



# IA725 – Computação Gráfica I

## Algoritmos de Rasterização

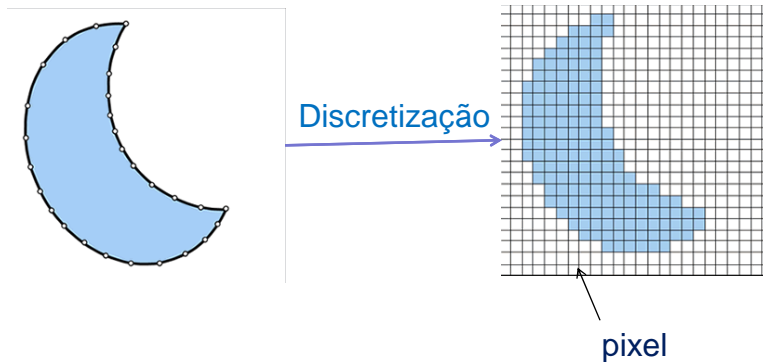
Shirley: Capítulo 3  
Redbook: Capítulo 8





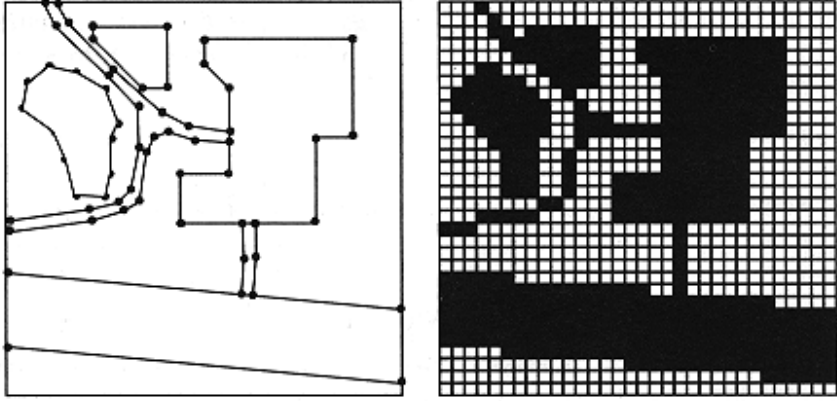
# Rasterização





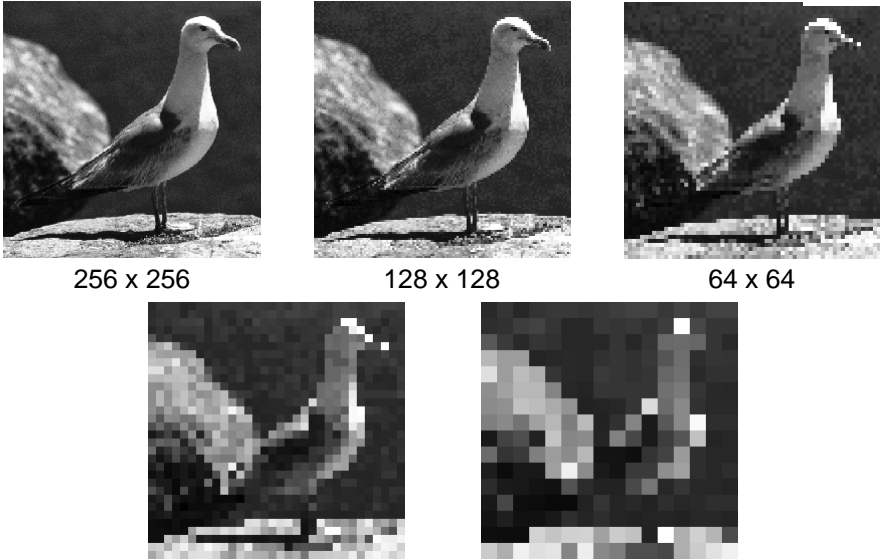
Conversão de informações vetoriais em informações discretas



 **Rasterização** 



 **Rasterização** 



256 x 256      128 x 128      64 x 64

32 x 32      16 x 16

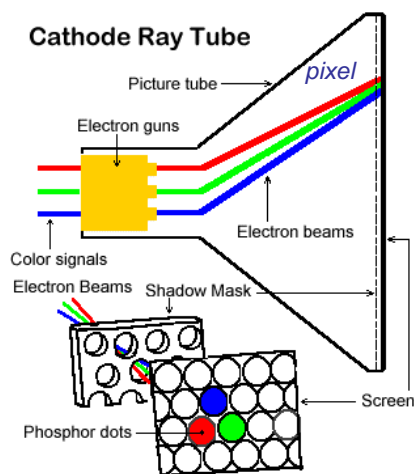


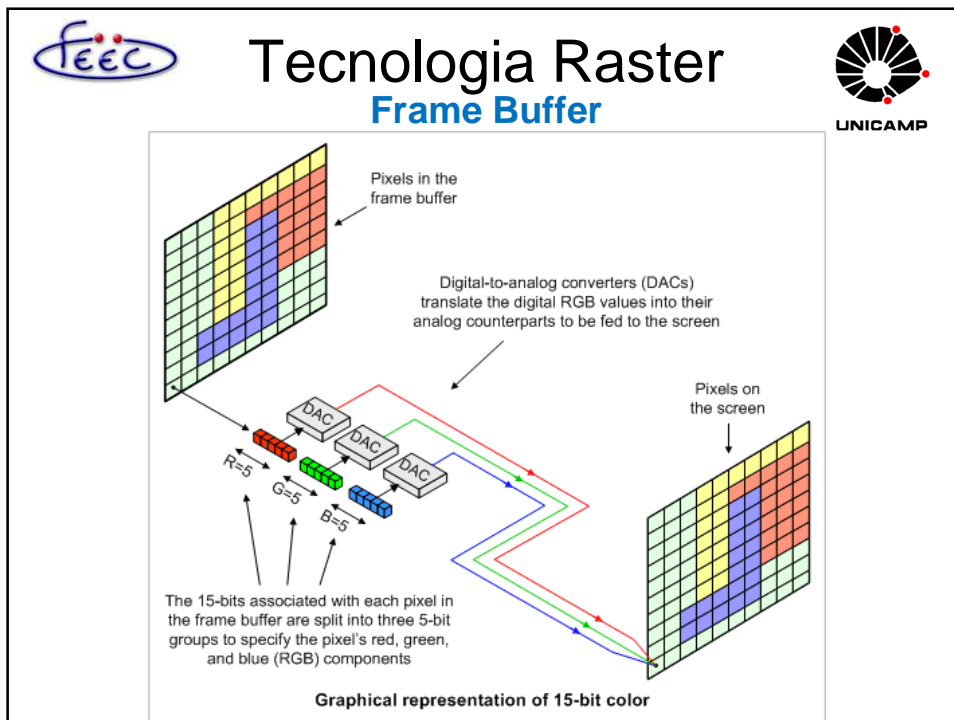
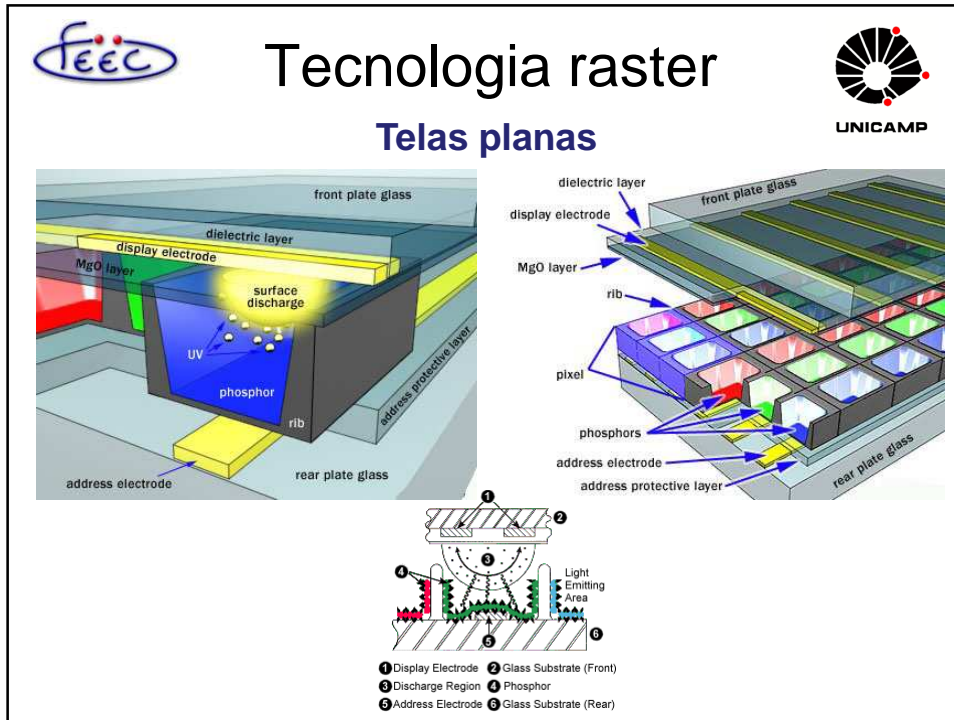
## Objetivos



- Tecnologia de exibição de imagens discretas
- Algoritmos de discretização
- Problemas e soluções em rasterização
- Captura e representação de imagens discretas



## Tecnologia raster CRT






 **Tecnologia Raster** 

**Imagem Discreta**

Menor Unidade de Endereçamento  
 Imagens vetoriais: ponto (dimensão 0)  
 Imagens discretas: *pixel* (dimensão 2)

Sampling point  **PIXEL (x, y)**

Rectangle in Arbitrary Position

Rectangle with corners (1.5, 1.5) and (4.75, 3.5)

 **Tecnologia raster** 

**Duas características**

- A relação entre sinal aplicado e intensidade em cada *pixel* não é linear
- A representação dos valores é digital. Usualmente, 8 *bits*.



## Tecnologia raster

### Duas características

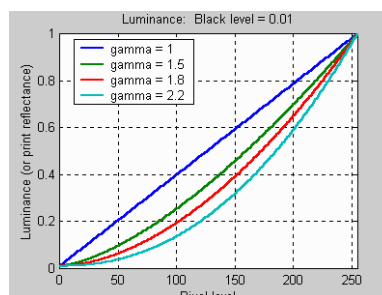


- A relação entre sinal aplicado e intensidade em cada *pixel* não é linear
- A representação dos valores é digital. Usualmente, 8 *bits*.



## Tecnologia raster

### Fator Gama da Tela



$$I = I_{\max} V^{\gamma}$$

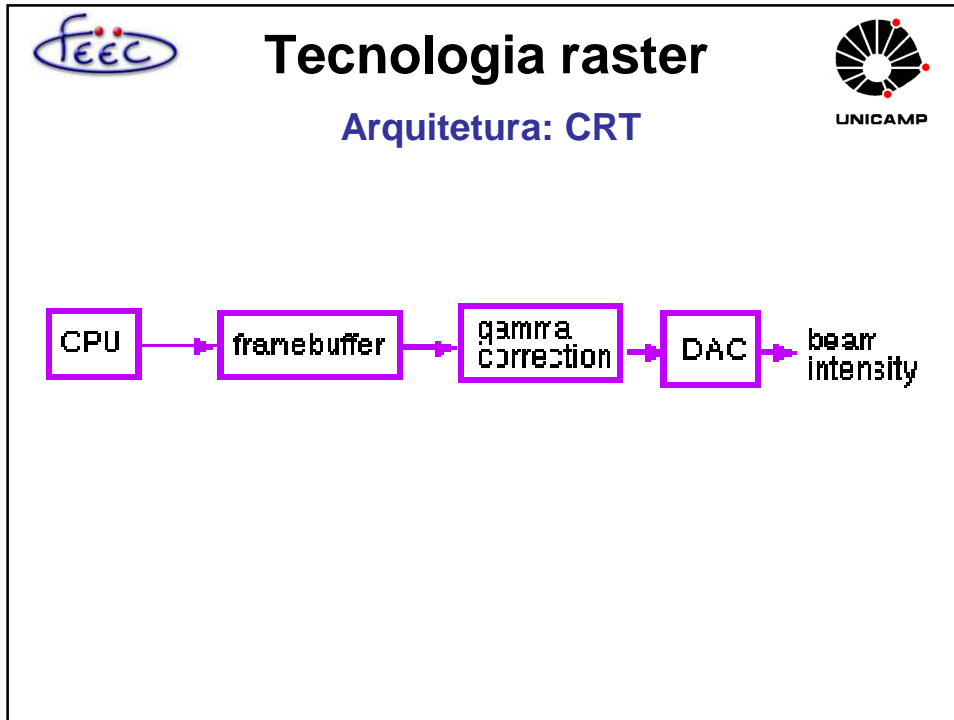
I: Intensidade em cada *pixel*



$I_{\max}$ : Intensidade máxima

$V_c$ : tensão de controle (framebuffer)

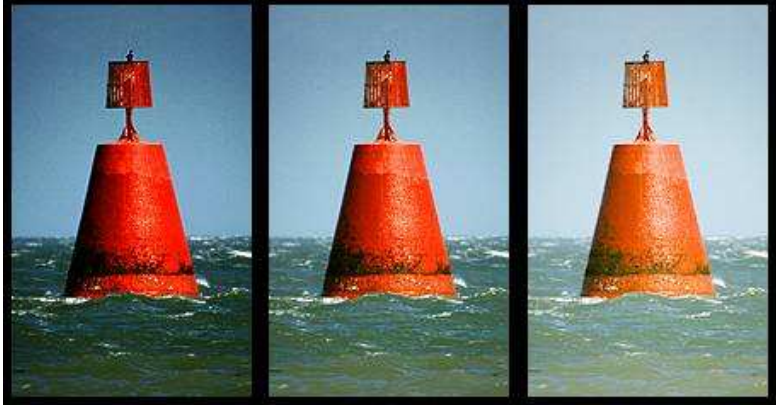
$V = V_c^{(1/\gamma)}$ : : tensão de excitação dos elementos emissores de luz

$\gamma$ : gama, tipicamente entre [1.4, 2.5]



 **Tecnologia raster** 

Fator de correção  $1/\gamma$   
 $\gamma = 2.5$



$\gamma = 2.5$        $\gamma = 1.8$        $\gamma = 1.0$   
 sobrecompensada

 **Tecnologia raster** 


**Duas características**

- A relação entre sinal aplicado e intensidade em cada *pixel* não é linear
- A representação dos valores é digital. Usualmente, 8 *bits* para cada componente.



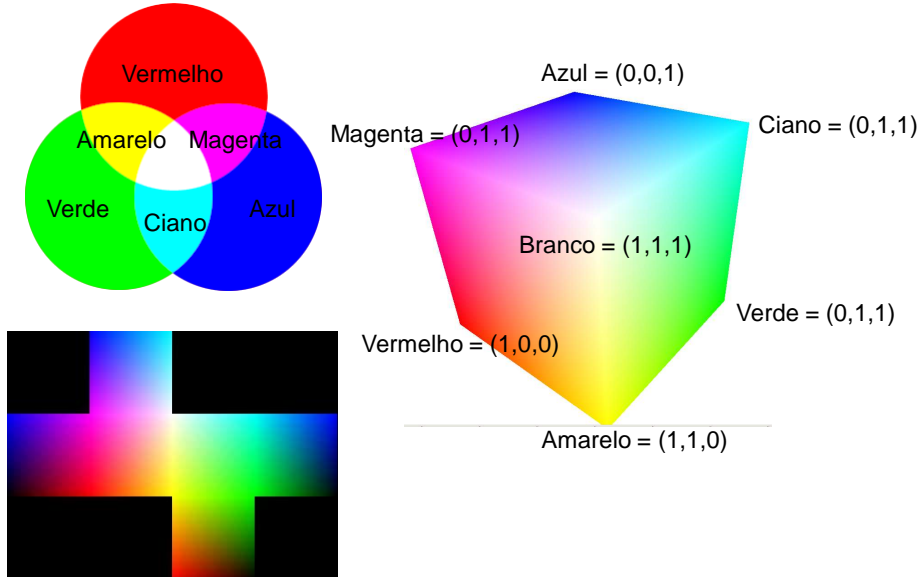
FEEC **Tecnologia raster** UNICAMP

**Quantização**




FEEC **Representação de Cores** UNICAMP

**Modelo RGB**




Vermelho  
 Verde  
 Amarelo  
 Magenta  
 Ciano  
 Azul

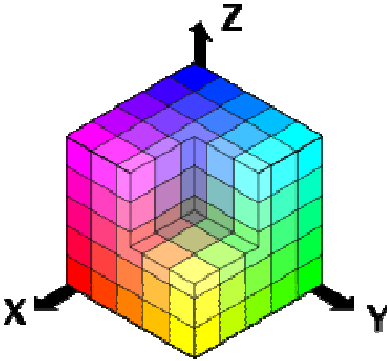
Azul = (0,0,1)  
 Magenta = (0,1,1)  
 Ciano = (0,1,1)  
 Branco = (1,1,1)  
 Verde = (0,1,1)  
 Vermelho = (1,0,0)  
 Amarelo = (1,1,0)




# Tecnologia Raster

## Valores Quantizados




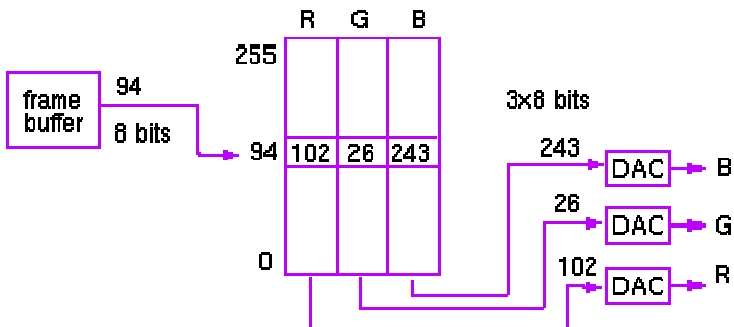




# Tecnologia Raster

## Valores Quantizados







 **Tecnologia raster**  
**Valores Quantizados** 

RGB Color: 255,255,208



8 bits: 0 até 2<sup>8</sup> valores

 **Composição**  
**Grau de Opacidade dos *Pixels*** 

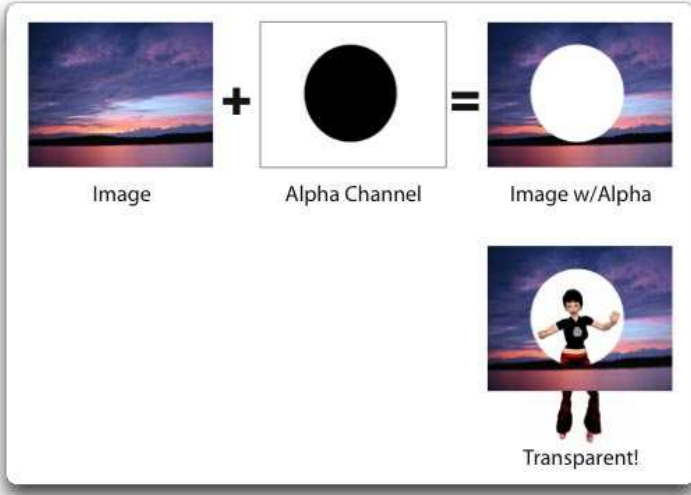




Image + Alpha Channel = Image w/Alpha







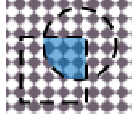
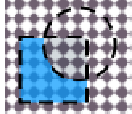
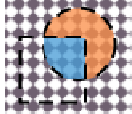
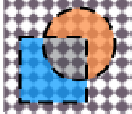
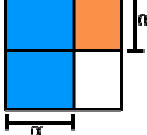
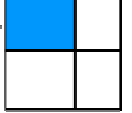
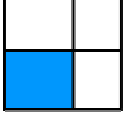

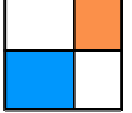
Transparent!




## Composição

### Canal de alfa




	A over B	A in B	A out B	A and B	A xor B
Opaque A and B					
Partially-transparent A and B					
Conceptual sub-pixel overlay					

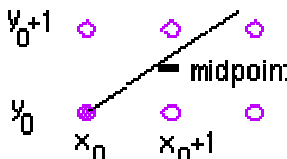


## Algoritmo de Rasterização

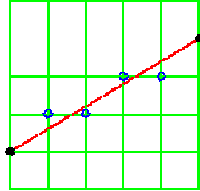
### Linhas: Algoritmo de Ponto Médio



$$f(x,y) = (y_0 - y_1)x + (x_1 - x_0)y + C = 0$$

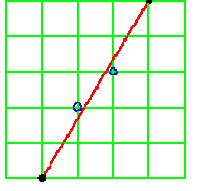


midpoint:



$\Delta x > \Delta y$   
(5) (3)

$(x_0+1, y_0+0.5)$



$\Delta x < \Delta y$   
(3) (5)

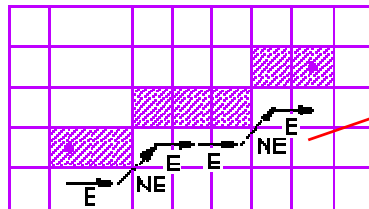
$(x_0+0.5, y_0+1)$



# Algoritmo de Rasterização



## Linhas: Algoritmo de Ponto Médio



Se  $(y_1 - y_0) < (x_1 - x_0)$ , ou  $\Delta y < \Delta x$ :

$f(x_0+1, y_0+0.5) > 0 \rightarrow f(x_0+1, y_0+0.5)$  acima da reta  $f(x,y) \rightarrow E$

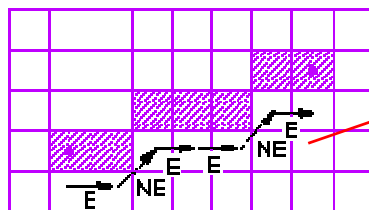
$f(x_0+1, y_0+0.5) < 0 \rightarrow f(x_0+1, y_0+0.5)$  abaixo da reta  $f(x,y) \rightarrow NE$



# Algoritmo de Rasterização



## Linhas: Algoritmo de Ponto Médio



$y = 0.4x + 1 \rightarrow f(x,y) = -y + 0.4x + 1; x_0 = 0; y_0 = 1:$

$f(0+1, 1+0.5) > 0 \rightarrow f(1, 1.5) = 0.1$  acima da reta  $f(x,y) \rightarrow E$

$f(1+1, 1+0.5) < 0 \rightarrow f(2, 1.5) = -0.3$  abaixo da reta  $f(x,y) \rightarrow NE$



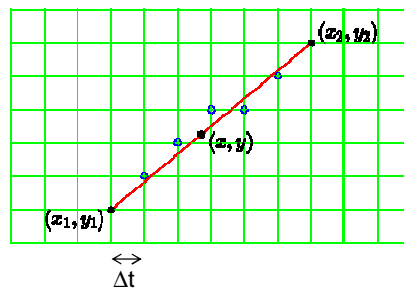


## Algoritmo de Rasterização



### Coordenadas Baricêntricas

$$p(t) = p_0 + t(p_1 - p_0)$$



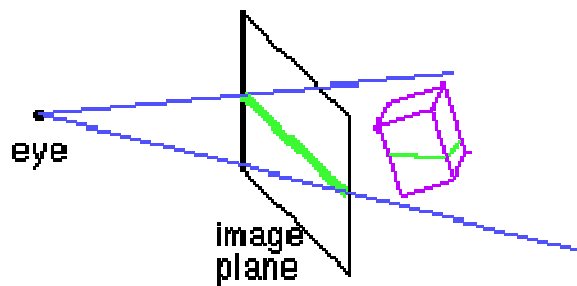
$$x - x_1 = t(x_2 - x_1)$$



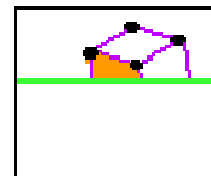
## Algoritmo de Rasterização





### Princípio de Scanline



scan-convert

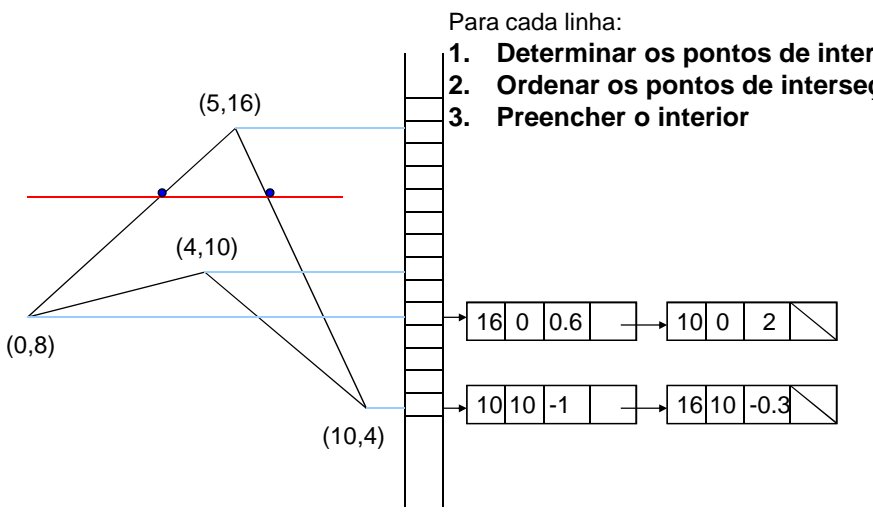




 **Algoritmo de Rasterização** 

### Scanline

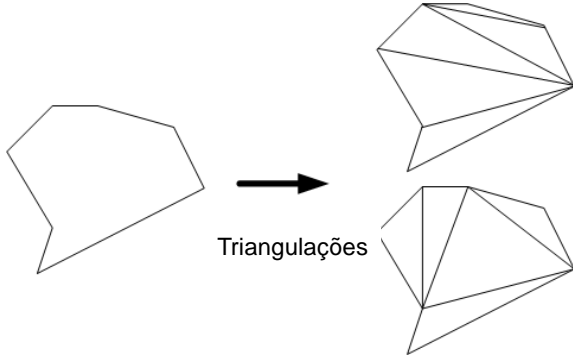
Para cada linha:

1. Determinar os pontos de interseção
2. Ordenar os pontos de interseção
3. Preencher o interior



 **Algoritmo de Rasterização** 

### Polígonos



Triangulações

Cuidados Adicionais:

- Coerência na orientação dos triângulos
- Sobreposição dos *pixels*



FEUC UNICAMP

## Algoritmo de Rasterização

### Triângulos

Coordenada baricêntrica  $\alpha$ :  
relação das distâncias do  
ponto  $(x, y)$  e do ponto  $(x_0, y_0)$   
com respeito à reta que  
passa por  $(x_1, y_1)$  e  $(x_2, y_2)$

$$\alpha = f_{12}(x, y) / f_{12}(x_0, y_0)$$

$$\beta = f_{20}(x, y) / f_{20}(x_1, y_1)$$

$$\gamma = f_{01}(x, y) / f_{01}(x_2, y_2)$$


1. Rasterizar as arestas
2. Preencher os *pixels* do interior

FEUC UNICAMP

## Algoritmo de Rasterização


### Efeito de Borda Serrilhada

Por quê ocorrem estes efeitos?

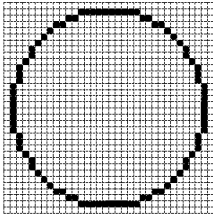
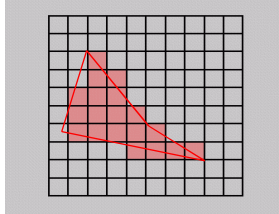


# Efeito de Serrilhamento

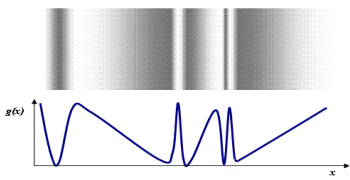
## Duas abordagens

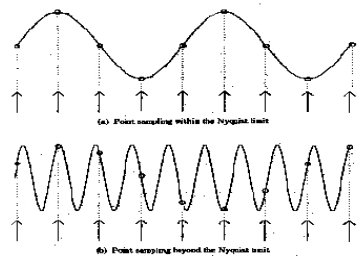


**Geométrica (Rasterização):** *pixels* que sobrepõem os objetos de interesse


**Espectral (Amostragem):** amostragem da função de intensidade definida no domínio espacial





(a) Point sampling within the Nyquist limit

(b) Point sampling beyond the Nyquist limit



# Efeito de Serrilhamento

## Amostragem e Reconstrução




Imagem Vetorial

→

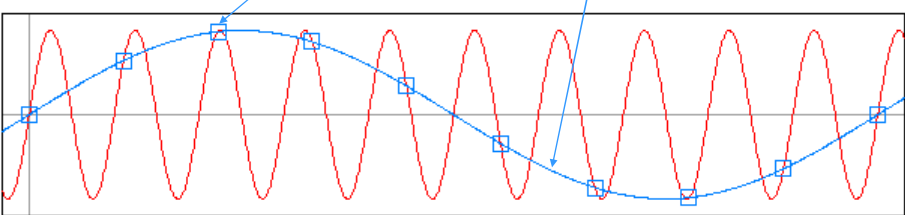
Imagem Discreta

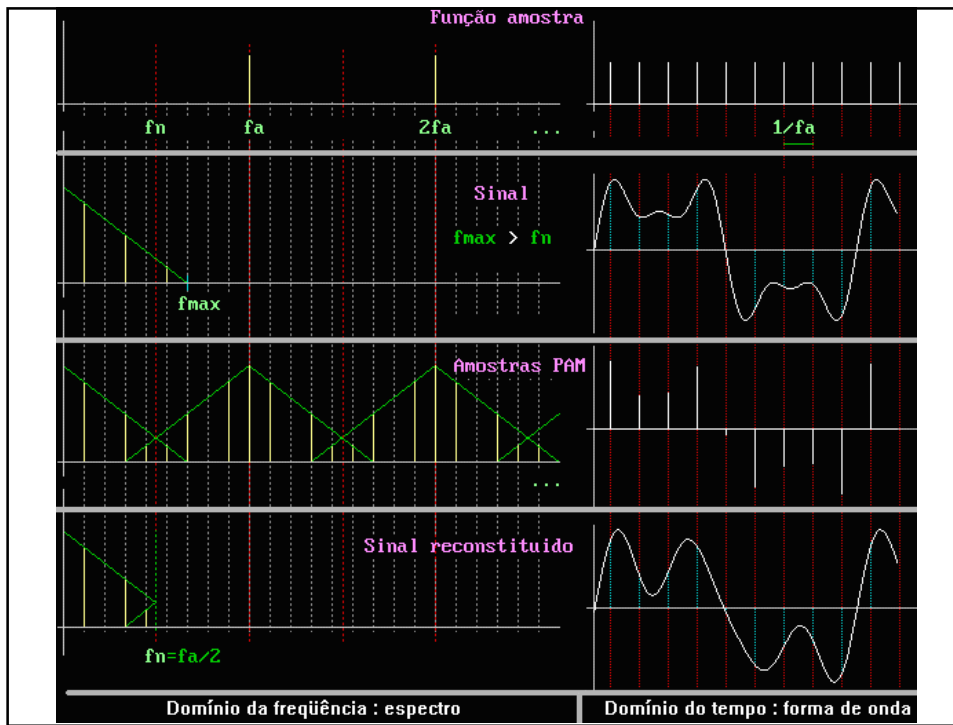
→

Imagem Percebida

Amostragem

Reconstrução






 **Efeito de Serrilhamento**   
 Eliminação de variações abruptas

Borda serrilhada




Borda com efeitos de serrilhamento suavizados

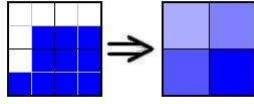


# Efeito de Serrilhamento

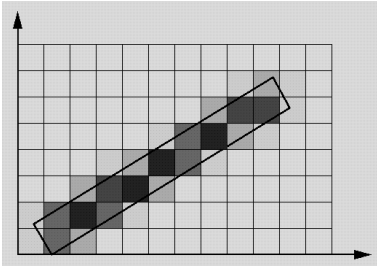
## Técnicas de Anti-aliasing




**Superamostragem**



**Ponderada por área**




EA978 – 2/2007 - Profa.  
Tina


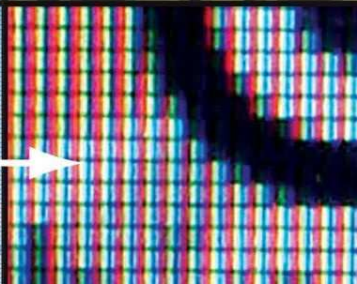


# Efeito de Serrilhamento

## Exemplos










 **Efeito de Serrilhamento**   
UNICAMP




 **Captura de Imagens**   
Dispositivos de Captura  
UNICAMP



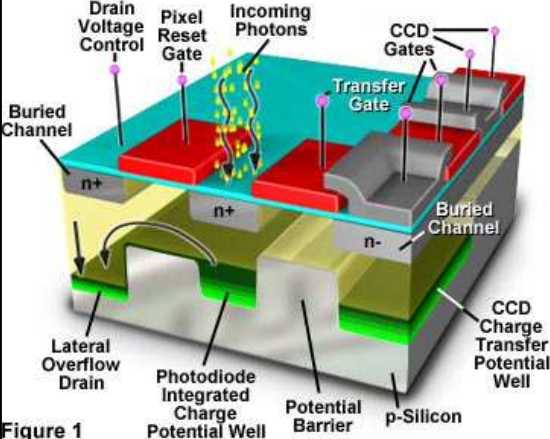


# Captura de Imagens




Tecnologia de *Charge-Coupled Device (CCD)*

**Anatomy of a Charge Coupled Device (CCD)**




Circuito integrado constituído de um arranjo de fotodiodos capazes de converter energia luminosa em cargas elétricas. Estas cargas são armazenadas em paredes de potencial e transferidas para dispositivos de armazenamento/exibição

**Figure 1**

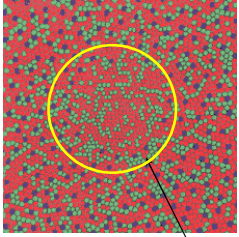


# Captura de Imagens

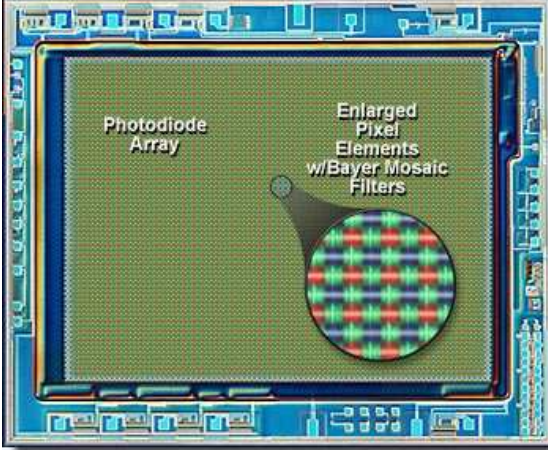


Tecnologia de *Charge-Coupled Device (CCD)*

**CCD Photodiode Array Integrated Circuit**



Fóvea ou mancha amarela



**Figure 2**

