UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC- CTC
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
PROJETO E ANÁLISE DE ALGORITMO
Prof. Alexandre Gonçalves Silva
Aluno: Osmar de Oliveira Braz Junior

Questão 9

9. A MEDIANA(A) é um algoritmo que devolve o i-ésimo menor valor, sendo $i = \left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor$ (mediana inferior) ou se preferir, $i = \left\lceil \frac{n+1}{2} \right\rceil$ (mediana superior), de um dado vetor *A* de n elementos.

(a) Implemente duas versões deste algoritmo em qualquer linguagem de programação:
– **versão 1:** em tempo Ω(n log n)

Foi desenvolvido utilizando o algoritmo heapsort em Java. O código fonte está na pasta **questao9\letra_a_nlogn.**

```
public class Principal {

	private static void maxHeapify(int A[],int n, int i) {
		int maior = 0;
		int e = 2 * i ;
		int d = 2 * i + 1;
		if ((e < n) && (A[e]> A[i])){
			maior = e;
		} else {
			maior = i;
		}
		if ((d < n) && (A[d]>A[maior])){
			maior = d;
		}
		if (maior != i) {
			troca(A,i,maior);
			maxHeapify(A,n,maior);
		}
	}

	private static void maxHeap(int A[],int n) {
		int x;
		if ((n%2)==0){
			x = n/2;
		} else {
			x = (n -1)/2;
		}
		for(int i=x;i>=0;i--){
			maxHeapify(A,n,i);
		}
	}
```

```
     private static void heapsort(int A[],int n) {
          maxHeap(A,n);
          int m = n;
          for(int i=n-1;i>=0;i--){
               troca(A,0,i);
               m = m - 1;
               maxHeapify(A,m,0);
          }
     }

     private static int medianaNLogN(int A[], int p, int r) {

          int n = r;
          int m = n/2;
        heapsort(A,r); //Ordena todo o vetor para encontrar a
mediana
        if (n%2 == 1) {
             return (p + m);
        } else {
             return ((p + m) + (p + m - 1))/2;
        }
    }

     //Realiza a troca de posição de elementos
     private static void troca(int A[],int i, int j) {
        int aux;
        aux = A[i];
        A[i] = A[j];
        A[j] = aux;
    }


     public static void main(String args[]) {
          int r = 10;
          int A[] = new int[r];
          A[0]=99;
          A[1]=33;
          A[2]=55;
          A[3]=77;
          A[4]=11;
          A[5]=22;
          A[6]=88;
          A[7]=66;
          A[8]=33;
          A[9]=44;

          System.out.println(">>> Mediana <<<");
          System.out.println("Vetor A antes: ");
          for (int i=0; i < r; i++) {
               System.out.println((i) + " - " + A[i]);
          }

          int q = medianaNLogN(A, 0, A.length);
          System.out.println("q: "+q);

          System.out.println("Mediana: "+A[q]);
```

```
            System.out.println("Vetor A após: ");
            for (int i=0; i < r; i++) {
                  System.out.println((i) + " - " + A[i]);
            }

      }
}
```

– **versão 2:** em tempo médio O(n)

Foi desenvolvido utilizando o algoritmo seleciona aleatório em Java. O código fonte está na pasta **questao9\letra_a_n.**

```
import java.util.Random;

public class Principal {

      public static int aleatorio(int inicio, int fim) {
         return (int) Math.ceil(Math.random() * (fim  - inicio +
1)) - 1 + inicio;
     }

      private static int particione(int A[],int p, int r) {
            int pivot = A[r];
            int i = p-1;
         for(int j=p;j<=r-1;j++) {
                  if(A[j] <= pivot) {
                        i = i + 1;
                        troca(A,i,j);
                  }
            }
            troca(A,i+1,r);
            return i+1;
     }

      private static int particionaAleatorio(int A[],int p, int
r) {
            int j=aleatorio(p,r);
            troca(A,j,r);
            return particione(A,p,r);
     }

      private static int selecionaAleatorio(int A[],int p, int r,
int i) {
            if(p==r){
                  return A[p];
            }
            int q = particionaAleatorio(A,p,r);
            int k = q - p + 1;
            if (i==k){
                  return A[q];
            } else {
                  if (i < k){
                        return selecionaAleatorio(A,p,q-1,i);
```

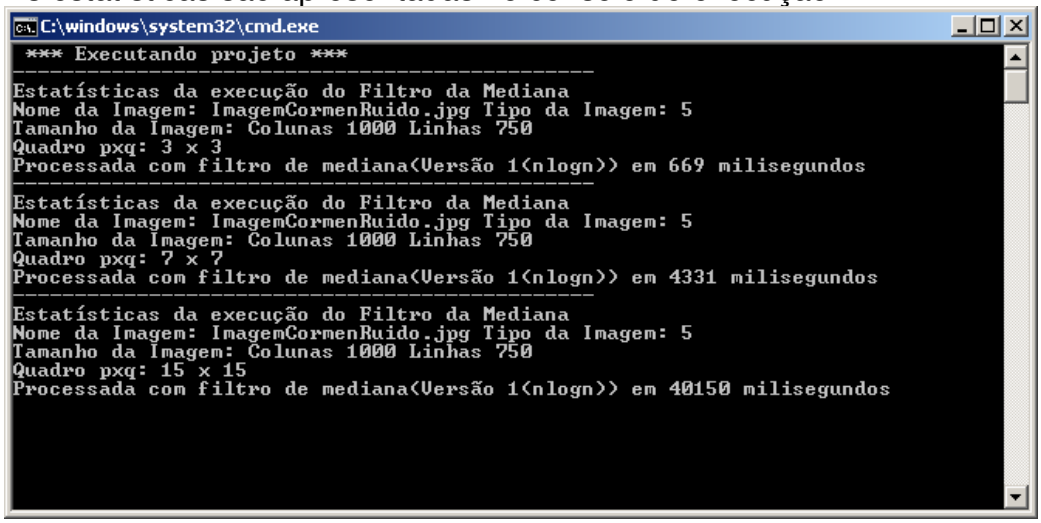
```
                } else {
                     return selecionaAleatorio(A,q+1,r,i-k);
                }
           }
     }

      private static int medianaN(int A[],int p, int r) {
           int n = r;
        int m = n/2;
        selecionaAleatorio(A,p,n-1,m); //Particiona todo o vetor
para encontrar a mediana
        if (n%2 == 1) {
                 return (p + m);
        } else {
                 //Particiona  todo  o  vetor  para  encontrar  a
mediana
             return ((p + m) + (p + m - 1))/2;
        }
     }

      //Realiza a troca de posição de elementos
      private static void troca(int A[],int i, int j) {
           int aux;
        aux = A[i];
        A[i] = A[j];
        A[j] = aux;
     }

      public static void main(String args[]) {
           int r = 10;
           int A[] = new int[r];
           A[0]=99;
           A[1]=33;
           A[2]=55;
           A[3]=77;
           A[4]=11;
           A[5]=22;
           A[6]=88;
           A[7]=66;
           A[8]=33;
           A[9]=44;

           System.out.println(">>> Mediana <<<");
           System.out.println("Vetor A antes: ");
           for (int i=0; i < r; i++) {
                System.out.println((i) + " - " + A[i]);
           }

           int q = medianaN(A, 0, A.length);
           System.out.println("q: "+q);

           System.out.println("Mediana: "+A[q]);
           System.out.println("Vetor A após: ");
           for (int i=0; i < r; i++) {
                System.out.println((i) + " - " + A[i]);
           }
```

```
        }
    }
```

(b) (**OPCIONAL** – pontuação extra) Implemente duas versões do **filtro de mediana**, considerando os dois algoritmos desenvolvidos no item (a), para matrizes bidimensionais m x n de inteiros 0 <= f (i, j) <= 255, sendo 0 <=i < m, 0 <= j < n, supondo janela de filtro com vizinhança parametrizável de p x q, sendo 2 <= p < m e 2 <= q <n. A técnica, exemplos e código (em C) podem ser consultados no seguinte documento: https://www.ime.usp.br/~reverbel/ccm118-12/eps/ep4.pdf.
Avalie o tempo de execução real (por exemplo, em segundos) das duas versões implementadas do filtro para uma matriz (imagem) suficientemente grande (>= 640 x 480 pixels) e para diferentes escolhas de p e q (por exemplo, 3, 7, 15, . . .).

R.:
O programa foi desenvolvido em Java para desktop e permite escolher quadros de p por q de tamanhos 3, 5 e 16. Além de permitir escolher qual o filtro de mediana a ser aplicado na imagem. Depois de escolher os parâmetros basta clicar no botão processar para executar o filtro nas imagens do diretório padrão. O usuário pode selecionar uma imagem a ser processada clicando no botão Abrir Imagem e depois clicando no botão processar. Após o processamento duas janelas serão exibidas com a imagem original e a imagem processada pelo filtro. O programa pode ser executado pelo arquivo **questao9b.jar** que se encontra no diretório **questao9/letra_b_imagem**.

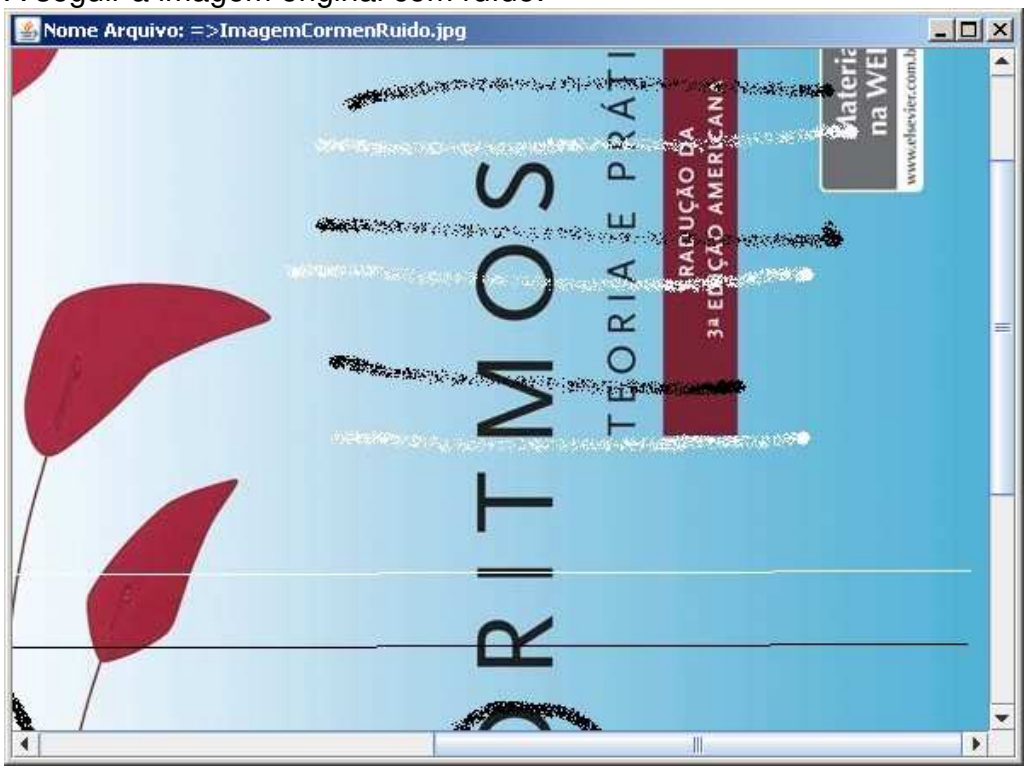
As estatísticas são apresentadas no console de execução.



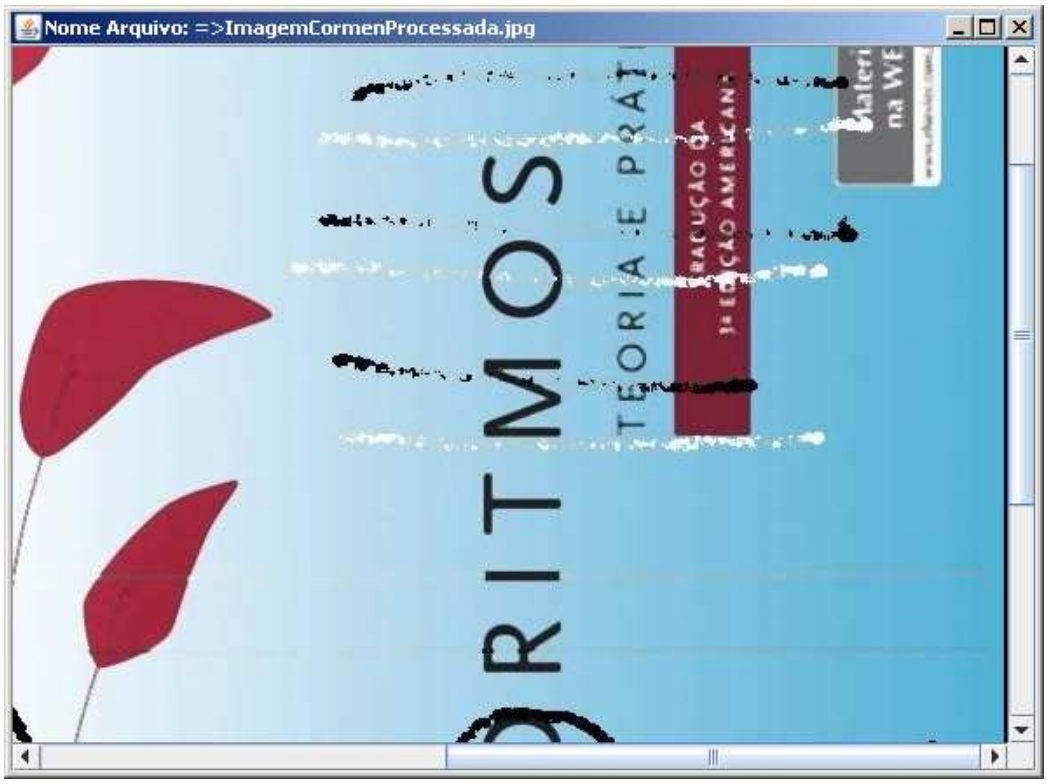
Foram realizados testes e estes são apresentados no quadro a seguir

Imagem ColunaxLinha	Filtro	Quadro pxq	Tempo
1000x750	n log n	3x3	635 milissegundos
1000x750	n log n	7x7	4353 milissegundos
1000x750	n log n	15x15	28180 milissegundos
1000x750	n	3x3	1134 milissegundos
1000x750	n	7x7	4867 milissegundos
1000x750	n	15x15	37530 milissegundos

Resultado na imagem do filtro n log n sobre a imagem:
A seguir a imagem original com ruído:



E o resultado da imagem processada



O filtro da mediana está sendo aplicado nos 3 canais de cores da imagem (rgb). O código fonte que percorre a imagem aplicando o filtro da mediana está apresentado a seguir:

```
// Processa valores da imagem de entrada e armazena na imagem de saida
for(int i=(p/2); i < (alturaImagem - (p/2)); i++){
   for(int j=(q/2); j <(larguraImagem - (q/2)); j++){
      for(int canal=0;canal<=2; canal++){
         //Conta os elementos inseridos no vetor
         int x = 0;
         //Vetor base para achar a mediana
         int V[] = new int[p*q];
         //Recupera os elementos para o quadro
         for (int k = i - (p/2); k <= i + (p/2); k++) {
           //Calcula o inicio do intervalo
           int inicio = j - (q/2);
           //Calcula o fim do intervalo
           int fim = j + (q/2) + 1;
           for (int elemento = inicio; elemento < fim;
elemento++){
                V[x]=raster.getSample(elemento,k,canal);
                x = x + 1;
           }
         }
         int t = 0;
         //Seleciona o tipo do filtro da mediana
         if (tipoFiltro==0){
            t = medianaNLogN(V,0,V.length);
         } else {
            t = medianaN(V,0,V.length);
```

```
            }
            int mediana = V[t];
        //Salva a mediana na imagem de saida
        wraster.setSample(j,i,canal,mediana);
      }
    }
}
```

O código fonte está em anexo na pasta **questao9\letra_b_imagem**