Grupo: AL128 **Relatório 1º Projecto ASA 2025/2026**
Aluno(s): Bruno Silva (113985)

Descrição do Problema e da Solução

O problema consiste em determinar a ordem ótima de remoção de uma cadeia de N aminoácidos para maximizar a energia total libertada. A estrutura do problema, onde a remoção de um elemento altera as adjacências dos vizinhos, sugere uma abordagem de Programação Dinâmica. O objetivo é calcular a energia máxima e reconstruir a sequência de remoção, respeitando o critério de desempate lexicográfico.

A solução implementada utiliza uma tabela $DP[i][j]$ que armazena a energia máxima para o intervalo (i, j). O algoritmo itera sobre o tamanho do intervalo e testa todos os pontos de corte k ($i < k < j$) como último elemento a remover.

Análise Teórica

Pseudo-código e Complexidade:

- **Leitura e Inicialização:** Leitura de N, potenciais e classes, com adição de sentinelas nas extremidades.
  $\rightarrow$ Complexidade: $O(N)$.
- **Cálculo da Energia (Núcleo DP):** O preenchimento da tabela envolve três ciclos aninhados:
  - Ciclo externo (tamanho len): itera de 2 a $N + 1$. ($\approx N$)
  - Ciclo intermédio (início i): itera de 0 a $N - len$. ($\approx N$)
  - Ciclo interno (ponto de corte k): itera de $i + 1$ a $j - 1$. ($\approx N$)

  As operações aritméticas no núcleo são $O(1)$. Logo, o tempo total é $O(N^3)$.
- **Reconstrução da Solução:** A função recursiva percorre a tabela de decisão $root[i][j]$ para imprimir a sequência.
  $\rightarrow$ Complexidade: $O(N)$.

Complexidade Global: $O(N^3)$. **Complexidade Espacial:** $O(N^2)$.

Avaliação Experimental dos Resultados

Para validar a análise teórica, foram geradas instâncias aleatórias com N entre 100 e 1200. O algoritmo foi executado 5 vezes para cada dimensão. Os resultados (média e desvio padrão) encontram-se sumarizados abaixo.

N	Complexidade (N^3)	Tempo (s)	Desvio (s)
100	1.0×10^6	0.033	0.033
200	8.0×10^6	0.019	0.001
300	2.7×10^7	0.023	0.004
400	6.4×10^7	0.029	0.004
500	1.2×10^8	0.053	0.008
600	2.2×10^8	0.069	0.011
700	3.4×10^8	0.129	0.016
800	5.1×10^8	0.162	0.029
900	7.3×10^8	0.244	0.016
1000	1.0×10^9	0.327	0.037
1100	1.3×10^9	0.464	0.044
1200	1.7×10^9	0.609	0.033

Tabela 1: Tempos de execução (Média de 5 ensaios).

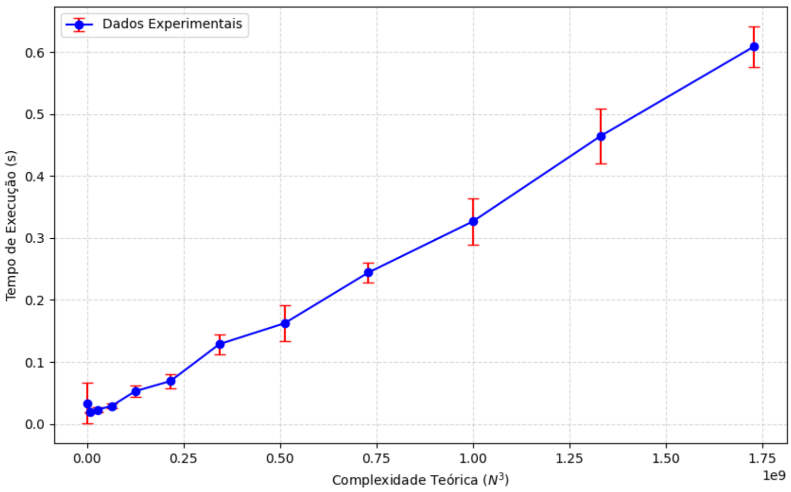

Figura 1: Tempo de Execução (s) vs Complexidade Teórica (N^3).

Análise: O gráfico demonstra uma correlação linear clara entre o tempo de execução e a complexidade teórica cúbica (N^3) a partir de $N = 200$. A anomalia em $N = 100$ (tempo superior a $N = 200$) deve-se ao *overhead* inicial do sistema operativo. Ignorando este ruído, a linearidade da curva confirma experimentalmente que a solução escala em $O(N^3)$, validando o modelo teórico.