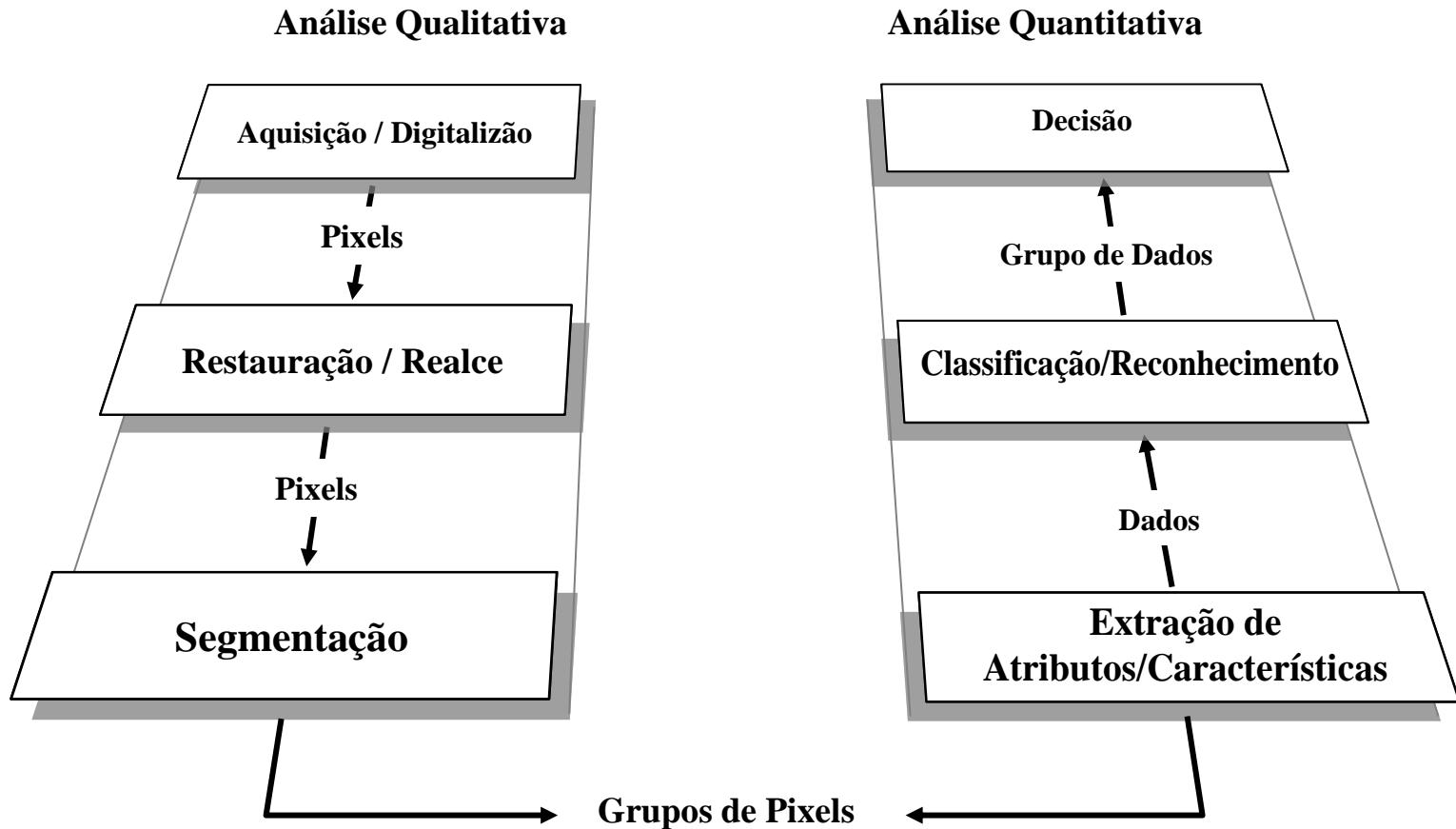


Visão Computacional

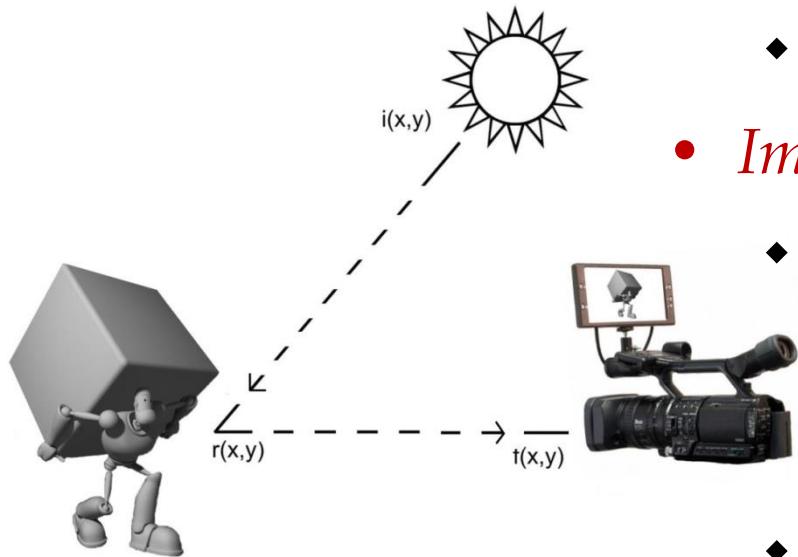
Rivera

Etapas de um Sistema de Visão Computacional



Aquisição de Imagens

- Cena real(3D) → imagem (2D)
 - ◆ Função da câmera
- Imagem
 - ◆ Energia luminosa distribuída numa posição espacial
 - Absorvida (A); Transmitida (T); Refletida (R)
 - $R + T + A = 1$
 - ◆ Pontos (x,y) da imagem com intensidade (f):
 - $f(x, y) = I(x, y) \cdot R(x, y)$
 - Iluminação (I); Refletância (R).
 - ◆ Pontos que definem a imagem
 - Discreto (amostragem ou quantização)
 - Resolução (maior ou menor)



Amostragem e Quantização

- Amostragem
 - ◆ Número de pontos amostrados de uma imagem digitalizada (resolução).
- Quantização
 - ◆ Quantidade de níveis de tons que pode ser atribuído a cada ponto digitalizado
- Imagens reais
 - ◆ Número ilimitado de cores ou tons.
- Imagens computacional
 - ◆ Limitado níveis de cores ou tons
 - ◆ Pixel: amostra de uma quantização

Resolução



256 x 160



128 x 80



64 x 40

- Maior resolução maior número de pixels
 - ◆ Boa qualidade
 - ◆ Maior número de elementos para analisar
- Menor resolução, menor número de pixels
 - ◆ Baixa qualidade
 - ◆ Menor número de elementos para analisar

Quantização



256 níveis de cinza



16 níveis de cinza

- Efeito da variação da gradação tonal ou quantização na qualidade da imagem
- Resolução e gradação tonal permitem imagem nítida

Realce e Restauração

- Operações básicas em processamento de imagens
 - ◆ Realce
 - Destacar detalhes da imagem
 - Interesse para análise
 - Deterioro
 - ◆ Restauração
 - Destaque de segmentos deteriorados
 - Compensa deficiências na aquisição, transmissão, etc.
 - Busca modelo formal (matemático) para restaurar
 - Falta de contraste, correção de foco, variação por movimento.

Segmentação

- Isolar regiões de pontos da imagem pertencentes a objetos para posterior extração de atributos e cálculo de parâmetros descritivos
- Operação
 - ◆ Limiarização ou separação por tom de corte
 - Ex. Objeto e fundo
 - Limiarização binária (thresholding): 0 e 1

- 17/08
- Luis
- Maria Luiza
- Guilherme
- yuri
- Javier

Processo de segmentação



Cores (canais R, G, B)



Cinza (um canal)



Binário (segmentado)

- Cinza para binário

```
imag *Algoritmo (imag* cinza, float limiar)
{
    para cada pixel  $f(x, y)$  de cinza faça
        se  $f(x, y) < limiar$  então
             $f(x, y) \leftarrow 0$ 
        senão
             $f(x, y) \leftarrow 255$ 
        fse
    fpara
    retorna (cinza)
}
```

Como determinar valor de
limiar ???

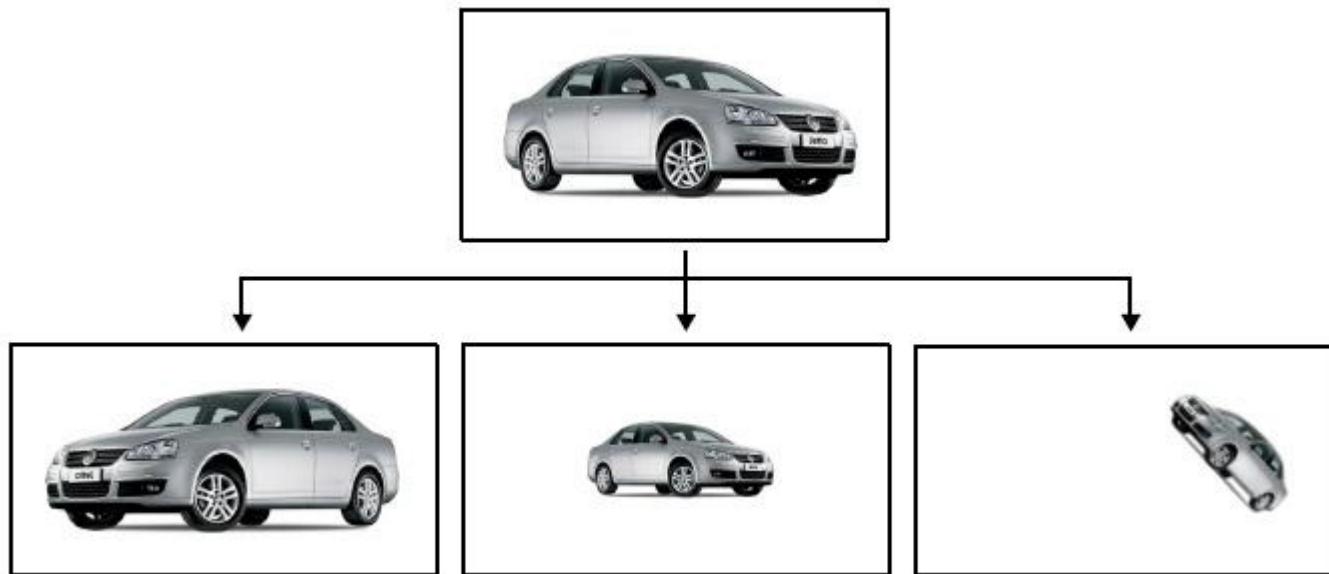


47	52	64	132	153
51	58	121	149	142
49	99	143	144	164
94	135	161	170	199
138	165	180	212	213

Extração de Atributos ou Características

- A partir de imagens já segmentadas ou binárias, busca obter dados relevantes ou atributos, das regiões ou objetos destacados. Ex.
 - ◆ Número de objetos;
 - ◆ Dimensões;
 - ◆ Geometria;
 - ◆ Propriedades de luminosidade e textura
 - Cores
 - Nível de intensidade médio
 - Distribuição tonal
 - Histograma dos canais da imagem
 - Desvio padrão de cada banda da região
 - Outros momentos estatísticos

Momentos invariantes



Momentos de Hu

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (3\eta_{21} + \eta_{03})^2$$

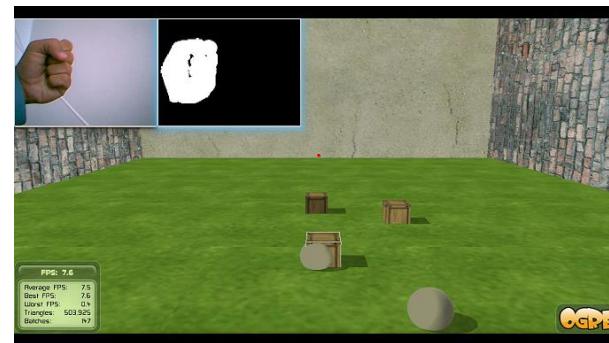
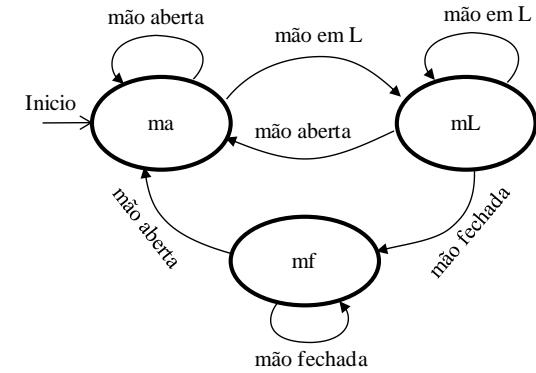
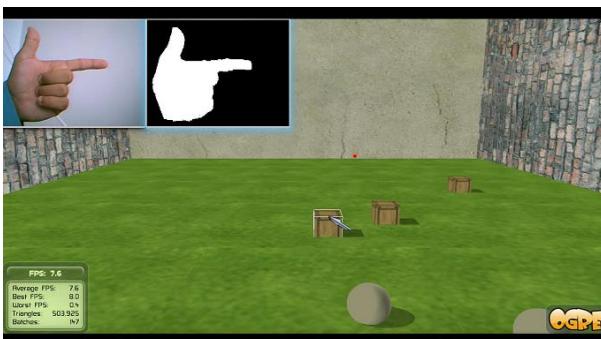
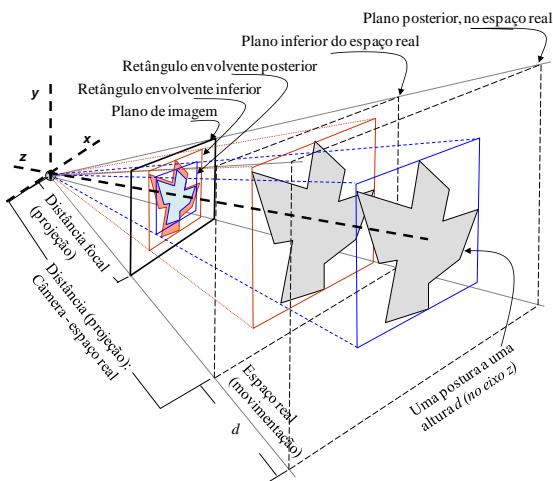
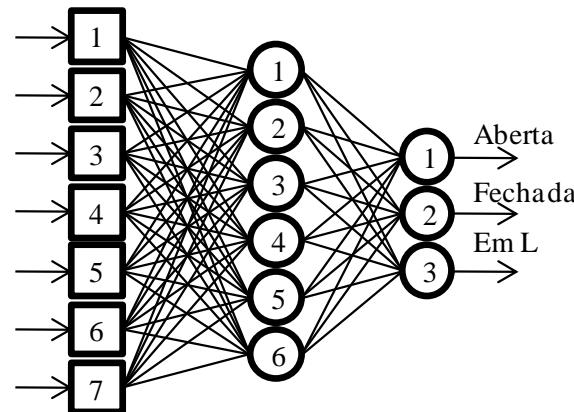
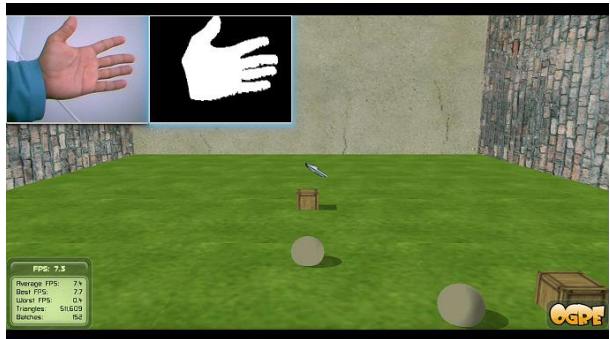
$$\begin{aligned}\phi_5 = & (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12}) \left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right] \\ & + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi_6 = & (\eta_{20} - \eta_{02}) \left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right] \\ & + 4\eta_{11}(\eta_{30} - \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})\end{aligned}$$

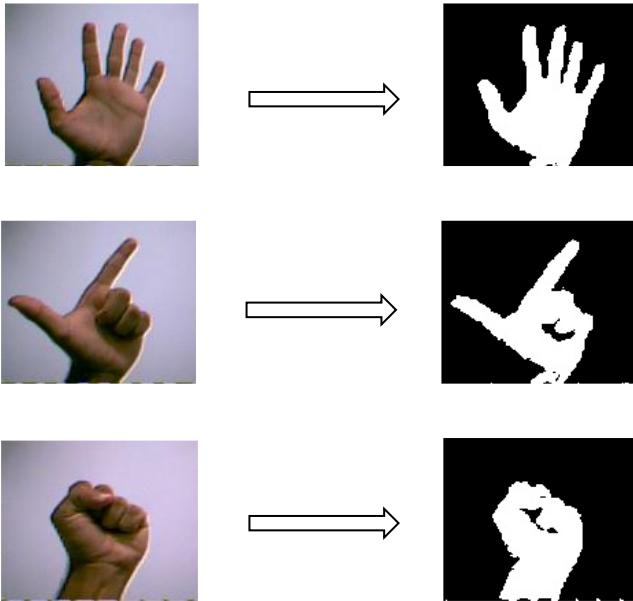
$$\begin{aligned}\phi_7 = & (3\eta_{21} - \eta_{30})(\eta_{30} + \eta_{12}) \left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right] \\ & + (3\eta_{12} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right]\end{aligned}$$

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^\gamma}, \quad \text{sendo } \gamma = \frac{p+q}{2} + 1, \quad \mu_{pq} = \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) dx dy,$$

Exemplo



Exemplo



Entradas	Postura	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4	ϕ_5	ϕ_6	ϕ_7
entrada 1	mão aberta	0.000792544	3.47897e-08	1.39303e-11	9.64274e-12	1.95985e-23	1.0006e-15	1.10027e-22
entrada 2	mão aberta	0.00077908	2.688e-08	2.52232e-11	6.64619e-12	-4.88397e-23	3.96726e-16	7.08488e-23
entrada 3	mão fechada	0.000659291	3.45048e-08	5.18413e-13	9.71595e-15	5.81635e-28	1.61378e-18	-3.70378e-28
entrada 4	mão fechada	0.000664474	3.2453e-08	2.72196e-12	7.33938e-14	2.52343e-26	5.64739e-18	-2.09606e-26
entrada 5	mão em L	0.000901186	5.3151e-08	2.50596e-10	4.94762e-11	-1.18715e-21	-3.1229e-15	5.37968e-21
entrada 6	mão aberta	0.000774135	3.9307e-08	2.23791e-11	5.13711e-12	-4.28653e-23	6.08299e-16	3.45897e-23
entrada 7	mão em L	0.000899503	2.20093e-09	3.27024e-10	5.02512e-11	-5.29961e-21	-1.35567e-15	3.66215e-21
entrada 8	mão fechada	0.00072434	3.0556e-08	2.24698e-12	1.86012e-15	1.20241e-28	-1.36029e-19	-2.01248e-30
entrada 9	mão em L	0.000817261	7.7829e-09	1.74945e-10	2.23307e-11	-8.1845e-22	1.78428e-15	-1.13059e-21
entrada 10	mão em L	0.000888466	2.92928e-08	2.63542e-10	4.32522e-11	-3.31079e-21	-7.3842e-15	3.21914e-21

Normalização

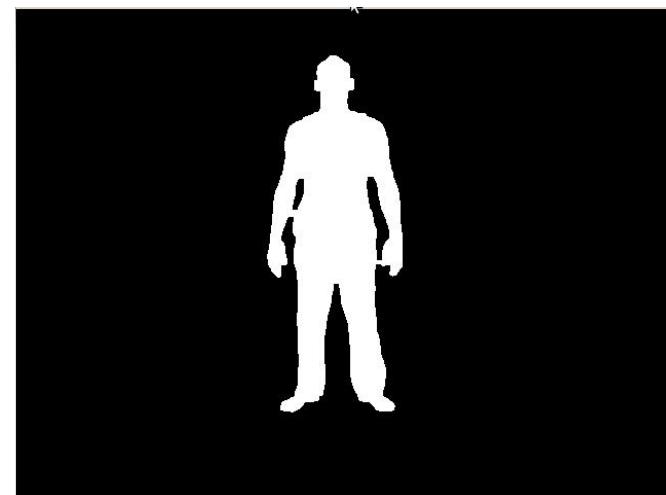
$$N_{in} = \frac{\phi_{in} - \bar{\phi}_n}{\sigma_n},$$

Onde:

- N_{in} é o valor do momento n da entrada i normalizado,
- $n = 1, \dots, 7, i = 1, \dots, z$,
- $\bar{\phi}_n$ é a média da coluna Φ_n e
- σ_n é o desvio padrão de Φ_n

Entradas	Postura	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4	ϕ_5	ϕ_6	ϕ_7
entrada 1	mão aberta	0.0280657	0.388038	-0.721923	-0.42793	0.599072	0.675983	-0.479215
entrada 2	mão aberta	-0.122128	-0.150627	-0.635545	-0.569789	0.561403	0.450102	-0.49754
entrada 3	mão fechada	-1.45842	0.368637	-0.824509	-0.883964	0.588286	0.302308	-0.530678
entrada 4	mão fechada	-1.40061	0.228906	-0.807655	-0.88095	0.588299	0.303817	-0.530688
entrada 5	mão em L	1.24002	1.63848	1.08831	1.45781	-0.0651354	-0.866436	1.98556
entrada 6	mão aberta	-0.177291	0.695679	-0.657299	-0.64123	0.564692	0.529242	-0.514499
entrada 7	mão em L	1.22124	-1.83133	1.67291	1.4945	-2.32869	-0.205392	1.18222
entrada 8	mão fechada	-0.732778	0.0997131	-0.811288	-0.884336	0.588285	0.301653	-0.530678
entrada 9	mão em L	0.303794	-1.45119	0.509664	0.172727	0.1378	0.969124	-1.05949
entrada 10	mão em L	1.09811	0.0136871	1.18733	1.16316	-1.23402	-2.4604	0.975008

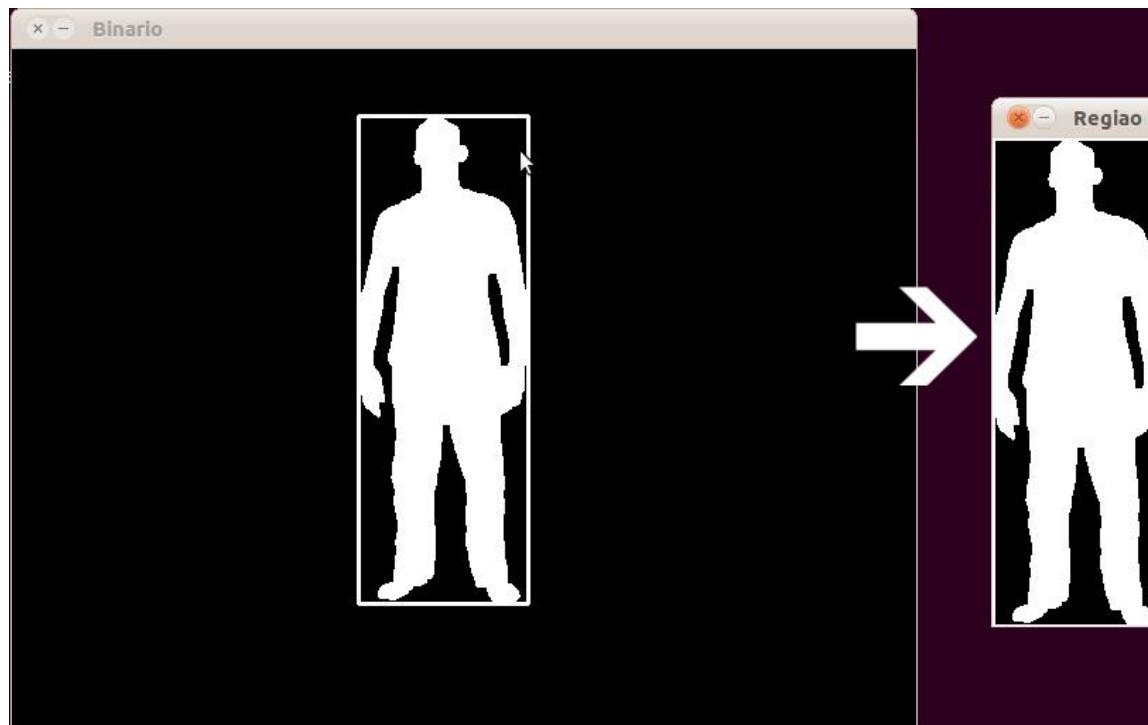
Processo Subtração do Fundo



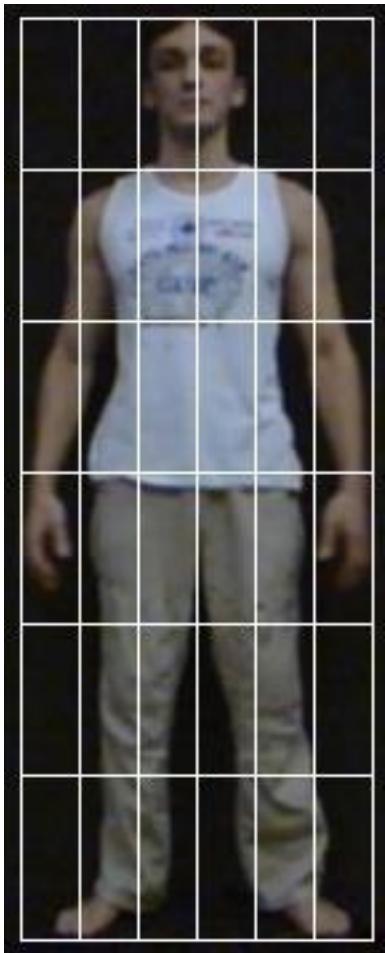
Tratamento de ruídos



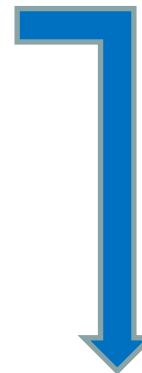
Contorno de interesse



Caracterização



0.0	0.0437	0.8567	0.007	
0.2345	0.6735	0.9835	0.9987	



0.0	0.0437	0.8567	0.007	0.2345	0.6735	0.9835	0.9987	
-----	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--

Classificação e Reconhecimento

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

Objetos

- Como sendo do mesmo grupo
- Classificados em uma base de imagens.

- Novos apresentados para o sistema
 - Reconhece
 - Comparando com as estabelecidas previamente

Decisão

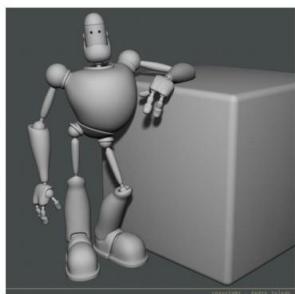
- Tomar decisões
 - ◆ Usando extração de informações do mundo real através de imagens.
- A tomada de decisão
 - ◆ A partir dos parâmetros extraídos dos objetos
 - Indagação trivial
 - Algoritmos mais complexos de Inteligência Artificial.
 - Conferir Informações de banco de dados



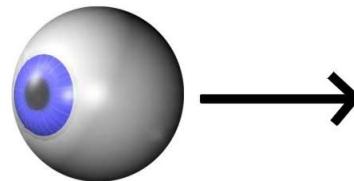
22/08

- Maria luiza
- Guilherme
- Yuri
- Javier

Visão Humana X Computacional



CENA



OLHO

CONHECIMENTO



CÉREBRO

FATORES QUE AFETAM A VISÃO: POSIÇÃO E FADIGA



Características

- Adaptabilidade
 - ◆ Se ajusta as operações de acordo com os parâmetros
 - Humano: dar uma segunda olhada
 - Visão computacional: rígida
- Tomada de Decisão
 - ◆ Avaliação previa análise dos parâmetros
 - Humano: interpretação pode variar de um olhar para outra
 - Visão computacional: de acordo às informações
- Qualidade das Medições
 - ◆ De acordo da consistência dos resultados
 - Humano: limitações de medir as variações e tonalidades
 - Visão computacional: alto poder de medição
- Velocidade de Resposta
 - ◆ Dependendo das informações, a visão computacional pode ser maior que do humano
- Percepção de Espectros
 - ◆ Humano só percebe espectro de luz visível
 - ◆ Visão computacional pode perceber outros níveis de luz
- Dimensão dos Objetos
 - ◆ Humano percebe a distância, 3D, etc.
 - ◆ Visão computacional é deficiente em distância e 3D (visão stereo)

Analogia entre a visão humana e a computacional

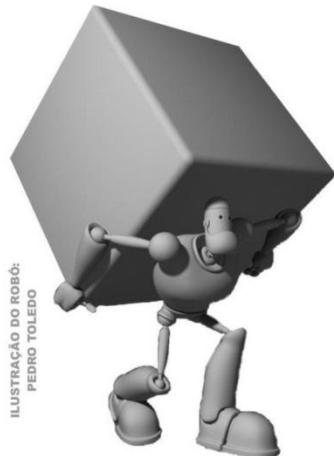


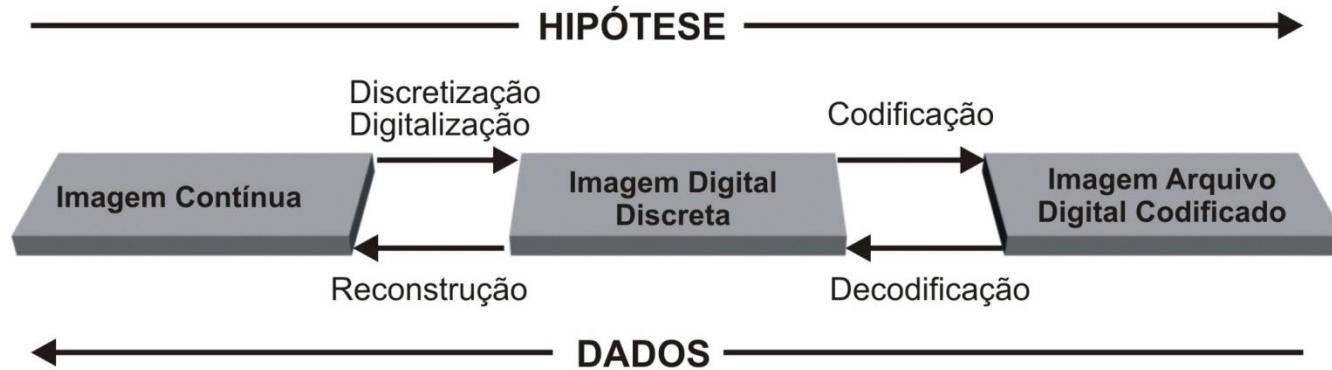
ILUSTRAÇÃO DO ROBÔ:
PEDRO TOLEDO



Imagen Digital

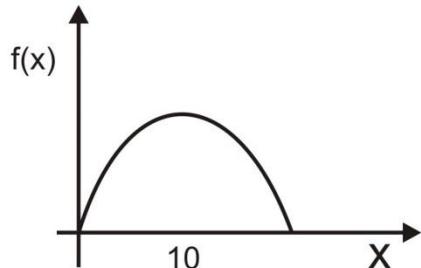
- Origens
 - ◆ Do latim *imago* - representação visual de um objeto.
 - ◆ Do grego *eidos* - a *idea* da coisa.
 - Platão (idealismo): idea (projeção na mente) da coisa
 - Aristóteles (realismo): representação mental dos objetos reais
- Imagen pode ser adquirida ou gerada pelo ser humano
 - ◆ Artística, fotomecânico,...
- Uma imagem consiste em qualquer forma visual de expressão de uma idéia.
 - ◆ Origens diversas:
 - Radiação eletromagnética (câmera)
 - Ondas sonoras de alta frequencia (ultra-som)

Imagen digital

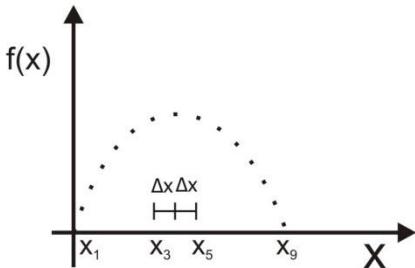


- Imagen digital
 - ◆ Formatação de sua representação para serem manipulados por processadores
 - ◆ Digitalização
 - Imagem contínua (real) → imagem discreta (digital)
 - ◆ Reconstrução
 - Imagem discreta → para imagem contínua (aproximada)
 - ◆ Codificação
 - Transformação em formato apropriado para seu uso
 - ◆ Decodificação
 - Inversa de codificação (perda ou sem perda de informação)

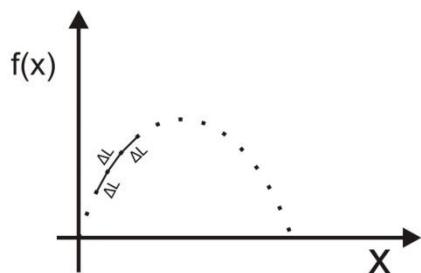
Reconstrução da imagem



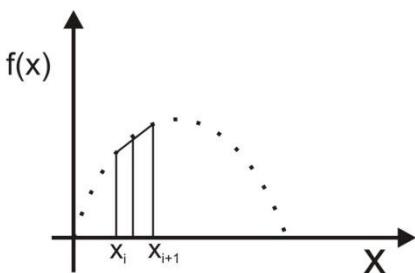
Representação Contínua



Representação Discreta a Intervalos Constantes em x



Amostragem a Intervalos Constantes em Relação a Distância entre os pontos $(x, f(x))$

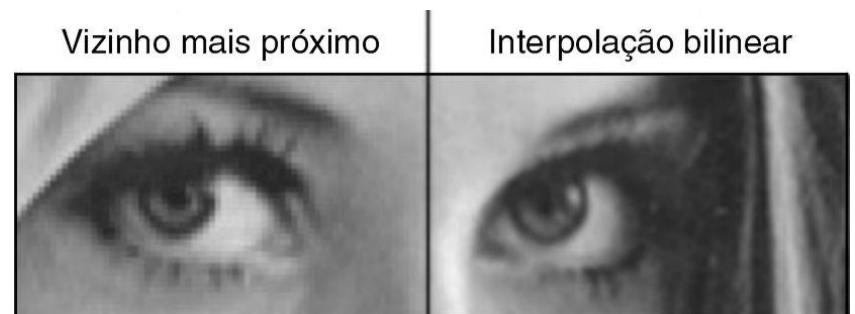


Reamostragem Criando Valores Intermediários por Interpolação Linear por Pares de Valores Anteriores

Quantização por Interpolação:

- Vizinho mais próximo
- Linear (bilinear)
- Bi-cúbica

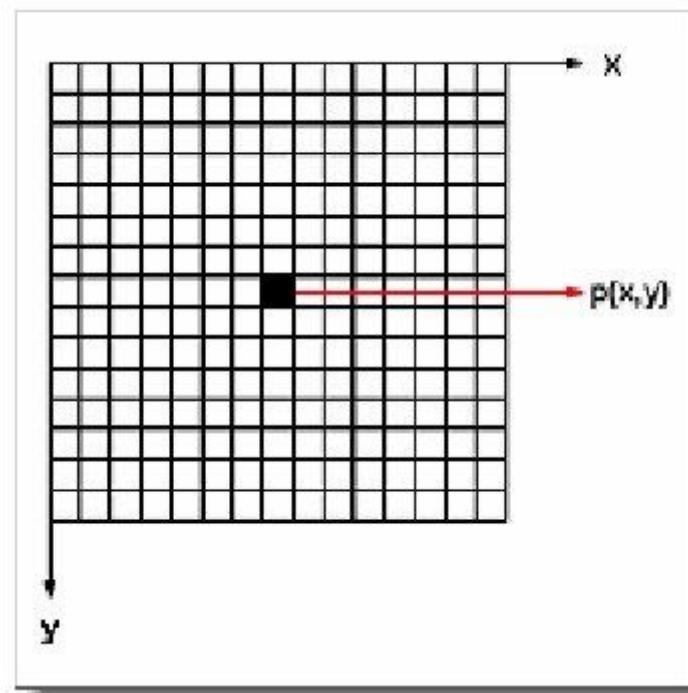
Vizinho mais próximo



Interpolação bilinear

Amostragem e Quantificação

- Uma imagem digital é descrita por uma matriz $N \times M$ de valores de *pixel* ($p(x,y)$) inteiros positivos, que indica a intensidade de cor em cada posição $[x,y]$ da imagem



Representação matricial da imagem

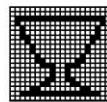
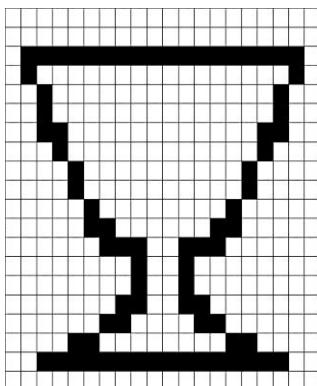
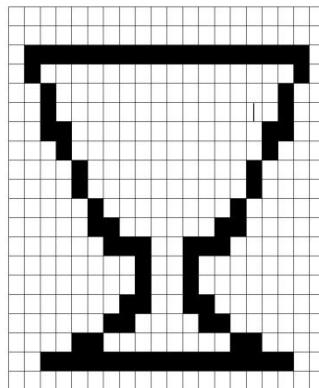
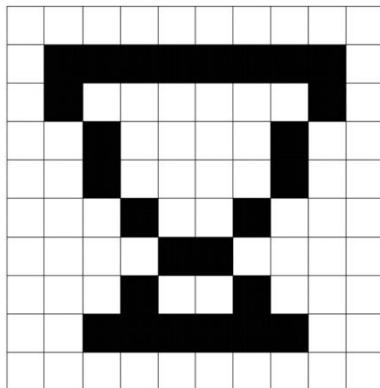


Um *pixel* é caracterizado pelo valor de tonalidade de cor e pela sua localização na imagem.

47	52	64	132	153
51	58	121	149	142
49	99	143	144	164
94	135	161	170	199
138	165	180	212	213

Resolução Espacial

Imagen digitalizada tem um tamanho adimensional, em *pixels*.



Tamanho da amostragem
(r: resolução)

$$r = p / m$$

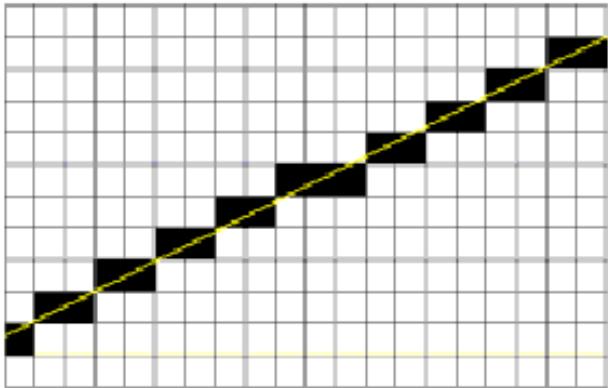
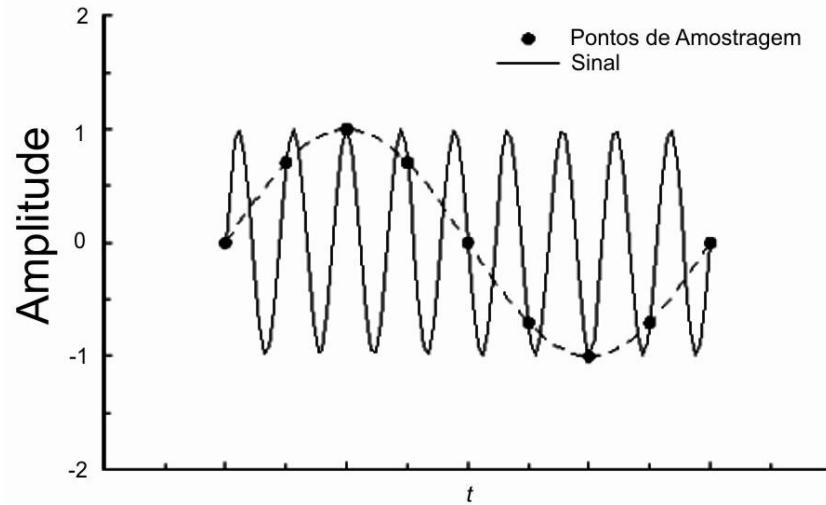
Razão entre o número de *pixels* (p) e o tamanho da imagem real (m) no filme fotográfico ou equivalente.

$$\rightarrow p = r * m$$

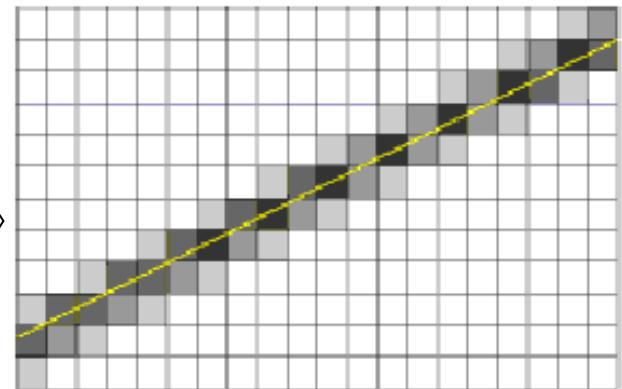
Resolução espacial é medida em pontos por polegada ou dpi (*dots per inch*).

Aliasing

Ocorre quando a freqüência de amostragem é inferior à maior freqüência de variação da função contínua.



Solução aproximada:
* Superamostragem



Imagens Monocromáticas

- São imagens digitais onde cada *pixel* possui apenas uma banda espectral.

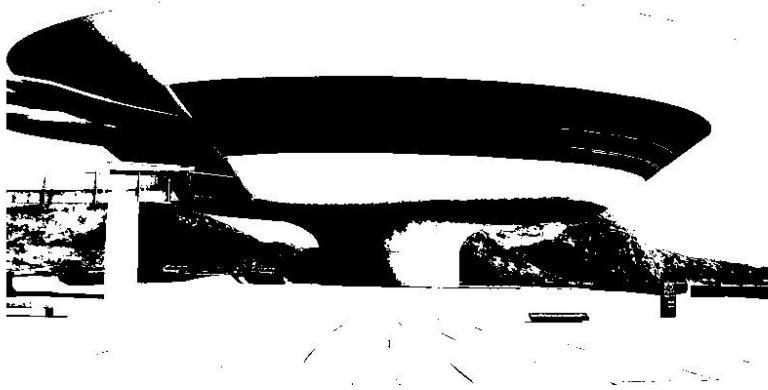
- Binárias: 0 ou 1
- Escala cinza (depende de bits)
 - 1 bit → preto e branco (0,1)
 - variações (2, 3, 4, .., 8 bits) → 2^{bits} tons

$2^1 \rightarrow 0,1$ tons

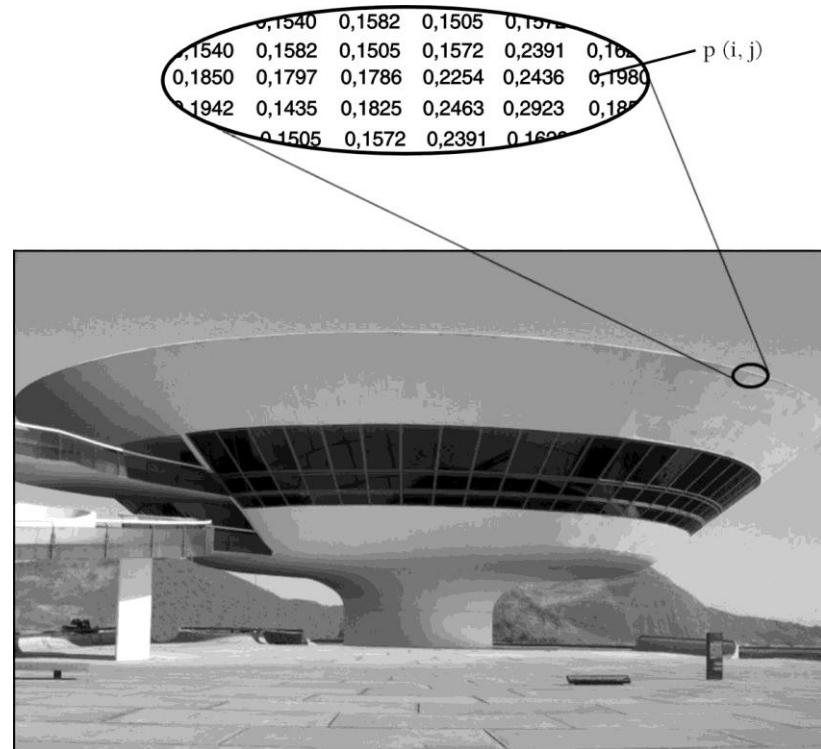
$2^3 \rightarrow 0$ a 7 tons

$2^4 \rightarrow 0$ a 15 tons

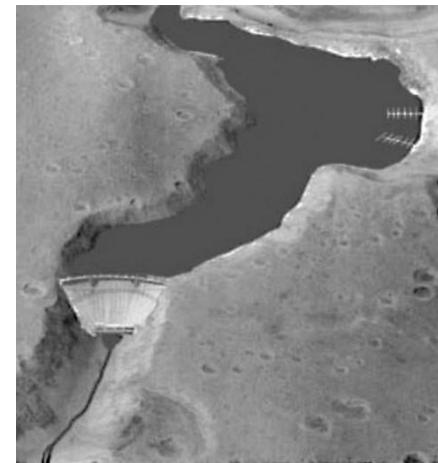
$2^8 \rightarrow 0$ a 255 tons



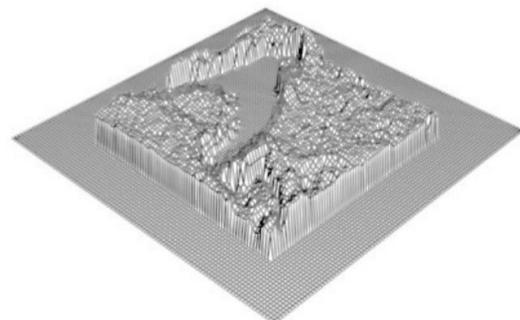
Pode ser representada geometricamente também por valores reais quanto à posição dos *pixels* como no gráfico $G(f)$ da função f :



$$G(f) = \{(x, y, z); (x, y) \in U; z = f(x, y)\}$$



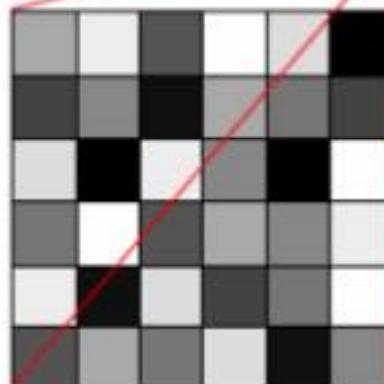
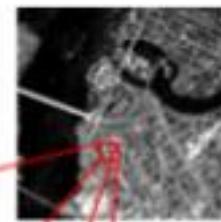
a) Imagem monocromática



b) Gráfico da imagem



194	210	201	212	199	213	215	195	178	158	182	209
180	189	190	221	209	205	191	167	147	115	129	163
114	126	140	188	176	165	152	140	170	106	78	88
87	103	115	154	143	142	149	153	173	101	57	57
102	112	106	131	122	138	152	147	128	84	58	66
94	95	79	104	105	124	129	113	107	87	69	67
68	71	69	98	89	92	98	95	89	88	76	67
41	56	68	99	63	45	60	82	58	76	74	65
20	41	69	75	56	41	51	73	55	70	63	44
50	50	57	69	75	75	73	74	53	68	59	37
72	59	53	66	84	92	84	74	57	72	63	42
67	61	58	65	75	78	76	73	59	75	69	50



170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

Imagens Coloridas

- São imagens digitais onde cada *pixel* possui n bandas espectrais.
- Três bandas visíveis (RGB) tem-se uma imagem colorida aos olhos humanos.



(a) Imagem Colorida



(b) Banda Vermelha (Red)



(c) Banda Verde (Green)



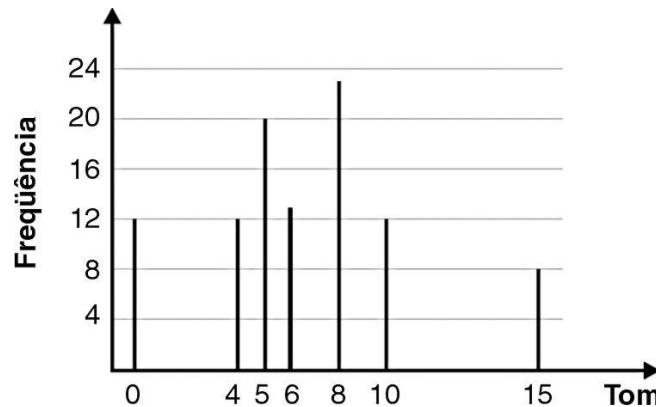
(d) Banda Azul (Blue)

Luis
Yuri
Maria Luiza
Javier

Histograma de imagem digital

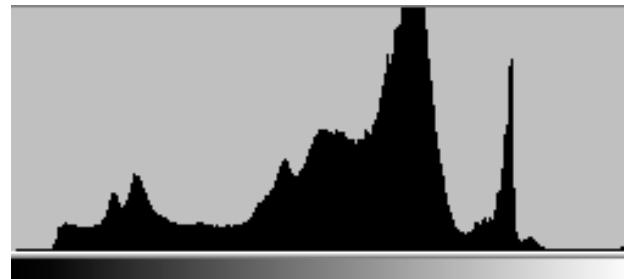
Um conjunto de números indicando o percentual de *pixels* na imagem que apresenta um determinado nível de cinza ou cor.

0	0	4	5	5	5	5	4	0	0
0	4	6	6	6	6	6	6	4	0
4	8	8	15	5	5	15	8	8	4
5	8	8	10	10	10	10	8	8	5
5	8	8	10	15	15	10	8	8	5
5	8	8	10	15	15	10	8	8	5
5	8	8	10	10	10	10	8	8	5
4	8	8	15	5	5	15	8	8	4
0	4	6	6	6	6	6	6	4	0
0	0	4	5	5	5	5	4	0	0

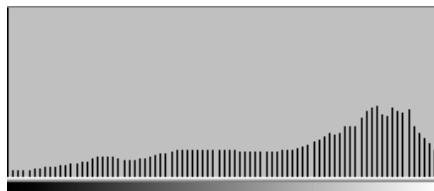
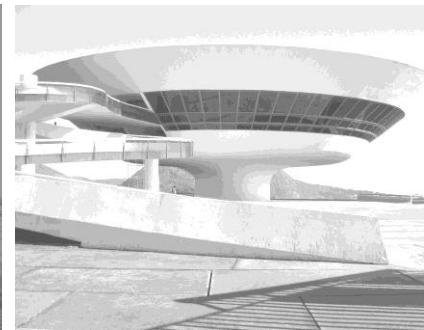
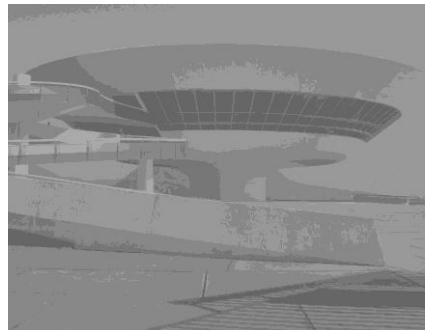


TOM	N. PIXELS
0	12
4	12
5	20
6	13
8	23
10	12
15	8

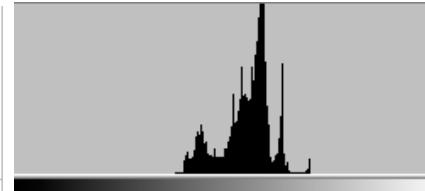
Fornece uma indicação de sua qualidade quanto ao nível de contraste e quanto ao seu brilho médio.



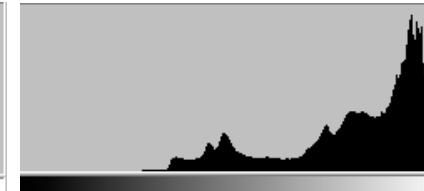
Hitograma de imagem normal



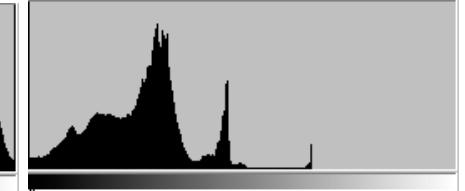
Alto contraste



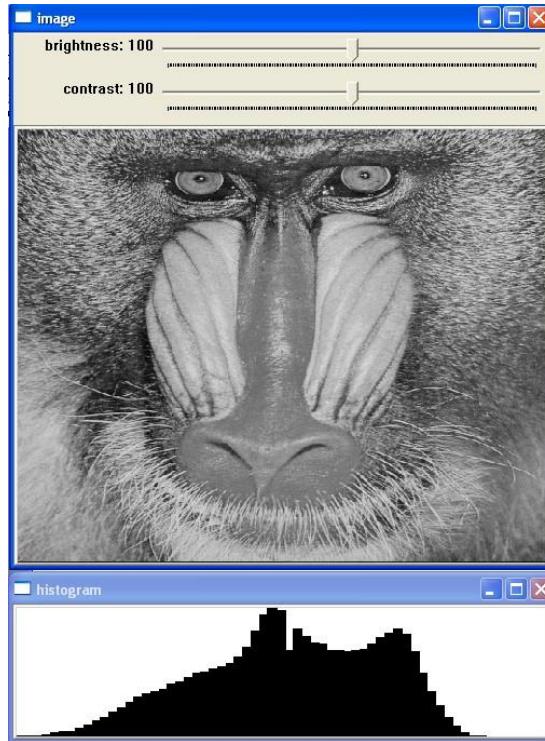
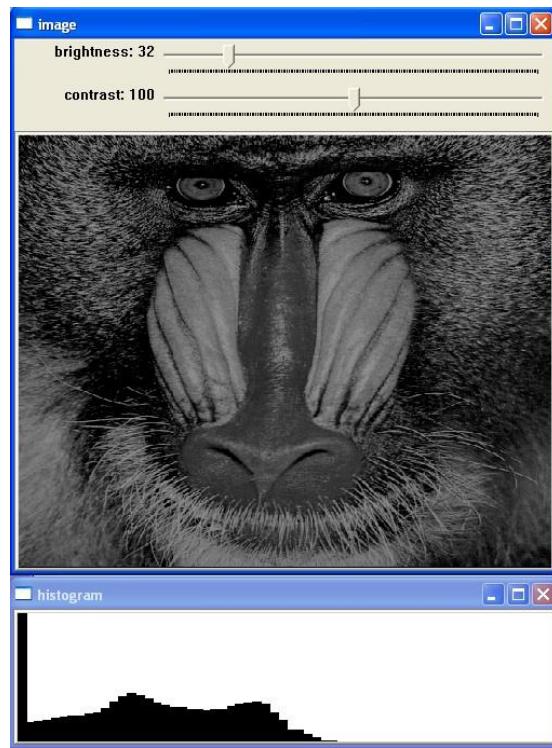
Bajo contraste



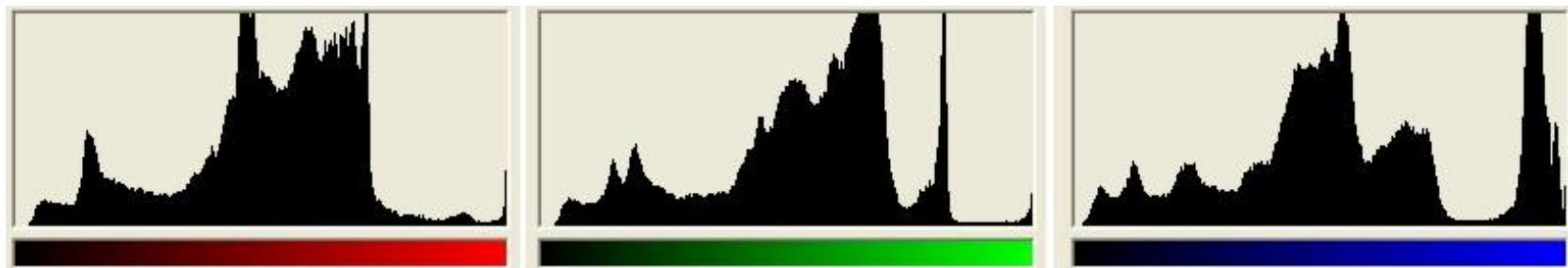
Alta luminosidad



Baja luminosidad



Histogramas de uma imagem colorida



Histogramas quanto à intensidade dos canais R,G,B.

Sistemas de visão binária

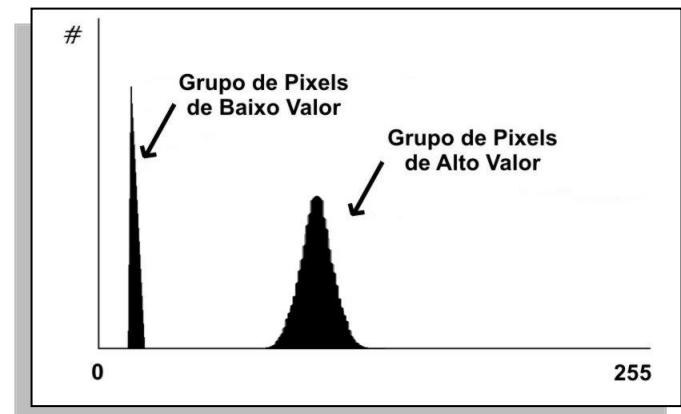


Imagen em tons de cinza



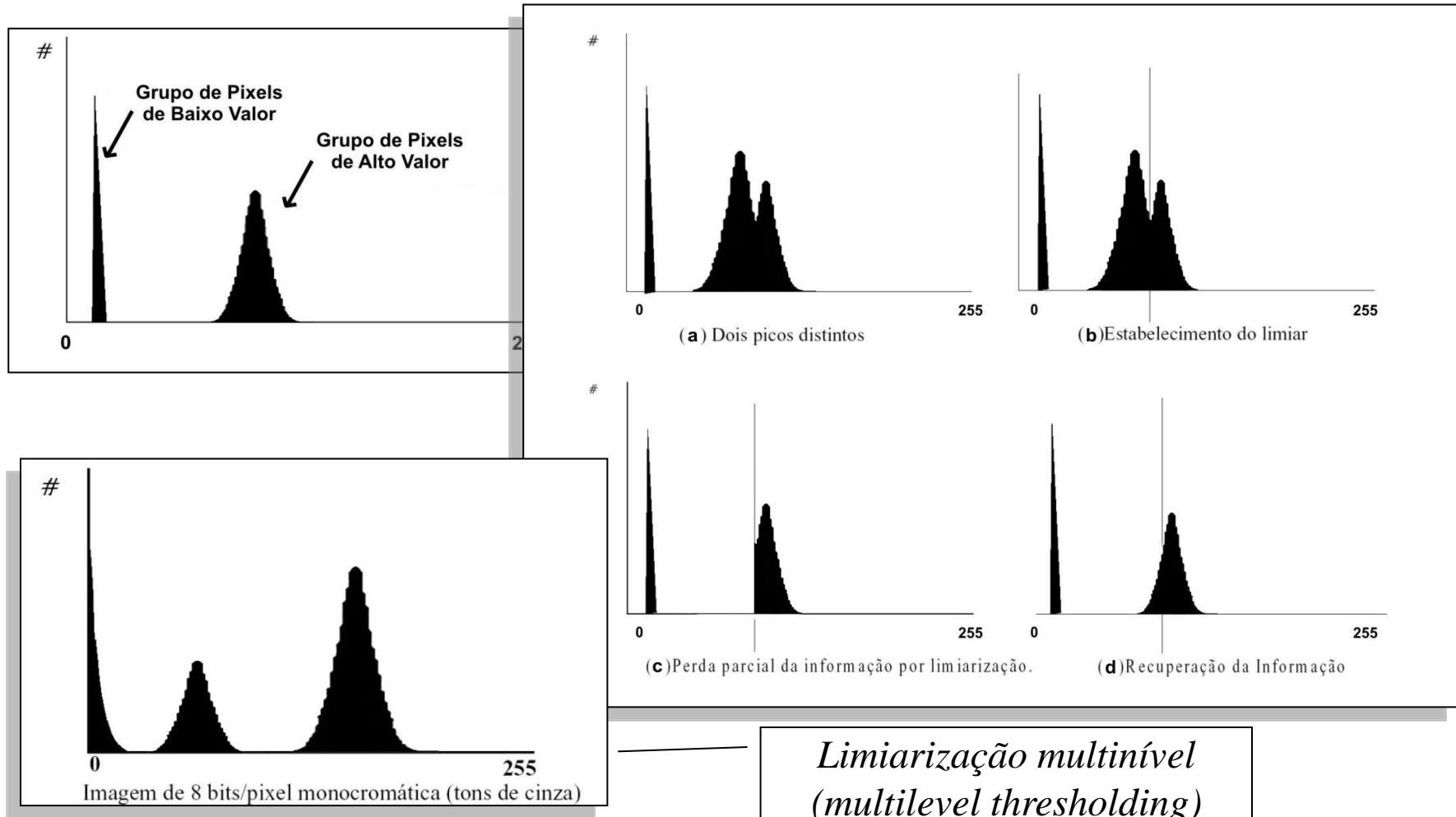
Imagen binária

- **Agrupamento por limiar
(limiarização)**
 - ◆ Objeto de tonalidade bem diferente do fundo da imagem
 - Impor um limiar entre as duas tonalidades
 - Fundamental o ponto de corte

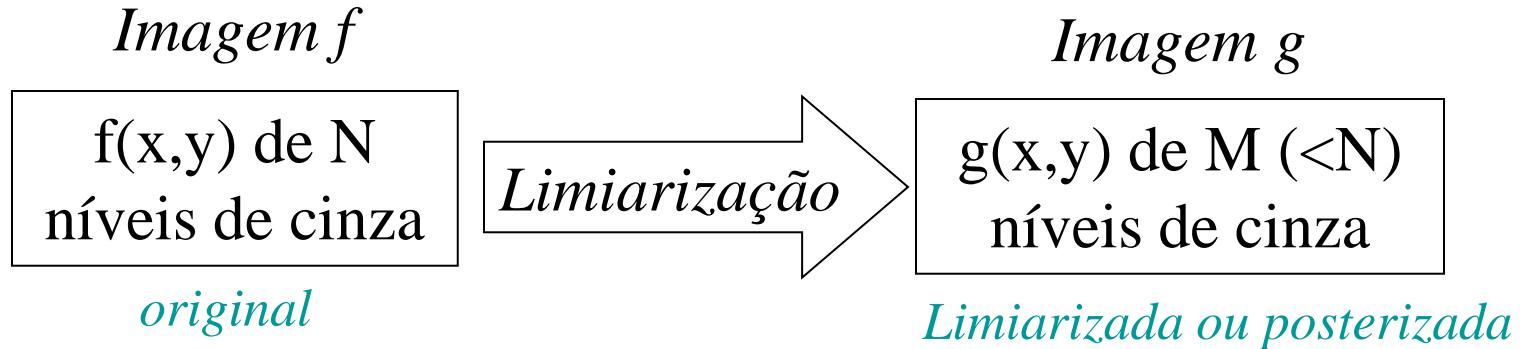


O limiar nem sempre é facilmente determinado

- Objetos bem diferenciados (separados por vales)
- Objetos não bem diferenciados (perda de informação)



Processo de limiarização

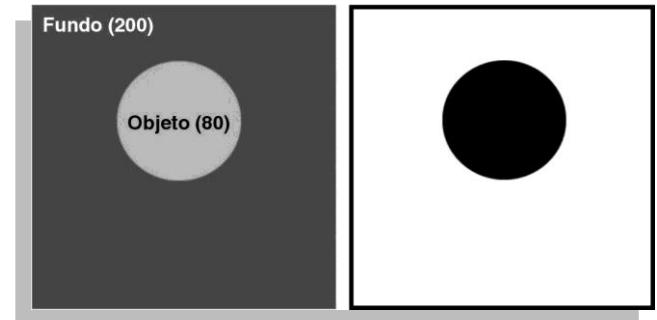


No limite, $g(x, y)$, terá só dois níveis de cinza, como na equação:

$$g(x, y) = \begin{cases} R_1 & \text{se } f(x, y) \leq T \\ R_2 & \text{se } f(x, y) > T \end{cases}$$

- R_1 e R_2 : valores estipulados (0 e 255) imagem binarizada
- T: tom de cinza definido por limiar
 - $T = T [x, y, p(x,y), f(x, y)]$
 - $p(x,y)$ propriedade local de x, y

Exemplo ($T \times [80, 199]$)



Algoritmo de Otsu

- Método de thresholding global: melhor constante k
- Histograma com função densidade de probabilidade

$$Pr(r_q) = n_q / n \quad \text{para } q = 0, 1, 2, \dots, L-1; \quad \text{sendo } L \leq 255$$

Onde: n total de pixels da imagem

n_q total de pixels de intensidade r_q

L total de níveis de intensidades na imagem

- Escolhe-se valor de k , tal que maximiza a variância

$$\sigma^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_r)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_r)^2$$

Sendo:

$$\omega_0 = \sum_{q=0}^{k-1} p_r(r_q) \quad \omega_1 = \sum_{q=k}^{L-1} p_r(r_q) \quad \mu_0 = \sum_{q=0}^{k-1} \frac{qp_r(r_q)}{\omega_0} \quad \mu_1 = \sum_{q=k}^{L-1} \frac{qp_r(r_q)}{\omega_1}$$

$$\mu_T = \sum_{q=0}^{L-1} qp_r(r_q)$$

Algoritmo de Otsu

kk = var = 0;

Para $0 < k < L$

Calcular:

$$\begin{aligned}\omega_0 &= \sum_{q=0}^{k-1} p_q(r_q) & \omega_1 &= \sum_{q=k}^{L-1} p_q(r_q) \\ \mu_0 &= \sum_{q=0}^{k-1} \frac{qp_q(r_q)}{\omega_0} & \mu_1 &= \sum_{q=k}^{L-1} \frac{qp_q(r_q)}{\omega_1} & \mu_T &= \sum_{q=0}^{L-1} qp_q(r_q)\end{aligned}$$

$$vv = \omega_0(\mu_0 - \mu_r)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_r)^2$$

Se $var < vv$, então

$var = vv$; $kk = k$

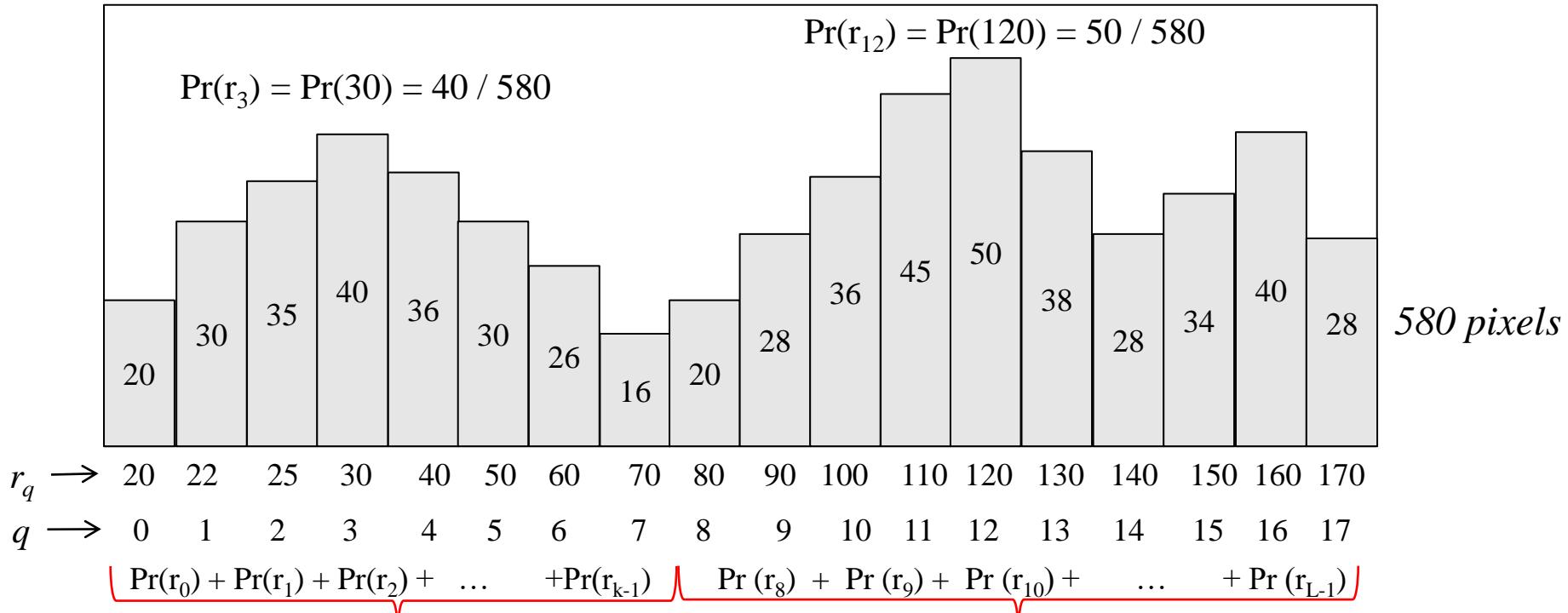
Fse

$k ++$

Fpara

Return k // melhor linear

HISTOGRAMA DE UMA IMAGEM



$$u_0 = \frac{0.\Pr(r_0) + 1.\Pr(r_1) + 2.\Pr(r_2) + \dots + 7.\Pr(r_{k-1})}{w_0}$$

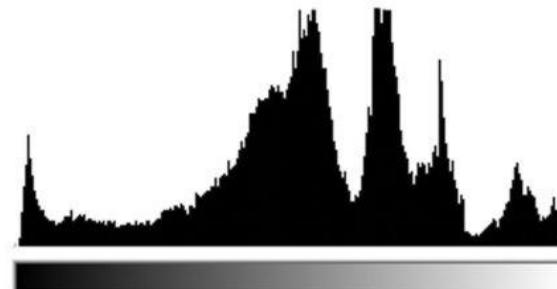
$$u_1 = \frac{8.\Pr(r_8) + 9.\Pr(r_9) + 10.\Pr(r_{10}) + \dots + 17.\Pr(r_{L-1})}{w_1}$$

$$u_t = 0.\Pr(r_0) + 1.\Pr(r_1) + 2.\Pr(r_2) + \dots + 7.\Pr(r_{k-1}) + 8.\Pr(r_0) + 9.\Pr(r_1) + 10.\Pr(r_2) + \dots + 17.\Pr(r_{k-1})$$

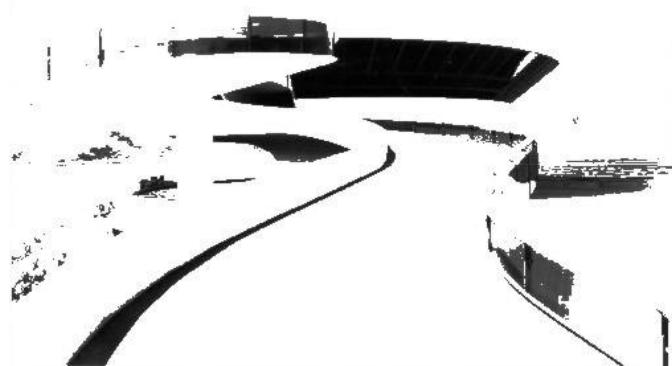
$$vv = w_0 (u_0 - u_t)^2 + w_1 (u_1 - u_t)^2$$



(a) Imagem com 256 tons de cinza



(b) Histograma

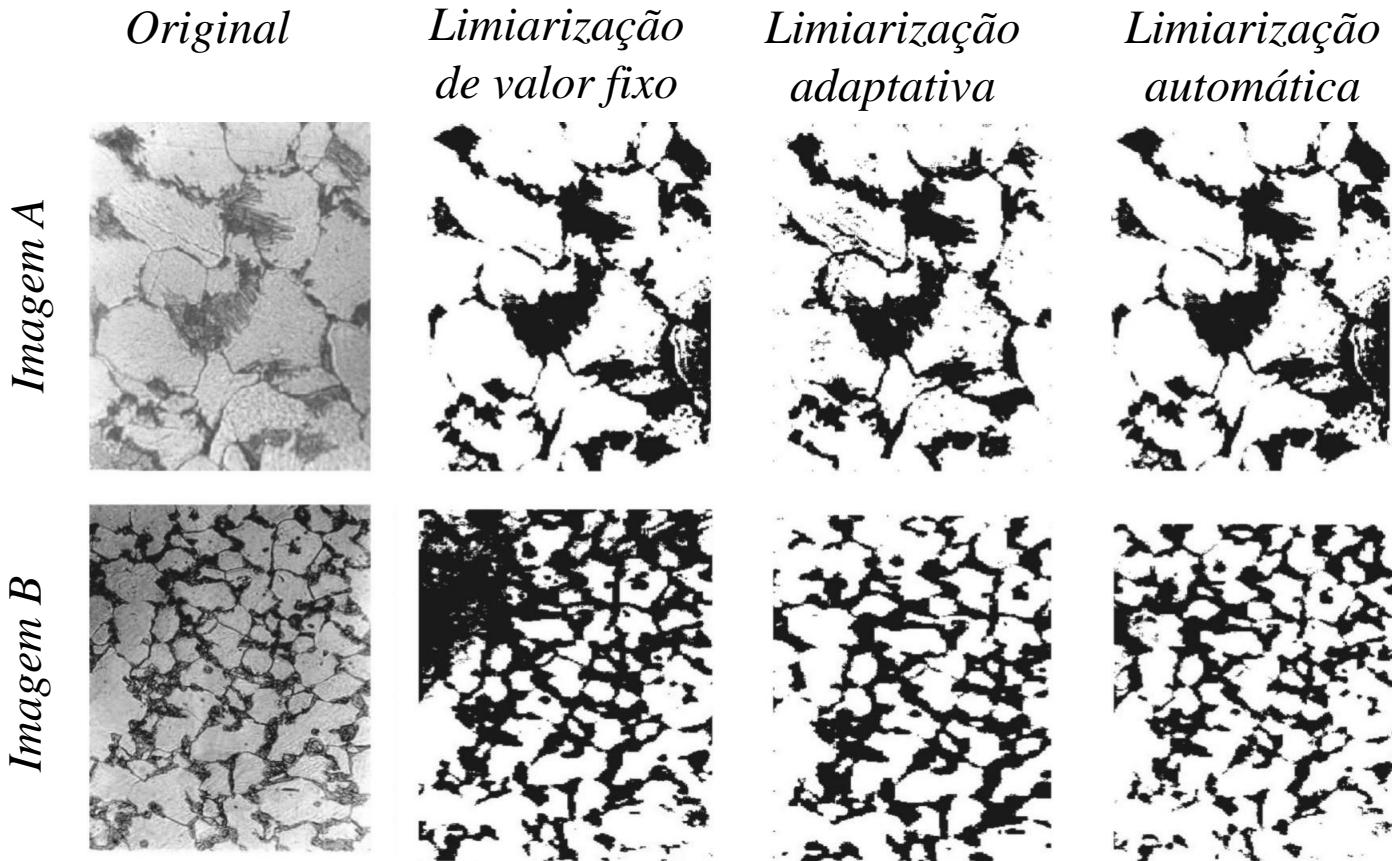


(c) Limiarização com valor 80



(d) Limiarização com valor 150

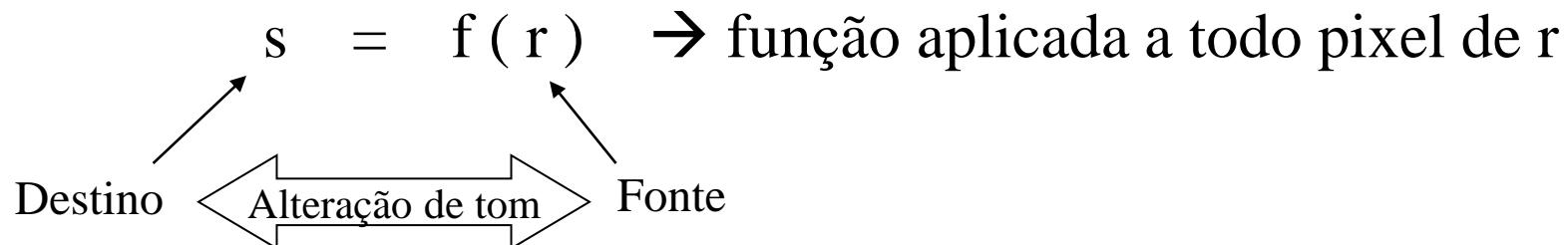
Qualidade de limiarização



- **Problema:** selecionar valor de T de forma a gerar melhor segmentação
 - Geralmente envolve varias tentativas
- Limiarização multinível global (análise de valores da imagem)
 - Menos confiável do que limiarização adaptativa
- Algorimo de valor fixo: T_i escolhidos pelo programador
- Algoritmo automático: T_i escolhidos em função de intensidades (histograma)

Operações pontuais globais (OPG)

r: imagem digital



Função f :

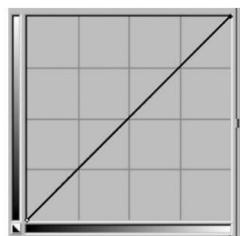
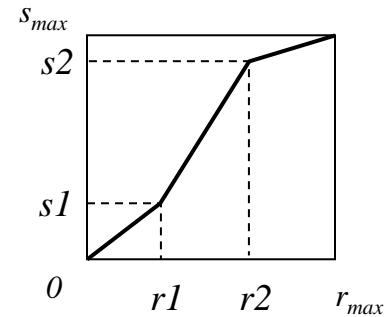
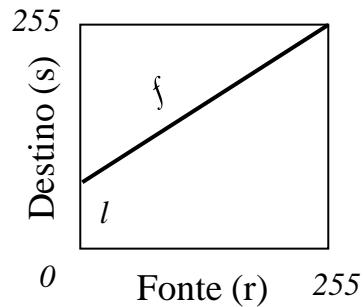
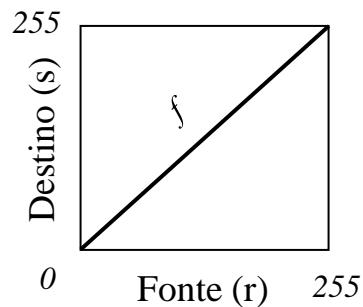
- Linear: contraste, negativo
- Não-linear: equalizar histograma

Dois grupos:

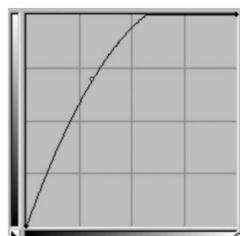
- Baseado em curvas de tons
- Baseado em histogramas

OPG baseadas em curva de tons

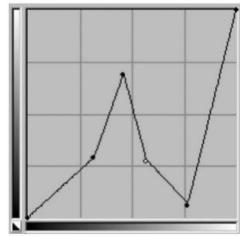
Contraste de acordo níveis de cinza



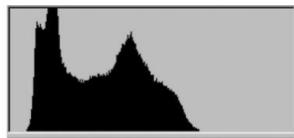
(a)



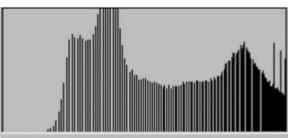
(b)



(c)



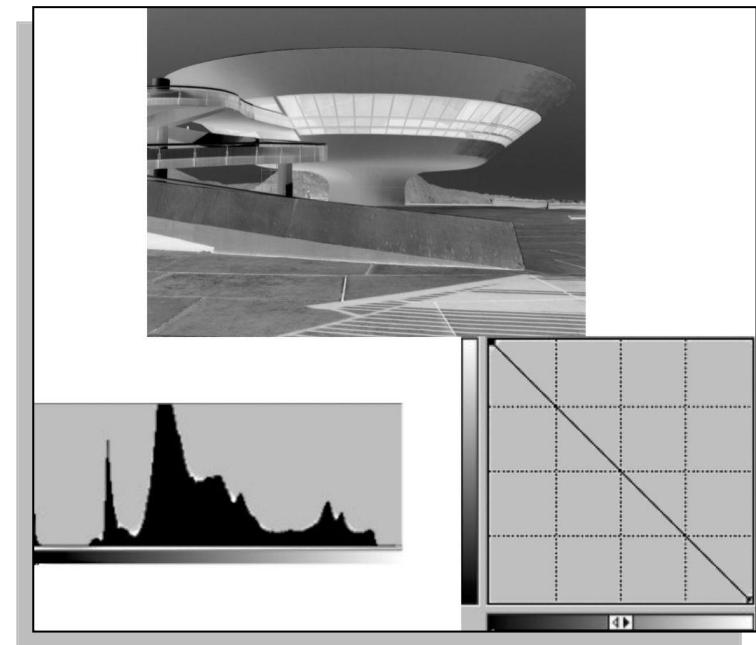
(a)

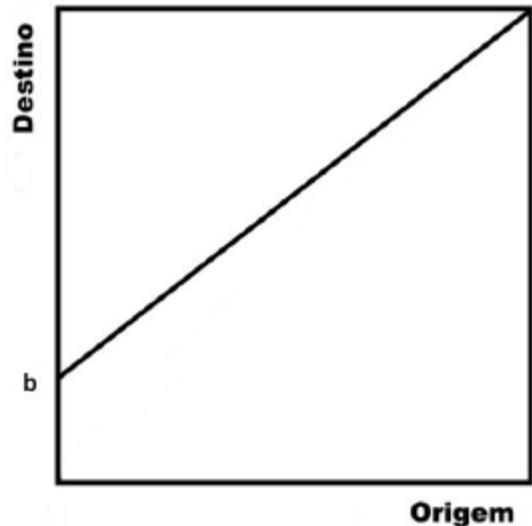


(b)

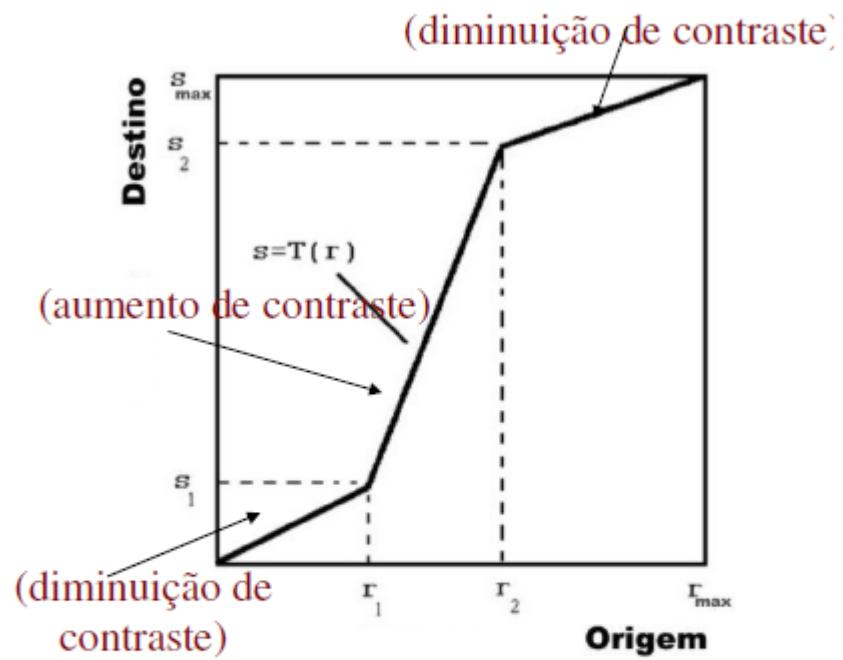


(c)

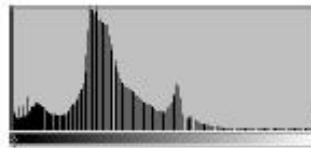
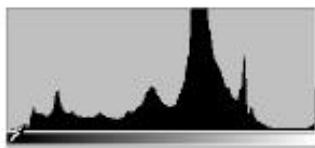
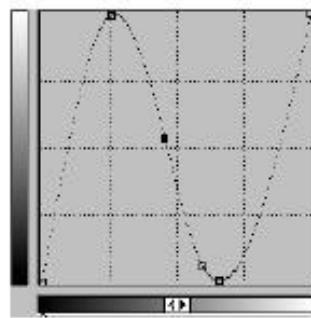
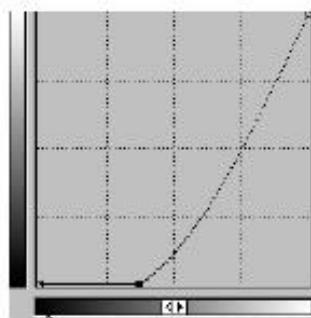
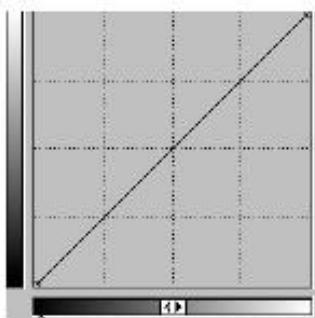
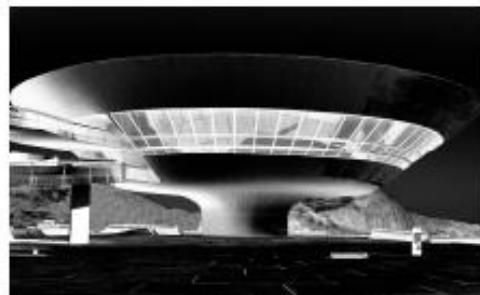
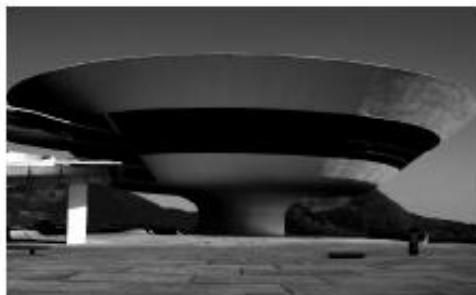




Representação na forma
linear



Alteração da imagem destino a
partir de uma função genérica.



Curva de tom original e alteradas, com suas respectivas curvas de tom e histogramas.

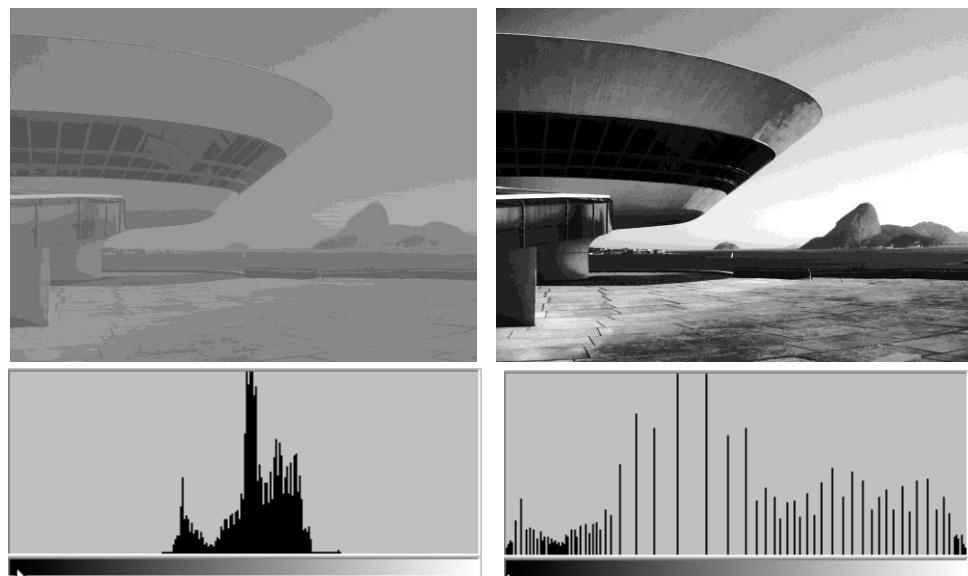
OPG baseadas em histogramas

Equalização: melhoria de contraste (distribuição uniforme).
Todos os pixels com probabilidades de aparecer

- Operação não linear e histograma normalizado
- Se imagem: NM pixels
 - $p_r(r_k) = n_k / NM : r_k = k\text{-ésimo nível de cinza}$

r_k	n_k	$P_r(r_k)$	ACUM	s_k
0	2049	0,125	0,125	0
1/7	2410	0,147	0,272	1/7
2/7	4740	0,289	0,561	3/7
3/7	3590	0,219	0,781	4/7
4/7	1785	0,109	0,890	5/7
5/7	803	0,049	0,939	6/7
6/7	407	0,025	0,963	6/7
7/7	600	0,037	1,000	6/7
total	16384			

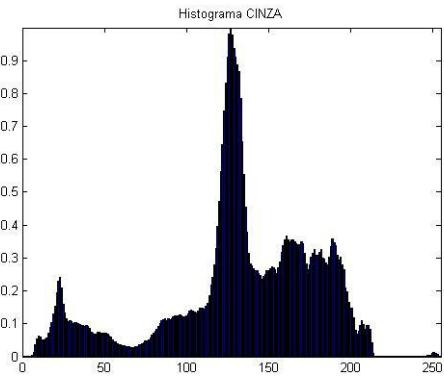
n_k = num. Pixels de nível r_k



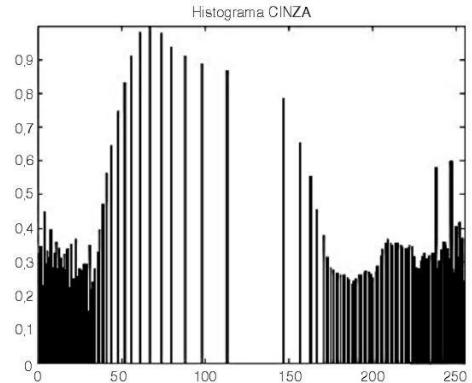
OPG baseadas em histogramas

Especificação Direta:

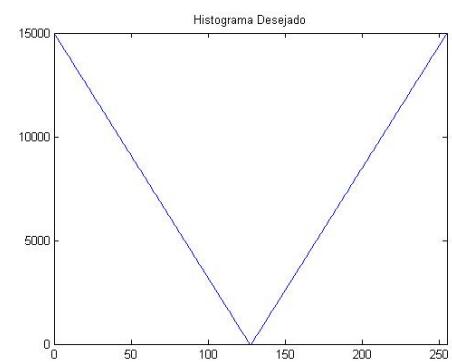
A equalização não permite estabelecer parâmetros de mudança capazes de ressaltar faixas de níveis de cinza na imagem



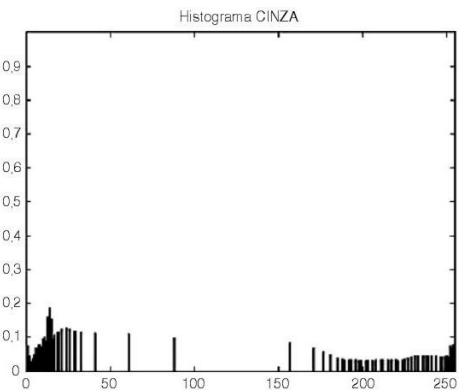
Histograma da imagem original



Histograma normalizada



Histograma desejada



Histograma do resultado

29/08

Luis

Yuri

Javier

1ro Trabalho

- Capturar uma IMAGEM de cor
- Passar para CINZA
- Passar para Binário
 - ◆ Ver comportamento de Histograma
 - ◆ Implementar Otsu para limpar
 - ◆ Binario automático (Otsu)
 - ◆ Binario por tanteo por Vales de Histograma