

# Visão Computacional

## Aula 11

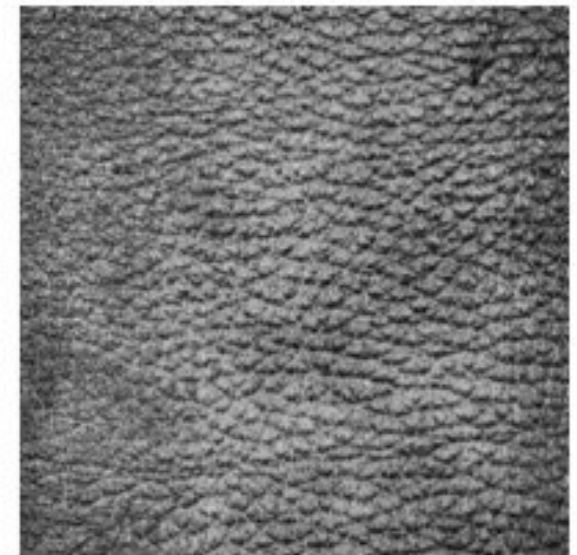
### Análise de Texturas



# Análise de Texturas

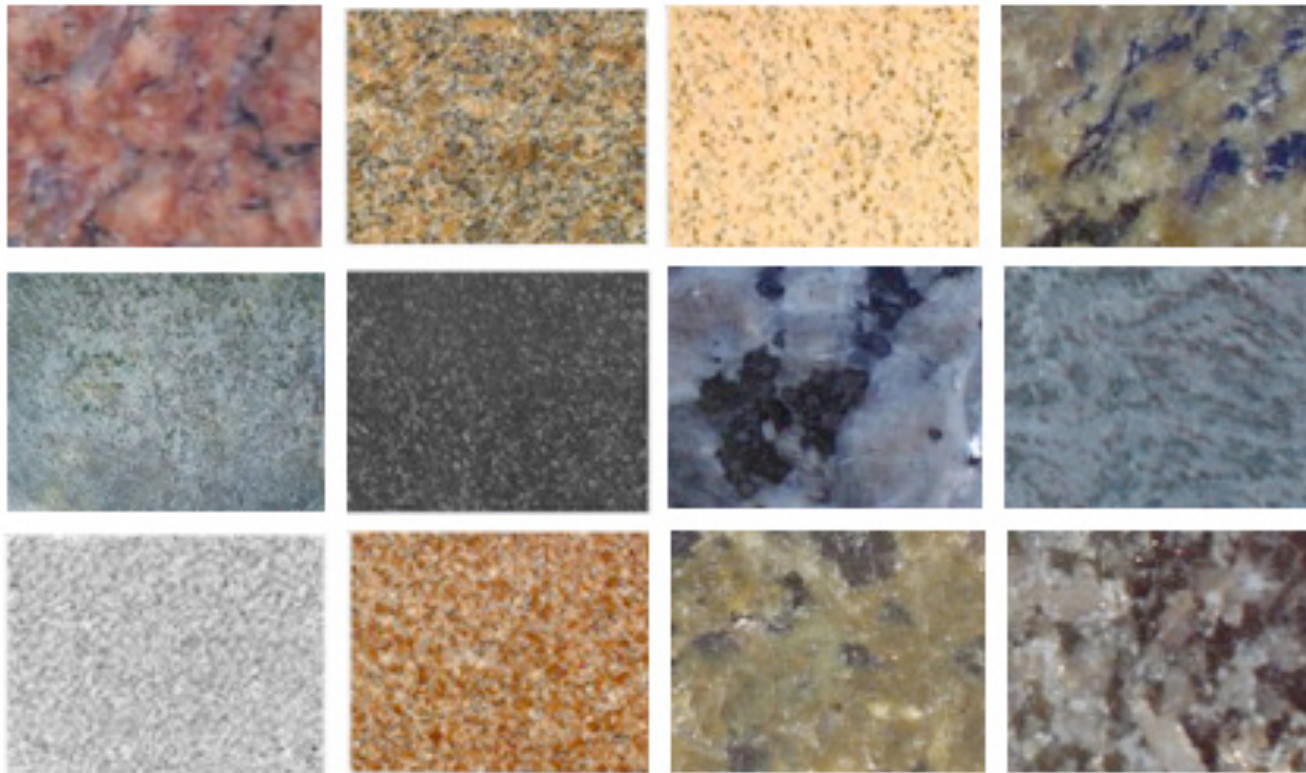
- Textura é o padrão de cores que “cobre” todo objeto (abordagem pelas definições de cores);
- Um objeto é reconhecido não somente pela forma, mas pelas cores;

# Análise de Texturas



# Análise de Texturas

- Texturas e tipos de materiais (2):

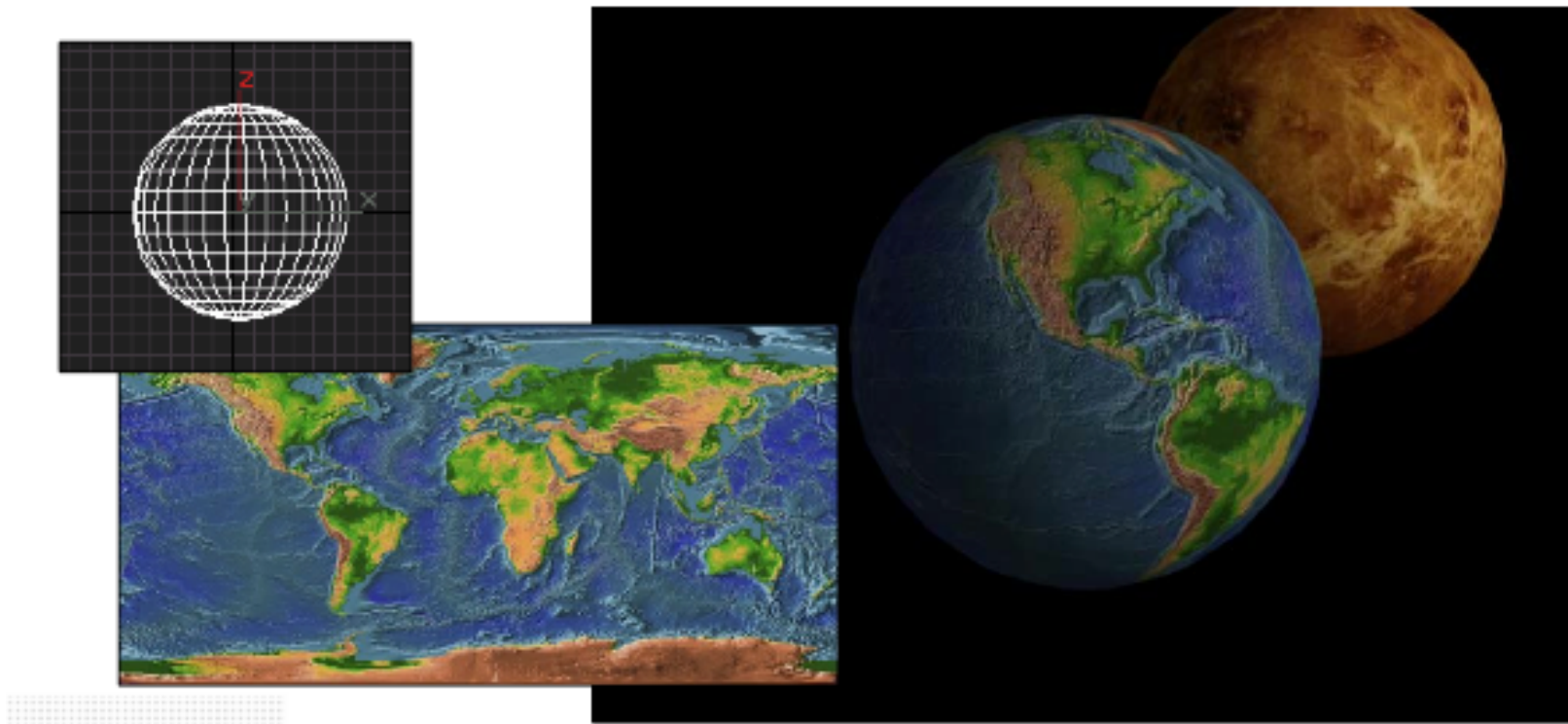


# Análise de Texturas

- A correta definição do padrão de textura é fundamental para a interpretação da “cena”;
- Fornece medidas de propriedades como:
  - Rugosidade, suavidade e regularidade
- Aplicações Práticas e Científicas:
  - Computação Gráfica
  - Processamento de Imagens
  - Visão Computacional
    - Reconhecimento de Padrões

# Análise de Texturas

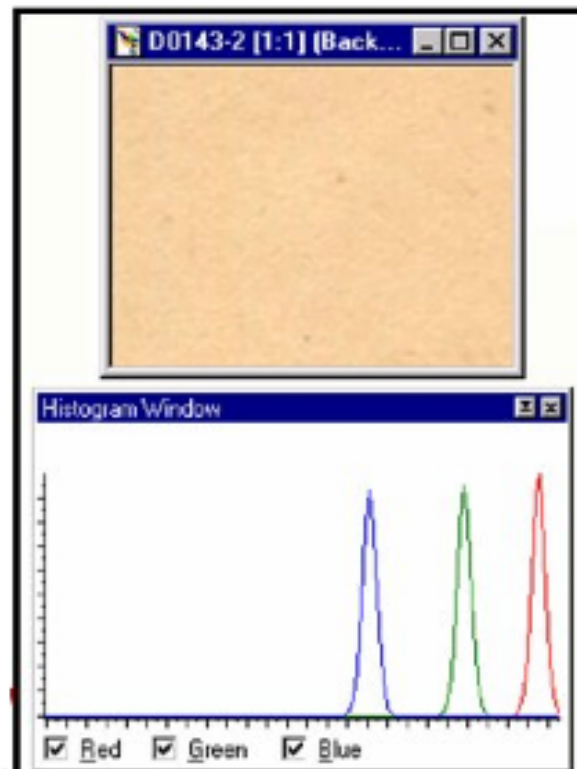
- Na computação gráfica:
  - Geração de imagens naturais



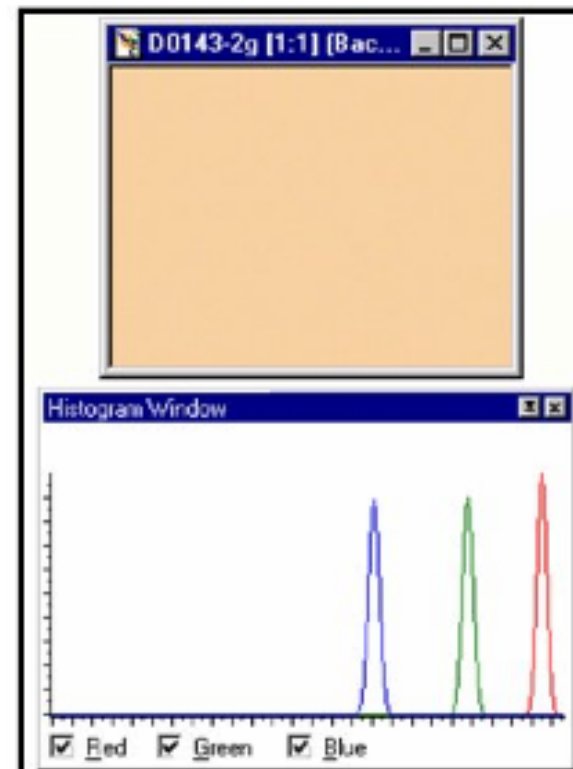
# Análise de Textura

- Em processamento de Imagens
  - Síntese de Texturas

Textura Original



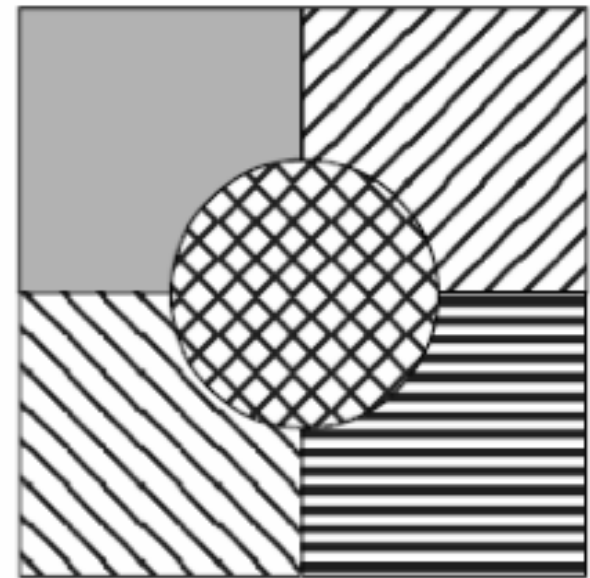
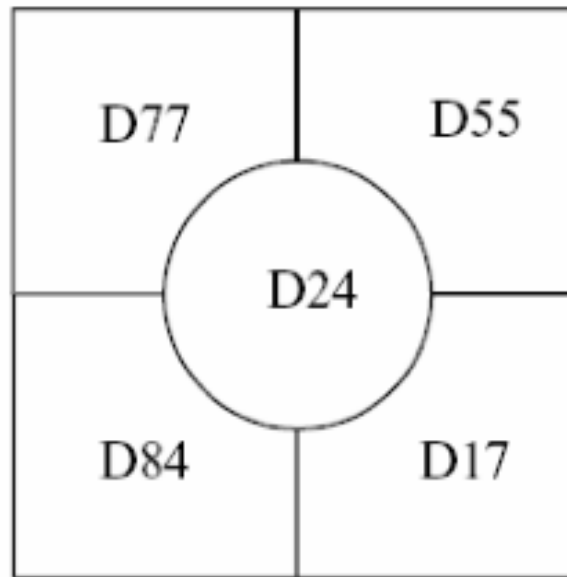
Textura Sintética





# Análise de Texturas

- Visão Computacional (Reconhecimento de Padrões)
  - Identificação e Classificação de Texturas





# Análise de Texturas

- Problema:
  - O que define uma textura?
  - Este problema está relacionado na definição dos **elementos que definem a textura.**

# Análise de Texturas

- Segundo Tamura, Mori e Yamawaki (1978)
  - Textura é o que constitui uma região macroscópica. Sua estrutura é atribuída aos padrões repetitivos no qual os elementos (ou primitivas) são arranjadas de acordo com uma regra de posicionamento.
- De acordo com Sklansky (1978)
  - Uma região em uma imagem tem uma textura constante se um conjunto de estatísticas locais ou outras propriedades são constantes ou variam de forma suave ou aproximadamente periódica.

# Análise de Texturas

- A idéia de textura depende de três fatores:
  - (I) A ordem local é repetida sobre uma região que é maior que o tamanho dessa ordem;
  - (II) A ordem consiste do arranjo não-aleatório de partes elementares e;
  - (III) As partes são entidades uniformes com as mesmas dimensões dentro da região da textura
- Definições apresentadas por Hawkins, 1969.

# Análise de Texturas

- Exemplo:

Texturas com  
estatísticas de  
segunda ordem  
idênticas....

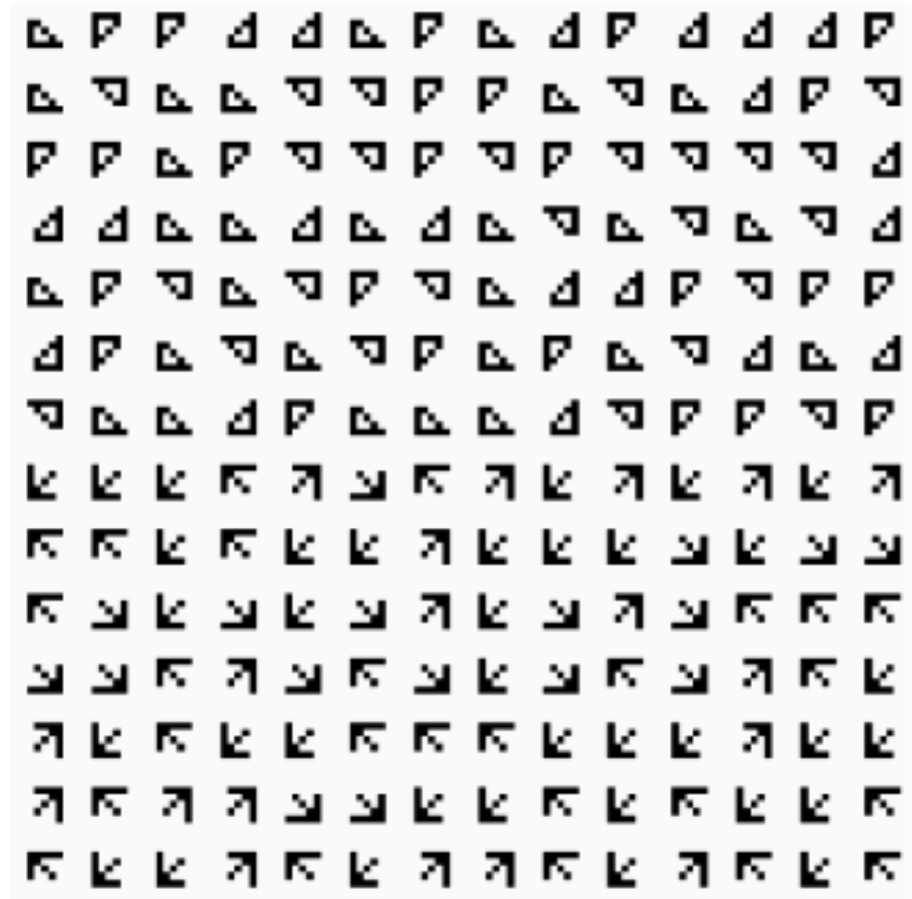
U	S	S	U	S	S	S	U	U	U	U	S	S	U
U	U	S	S	U	S	U	U	U	S	S	S	S	U
S	S	S	U	U	S	S	U	S	S	U	U	U	S
S	U	U	U	S	U	U	S	U	S	S	S	U	S
U	U	S	S	S	U	S	U	S	U	S	S	U	U
U	S	S	U	S	S	S	U	U	U	S	U	S	S
U	U	U	S	S	U	U	U	S	S	U	S	U	U
10	01	01	10	6	9	01	10	9	6	6	01	01	6
6	10	6	10	01	10	10	10	9	6	10	9	10	6
10	6	10	10	10	01	10	6	01	01	10	01	9	9
9	10	6	10	9	01	10	10	6	9	10	6	9	01
10	10	9	9	10	6	6	01	01	01	10	9	10	9
10	6	10	9	01	6	10	9	10	9	10	10	6	9
10	6	10	01	01	10	01	10	01	9	6	01	01	9

# Análise de Texturas

- Exemplo:

Texturas com estatísticas de segunda ordem idênticas....

.... negando as conclusões de Julesz (ele mesmo definiu esses contra-exemplos).

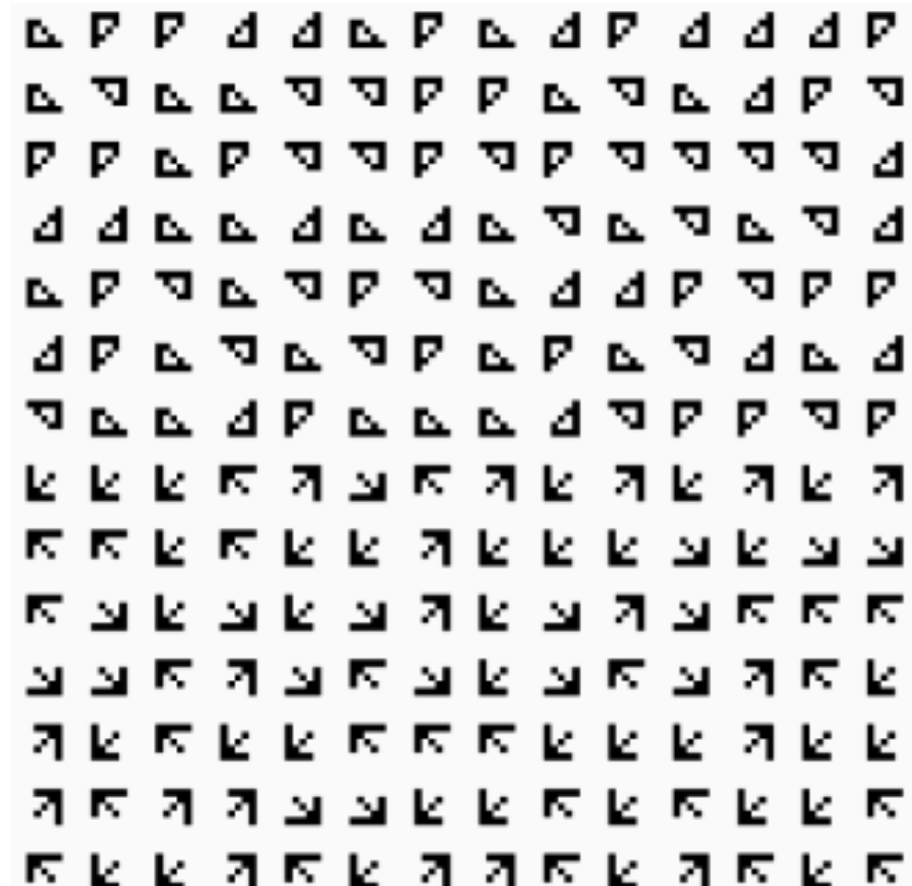
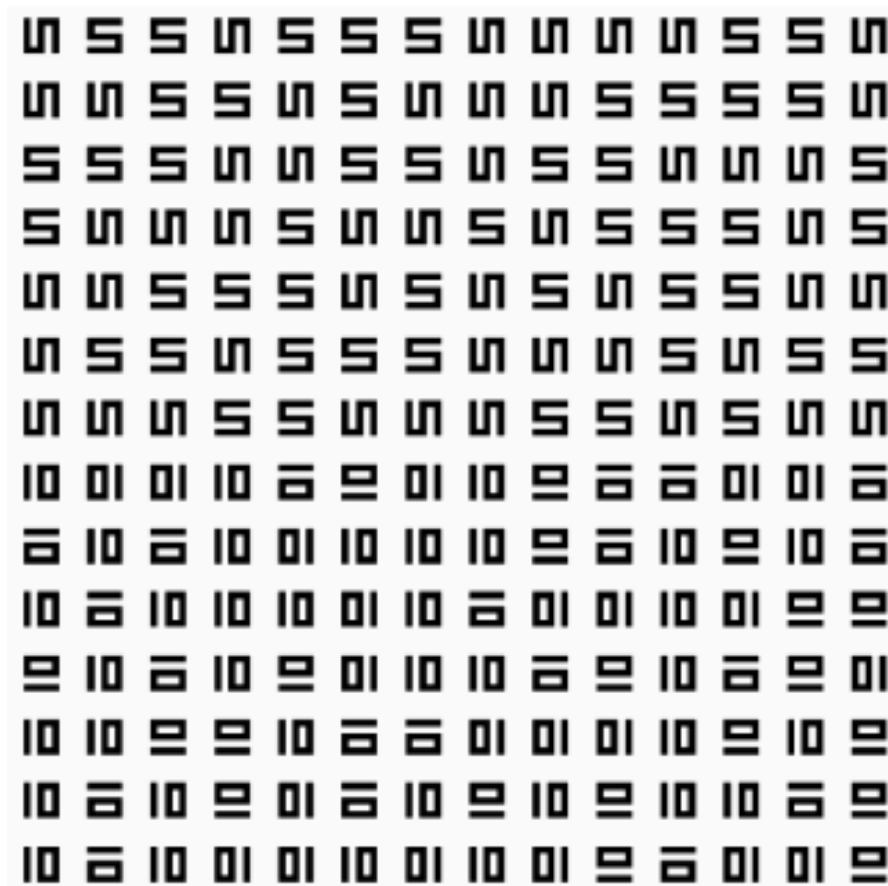


# Análise de Texturas

- Teoria de Julesz:
  - Propôs a teoria dos “textons” para explicar a discriminação “pré-atentiva” de pares de texturas;
  - Textons – são elementos visuais (características básicas: co-linearidades, terminações, fechamentos,...) cuja presença é detectada e usada para discriminar texturas
    - Obs: **Terminações** são *end-points* de seguimentos de linhas, quinas, etc,...

# Análise de Texturas

- Comparando os “textons”:





# Análise de Texturas

- Texturas em Níveis de Cinza (Grayscale)
  - Objetivo: Modelagem
  - Abordagem Estatística:
    - Utiliza momentos:
      - Primeiro Momento – Média
      - Segundo Momento – Desvio Padrão
      - Terceiro Momento – Assimetria

$$\frac{1}{N} \sum \frac{(x - \mu)^3}{\sigma}$$

- Quarto Momento - Curtose

$$\frac{1}{N} \sum \frac{(x - \mu)^4}{\sigma} - 3$$

# Análise de Texturas

- Artigo de Haralick (1973)
  - Define um conjunto de 14 propriedades que definiriam uma textura;
  - Tem aceitação até os dias atuais;
  - Variações apenas na forma de calcular essas medidas
    - Uso da GLCM – *Gray Level Co-Occurrence Matrix*

# Análise de Texturas

- Propriedades apresentadas por Haralick:
  - Segundo momento angular
  - Contraste
  - Correlação
  - Variância
  - Momento de Diferença Inverso
  - Média da Soma
  - Variância da Soma
  - Entropia da Soma
  - Entropia
  - Variância da Diferença
  - Entropia da Diferença
  - Correlação (2 propriedades)
  - Coeficiente de Correlação Máximo



# Análise de Texturas

- Estudos posteriores provaram que somente seis eram mais relevantes:
  - Segundo momento angular
  - Entropia
  - Contraste
  - Variância
  - Correlação
  - Homogeneidade

# Análise de Texturas

- Principais propriedades de Haralick:

$$f_{\text{sma}} = \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} p_{i,j}^2$$

$$f_{\text{ent}} = - \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} p_{i,j} \log(p_{i,j})$$

$$f_{\text{con}} = \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} (i - j)^2 p_{i,j}$$

$$f_{\text{var}_i} = \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} (i - \mu_i)^2 p_{i,j}$$

$$f_{\text{hom}} = \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} \frac{1}{1 + (i - j)^2} p_{i,j}$$

$$f_{\text{var}_j} = \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} (j - \mu_j)^2 p_{i,j}$$

$$f_{\text{corr}} = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y} \sum_{i=0}^{H_g} \sum_{j=0}^{H_g} (i - \mu_i)(j - \mu_j) p_{i,j}$$

# Descritores de Texturas

- Matriz de Co-ocorrência de Níveis de Cinza (GLCM)
  - Descritor de Estrutura da Imagem
  - Matriz  $256 \times 256$ 
    - Para imagens em Grayscale
  - Cada célula funciona como um “contador”
  - A célula  $(i,j)$  armazena quantas vezes a cor  $i$  e a cor  $j$  estão presentes na imagem em pixels separados por uma distância  $d$ ;
  - Usada para implementar as medidas de Haralick
  - Problema: alto custo computacional

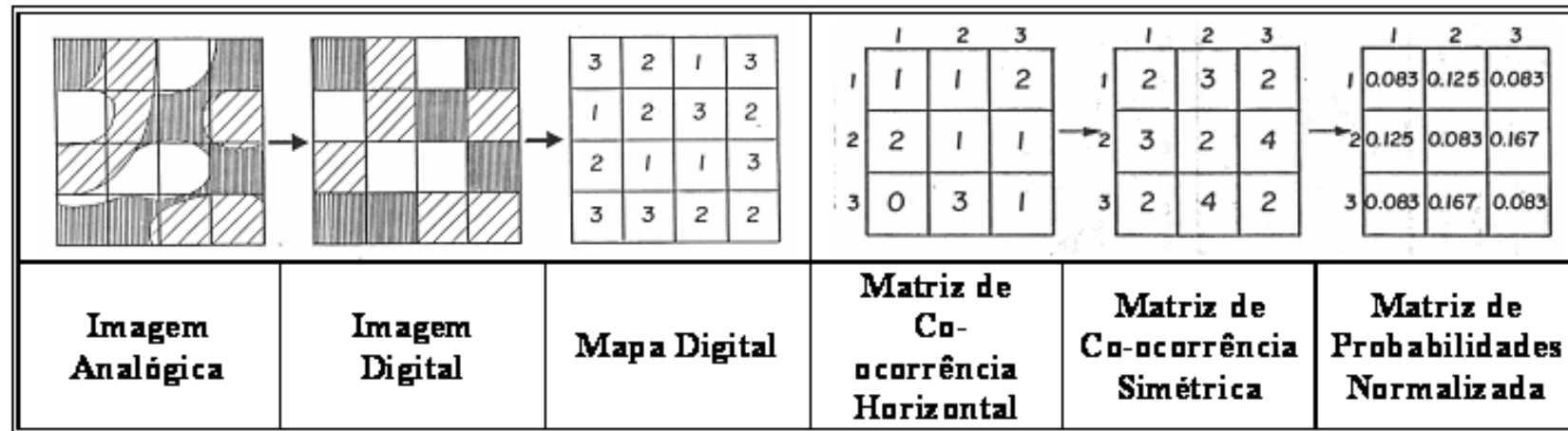
# Grey Level Co-Occurrence Matrix.

- Haralick et al. (1973) apresentaram a matriz de co-ocorrência dos níveis de cinza, que representa a distância e as relações espaciais angulares sobre uma sub-região de uma imagem de tamanho especificado. Cada elemento da GLCM é uma medida de probabilidade de ocorrência de valores de níveis de cinza separados por uma dada distância numa dada direção (Mather, 1999).
- A GLCM pode ser denominada como sendo um histograma bidimensional que fornece a **frequência de ocorrência  $P(i,j,d,\theta)$** , de um determinado par de níveis de cinza  $i$  e  $j$ , numa determinada distância  $d$  e uma direção  $\theta$ .



# Grey Level Co-Occurrence Matrix

Etapas:



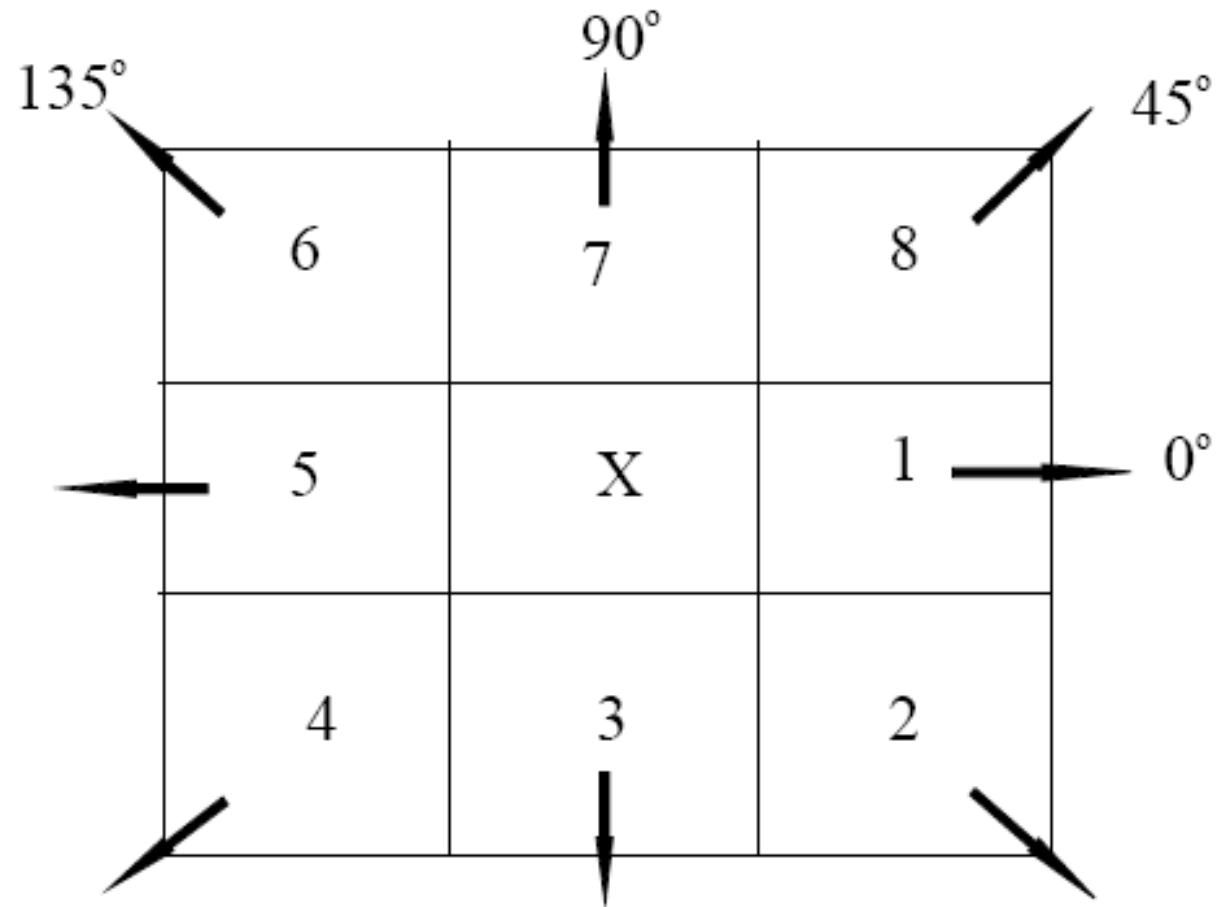
**1- Montar Matrizes de Co-ocorrências**

**2- Normalizar Matrizes**

**3- Calcular Descritores Texturais**

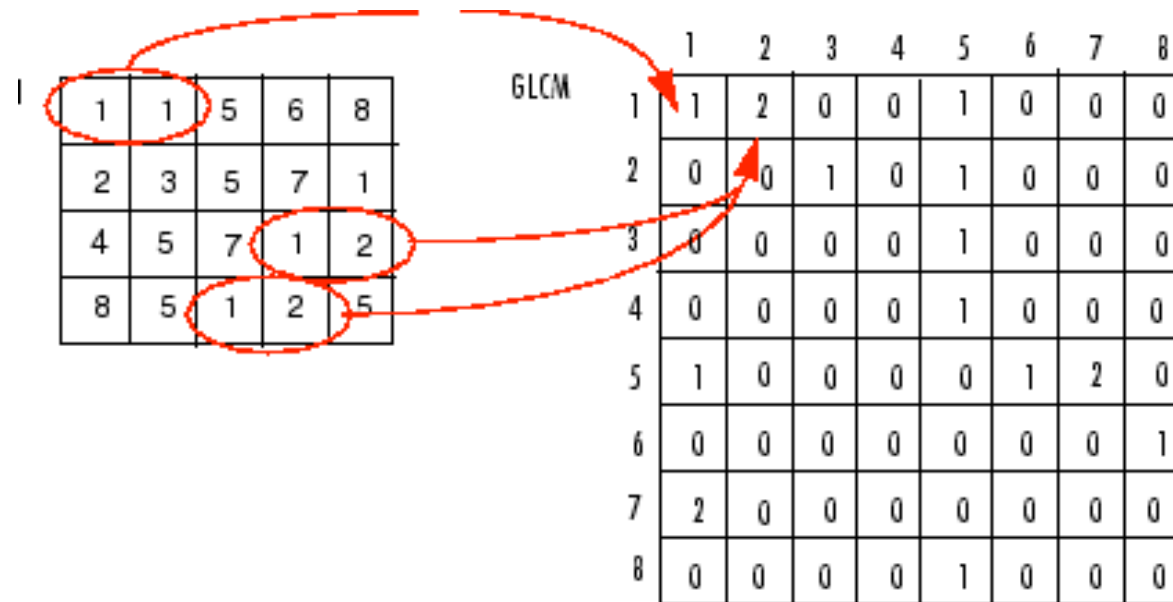
## Grey Level Co-Occurrence Matrix

### 1-Montar Matrizes de Co-ocorrências



# Grey Level Co-Occurrence Matrix

## 1-Montar Matrizes de Co-ocorrências



## Grey Level Co-Occurrence Matrix

### 2-Normalizar matrizes (Matriz de probabilidades)

- Número máximo de elementos na Matriz:

$$M(0^\circ) \rightarrow 2 * (N_{gx} - 1) * N_{gy}$$

$$M(45^\circ) \rightarrow 2 * (N_{gx} - 1) * (N_{gy} - 1)$$

$$M(90^\circ) \rightarrow 2 * N_{gx} * (N_{gy} - 1)$$

$$M(135^\circ) \rightarrow 2 * (N_{gx} - 1) * (N_{gy} - 1)$$

## Grey Level Co-Occurrence Matrix

### 3-Calcular Descritores Texturais

#### ■ Descritores utilizados:

**Energia:** Avalia a uniformidade textural.

**Entropia:** Mede a desordem em uma imagem.

**Contraste:** Mede a presença de transição abrupta de níveis de cinza (bordas)

**Homogeneidade Local:** Mede a homogeneidade da imagem.

**Correlação:** Mede a dependência linear de um nível de cinza em relação aos vizinhos.

**Variância:** Mede a dispersão em relação à média.

## Grey Level Co-Occurrence Matrix

### 3-Calcular Descritores Texturais

**Entropia**

$$ENT = - \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} P_{d,\theta}(i, j) \ln[P_{d,\theta}(i, j)]$$

**Energia**

$$ENE = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} [P_{d,\theta}(i, j)]^2$$

**Homogeneidade**

$$HOM = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{[P_{d,\theta}(i, j)]}{1 + (i - j)^2}$$

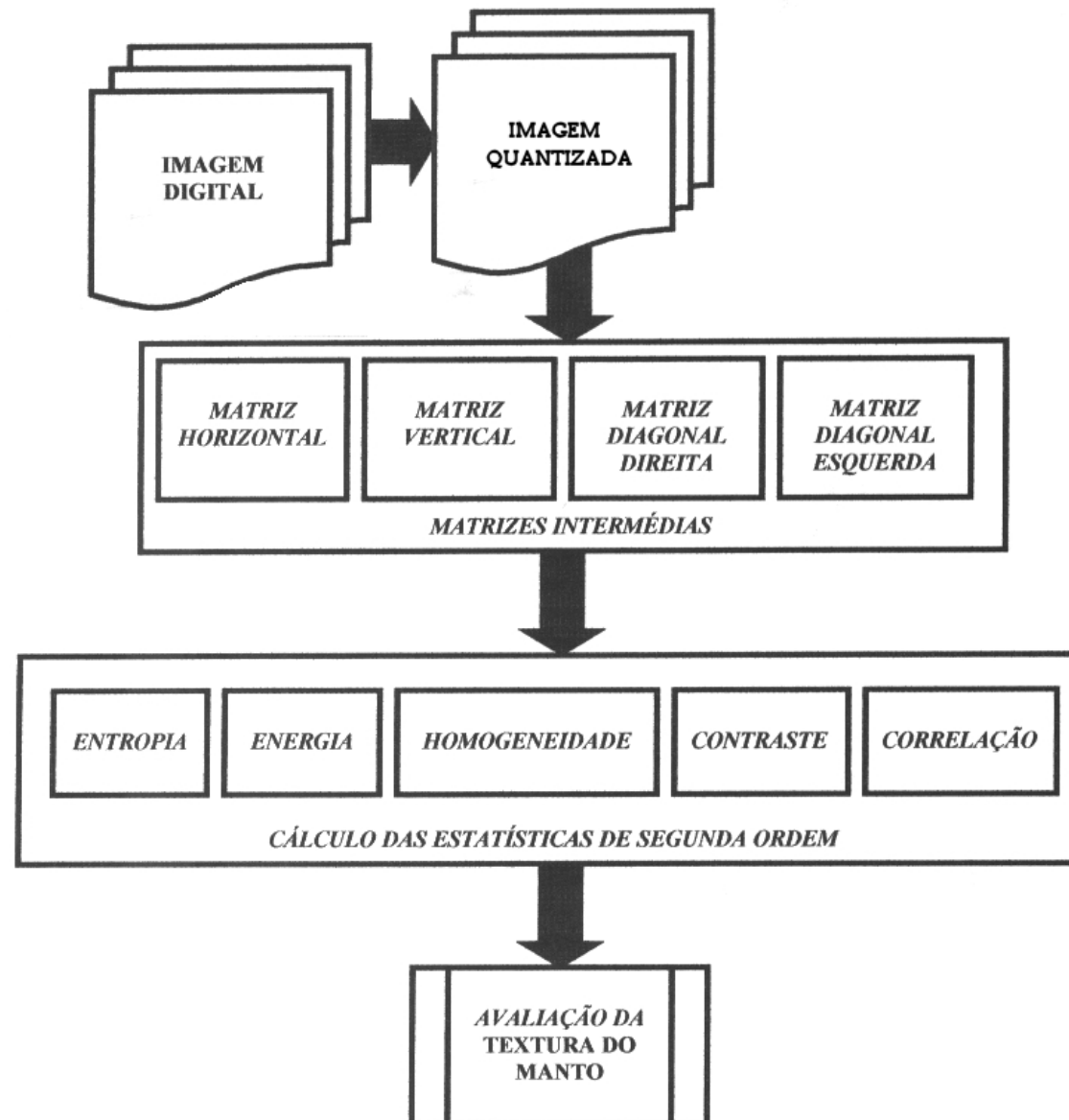
**Contraste**

$$CON = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (I - J)^2 P_{d,\theta}(i, j)$$

**Correlação**

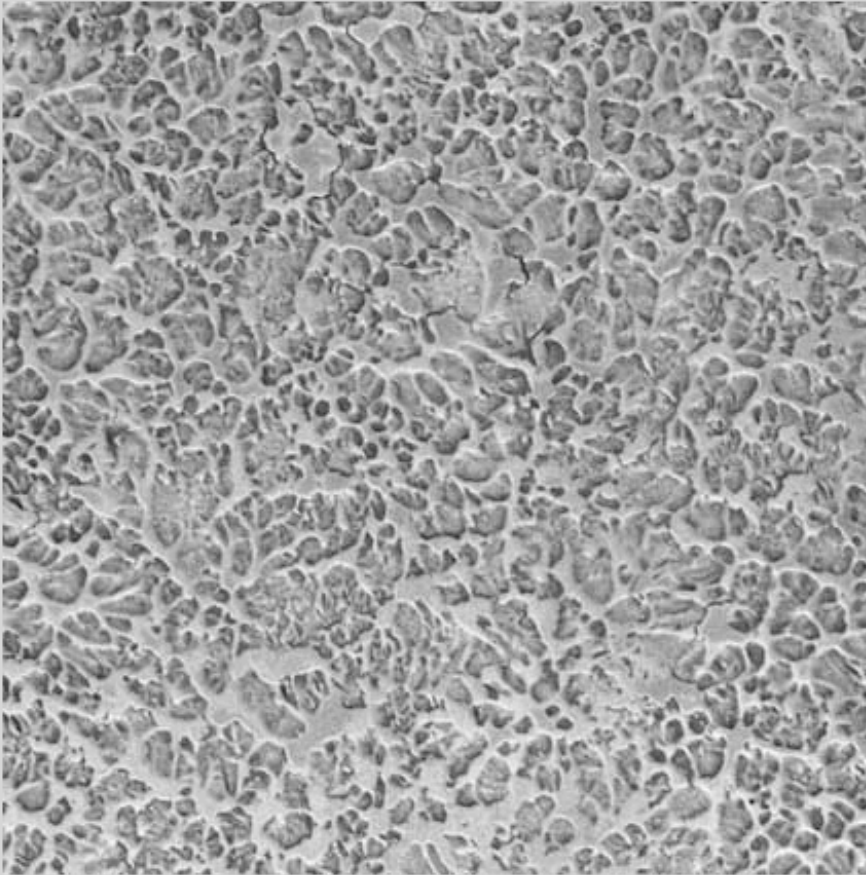
$$COR = \frac{\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i - \mu_x)(j - \mu_y) [P_{d,\theta}(i, j)]}{\sigma_x \sigma_y}$$

## Processo de extração de textura





# Exemplo:



Contraste: 0,5783  
Correlação: 0,7458  
Energia: 0,1077  
Homogeneidade: 0,7745

# Exemplo:



Contraste: 0,0237

Correlação: 0,1886

Energia: 0,9477

Homogeneidade: 0,9882

# Exemplo:



Contraste: 0,046  
Correlação: 0,9834  
Energia: 0,4169  
Homogeneidade: 0,6340

# Exemplo:



Contraste: 0,1375

Correlação: 0,9589

Energia: 0,2033

Homogeneidade: 0,9406



# Próxima aula...

- Segmentação de Imagens