

# MC920/MO443 - Trabalho 2

Arthur Rezende 166003

## 1 Introdução

Este documento é um relatório contendo descrições e resultados do programa feito para o trabalho 2.

## 2 Descrição Geral

O código está organizado em um jupyter notebook chamado *trabalho2\_166003.ipynb*. Com as imagens de entrada na mesma pasta. Para executar basta abrir o arquivo e rodar na pasta na qual foi enviada.

As imagens utilizadas estão no formato *.pgm* mas as operações também foram testadas para uma imagem *.jpeg* com somente um canal de cor.

Para testar diferentes combinações de parâmetros foi feito uma função auxiliar para gerar as imagens em lotes. Possibilitando a visualização comparativa dos efeitos de diferentes argumentos para cada método.

As bibliotecas utilizadas foram:

1. NumPy, para processamento vetorial das imagens
2. OpenCV, carregamento e manipulação de imagens
3. Matplotlib, visualização das imagens originais e alteradas

## 3 Métodos

Para os métodos de Bernsen, Constraste, Niblack, Sauvola/Pietaksinen, Phansalskar/More/Sabale, Média e Mediana. É necessário computar os valores de limiarização por posição  $i, j$  da matriz utilizando uma vizinhança  $k$ .

Exceto pelo Bernsen, os valores são a média, mediana e desvio padrão da imagem original. Assim para aumentar a eficiência do cálculo dessas operações, os valores foram calculados utilizando a operação de convolução. Para implementar essa solução foi utilizado a operação *filter2d* do openCV, a mesma operação utilizada na tarefa anterior.

Para o método de Bernsen e Contraste, não foi possível aplicar a mesma técnica. Sendo necessário iterar pela imagem afim de obter a relação de máximo e mínimo com a vizinhança. Foi encontrada uma função na biblioteca *skimage* para realizar essa operação porém teve um desempenho pior ao método de iteração. Dessa forma ambos métodos são mais ineficientes e levam mais tempo para executar que os demais.

Para visualizar os resultados de diferentes combinações de parâmetros as implementações foram testadas com algumas variações de argumentos. Tais variações foram escolhidas manual conforme qualidade de visualização dos efeitos pretendidos.

### 3.1 Global

O método mais simples de todos, basta implementar uma máscara com o numpy. A vantagem é que funciona para valores inteiros ou matrizes. Esse último fato permite a reutilização dessa função nos outros exemplos, uma vez que já foram encontrados os demais valores de limiarização. Como é possível ver na [1](#), a diferença de valor provoca um escurecimento da imagem. Para o valor de 125, a imagem está mais bem nítida se comparada aos demais.

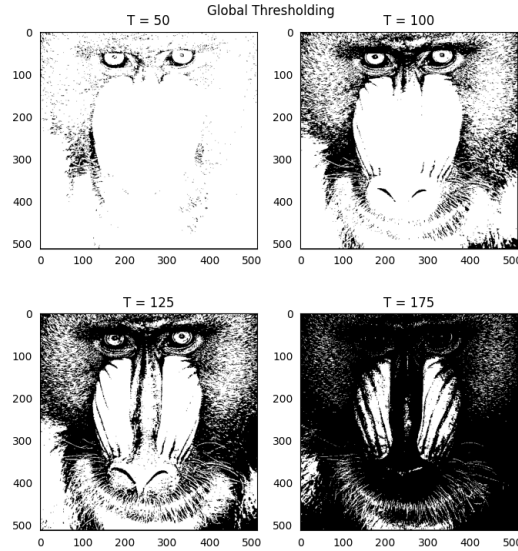


Figura 1: Método Global aplicado a baboon

### 3.2 Otsu

O método de Otsu calcula o valor de limiarização através da otimização da variância de uma imagem sobre seu histograma de intensidades.

Assim o algoritmo computa o histograma, calcula a intensidade cumulativa do até o pixel  $X$ , calcula a variância da imagem, e escolhe o pixel que apresenta variância máxima como valor de limiarização da imagem.

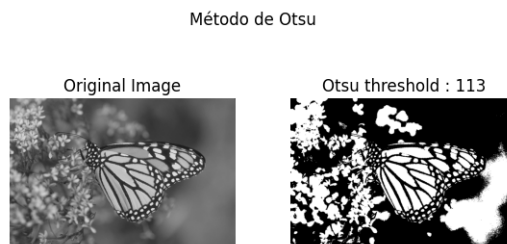


Figura 2: Método de Otsu aplicado a monarch butterfly

Como é possível visualizar na imagem 2, a segmentação por método de Otsu não se provou muito boa para o exemplo da borboleta. Tanto por questões de iluminação, isto é, a região próxima a asa dela possui uma tonalidade próxima a da asa assim como o seu corpo e a flor em que está pousada. E como é possível de visualizar no histograma 11, a imagem da monarch não tem o comportamento ideal de intensidades para o método de Otsu, no caso, uma distribuição com um grande vale entre dois picos.

### 3.3 Bernsen

Para aplicar o método de Bernsen, é preciso encontrar o valor máximo e mínimo de uma matriz conforme a vizinhança dada. A partir dessas matrizes se faz a média dos valores. Como mencionado anteriormente a implementação foi iterativa com laços for, para evitar problemas com borda foi aplicado um padding reflexivo na imagem. Resultando em uma abordagem mais ineficiente no tempo. Para investigar o efeito das diferentes vizinhas foram testados diferentes valores, na figura 3, é possível perceber que a espessura da borda que separa as pimentas aumenta com o tamanho da vizinhança assim como alguns blocos que se tornam completamente brancos, onde na imagem original seriam reflexos das mesmas.

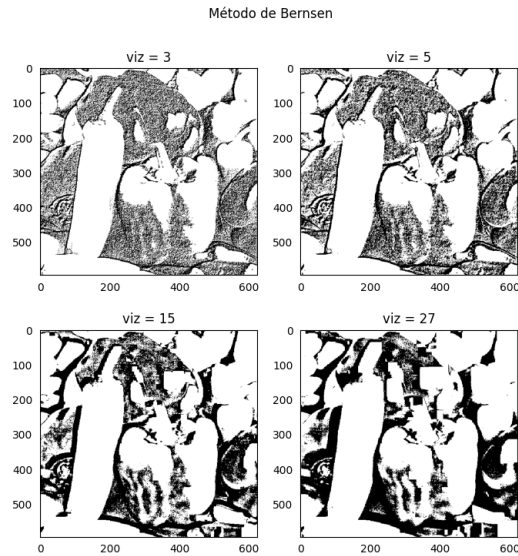


Figura 3: Método de Bernsen aplicado a peppers

### 3.4 Niblack

Como mencionado anteriormente para o método de Niblack foi empregado a operação de convolução para o cálculo da média entre as vizinhas de tamanho previamente estabelecido assim como para o desvio padrão. Facilitando e aumentando a robustez da implementação. Com as matrizes obtidas de tais operações foi feito o cálculo do filtro e a matriz de limiarização foi obtida.

Na figura 4 podemos perceber a influência dos parâmetros  $k$  e da vizinhança. Sendo que para  $k$  maiores que 1, a visualização do baboon é quase impossível, isto é, muito da imagem foi detectada como fundo. Já para valores menores, é possível visualizar o conteúdo da imagem de forma mais nítida. Para o valor de  $k$  negativo, percebe-se que a segmentação se inverte. Por fim, ao escolher uma vizinhança muito grande, tem-se um resultado semelhante a imagem original.

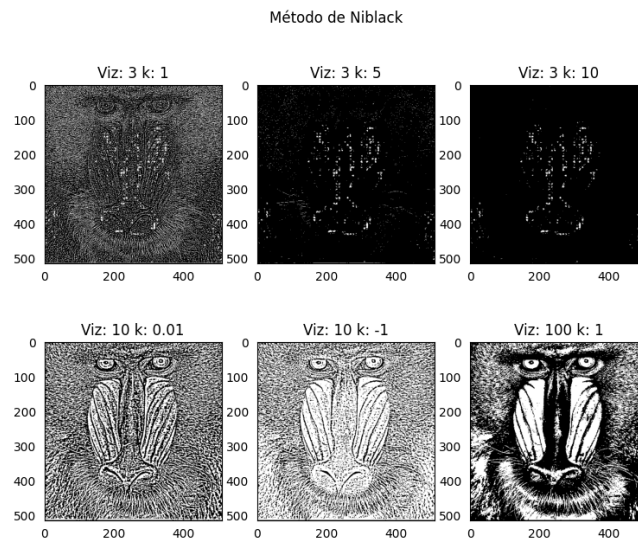


Figura 4: Método de Niblack aplicado a baboon

### 3.5 Sauvola e Pietaksinen

O método de Sauvola e Pietaksinen, é uma adaptação do método de Niblack. Assim é possível reutilizar a lógica anteriormente apresentada bastando adaptar a equação apresentada adicionando uma nova expressão e parâmetros.

Na figura 5, é possível visualizar a diferença entre os argumentos. Na primeira imagem, a segmentação não foi bem sucedida chegando assim em uma imagem totalmente branca. Porém ao diminuir o valor de k, a visualização da imagem fica mais acentuada assim como a segmentação propriamente dita. Em todos os casos é possível perceber o efeito da má distribuição de iluminação na imagem, isto é, a grande mancha de luz na imagem original no canto superior direito.

Na figura geral, na primeira imagem da segunda fileira, é possível notar o efeito de uma maior vizinhança na segmentação, eliminando uma parte dos ruídos da imagem anterior principalmente na região do texto, ou seja, foi mais eficaz na operação de segmentação.

Por fim a última figura, tem um fator R menor. Isto é, ela aumenta a importância do desvio padrão na segmentação da imagem. Assim aumentando o "nível de ruído da imagem".

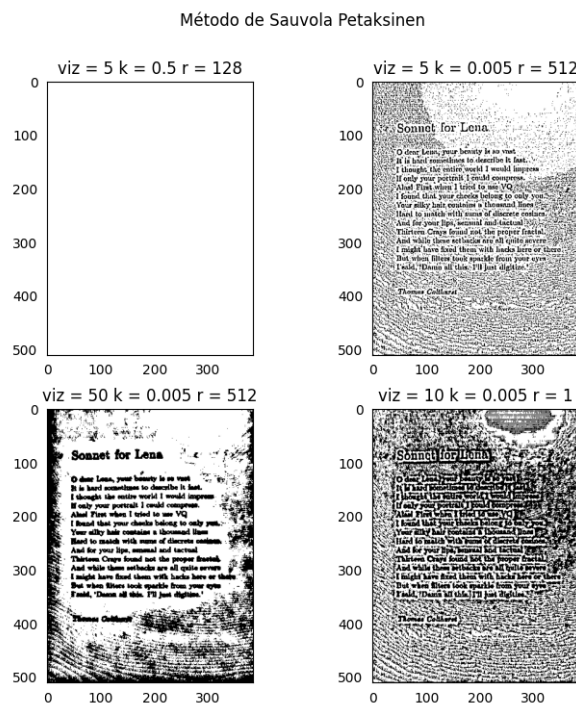


Figura 5: Método de Sauvola e Petaksinen aplicado ao soneto

### 3.6 Phansalskar, More e Sabale

Assim como descrito anteriormente, o cálculo do desvio padrão e média da vizinhança foi feito por convolução. Sendo assim, este método é uma modificação mais refinada do anterior. Rapidamente é possível perceber que com os parâmetros recomendados não é possível visualizar a imagem. Entretanto ao aumentar o R, é possível visualizar algum tipo de segmentação. A segunda imagem se difere da terceira pelo tamanho da vizinhança, o que notavelmente aumenta a espessura das bordas dentro da imagem.

Ao aumentar o valor de P, não é possível notar diferenças significativas na imagem. Comparando a terceira com a quinta figura, houve incremento em k, o que resultou em uma alteração de distribuição de pixels brancos. Em específico, em algumas regiões internas as pimentas reduzindo o ruído. Por fim, a última imagem tem um valor de R ainda maior resultando em uma segmentação mais fina. Assim permitindo diferenciar, com boa acuidade visual, as bordas e o interior das pimentas.

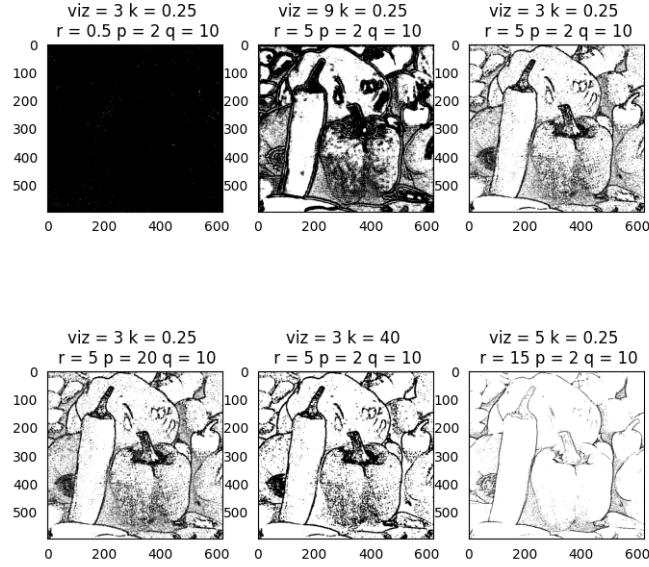


Figura 6: Método de Phansalskar, More e Sabale aplicado a peppers

### 3.7 Contraste

Para aplicar o método de contraste, se reutiliza os fundamentos dos códigos de Bernsen, em específico, na região onde se localiza as matrizes com maior / menor valor perante a vizinhança. Pois com elas basta computar a distância entre a imagem atual e escolher qual a menor. Com vetorização, é possível calcular com eficiência as distâncias.

Infelizmente, o método não se provou eficaz em segmentar a imagem, 7. Resultando em uma imagem com bastante ruído e interferência de iluminação. Novamente, na imagem do soneto é possível visualizar a iluminação defeituosa.

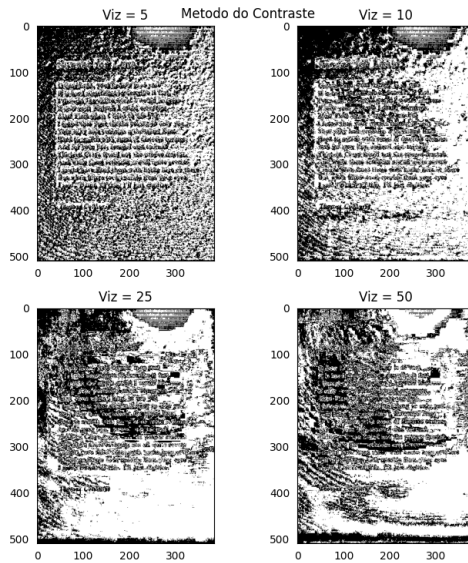


Figura 7: Método de Contraste aplicado a soneto



### 3.8 Média

Assim como nos outros métodos, a média das vizinhanças foi calculada com convolução. Assim basta então diminuir de uma constante C.

Como nos outros casos, uma maior vizinhança provoca uma borda mais espessa nos outliers, como ilustrado na figura 8. O parâmetro C, deixa a imagem mais clara, como esperado. Uma vez que diminui o valor de limiarização. Conforme é possível perceber ao comparar a segunda e terceira imagem.

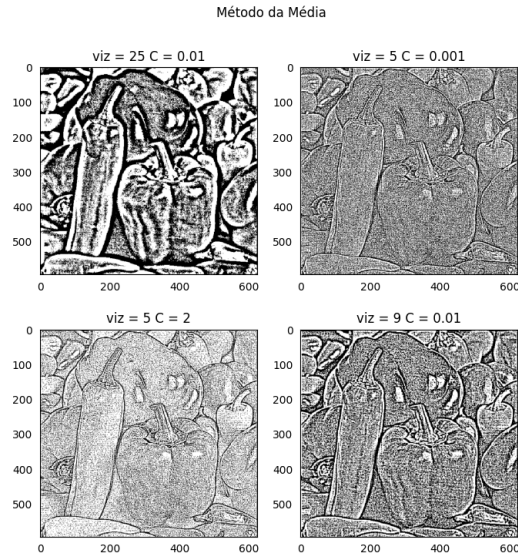


Figura 8: Método da Média aplicado a peppers

### 3.9 Mediana

Para efetuar a operação de mediana foi utilizado a função *medianblur* do opencv. Esse método retorna a mediana da imagem de entrada com um kernel de tamanho viz x viz. Assim basta retornar a imagem limiarizada utilizando máscaras do numpy.

Na figura 9, é possível perceber que um tamanho maior de vizinhança provoca uma robustez maior a imagem, na primeira figura a vizinhança de tamanho 3 provoca uma granularidade muito maior da imagem em relação a de tamanho 27. Nela é possível visualizar claramente a figura do babuíno do contrário da primeira imagem. Além da "granularidade" da imagem a segmentação do baboon não ocorreu de forma satisfatória.

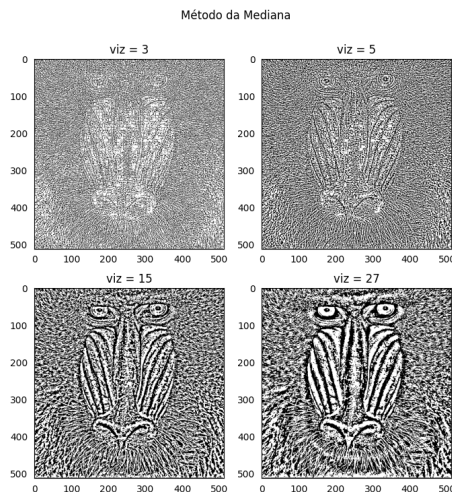


Figura 9: Método da Mediana aplicado a baboon

## 4 Histogramas

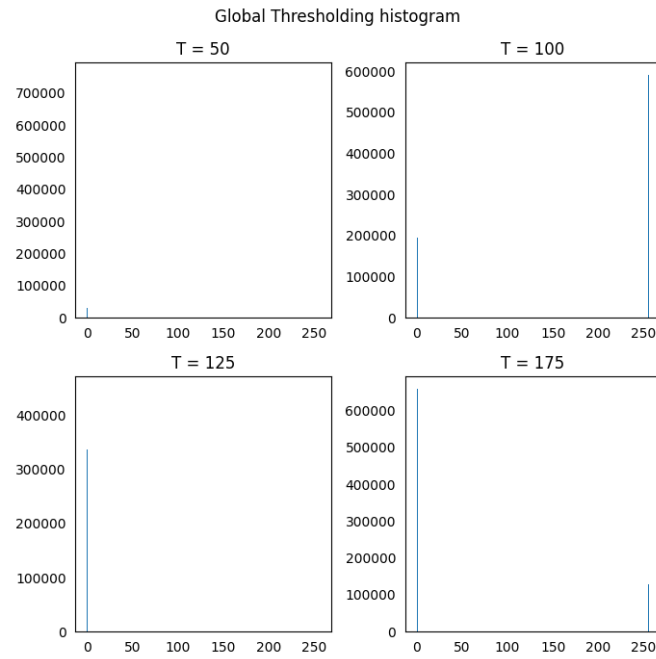


Figura 10: Histograma do Método Global aplicado a baboon

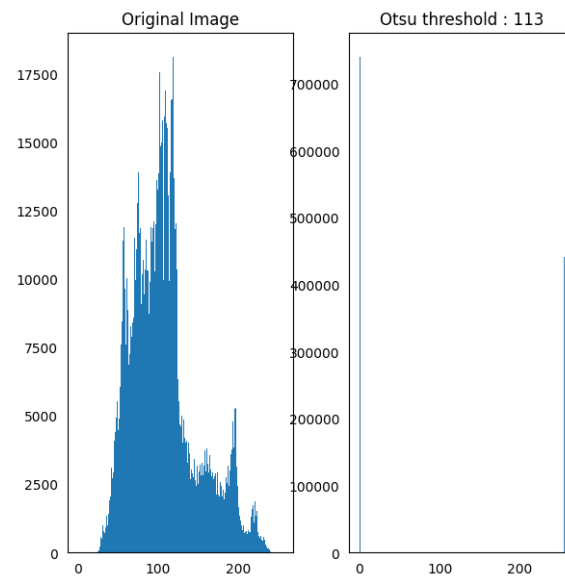


Figura 11: Histograma do Método de Otsu aplicado a monarch butterfly

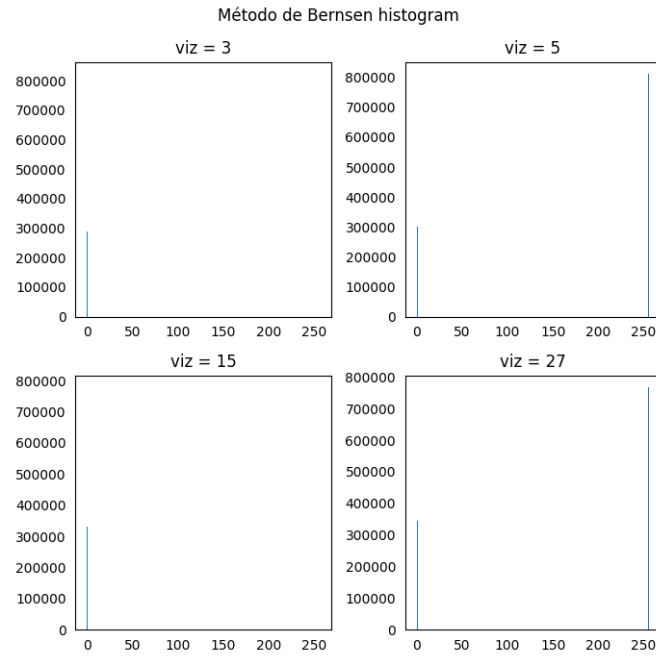


Figura 12: Histograma do Método de Bernsen aplicado a peppers

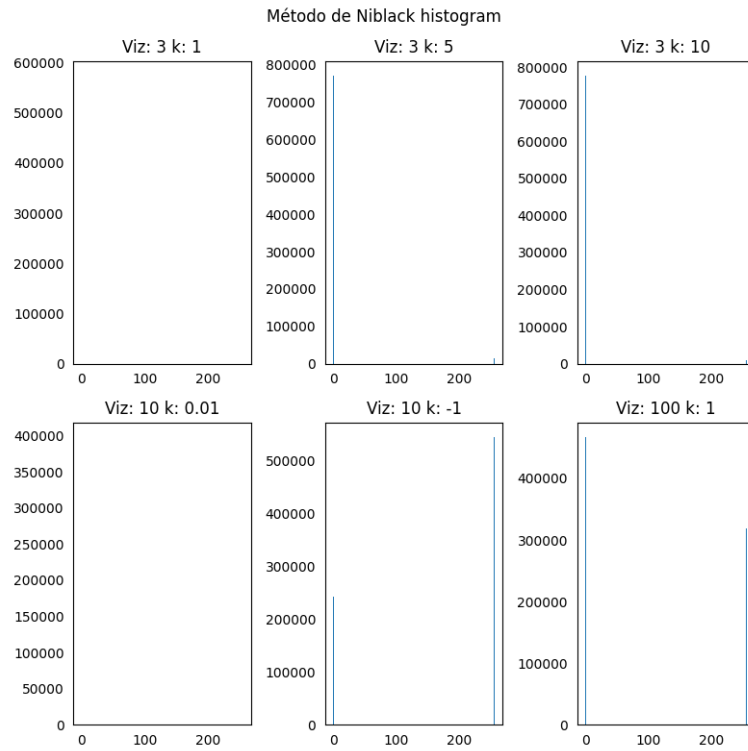


Figura 13: Histograma do Método de Niblack aplicado a baboon



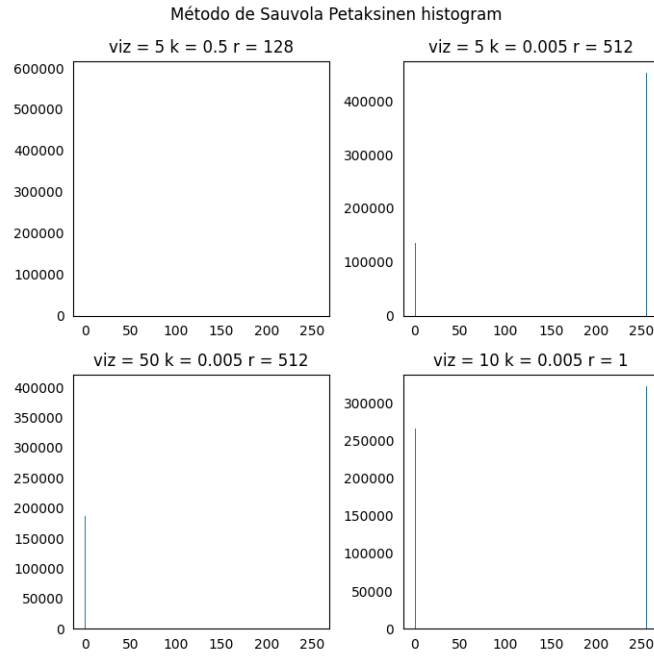


Figura 14: Histograma do Método de Sauvola Petaksinen aplicado a Soneto

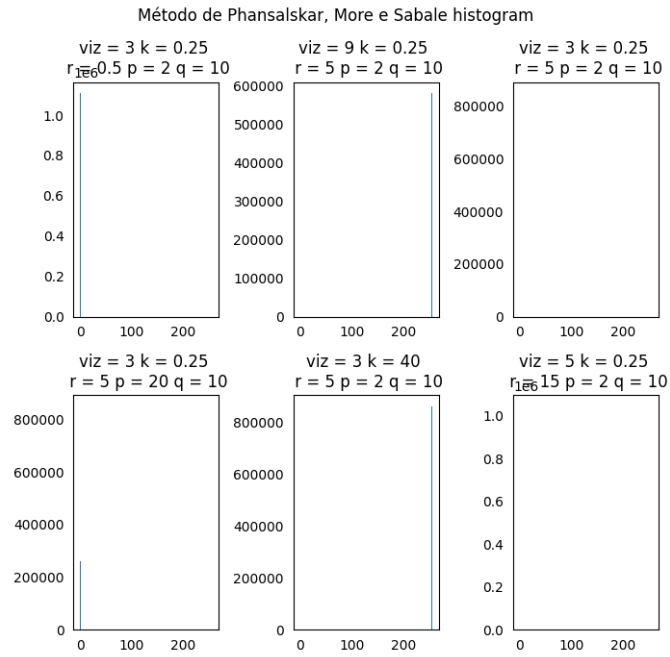


Figura 15: Histograma do Método de Phansalskar, More e Sabale aplicado a peppers

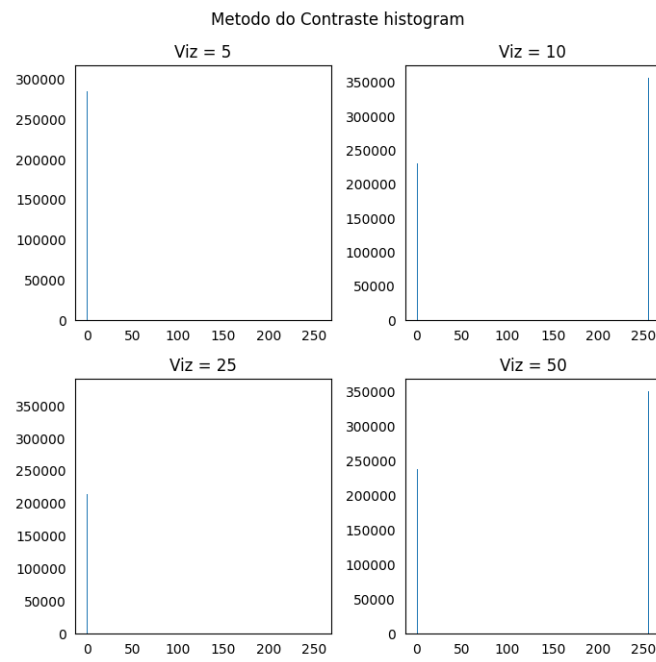


Figura 16: Histograma do Método de Contraste aplicado a soneto

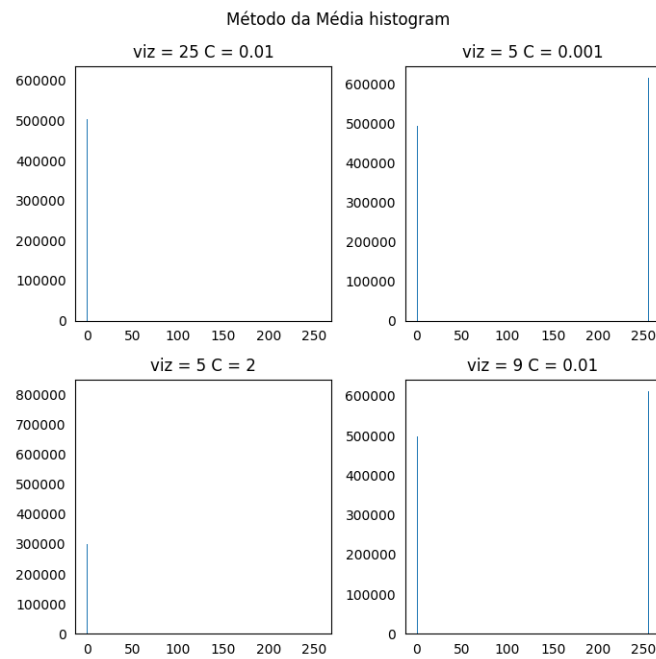


Figura 17: Histograma do Método da Média aplicado a peppers

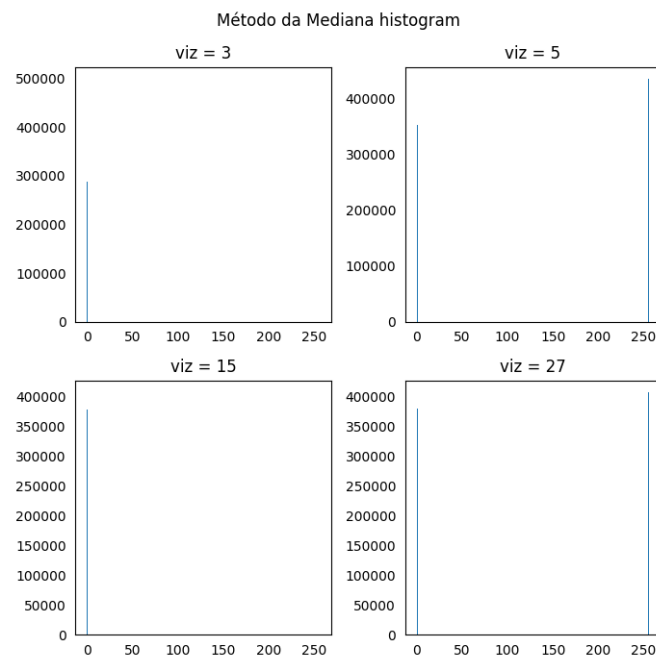


Figura 18: Histograma do Método da Mediana aplicado a baboon

## 5 Porcentagem de Pontos

Tabela 1: Porcentagem de Pontos Pretos - Global

Imagem	% de pontos pretos
0	3.74
1	24.83
2	42.92
3	83.78

Tabela 2: Porcentagem de Pontos Pretos - Otsu

Imagem	% de pontos pretos
0	62.66

Tabela 3: Porcentagem de Pontos Pretos - Bernsen

Imagem	% de pontos pretos
0	25.96
1	26.98
2	29.88
3	30.91

Tabela 4: Porcentagem de Pontos Pretos - Niblack

Imagem	% de pontos pretos
0	73.08
1	98.14
2	98.92
3	50.70
4	30.70
5	59.48

Tabela 5: Porcentagem de Pontos Pretos - Sauvola Petaksinen

Imagem	% de pontos pretos
0	0
1	23.07
2	31.66
3	45.25

Tabela 6: Porcentagem de Pontos Pretos - Phansalskar, More e Sabale

Imagem	% de pontos pretos
0	99.86
1	47.73
2	23.53
3	23.53
4	22.42
5	6.06