada ao remover um aminoácido depende da energia potencial e classe bioquímica tanto de si, quanto dos aminoácidos adjacentes. A solução encontrada baseia-se em programação dinâmica intervalar, fixando intervalos de aminoácidos ( $a_L$ - $a_R$ ) e encontrando o mais proveitoso de retirar por último,  $a_i$ . Tal é conseguido maximizando a soma da energia dos intervalos  $a_L$ - $a_i$  e  $a_i$ - $a_R$  com a energia de remoção de  $a_i$  no trio  $a_L$ - $a_i$ - $a_R$  (última remoção do intervalo), para todos os  $i$  entre 1 e  $n$ .

## Análise Teórica

- Leitura e processamento de input:  
Leitura simples dos dados de entrada, linha a linha, recorrendo a funções built-in de complexidade  $O(n)$ , e posterior junção dos dados de input num ciclo a depender linearmente de  $n$ . Logo, complexidade  $O(n)$ .
- Aplicação do algoritmo indicado:  
Utilização de duas matrizes  $(n+2) \times (n+2)$  para armazenamento de sequências de remoção ótimas e da energia libertada nos intervalos  $a_i$ - $a_j$ , cuja complexidade de criação é  $O(n^2)$ , e de três ciclos aninhados, nos quais se escolhem sequências ótimas nos diferentes intervalos. Nos ciclos são feitas apenas operações diretas, cuja complexidade é  $O(1)$ . Os ciclos em si dependem linearmente de  $n$ , conferindo aos três ciclos aninhados uma complexidade de  $O(n^3)$ .  
A escolha da sequência ótima final é feita diretamente acedendo às duas matrizes iniciais, ou seja, com complexidade  $O(1)$ .  
A complexidade total da aplicação do algoritmo pode ser expressa pela seguinte equação:  $A(n) = O(n^2) + O(n^3) + O(1) = O(n^3)$
- Apresentação dos dados:  
A apresentação do valor de energia libertada é direta ( $O(1)$ ), enquanto que a apresentação da sequência de remoção necessita da iteração pela sequência em si. Sendo que esta iteração depende linearmente de  $n$ , a complexidade da apresentação de dados é  $O(n)$ .

# Relatório 1º projecto ASA 2025/2026

Grupo: AL130

Aluno(s): André Sá (ist1109904) e Joana Melo (ist1114255)

Complexidade global da solução:

$$S(n) = O(n) + O(n^3) + O(n) = O(n^3)$$

## Avaliação experimental dos resultados

Foram geradas 24 instâncias com n entre 10 e 3000 (e m=1000 constante).

n	10	50	100	150	250	350	500	700	900	1200	1500	1750	2000	2150	2250	2350	2500	2550	2600	2700	2800	2900	2950	3000
Tempo (s)	0.008	0.009	0.011	0.018	0.040	0.055	0.130	0.349	0.646	2.394	4.080	9.345	15.237	20.791	21.688	29.057	30.335	33.340	38.673	42.002	45.543	52.491	59.537	64.612

Os resultados experimentais confirmam a complexidade  $O(n^3)$ : o tempo cresce linearmente com  $n^3$  (coeficiente  $\approx 2.4 \times 10^{-12}$ ), verificável no gráfico normalizado onde os pontos acompanham a linha  $y=x$ . Para  $n \geq 500$ , o termo cúbico domina; para  $n > 3000$ , o tempo ultrapassa 1 minuto, revelando limitações práticas para cadeias extensas.

