

A interpretação da prova faz parte da avaliação, portanto leia com atenção.

Considere uma matriz quadrada A , de tamanho $n = m \times m$, e considere os índices dessa matriz como sendo $i = 0, \dots, m - 1$ para as linhas e $j = 0, \dots, m - 1$ para as colunas. A matriz A possui a seguinte estruturação:

- todos os elementos à esquerda do valor de uma posição referente à diagonal, $A_{i,j}$ quando $i = j$, em uma linha estão previamente ordenados e são menores do que a diagonal. Ver abaixo na terceira linha os elementos 22 e 23 estão ordenados em relação ao elemento da diagonal 23;
- todos os elementos à direita do valor de uma posição referente à diagonal, $A_{i,j}$ quando $i = j$, em uma linha não estão previamente ordenados e são maiores ou iguais à diagonal. Ver abaixo na segunda linha os elementos 17, 16 e 21 não estão ordenados em relação ao elemento da diagonal 15;
- entre as duas posições sequenciais da diagonal, todos os elementos são maiores ou iguais ao o valor da primeira posição e menores ou iguais que o valor da segunda posição. Ver abaixo, considerando os elementos da diagonal 15 e 23, na segunda e terceira linhas, os elementos 17, 16, 21, 22 e 23 são ≤ 23 e ≥ 15 .

Por exemplo:

$$\begin{bmatrix} 1 & 7 & 10 & 3 & 3 \\ 10 & 15 & 17 & 16 & 21 \\ 22 & 23 & 23 & 28 & 28 \\ 30 & 31 & 40 & 41 & 42 \\ 48 & 48 & 50 & 51 & 52 \end{bmatrix}$$

Considere também a seguinte solução de força bruta que ordena os valores desta matriz:

```
int i, j, k = 0, aux;

for (i=0; i<m; i++)
    for (j=0; j<m; j++)
        vetor[k++] = matriz[i][j];

for(i = 0; i < m*m-1; i++){
    for(j = 0; j < m*m-1; j++){
        if (vetor[j] > vetor[j+1]){
            aux = vetor[j];
            vetor[j] = vetor[j+1];
            vetor[j+1] = aux;
        }
    }
}
```

```
k = 0;
for (i=0; i<m; i++)
    for (j=0; j<m; j++)
        matriz[i][j] = vetor[k++];
```

Questões:

1. (3 pontos) Formule **a equação** que representa o número de comparações e operações aritméticas realizadas no pior caso, excluindo da contagem operações relativas a linhas com instruções **for** e **while**. Considere a variável a como sendo as operações aritméticas e c as comparações. A seguir, resolva a equação de eficiência, obtendo a **forma fechada** em termos de n e suas constantes a e c . É preciso mostrar seu raciocínio, não é suficiente apenas a equação final.
2. (4 pontos) **Otimize a solução acima, da melhor forma que você conseguir**, e submeta sua solução para o run.codes na **Avaliação [A-K]**, assumindo:
 - Matriz com elementos do tipo `int` alocada dinamicamente na memória heap;
 - Entrada: tamanho lateral da matriz m ;
 - Saída: matriz ordenada com um "`\n`" para cada linha da matriz.

OBS 1: se o código submetido for igual ou apenas ligeiramente diferente, de forma que passe nos mesmos casos de teste do que o código fornecido, será atribuída nota zero a esse item.

OBS 2: Utilize a função contida no arquivo `geraMatriz.c` para gerar os valores para a matriz quadrada de tamanho m .

3. (3 pontos) **Conte as operações da sua solução**, utilizando contagem direta ou equação de recorrência. Para isso, escreva a formulação/derivação completa da sua análise, dando a **forma fechada da função de eficiência** em termos do tamanho do problema e suas constantes a e c .

Atenção: envie sua solução para as questões 1 e 3 no e-disciplinas, na Avaliação do Módulo 1, em formato imagem ou PDF, devidamente identificada com seu nome e número USP. Pode ser uma foto de uma folha ou a solução escaneada/digitalizada. Por favor, escreva de forma legível, use caneta com cor escura e boa iluminação - não será corrigido se eu não conseguir ler. O envio dos arquivos em ambas as plataformas deve ter conteúdo devidamente identificado com seu nome (com número USP e nome).