

# Teoria: Processamento de Imagens

Daniel F. Costa

Departamento de Ciência da Computação  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) – Natal, RN – Brasil

daniel.ferreira.costa@hotmail.com

**Abstract.** *The purpose of processing an image is to treat it to fit its ultimate goal, for example, the images of radiographs aim to evidence a bone, for this is determined a range of color in which the bones of being and all the rest Is Painted in Black This work is based on a conceptual theory, purpose and logic used for an implementation of several methods of image processing.*

**Keywords:** *Processing; Image; Concepts; Goal; Logic.*

**Resumo.** A finalidade de processar uma imagem é trata-la para que se adeque a seu objetivo final, como por exemplo, imagens de radiografias objetivam evidenciar a ossada, para isso é determinado um intervalo de cor em que os ossos possam estar e todo o resto é pintado de preto. Este trabalho relata de forma teórica os conceitos, finalidade e a lógica utilizada para a implementação de diversos métodos de processamento de imagens.

**Palavras-chave:** Processamento; Imagem; Conceitos; Finalidade; Lógica.

## 1. Introdução

Atualmente, a introdução da tecnologia digital tem modificado drasticamente os paradigmas que norteiam o mundo da fotografia. Os equipamentos, ao mesmo tempo que são oferecidos a preços cada vez menores, disponibilizam ao usuário médio recursos cada vez mais sofisticados, assim como maior qualidade de imagem e facilidade de uso. Com isso tem se tornado cada vez mais comum, a fotografia no dia a dia de todos, entretendo nem sempre as fotos ficam exatamente da maneira em que se é desejado, e uma forma de tratar isso é utilizando métodos de processamento de imagens como os que serão explicados nesse trabalho.

A imagem que será usada como base para demonstrar todo o conceito de cada método é Lena, Figura 1, por possuir vários elementos interessantes que pode ser aproveitado em estudos. Na esquerda a imagem original colorida e na direita a original em preto e branco.



Figura 1. Imagem de Lena original

A implementação foi realizada levando em consideração a teoria tri cromática, onde as cores primárias são o vermelho, verde e azul. Todas as imagens desse trabalho levarão em consideração a imagem original em preto e branco, portanto vale a pena ressaltar que o cinza é formado pela soma de 0.21 da cor vermelha, 0.71 do verde e 0.07 do azul. E cada pixel pode assumir 256 tons, ou seja, do 0 (preto) ao 255 (branco).

## 2. Limiarização

Limiarização é um processo de segmentação de imagens que se baseia na diferença dos níveis de cinza que compõe diferentes objetos de uma imagem. A partir de um limiar estabelecido de acordo com as características dos objetos que se quer isolar, a imagem pode ser segmentada em dois grupos: o grupo de pixels com níveis de cinza abaixo do limiar e o grupo de pixels com níveis de cinza acima do limiar. Em uma imagem limiarizada, atribui-se um valor fixo para todos os pixels de mesmo grupo.



**Figura 2. Imagem de Lena Limiarizada**

A Figura 2 demonstra o resultado obtido após a utilização do método. A forma o qual a implementação foi realizada para esse trabalho foi a criação de uma condição, onde, se o pixel possuir tons entre 0 e 50 ele assumira o valor 25, entre 51 e 100 assume 75, entre 101 e 150 assume 125, entre 151 e 200 assume 175, entre 201 e 250 assume 125, por fim entre 251 e 255 assume 255.

### 2.1 Binarização

A conversão de uma imagem com níveis de cinza para uma imagem com representação binária (dois tons) é importante para uma série de objetivos, tais como: identificar objetos e separá-los do fundo da imagem; quando analisar a forma da imagem é mais importante que a intensidade dos pixels; e apresentar a imagem em um dispositivo de saída que tem somente um bit de resolução de intensidade, ou seja, um dispositivo de dois níveis, como uma impressora.



**Figura 3. Imagem de Lena binarizada**

A Figura 3 demonstra o resultado obtido após a utilização do método. A forma o qual a implementação foi realizada para esse trabalho foi a criação de uma condição, onde, se o pixel possuía um tom de cinza igual ou maior que 127 esse pixel recebia o valor 255 e caso fosse menor recebia o valor de 0.

## 2.2 Amostragem

Outra subdivisão da limiarização, só que diferente da binarização onde só tem 2 divisões de cores, nesse há muito mais. Na figura 4 podemos ver uma Amostragem com 16 divisões de cores, onde cada divisão salta de 15 em 15 tons, exemplo: todo valor entre 0 e 15 assume 15, entre 16 e 30 assume 30, entre 31 e 45 assume 45, e assim em diante até 255



Figura 4. Imagem de Lena em amostragem

## 3. Negativo

Negativo, em fotografia pode referir-se ao filme fotográfico, a uma imagem negativa conseguida através da inversão de cores de uma imagem normal, ou ao resultado de um processo fotográfico que produz imagem negativas, como o calótipo.



Figura 5. Imagem de Lena negativa

A Figura 5 demonstra o resultado obtido após a utilização do método, como objetivo da implementação é inverter as cores, basta diminuir 255 pela cor de cada pixel e substituir cada pixel pelo resultado obtido pela subtração do mesmo. Exemplos: Pixel com tom 255,  $255-255=0$ , passou de branco para preto; Com tom 0,  $255-0=255$ , de preto se tornou branco; Por fim de tom 100,  $255-100=155$ ;

## 4. Fatiamento

O contraste mede a diferença de luminosidade entre as áreas claras e escuras em uma imagem. O fatiamento lida justamente com isso, com o contraste interno e externo.

### 4.1. Contraste Interno

O contraste interno nada mais é do que escolher uma determinada faixa de tons para enfatizar, e tudo que tiver dentro dessa faixa assumirá um único tom. No caso da Figura 6, foi escolhido que todo valor entre 0 e 100 seria convertido para 0, e todos os outros valores fora desse intervalo permanecem inalterados.



Figura 6. Imagem de Lena com contraste interno

### 4.2. Contraste Externo

O contraste externo nada mais é do que o contrário do interno, escolhe-se uma determinada faixa de tons, e tudo que tiver fora dessa faixa será enfatizado e assumirá um único tom. No caso da Figura 7, foi escolhido que todo valor fora do intervalo entre 0 e 100 seria convertido para 0, e todos os outros valores dentro desse intervalo permanecem inalterados.

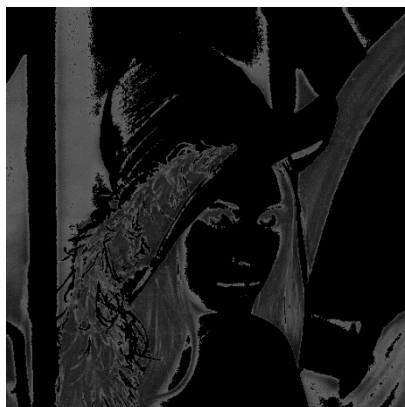


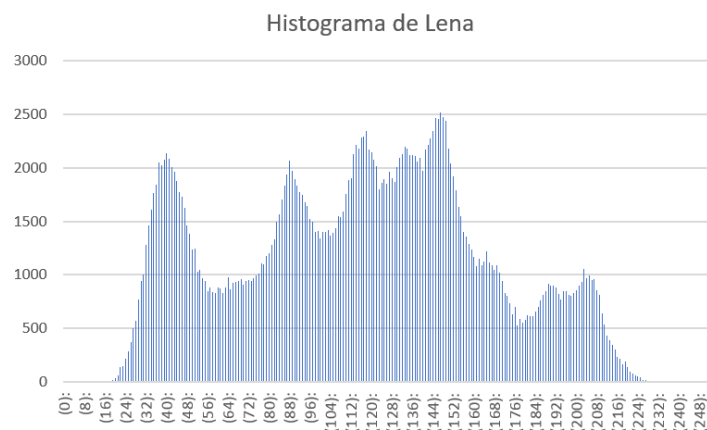
Figura 7. Imagem de Lena com contraste externo

## 5. Histograma

O histograma, também conhecido como distribuição de frequências, é a representação gráfica em colunas ou em barras (retângulos) de um conjunto de dados previamente

tabulado e dividido em classes uniformes ou não uniformes. A base de cada retângulo representa uma classe. A altura de cada retângulo representa a quantidade ou a frequência absoluta com que o valor da classe ocorre no conjunto de dados para classes uniformes ou a densidade de frequência para classes não uniformes.

Um histograma, Figura 8, pode também representar a quantidade de contraste. O contraste mede a diferença de luminosidade entre as áreas claras e escuras em uma imagem. Quando aumentamos o contraste, o histograma se estende, denotando que uma quantidade de pixels de tons médios(*mid-tones*) se reajustaram para tons escuros e claros. Ou seja, aumentou-se a quantidade de pixels nas regiões mais escuras e mais claras. O análogo acontece para a diminuição do contraste.



**Figura 8. Gráfico do Histograma**

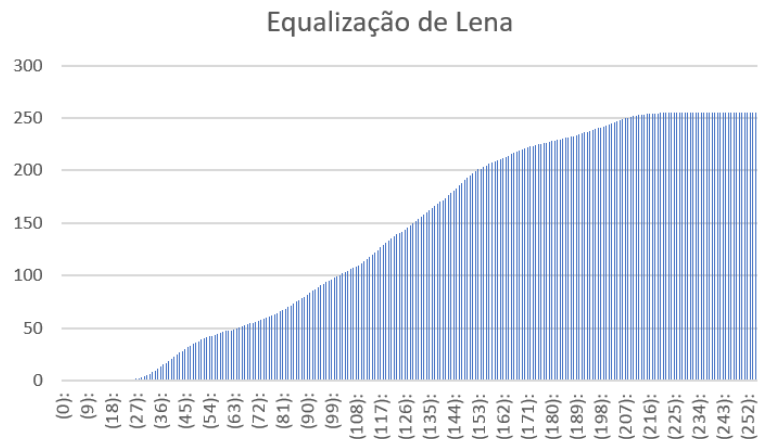
A implementação é um simples contador de tons de pixels, onde existe um vetor com 256 espaços, todos os espaços iniciam zerados, e a cada pixel é somado 1 ao valor do tom correspondente, no fim dos dados são exportados para o formato .xls e a partir disso é gerado um gráfico dos valores.

## 6. Equalização

A equalização de histograma é uma ação para mudar a distribuição dos valores de ocorrência em um histograma permitindo uma redução das diferenças acentuadas e assim, particularmente em imagens, acentuando detalhes não visíveis anteriormente.

I	Q	D	A	$A \cdot \max(I)$	ARR.
0	5	0.2	0.2	1.4	1
1	5	0.2	0.4	2.8	3
2	4	0.16	0.56	3.92	4
3	2	0.08	0.64	4.48	4
4	2	0.08	0.72	5.04	5
5	7	0.12	0.84	5.87	6
6	2	0.08	0.92	6.44	6
7	2	0.08	1.0	7.0	7

**Tabela 1. Exemplo de equalização**



**Figura 9. Gráfico da equalização**

Para fazer uso da equalização, Figura 9, antes é necessário o histograma. Na Tabela 1, a primeira coluna (I) representa o valor da tonalidade dos pixels, na segunda coluna (Q) representa q quantidade de vezes que essa tonalidade se repete ao longo da imagem, a terceira coluna (D) representa os mesmos dados da segunda coluna só que em %, a quarta (A) representa a terceira coluna só que cada linha somado com a linha anterior mais ela mesma, a quinta representa o valor da quarta multiplicado pelo maior I, finalmente o resultado que obteve arredondasse e substitui por toda a imagem, como mostrado no resultado da Figura 10.



**Figura 10. Imagem de Lena equalizada**

## 7. Filtro

Filtros de passa baixa também conhecidos como filtros de suavização são empregados na remoção ruídos de alta frequência espacial em imagens digitais. Ruídos que geralmente são introduzidos durante o processo de conversão analógica-digital.

Entre as técnicas de suavização conhecidas existem as de suavização conservativa, técnicas de redução de ruídos que tem seu nome derivado do fato de empregar um algoritmo simples e rápido de filtragem que elimina o ruído de forma a manter os detalhes de altas frequências como os contornos da imagem. Essa técnica é especialmente desenvolvida para remover picos de ruído como ruídos *salt and pepper*, porém não é muito eficiente na redução de ruído aditivo como o ruído gaussiano por exemplo.

As técnicas de suavização não conservativas, como os filtros de media por exemplo, geralmente eliminam detalhes como linhas finas e curvas agudas, causando o efeito de blurring.

### 7.1. Filtros de media

O filtro de média é implementado da seguinte maneira, temos uma janela que percorrerá toda a imagem, o elemento central dessa janela receberá a média de todos os elementos da janela. Quanto maior for a janela, mais influência dos vizinhos este pixel sofrerá e maior será o efeito de *blurring*, visto que levaremos em consideração um número maior de pixels. Por exemplo vejamos a janela 3x3 representado na Figura 11.

$$\begin{bmatrix} 244 & 247 & 245 \\ 252 & 12 & 238 \\ 244 & 245 & 250 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{A media dos valores será :} \\ (12 + 238 + 244 + 244 + 245 + 245 + 247 + 250 + 252) / 9 = 219 \\ \text{Assim o valor desse pixel que era 12 será de } 219 \end{array}$$

Figura 11. Exemplo de media 3x3

Além da implementação do filtro de media 3x3, também foi feita a implementação da janela de tamanho 5x5 e de 7x7. Na imagem 12, pode-se ver respectivamente a comparação das três.

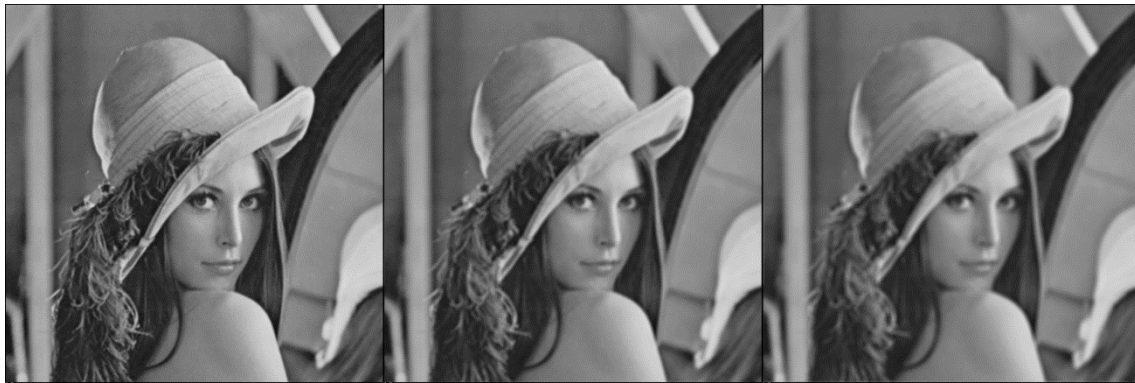


Figura 12. Comparação dos filtros de media

### 7.22. Filtros de mediana

Os filtros de mediana reduzem o *blurring* e preserva a *edging* coloca o valor da mediana no elemento do meio o tamanho da janela importa.

A desvantagem principal do filtro de mediana em uma vizinhança retangular é o dano causado nas linhas finas e curvas agudas.

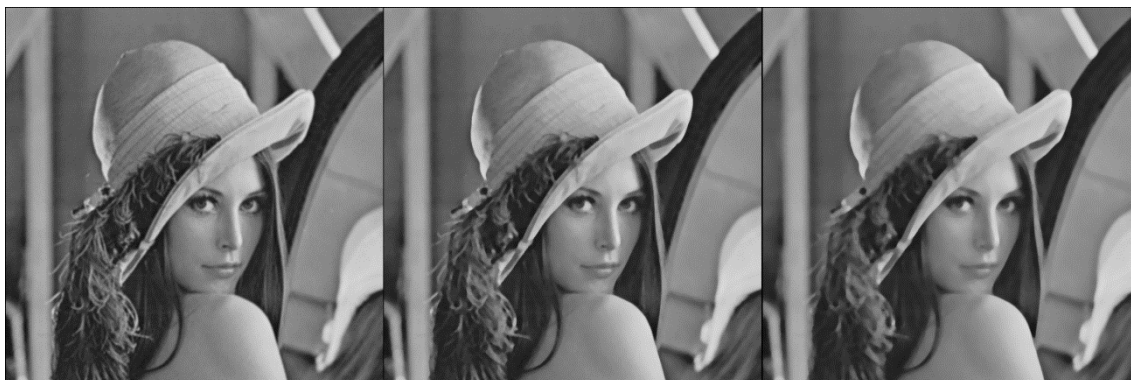
O pixel é substituído pelo valor médio de seus vizinhos, caso o tamanho da sua janela seja par, então o valor da mediana será a média dos dois valores centrais. Esse filtro é um dos melhores filtros de suavização que preserva o contorno. Pegasse a mediana ordenando em ordem crescente ou decrescente, os valores dos pixels e seleciona o valor médio. Por exemplo vejamos a janela 3x3 representado na Figura 13.

$$\begin{bmatrix} 244 & 247 & 245 \\ 252 & 12 & 238 \\ 244 & 245 & 250 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{Ordenando os valores teremos :} \\ 12 \ 238 \ 244 \ 244 \ 245 \ 245 \ 247 \ 250 \ 252 \\ \text{O quinto valor será a mediana ou seja } 245 \end{array}$$

Figura 13. Exemplo de mediana 3x3



Além da implementação do filtro de mediana 3x3, também foi feita a implementação da janela de tamanho 5x5 e de 7x7. Na imagem 14, pode-se ver respectivamente a comparação das três.



**Figura 14. Comparação dos filtros de mediana**

## **8. Ruídos**

"Ruído" é o equivalente digital dos grãos dos filmes utilizados em câmeras analógicas. Alternativamente, pode-se pensar nele como o equivalente ao sutil chiado que se percebe quando uma música é ouvida num volume muito alto. Para as imagens digitais, esse ruído aparece como manchas aleatórias em uma superfície originalmente suave e pode degradar a qualidade da imagem significativamente. Apesar do ruído normalmente ser um ponto fraco em uma imagem, ele pode também ser desejado, já que pode conferir à imagem um aspecto antigo e que lembre filmes. Um pouco de ruído também pode aumentar a nitidez da imagem. O ruído aumenta proporcionalmente à sensibilidade escolhida, duração da exposição e temperatura. A quantidade de ruído também depende muito da câmera utilizada para gerar a imagem, câmeras profissionais de alto nível costumam ter muito menos ruído que câmeras compactas comuns.

### **8.1 Salt and Pepper Noise**

Quando os pixels são alternadamente modificados para 0 ou o máximo, este ruído é chamado de ruído salt and pepper, devido a sua aparência. Para este tipo de ruído, as melhores técnicas são de filtragem em passa-baixa, ou seja, filtros de suavização como o de média e gaussiano são relativamente malsucedidos porque o pixel que foi alterado pode variar significativamente do valor original, e assim a média pode dar um valor diferente do valor original. Um filtro mais eficiente nesse caso seria o filtro de mediana, que remove este tipo de ruído mais eficientemente e preserva o contorno e pequenos detalhes da imagem. Para implementar esse método foi usado um valor randômico que selecionou 10% dos pixels presentes na imagem e aleatoriamente mudou seus valores para 0 ou 255, o resultado pode ser conferido na Figura 15.





**Figura 15. Imagem de Lena com ruído Salt and Pepper Noise**

## **8.2 Gaussian noise**

Ruído gaussiano pode ser reduzido usando um filtro espacial. De qualquer forma deve-se ter em mente que quando suavizando a imagem será reduzimos não apenas o ruído, mas também detalhes de pequena escala contidos na imagem. A diferença do Gaussian para o Salt and Pepper, é porque os ruídos do Gaussian não são apenas em preto e branco, eles podem assumir qualquer valor entre 0 e 255. Para implementar esse método foi usado um valor randômico que selecionou 10% dos pixels presentes na imagem e aleatoriamente mudou seus valores para valores entre 0 e 255, o resultado pode ser conferido na Figura 16.



**Figura 16. Imagem de Lena com ruído Salt and Pepper Noise**

## **9. Mascaras**

Agora falando sobre convolução, essa é uma operação que utiliza uma máscara para transformação de imagens, a aplicação dessa máscara pode determinar características da imagem, como bordas, extração de ruídos ou detecção de formas. A convolução é uma operação local que leva em consideração a vizinhança de um pixel e a máscara, modificando o valor do pixel correspondente na imagem resultante.

### **9.1. Pontos**

Nessa mascara, procura-se um ponto isolado dos demais, onde existe uma diferença gritante em todos os tons ao redor dele. E usasse a máscara da tabela 2, soma tudo e altera o pixel em questão.

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

**Tabela 2. Máscara de ponto**

Após isso, o resultado obtido pode ser conferido na Figura 17.



**Figura 17. Imagem de Lena com máscara de pontos**

## 9.2. Linha

Nessa máscara, procura-se uma linha, de 3 pixels seguidos de mesma tonalidade, próximo a outros de tonalidades diferentes. E usasse a máscara da tabela 3, dependendo do estilo de direção em que a linha está, depois soma tudo e altera o pixel em questão.

-1	-1	-1
2	2	2
-1	-1	-1

**Horizontal**

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

**Vertical**

-1	-1	2
-1	2	-1
2	-1	-1

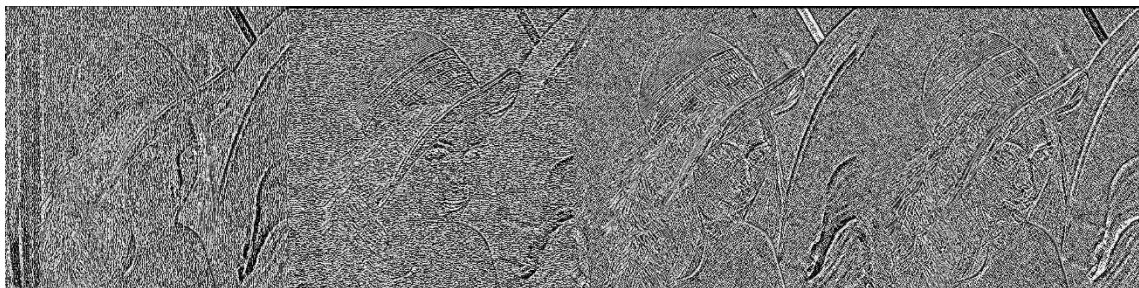
**Diagonal E>D**

2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

**Diagonal D>E**

**Tabela 3. Máscara de linha**

Após isso, o resultado obtido pode ser conferido na Figura 18.



**Figura 18. Imagem de Lena com máscaras de linhas**

## 9.3. Bordas

No processo de detecção de bordas a vizinhança de 8 pixels é utilizada, existem diversos filtros para essa detecção como o de Robert, laplace e Sobel.

### 9.3.1. Borda Roberts

Nessa máscara, procura-se bordas que destiguam imagens. A tabela 4 possui duas máscaras, usa cada máscara separadamente em toda a imagem, e as une formando uma única imagem.

0	0	-1		-1	0	0
0	1	0		0	1	0
0	0	0		0	0	0

**Tabela 4. Máscaras Bordas de Roberts**

Após isso, o resultado obtido pode ser conferido na Figura 19.



**Figura 19. Imagem de Lena com máscara de borda Roberts**

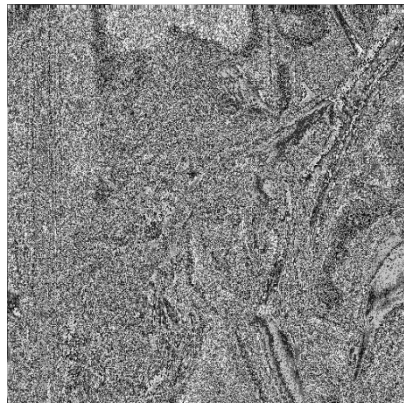
### 9.3.2. Borda Sobel

Nessa máscara, procura-se bordas que destiguam imagens. A tabela 4 possui duas máscaras, usa cada máscara separadamente em toda a imagem, e as une formando uma única imagem.

1/4	1	0	-1		1/4	-1	-2	-1
	2	0	-2			0	0	0
	1	0	-1			1	2	1

**Tabela 5. Máscaras Bordas de Sobel**

Após isso, o resultado obtido pode ser conferido na Figura 20.



**Figura 20. Imagem de Lena com máscara de borda Sobel**

### 9.3.3. Borda Prewit

Nessa máscara, procura-se bordas que destiguam imagens. A tabela 4 possui duas mascaras, usa cada máscara separadamente em toda a imagem, e as une formando uma única imagem.

$1/3$	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>		$1/3$	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>			<b>1</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>

**Tabela 6. Mascaras Bordas de Prewit**

Após isso, o resultado obtido pode ser conferido na Figura 21.



**Figura 21. Imagem de Lena com máscara de borda Prewit**

### 9.3.4. Borda Frei chen

Nessa máscara, procura-se bordas que destiguam imagens. A tabela 4 possui duas mascaras, usa cada máscara separadamente em toda a imagem, e as une formando uma única imagem.

$1/(2+2^{1/2})$	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>		$1/(2+2^{1/2})$	<b>-1</b>	<b><math>-1(2^{1/2})</math></b>	<b>-1</b>
	<b><math>2^{1/2}</math></b>	<b>0</b>	<b><math>-1(2^{1/2})</math></b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>			<b>1</b>	<b><math>2^{1/2}</math></b>	<b>1</b>

**Tabela 7. Mascaras Bordas de Frei chen**

## 10. Considerações Finais

Esse estudo foi realizado objetivando ser avaliação na disciplina de computação gráfica, o levantamento de informações e conhecimentos adquiridos através das pesquisas realizadas foi de suma importância para o acréscimo de conhecimento e treinamento prático das atividades estudadas.

## 11. Referências Bibliográficas

Livros:

Alan H. Watt, Fabio Policarpo - The Computer Image, Addison-Wesley Pub Co (Net); 1998- ISBN: 0201422980

CASTLEMAN, Kenneth R. - Digital Image Processing. Prentice-Hall, 1996

Sites :

<http://www.dai.ed.ac.uk/HIPR2/csmooth.htm>

<http://www.nasatech.com/Briefs/Sept99/NPO20475.html>

<http://www.icaen.uiowa.edu/~dip/LECTURE/contents.html>

<http://www.ph.tn.tudelft.nl/Courses/FIP/noframes/fip-Smoothin.html>

[http://imaging.utk.edu/publications/papers/Yiyong\\_ICIP2000.pdf](http://imaging.utk.edu/publications/papers/Yiyong_ICIP2000.pdf)

<http://www.worldscinet.com/journals/ijprai/15/1504/S0218001401001076.html>