

Processamento de Imagens

Sumário

1. Visão Computacional	2
2. Imagem Digital.....	5
3. Histograma de Imagem Digital	7
4. Operações Pontuais.....	10
4.1. Operações Aritméticas	11
4.2. Operações Lógicas.....	12
5. Transformações Geométricas	12
6. Filtragem de Imagens.....	14
7. Processamento de Imagens no domínio de Fourier	15
8. Filtragem Passa Baixa	16
9. Filtragem Passa Alta	17
10. Filtragem no Domínio Espacial.....	17
11. Filtros Lineares e Não Lineares	18
12. Filtros Passa Baixa – Filtros de Suavização	18
12.1. Filtro de Média	19
12.2. Filtro Gaussiano.....	19
12.3. Filtro da Mediana.....	20
12.4. Filtros de Ordem e de Moda	21
12.5. Filtros de Média dos K Vizinhos Seleccionados.....	21
13. Filtro Passa Alta ou de Acentuação.....	22
13.1. Filtros Gradiente ou Derivada de Imagens.....	22
13.2. Filtro e Operador de Sobel	23
13.3. Filtro de Roberts	24

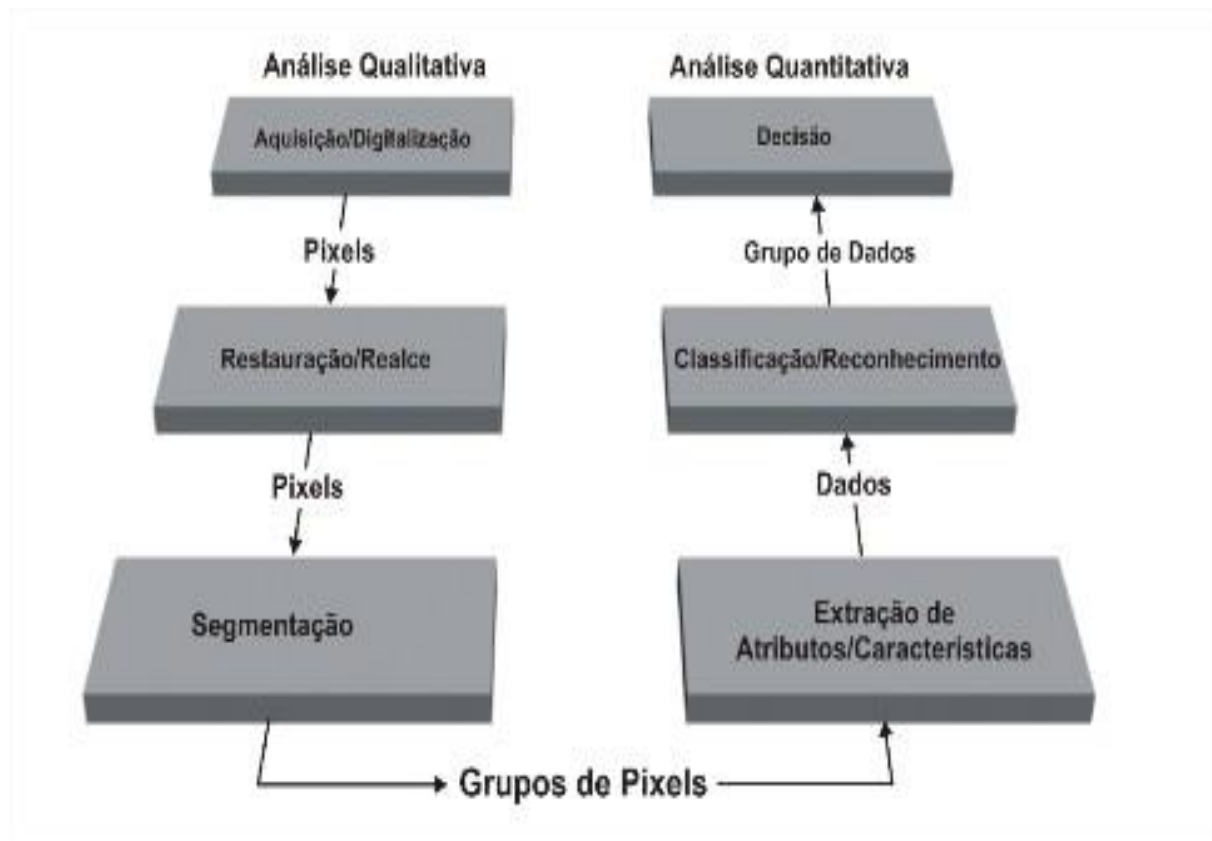
13.4. Filtro de Prewitt.....	24
13.5. Filtro Laplaciano.....	25
13.6. Canny.....	25

(Capítulo 3.pdf)

//: Anotações de Aula

1. Visão Computacional

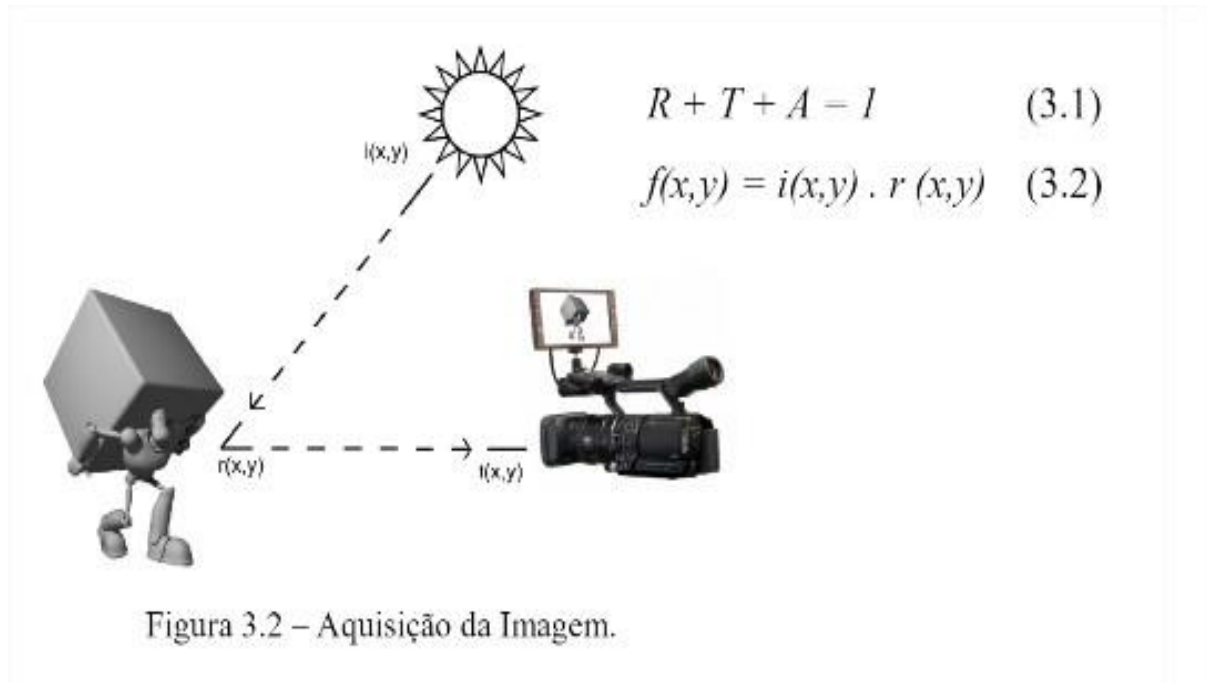
Principais etapas de um Sistema de Visão Computacional:



- 1) Aquisição/Digitalização
- 2) Restauração/Realce
- 3) Segmentação
- 4) Extração de Atributos/Características
- 5) Classificação/Reconhecimento

6) Decisão

1) Aquisição/Digitalização



-> Amostragem e Quantização

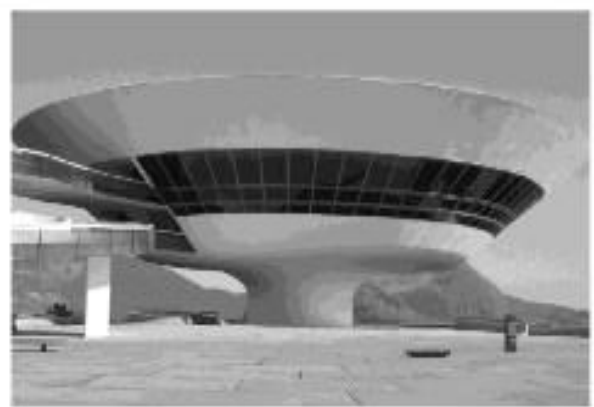
Amostragem: refere-se ao número de pontos amostrados de uma imagem digitalizada (resolução).



Quantização: quantidade de níveis de tons que pode ser atribuído a cada ponto digitalizado.



256 níveis de cinza



16 níveis de cinza

2) Restauração/Realce

Restauração: busca compensar deficiências específicas, geradas no momento de aquisição, na transmissão ou em alguma etapa do processamento.

Realce: destaca detalhes da imagem que são de interesse para análise ou que tenham sofrido alguma deterioração.

3) Segmentação

Isolar regiões de pontos da imagem pertencentes a objetos para posterior extração de atributos e cálculos de parâmetros descritivos.

4) Extração de Atributos/Características

A partir de imagens segmentadas ou binárias busca obter dados relevantes ou atributos, das regiões ou objetos destacados.

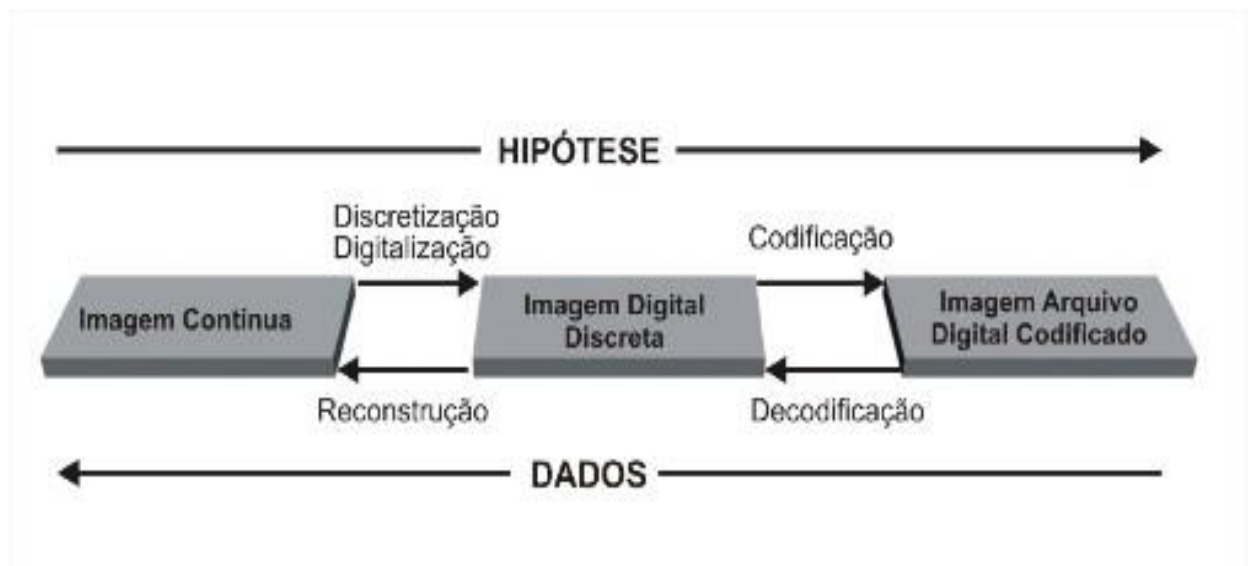
5) Classificação/Reconhecimento

Distinguir objetos da imagem agrupando parâmetros de acordo com sua semelhança para cada região de pixels encontrada.

2. Imagem Digital

- Imagem pode ser adquirida ou gerada pelo ser humano.
- Uma imagem consiste em qualquer forma visual de expressão de uma ideia.

Etapas do Processamento de Imagem Digital:



*) Discretização

Conversão da imagem na forma contínua em uma representação discreta.

// O processo de discretização do domínio é chamado de amostragem.

*) Reconstrução

Processo inverso da discretização, geração de uma aproximação da imagem contínua.

***) Codificação**

A partir da representação discreta da imagem, **gera um conjunto de dados** representativos da imagem, dados estes que **podem ser transformados no formato de arquivos**.

***) Decodificação**

Processo oposto à codificação no qual **acessam-se informações codificadas** na forma de uma representação discreta.

// Na reconstrução torna-se necessário realizar uma aproximação ou interpolação entre pontos amostrados.

// Interpolação de ordem zero: escolher a amostra mais próxima da posição desejada e tomar o seu valor como valor dessa posição.

// Interpolação linear: calcula uma média ponderada das amostras mais próximas da posição desejada de acordo com a sua distância.

// A taxa de amostragem **determina quantos pixels terá a imagem digital** (resolução da imagem)

// Quantificação determina quantos níveis entre a intensidade máxima F mínima serão usados para representar o valor da intensidade em cada ponto da amostra

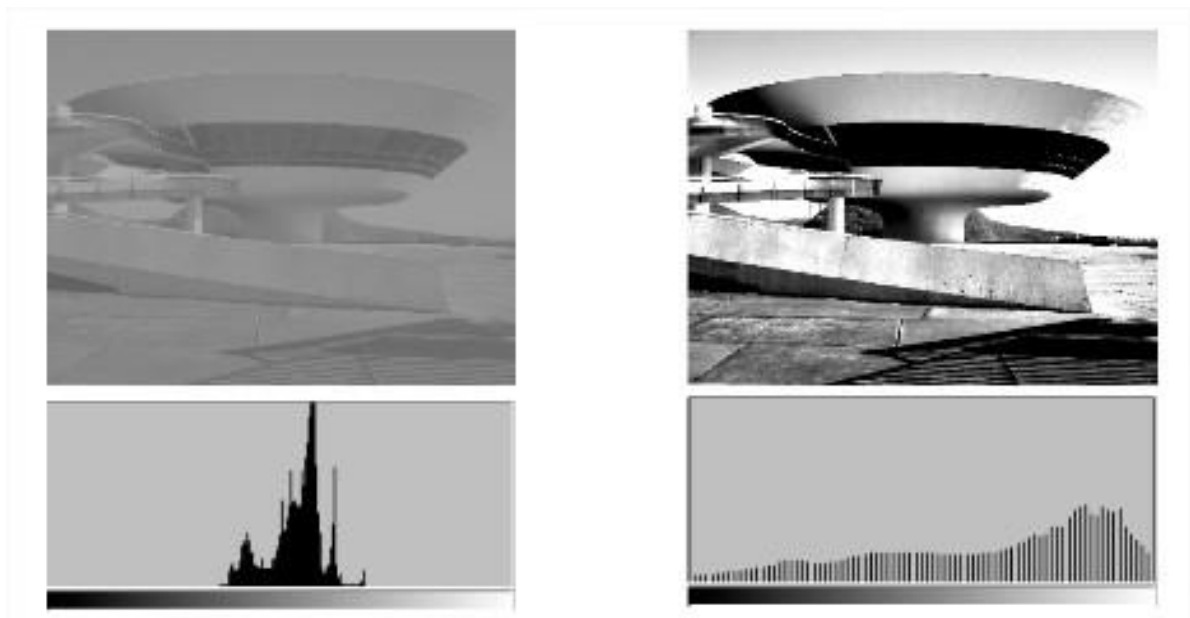
// Aliasing: fenômeno comum em amostragem, principalmente se a amostragem da função continua original é muito pobre.

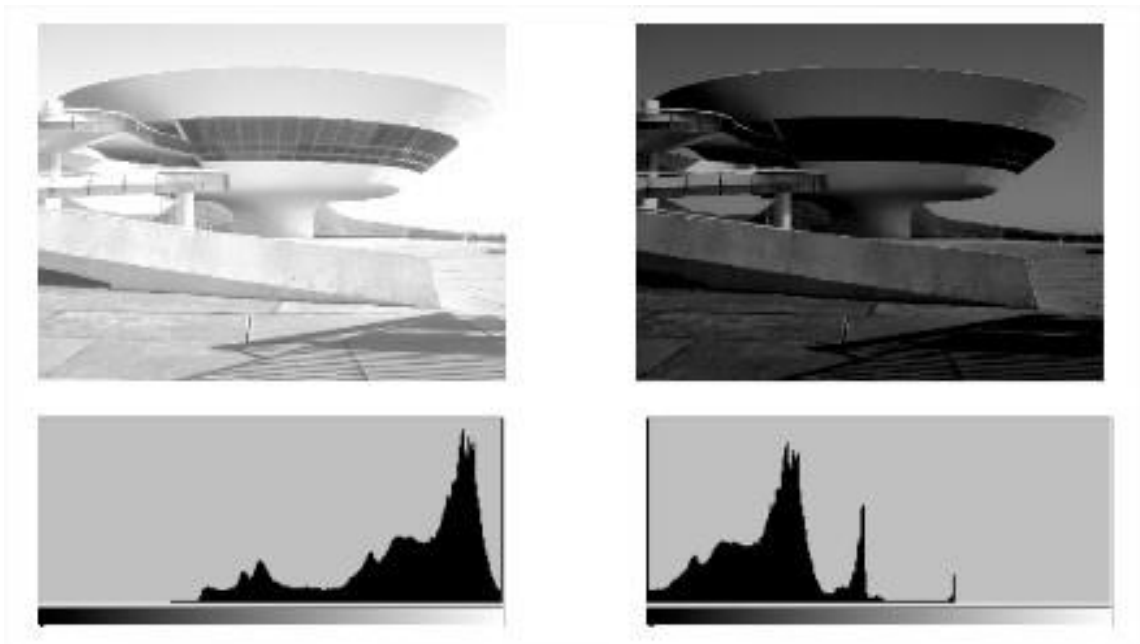
Imagens Monocromáticas: são imagens digitais onde cada pixel possui apenas uma banda espectral



3. Histograma de Imagem Digital

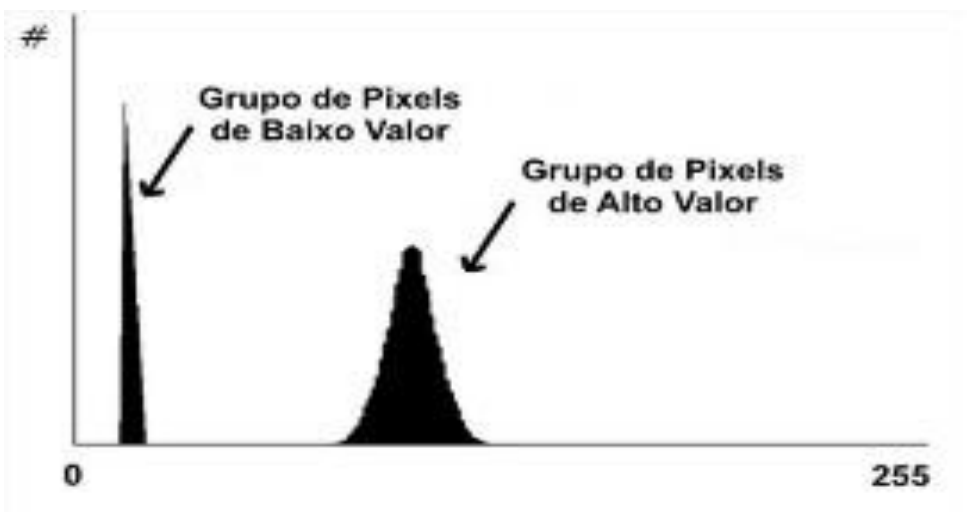
O histograma de uma imagem é simplesmente um conjunto de números indicando o percentual de pixels naquela imagem, que apresenta um determinado nível de cinza ou cor.

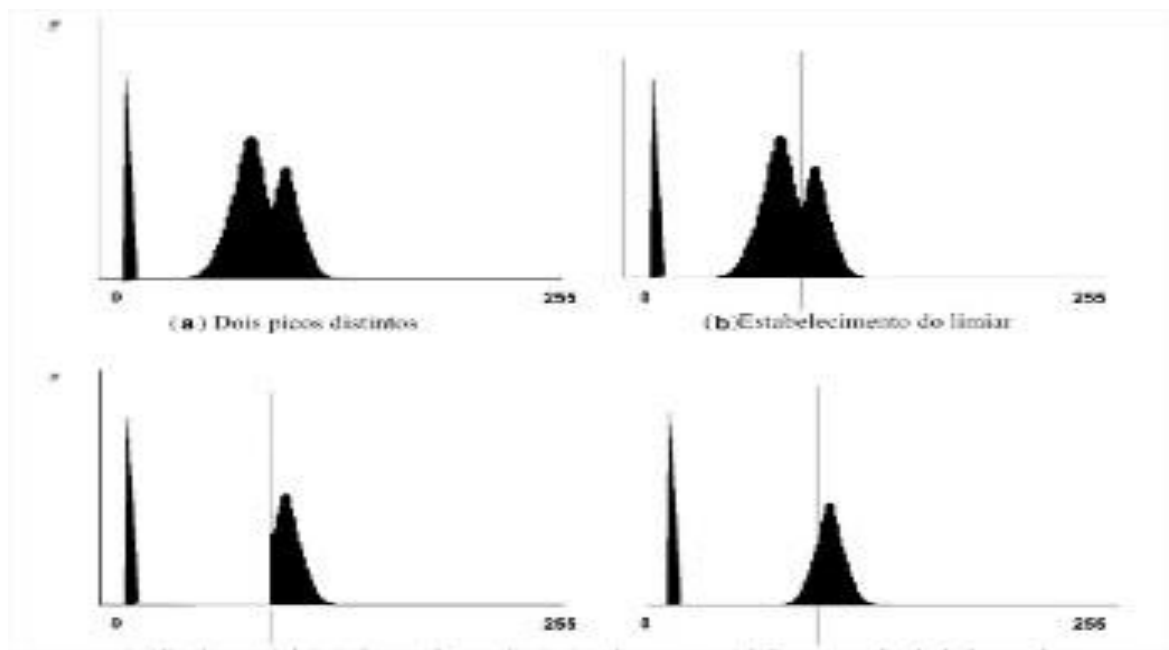




Limiarização: Uso em imagens em que o objeto a ser segmentado apresenta uma tonalidade bem diferente do fundo da imagem.

// Escolha do ponto de corte





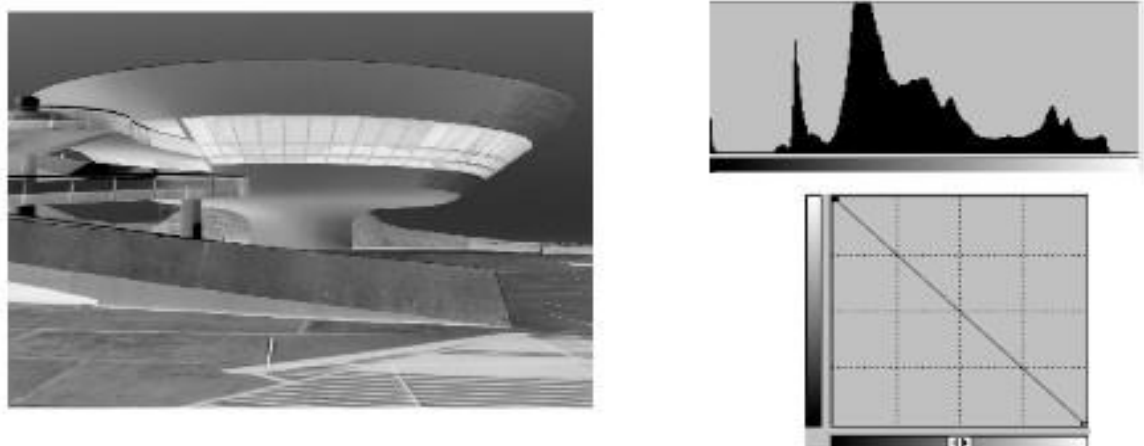
Compressão de histograma



Expansão de histograma



Imagem negativa

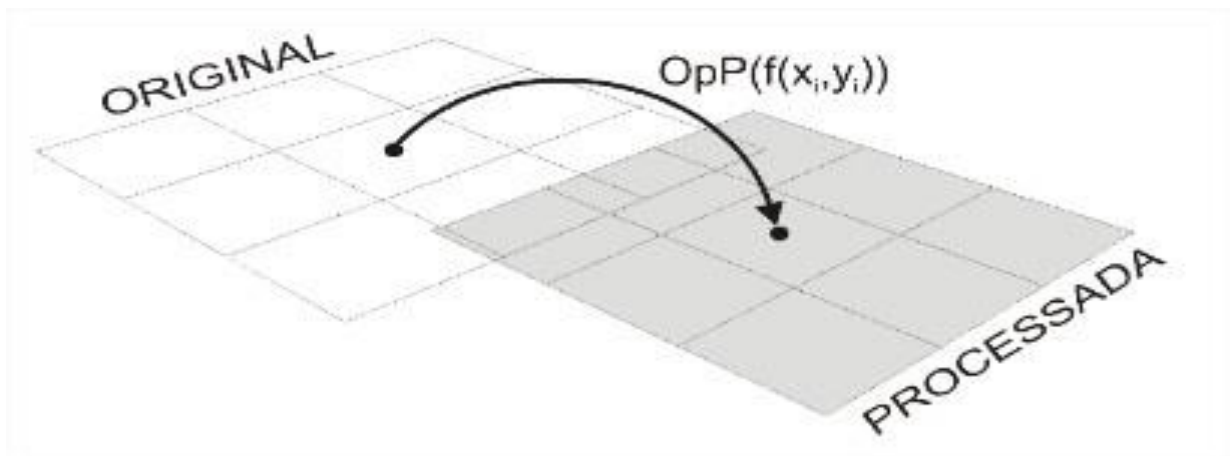


(Capitulo4.pdf)

4. Operações Pontuais

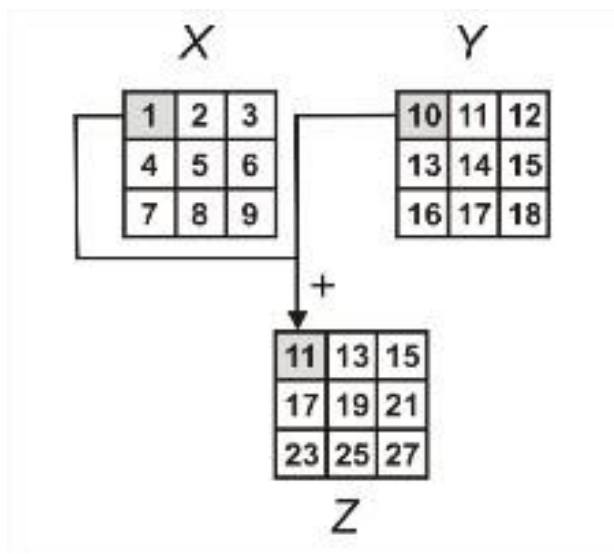
Uma operação pontual em uma imagem digital r é a função $f(r)$ aplicada a todo pixel da imagem.

// O pixel, na posição (x, y) da imagem resultante depende apenas do pixel na imagem original (ponto a ponto).



O processamento pode levar em consideração dados globais da imagem, como por exemplo, o histograma.

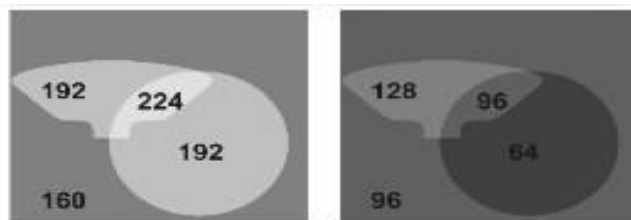
4.1. Operações Aritméticas



(a) X

(b) Y

Figura 4.4 – Imagens X e Y utilizadas como exemplos.

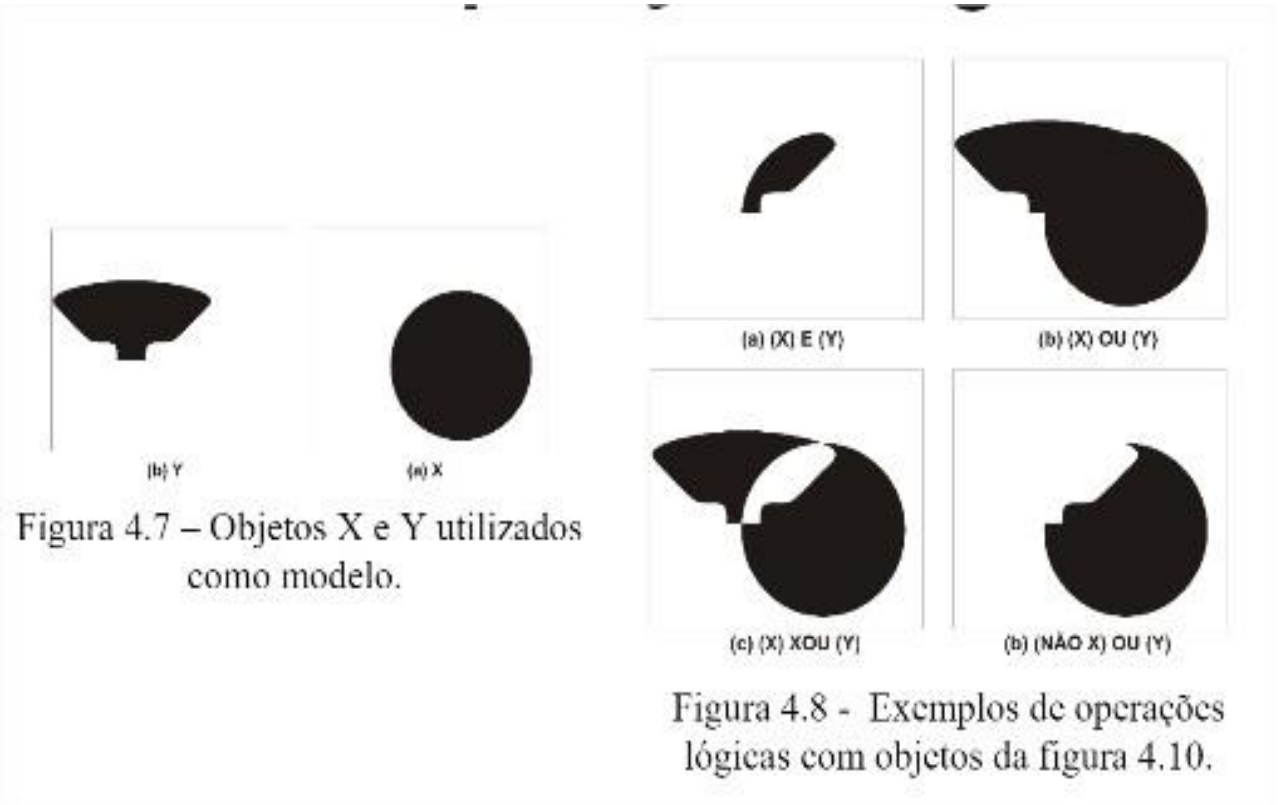


(a) $X \cap Y$

(b) $X - Y$

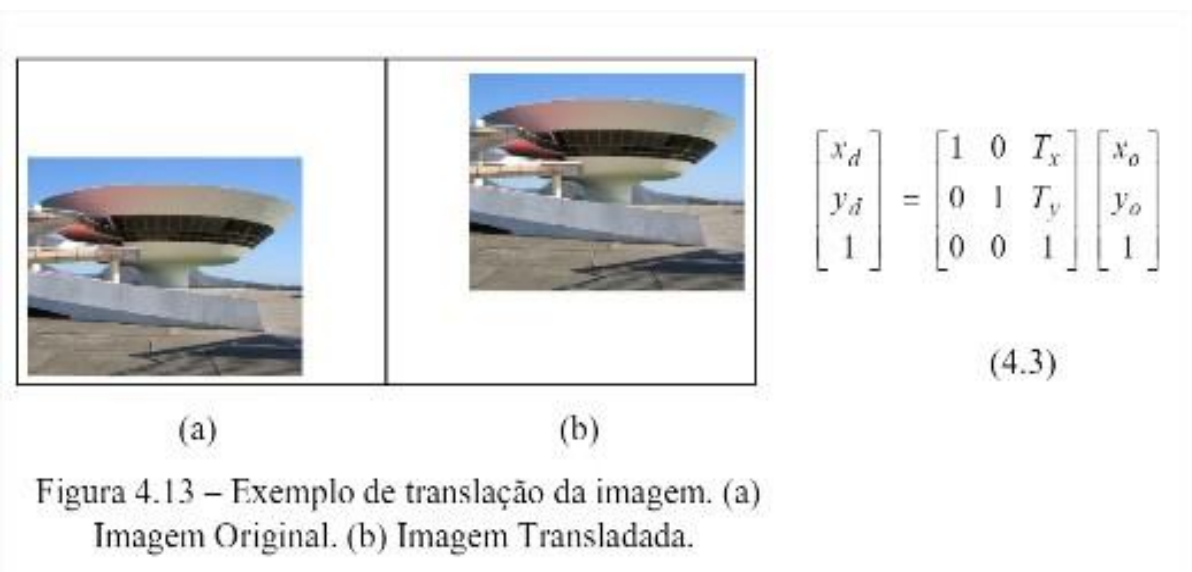
Figura 4.5 – Exemplos de operações aritméticas com as imagens da Figura 4.4.

4.2. Operações Lógicas



5. Transformações Geométricas

- Translação, Rotação e Escala



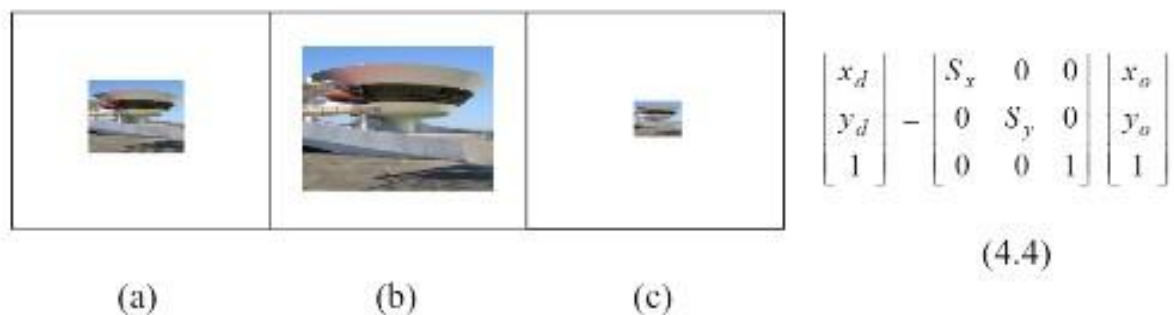


Figura 4.14 – Exemplo de ampliação e redução da imagem. (a) Imagem Original. (b) Imagem Ampliada 2 vezes. (c) Imagem Reduzida pela metade



Figura 4.15 – Exemplo de Rotação de 90° no sentido horário

- Espelhamento ou reflexão

$$\begin{bmatrix} x_d \\ y_d \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

$$\begin{bmatrix} x_d \\ y_d \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

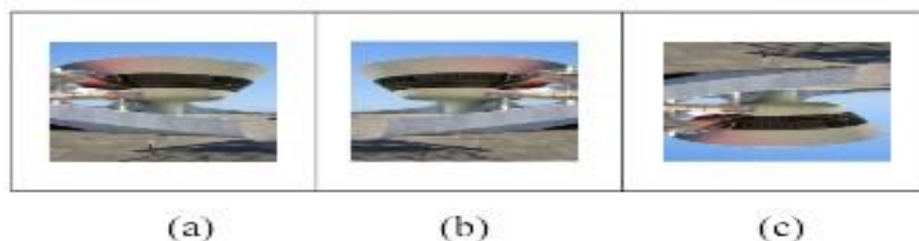


Figura 4.17 – Exemplo de espelhamento. (a) Imagem Original. (b) Flip Horizontal. (c) Flip Vertical.

6. Filtragem de Imagens

// Melhorar a qualidade das imagens através da ampliação do seu contraste, eliminação de padrões periódicos ou aleatórios (ruídos ou imperfeições das imagens provenientes do processo de aquisição, transmissão ou compressão) melhoria no seu foco e acentuação de características.

- Classificação dos filtros da imagem:

Domínio ou espaço em que atuam: da frequência ou espacial.

Tipo de frequência: passa ou elimina baixas frequências; passa ou elimina altas frequências; passa ou elimina faixas de frequência.

Linearidade: lineares ou inversíveis ou não lineares.

Tipo de aplicação ou efeito que causam nas imagens: suavização, contraste, adaptativos, globais, janelados ou locais.

// Filtragem no domínio espacial:

- Procedimentos que operam diretamente sobre pixels.
- Utilização de mascaras.
- Teorema da convolação.

7. Processamento de Imagens no domínio de Fourier

- 1) A imagem $I(x, y)$ é transformada para o domínio de Fourier (transformada discreta).
- 2) A imagem no domínio de Fourier é representada por $F(u, v)$ e é convoluída com o filtro $H(u, v)$.
- 3) Ao produto $F(u, v) H(u, v)$ é aplicada a inversa da transformada de Fourier para retornar ao domínio espacial, onde se tem a imagem processada $I'(x, y)$.

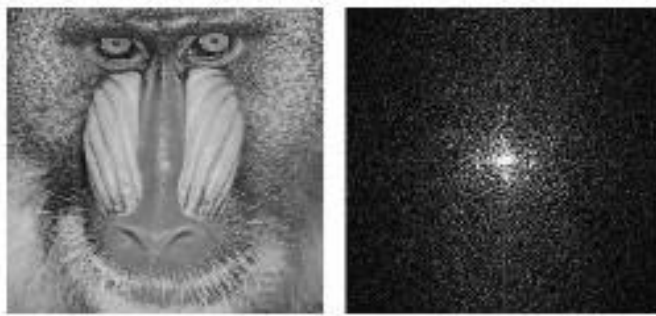


Figura 5.6 - Imagem Baboon e seu espectro de Fourier.

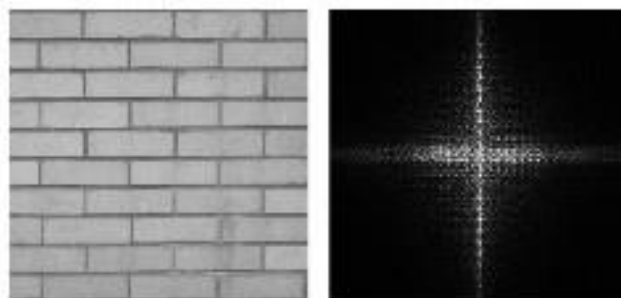
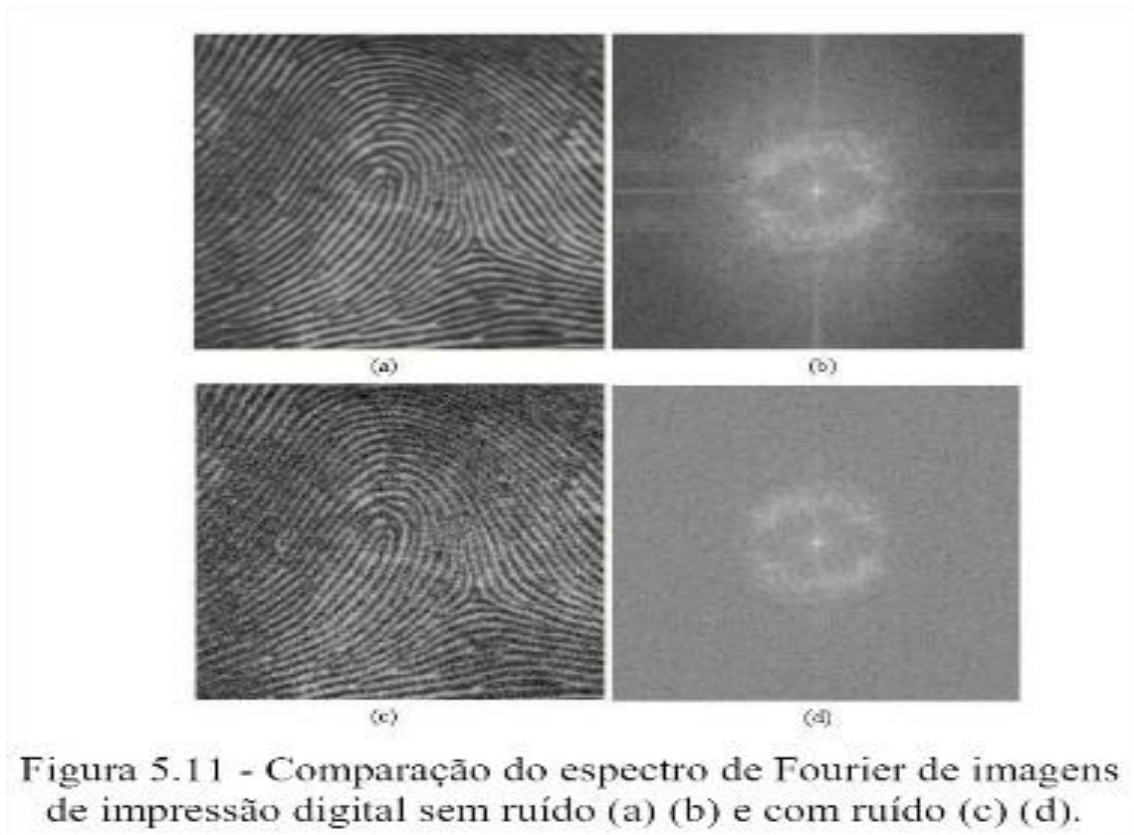


Figura 5.7 - Imagem Brick e seu espectro de Fourier.

8. Filtragem Passa Baixa

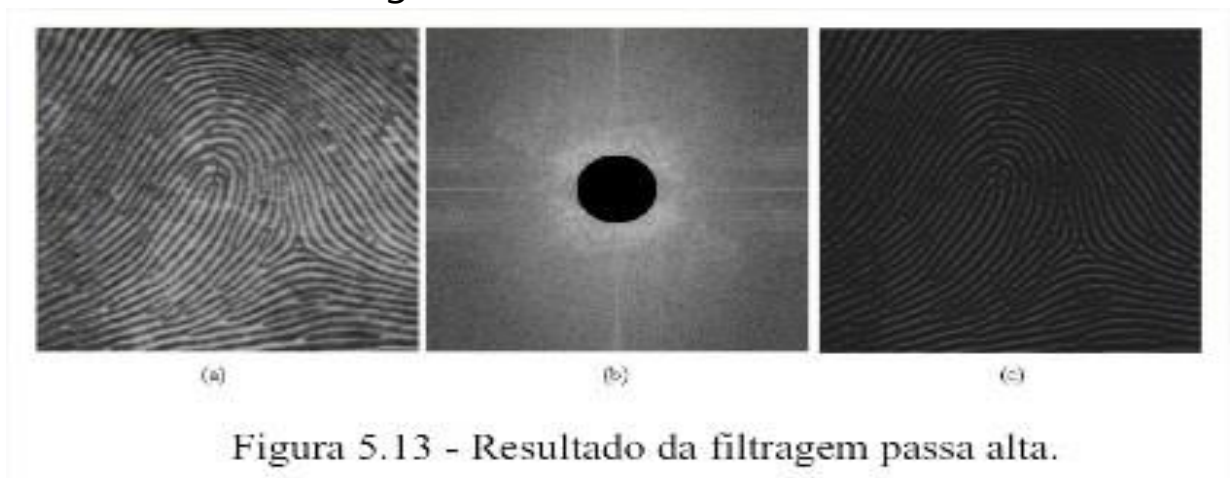
Utilizando um filtro passa baixa **obtém-se uma imagem menos nítida ou suavizada** (minimiza ruídos, mas a imagem perde nitidez). Tem-se uma perda de detalhes que são os componentes de altas frequências.

// Redução das variações nos níveis de cinza que dão a aparência de serrilhados nos patamares de intensidade.



9. Filtragem Passa Alta

Os componentes de alta frequência da transformada de Fourier não são alterados, enquanto os de baixa frequência são removidos. Isso faz com que os detalhes finos da imagem sejam enfatizados. Destacam característica como bordas, linhas, curvas e manchas, que indicam uma mudança súbita do nível de intensidade de duas regiões relativamente homogêneas.



10. Filtragem no Domínio Espacial

Os métodos de filtragem que trabalham no domínio espacial operam diretamente sobre os pixels, normalmente utilizando operações de convolução com máscaras.

(Convulação é a forma como a máscara é alterada dentro da imagem. Visa calcular a soma dos pontos de cada posição, ou seja, deslocamento do filtro).

O uso de máscaras nas imagens no domínio espacial é usualmente chamado de filtragem espacial e máscaras são chamadas de filtros espaciais.

// Manipula os valores da vizinhança para modificar a imagem digital (atuando diretamente nos filtros da imagem).

// A imagem digital é representada por uma matriz de pixels, sendo que a filtragem espacial trabalha com uma máscara que percorre toda a imagem realizando as operações de filtragem desejadas.

11. Filtros Lineares e Não Lineares

Filtros lineares: usam máscaras que realizam somas ponderadas das intensidades de pixels ao longo da imagem. Se pesos diferentes forem usados em partes diferentes da imagem, o filtro linear é considerado espacialmente variante.

// Este filtro destaca/suaviza a imagem sem alterar o nível de cinza da imagem de origem. Ele cria uma imagem nova excluindo as linhas e colunas sem diminuir a resolução.

Filtros não lineares: qualquer filtro que não é uma soma ponderada de pixels.

12. Filtros Passa Baixa – Filtros de Suavização

- Suavizar a imagem pela redução das variações de nível de cinza que dão a aparência de “serrilhado” nos patamares de intensidade.

- Atenuar as altas frequências, que correspondem às transições abruptas. Minimizar ruídos.

- Filtros usados: filtro da média, mediana, ordem, moda, média dos k vizinhos selecionados e gaussiano.

12.1. Filtro de Média

Máscara de convolução $n \times n$ com todos seus coeficientes iguais a 1 e depois dividindo-se o valor obtido pelo número de pixels da máscara.

$$Z = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(5.33)

$$Z = \frac{1}{25} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

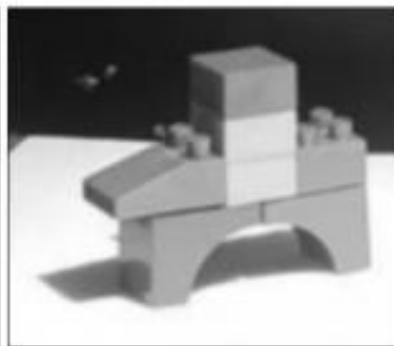
(5.34)

$$Z = \frac{1}{49} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

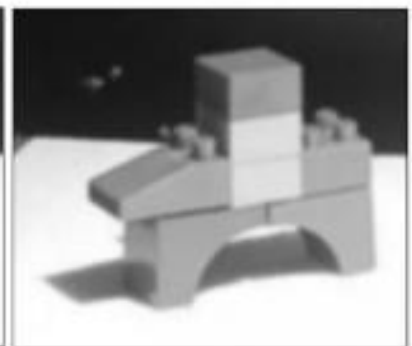
(5.35)



(a)



(b)

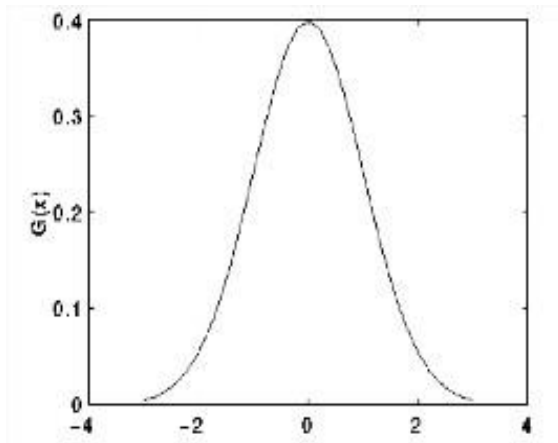


(c)

// Quanto maior a máscara, maior será a área de redução de contraste e maior será a perda de definição da imagem.

12.2. Filtro Gaussiano

O filtro de suavização Gaussiano é baseado em uma aproximação digital da função gaussiana.

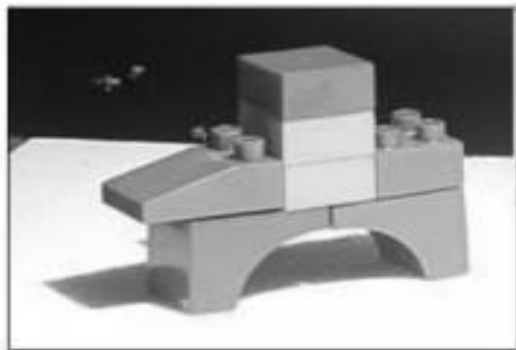


$$G(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

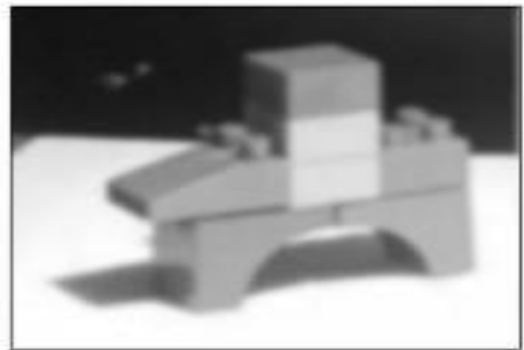
(5.36)

// O operador de suavização gaussiano é aplicado para atenuar os valores associados a cada pixel, minimizando ou até eliminando informações indesejáveis.

// Quanto maior o desvio padrão dessa curva, maior a máscara e menos nítida ficará a imagem final.



(a)



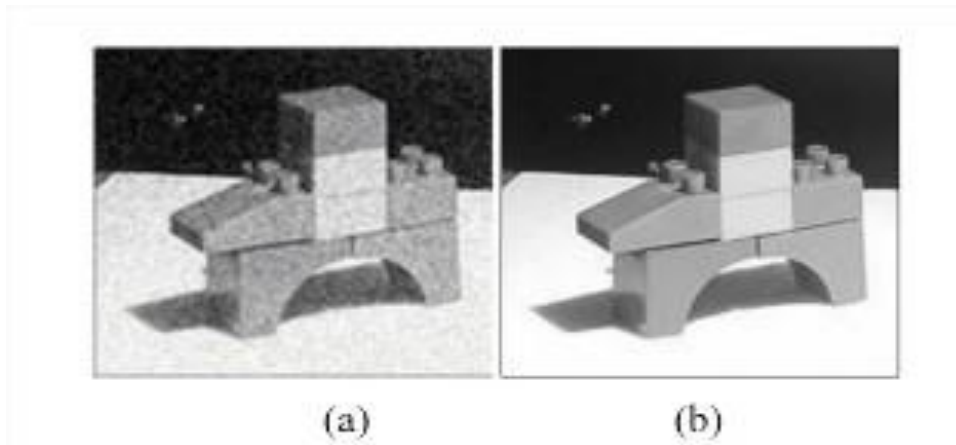
(b)

12.3. Filtro da Mediana

Ordena a intensidade dos pixels dentro da área da máscara em ordem crescente ou decrescente, alocando ao pixel da imagem correspondente à posição central da máscara, o valor da intensidade do pixel que corresponde à posição intermediária do respectivo intervalo ordenado.

Ruído é impulsivo (do tipo não contínuo, consistindo em pulsos irregulares de grande amplitude).

// Apresenta melhores resultados quanto à manutenção dos contornos da imagem.



12.4. Filtros de Ordem e de Moda

Filtro de ordem: as intensidades dos pontos da vizinhança do pixel $f(x, y)$, dentro de uma janela da imagem, são ordenadas e é tomado o valor máximo ou valor de uma ordem qualquer desta ordenação, como novo valor para $g(x, y)$.

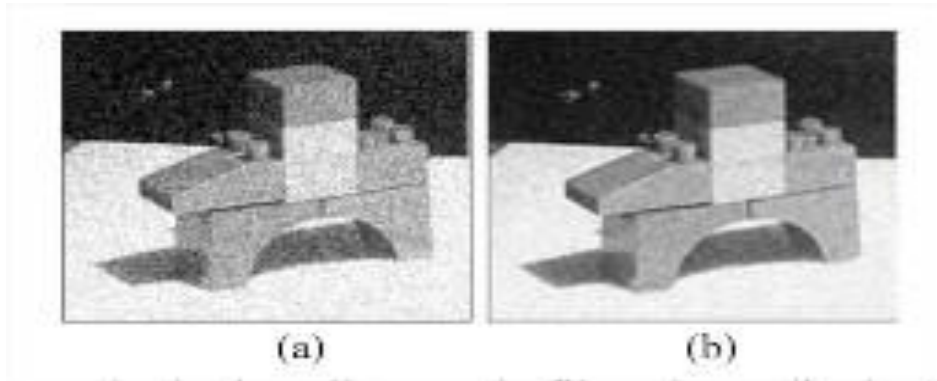
Filtro de moda: as intensidades dos pontos da vizinhança do pixel (x, y) , dentro de uma janela da imagem são ordenados e é tomado como novo valor para $f(x, y)$ o valor $g(x, y)$ mais frequente da vizinhança.

12.5. Filtros de Média dos K Vizinhos Selecionados

É um híbrido do método de filtragem pela média.

Utiliza a diferença absoluta entre o valor de cada elemento da máscara de filtragem e o ponto central para selecionar os k elementos que participarão do cálculo da média.

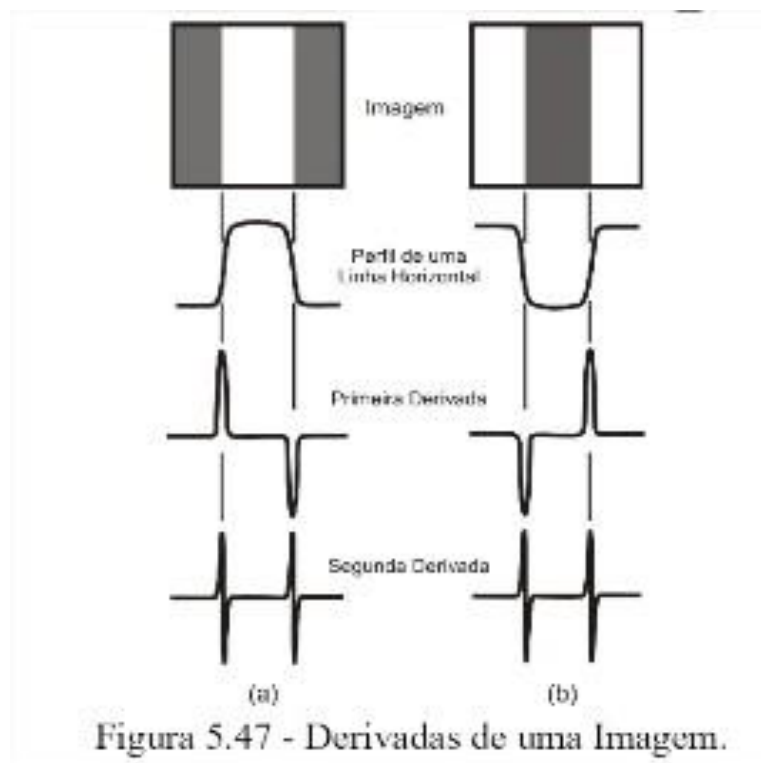
Pontos mais próximos do valor central são selecionados.



13. Filtro Passa Alta ou de Acentuação

- Atenuam ou eliminam as baixas frequências, realçando as altas frequências.
- Usados para realçar detalhes na imagem.
- Destacam características como bordas, linhas, curvas e manchas.
- Tornam mais nítidas as transições entre regiões diferentes (como os contornos), realçando o contraste.
- Filtros : Gradiente, Sobel, Roberts, Prewitt, Laplaciano, Canny, LoG.

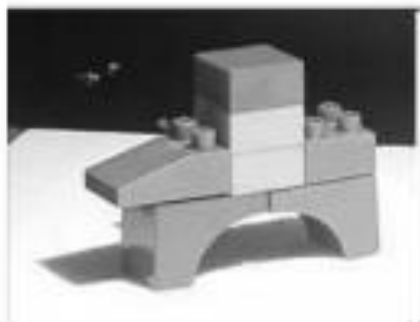
13.1. Filtros Gradiente ou Derivada de Imagens



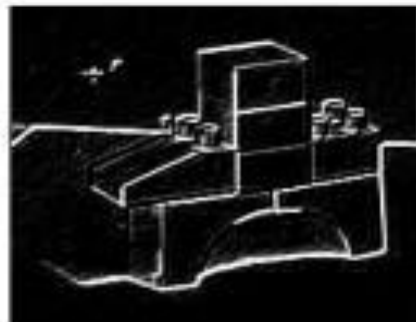
13.2. Filtro e Operador de Sobel

// Algoritmo de detecção de contornos.

// Consiste em um operador que calcula diferenças finitas, dando uma aproximação do gradiente da intensidade dos pixels da imagem. Em cada ponto da imagem, o resultado da aplicação do filtro Sobel devolve o gradiente ou a norma deste vector.



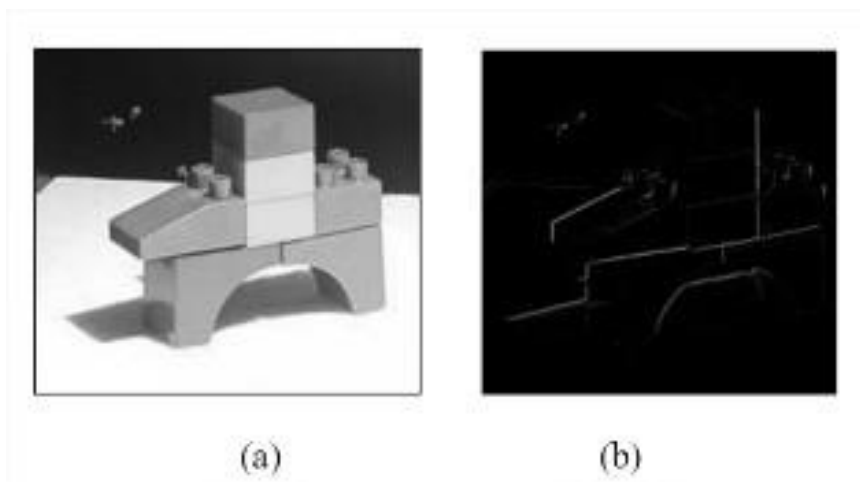
(a)



(b)

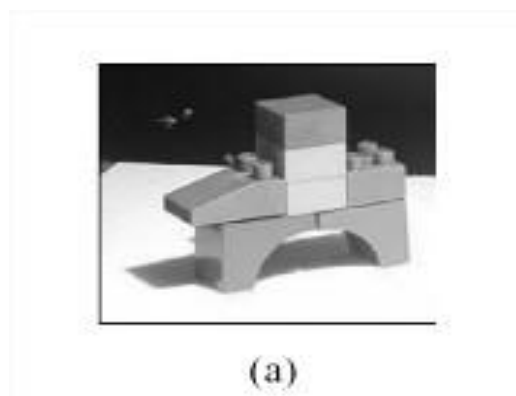
13.3. Filtro de Roberts

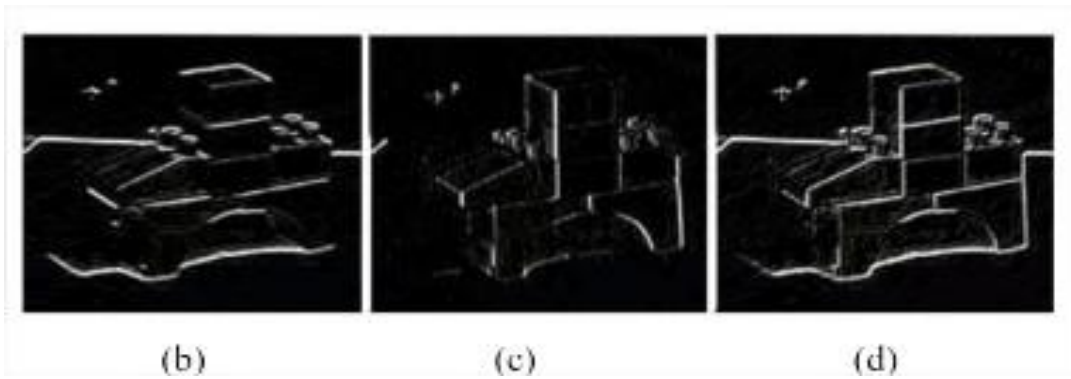
// Apresenta a desvantagem de certas bordas serem mais realçadas do que outras dependendo da direção, mesmo com magnitude igual. Como resultado de sua aplicação, obtém-se uma imagem com altos valores de nível de cinza, em regiões de limites bem definidos e valores baixos em regiões de limites suaves.



13.4. Filtro de Prewitt

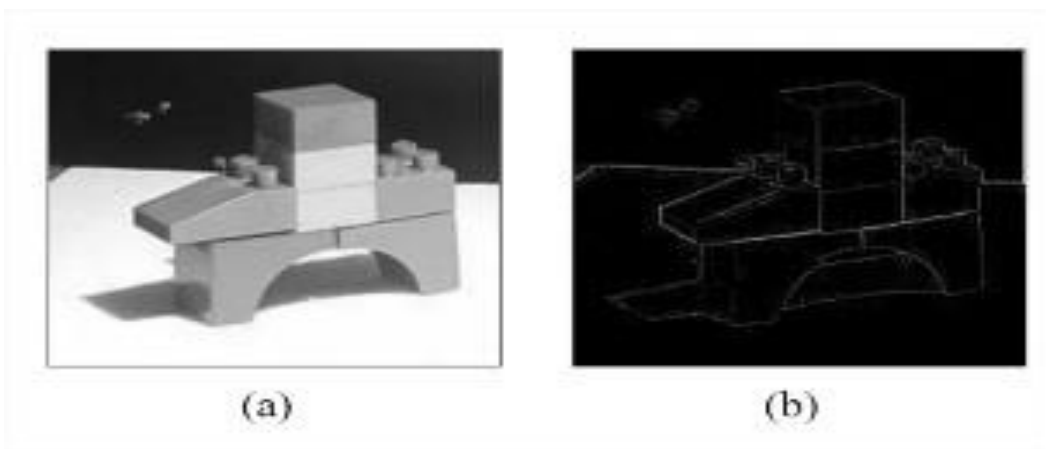
// O filtro de Prewitt utiliza duas máscaras 3x3 que são convoluída com a imagem original para calcular as derivadas nas direções vertical e horizontal. O detector de bordas Prewitt é muito apropriado para estimar a magnitude e orientação das bordas.





13.5. Filtro Laplaciano

// Enfatiza regiões de descontinuidade e ameniza regiões de variação lenta de níveis de intensidade. Esta característica tende a produzir imagens que apresentam arestas e outras descontinuidades na cor cinzenta sobreposta a um fundo sem características.



13.6. Canny

// Filtro de convolução de primeira derivada, que suaviza o ruído e localiza bordas, combinando um operador diferencial com um filtro Gaussiano.

