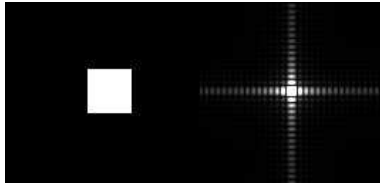


# Textura

## ▪ Análise de Imagens

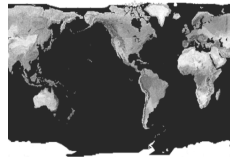
- Padrões que se repetem em uma imagem



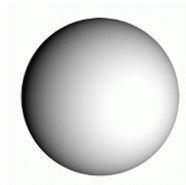
EA978 – 2s2008 - Ting

## ▪ Síntese de Imagens

- Padrões modificadores dos atributos dos *pixels*, após discretização e quantização (*raster*)

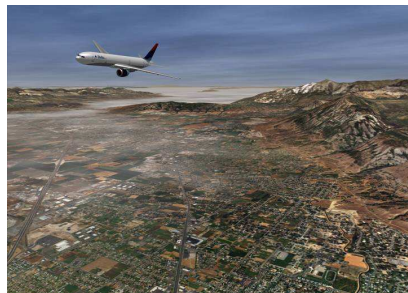


Arranjo Bidimensional



# Textura em Síntese de Imagens

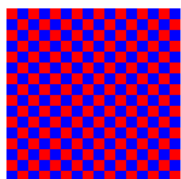
- Prover uma forma eficiente de lidar com as diferenças de reflectância difusa ponto-a-ponto em uma superfície (Catmull, 1975).
- Adicionar detalhes a uma superfície sem onerar o processo de renderização.



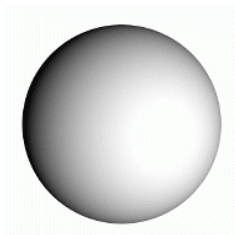
EA978 – 2s2008 - Ting

## Mapas de Textura

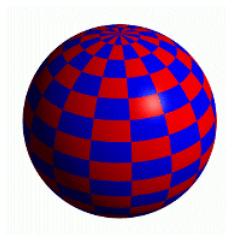
- Funções ou imagens modificadoras dos atributos dos *pixels* de uma imagem digital (fragmentos).



Mapa de textura



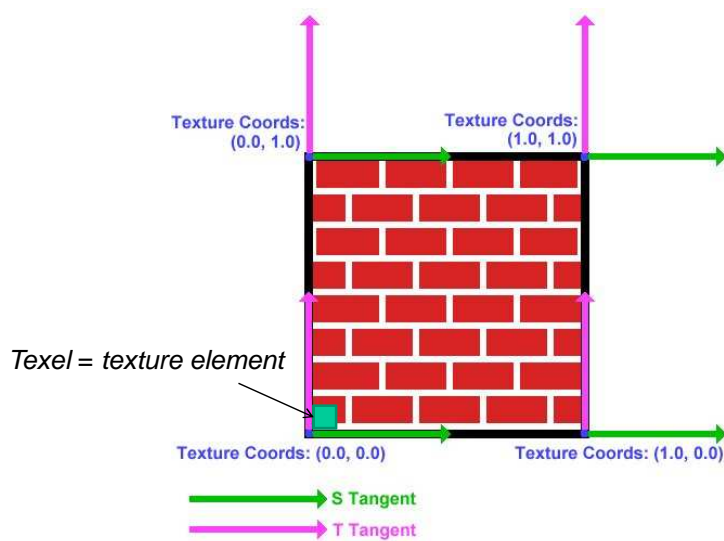
Modelo



Modelo texturizado

EA978 – 2s2008 - Ting

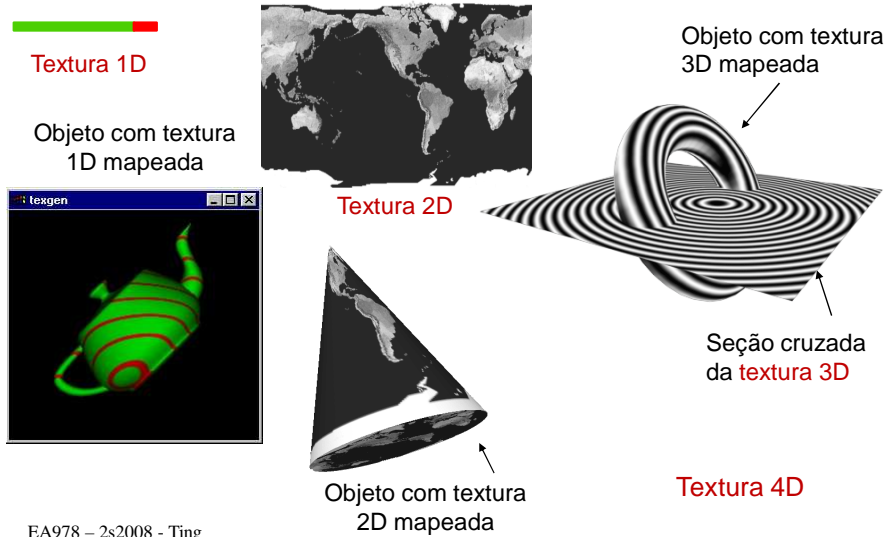
## Espaço de Mapas de Textura



Representação no domínio espacial

EA978 – 2s2008 - Ting

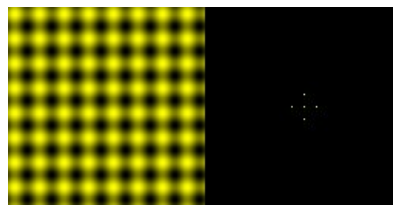
## Dimensão de Mapas



## Espaço de Mapas de Textura



$$(127+128(\sin \pi * y/16), 127+128(\sin \pi * y/16), 128)$$



Composição de 2 imagens



$$(127+128(\sin \pi * y/8), 127+128(\sin \pi * y/8), 128)$$

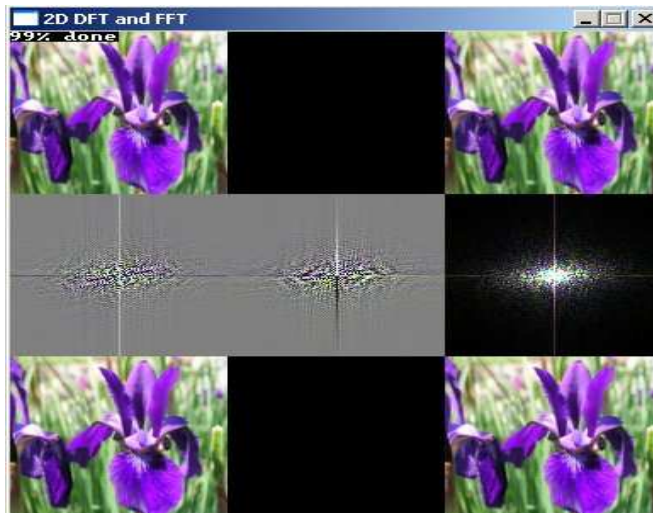


Imagem rodada

Representação no domínio espectral

EA978 - 2s2008 - Ting

## Espaço de Mapas de Textura

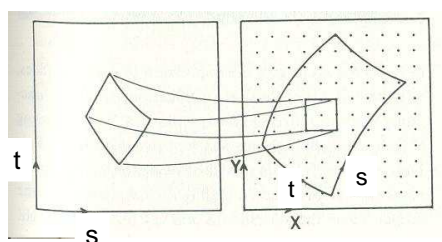


Representação no domínio espectral

EA978 - 2s2008 - Ting

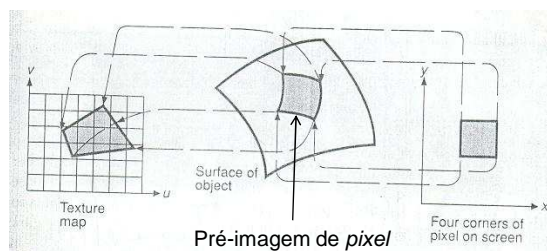
## Mapeamento

### ▪ Método Direto



$$\begin{aligned} x &= x(s,t) \\ y &= y(s,t) \end{aligned}$$

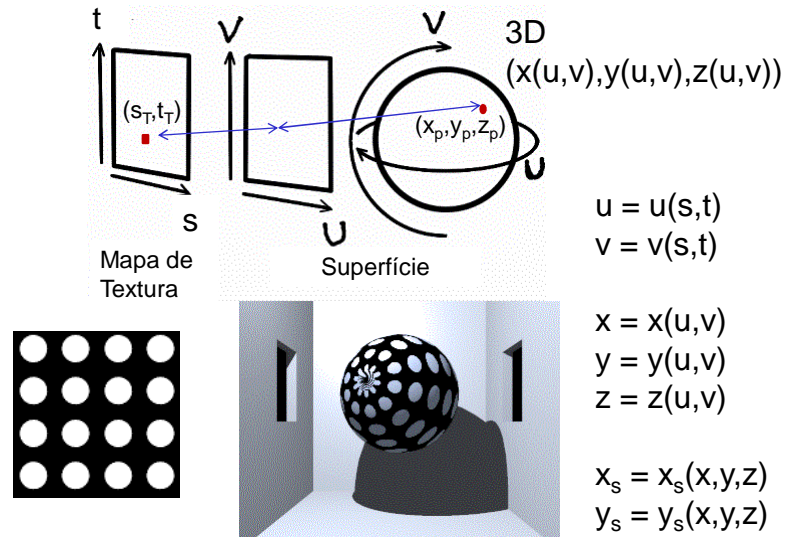
### ▪ Método Inverso



$$\begin{aligned} s &= s(x_s, y_s) \\ t &= t(x_s, y_s) \end{aligned}$$

EA978 - 2s2008 - Ting

## Mapeamento Método Direto



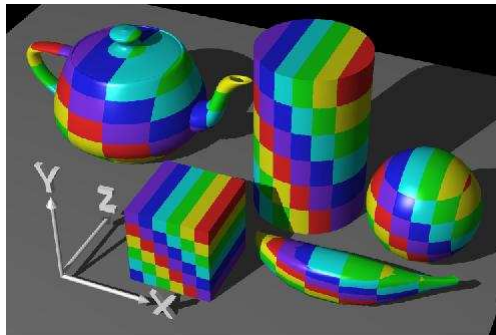
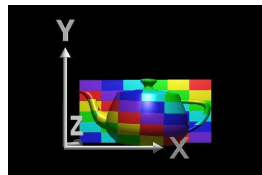
EA978 - 2s2008 - Ting

## Mapeamento Linear Método Inverso

- A textura 2D é projetada ortogonalmente em uma dada direção.

Direção z:  $s=x$

$t=y$

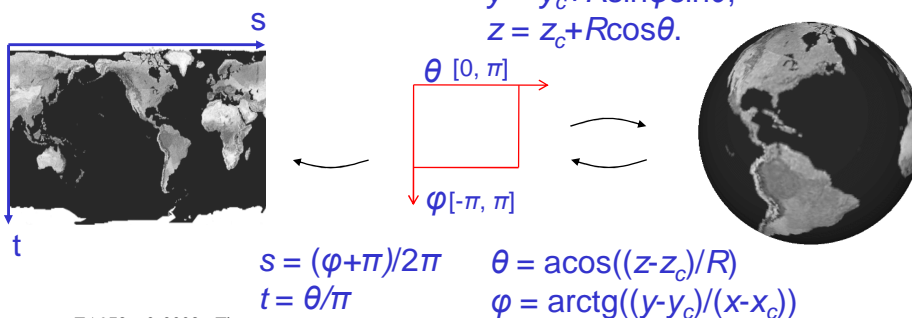


EA978 - 2s2008 - Ting

## Mapeamento Esférico Método Inverso

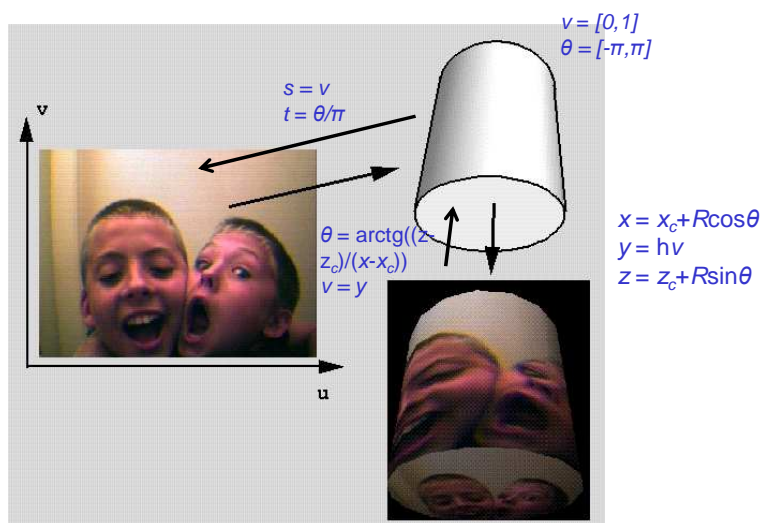
- Mapeamento de  $(u, v) \in [0, 1]^2$  sobre a longitude e latitude de uma esfera.
- Para uma esfera de raio  $R$  com centro em  $(c_x, c_y, c_z)$ , a equação paramétrica dessa esfera é:

$$\begin{aligned}x &= x_c + R \cos \varphi \sin \theta, \\y &= y_c + R \sin \varphi \sin \theta, \\z &= z_c + R \cos \theta.\end{aligned}$$



EA978 - 2s2008 - Ting

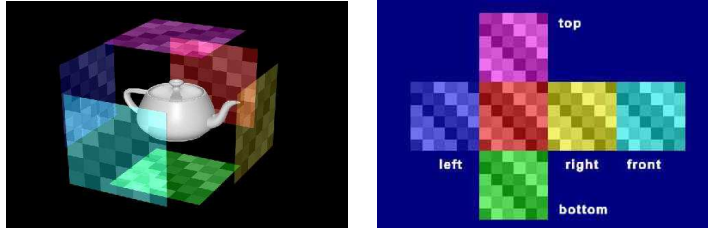
## Mapeamento Cilíndrico Método Inverso



EA978 - 2s2008 - Ting

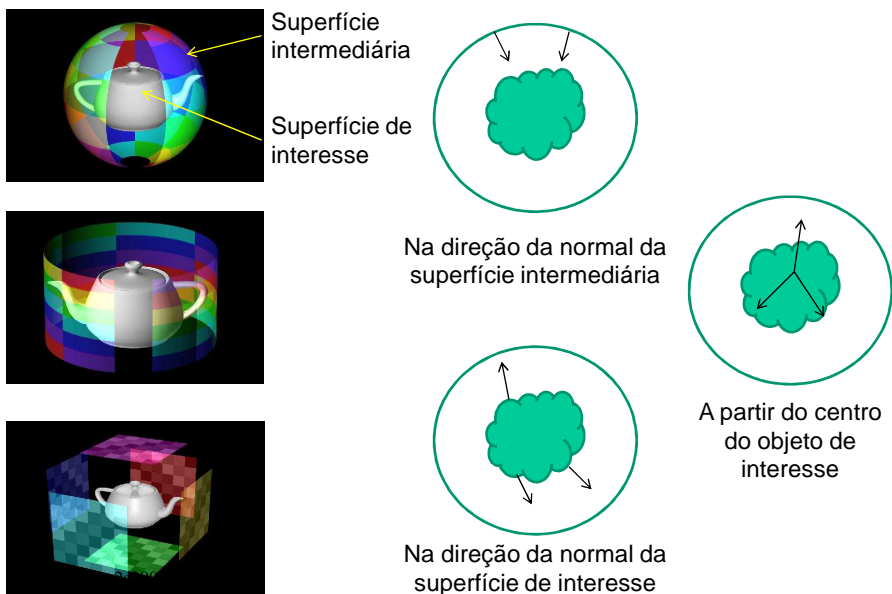
## Mapeamento Cúbico Método Inverso

- Mapeamento de  $(u, v) \in [0, 1]^2$  sobre cada lado de um cubóide. Em vez de usar um mapa de textura, utilizam-se seis mapas – um para cada lado do cubo.

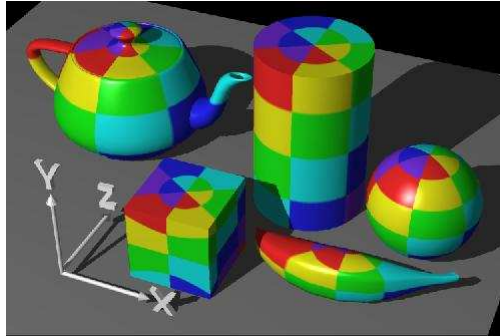
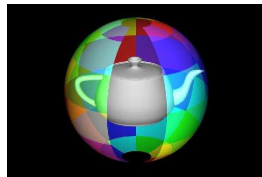


EA978 – 2s2008 - Ting

## Mapeamento em 2 passos

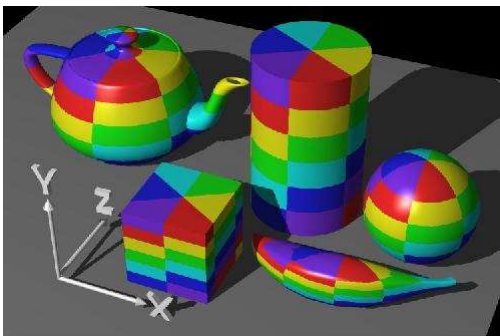


## Mapeamento em 2 Passos Esférico



EA978 - 2s2008 - Ting

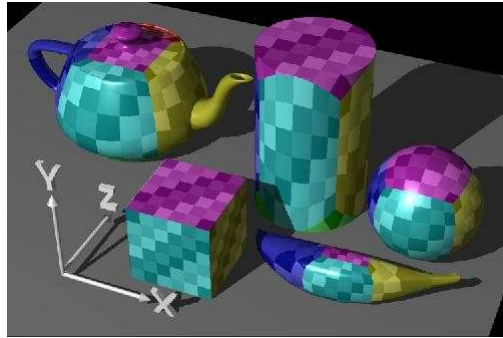
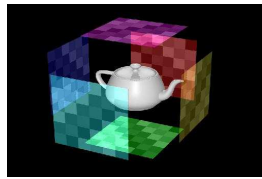
## Mapeamento em 2 Passos Cilíndrico



EA978 - 2s2008 - Ting



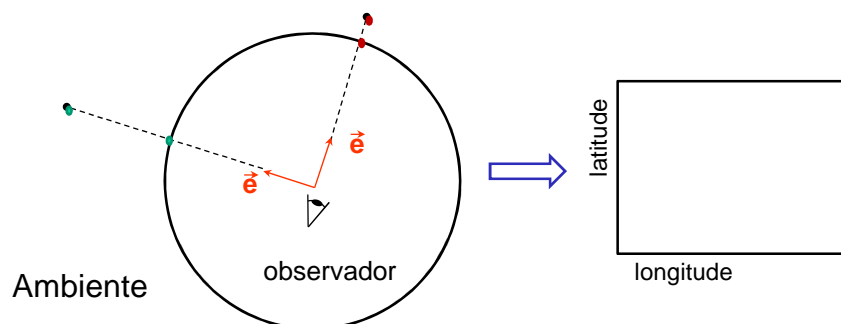
## Mapeamento em 2 Passos Cúbico



EA978 - 2s2008 - Ting

## *Environment mapping*

- Técnica simples e eficaz de simular reflexos produzidos por superfícies espelhadas. Requer o mapa de reflexão.



## Mapa de Reflexão Latitude-Longitude Exemplo



<http://www.reindelsoftware.com/Documents/Mapping/Mapping.html>

## Sphere Mapping

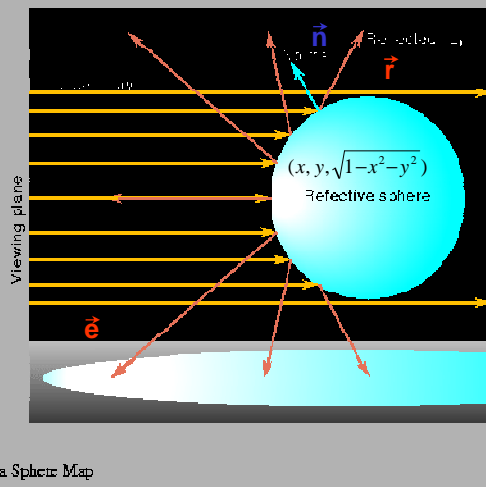


Figure 66. Creating a Sphere Map

EA978 - 2s2008 - Ting

$$\frac{x}{2} = s - \frac{1}{2}$$

$$\frac{y}{2} = t - \frac{1}{2}$$

$$z = \sqrt{1 - x^2 - y^2}$$

$$r = \vec{e} - 2(\vec{e} \cdot \vec{n})\vec{n}$$

$$\vec{e} = (0, 0, -1)$$

$$\vec{n} = (x, y, \sqrt{1 - x^2 - y^2})$$

$$r_x = 2\sqrt{1 - x^2 - y^2}x$$

$$r_y = 2\sqrt{1 - x^2 - y^2}y$$

$$r_z = 2(1 - x^2 - y^2) - 1$$

$$r_x^2 + r_y^2 + (r_z + 1)^2 = 4(1 - x^2 - y^2)$$

## Sphere Mapping

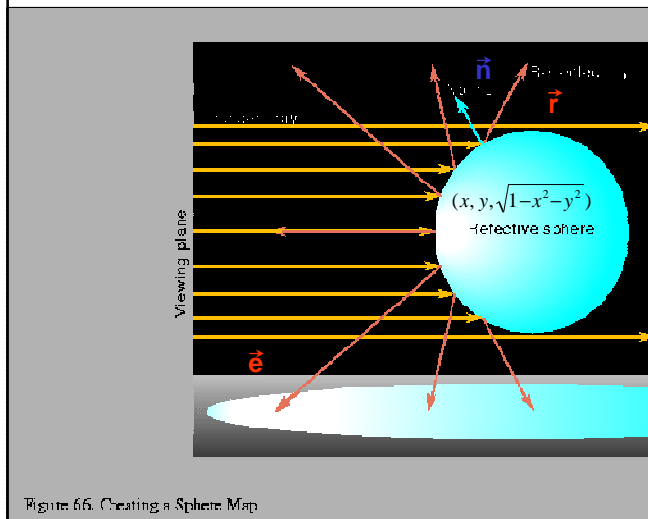


Figure 66. Creating a Sphere Map

EA978 - 2s2008 - Ting

$$\frac{x}{2} = s - \frac{1}{2}$$

$$\frac{y}{2} = t - \frac{1}{2}$$

$$r_x = 2\sqrt{1-x^2-y^2}x$$

$$r_y = 2\sqrt{1-x^2-y^2}y$$

$$\sqrt{r_x^2 + r_y^2 + (r_z + 1)^2} = 2\sqrt{1-x^2-y^2}$$

$$s = \frac{r_x}{2\sqrt{r_x^2 + r_y^2 + (r_z + 1)^2}} + \frac{1}{2}$$

$$t = \frac{r_y}{2\sqrt{r_x^2 + r_y^2 + (r_z + 1)^2}} + \frac{1}{2}$$

## Sphere mapping Exemplo

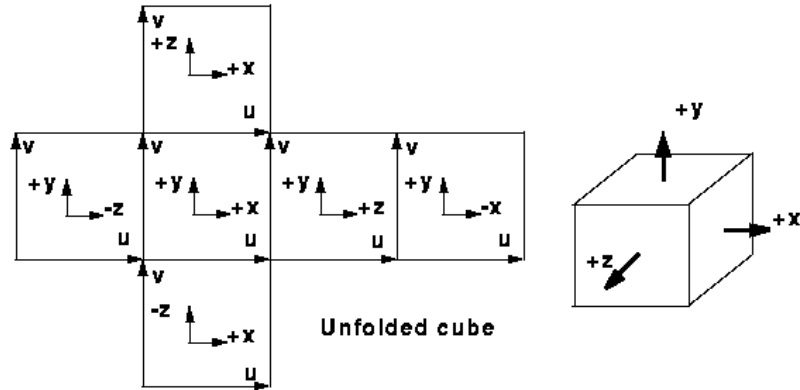


Mapa de textura



Modelo texturizado

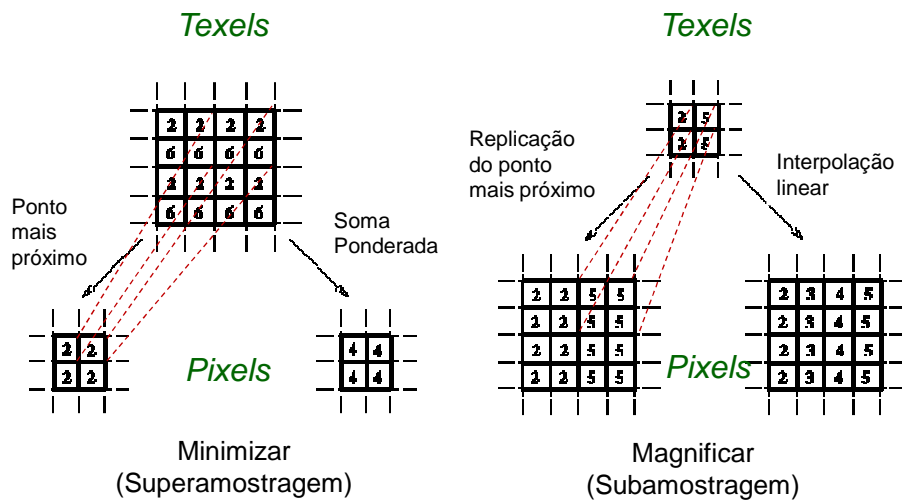
## Mapeamento Cúbico



## Mapeamento Cúbico



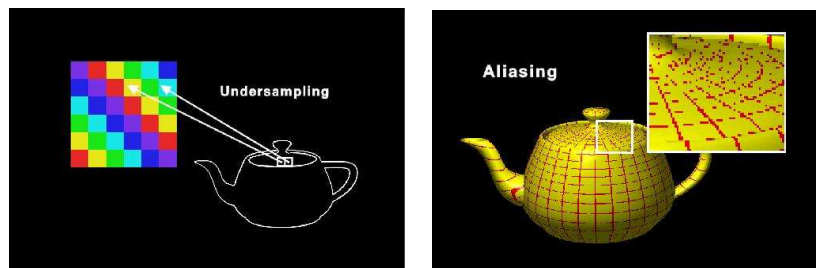
# Subamostragem e Superamostragem



EA978 - 2s2008 - Ting

## Aliasing

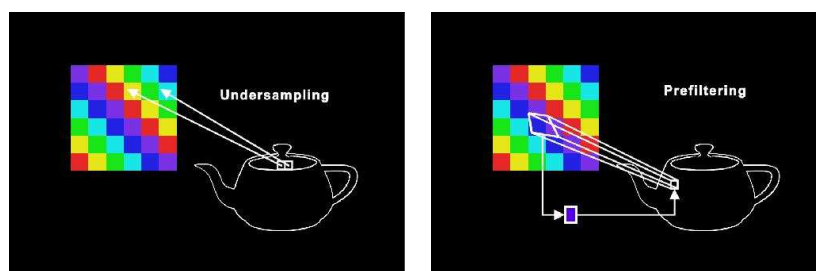
- Resultado da subamostragem da textura.
  - Em mapeamento de textura, *aliasing* ocorre quando dois *pixels* adjacentes do objeto são mapeados em *texels* diferentes, não-adjacentes, do mapa de textura.



EA978 - 2s2008 - Ting

## Redução de *Aliasing*

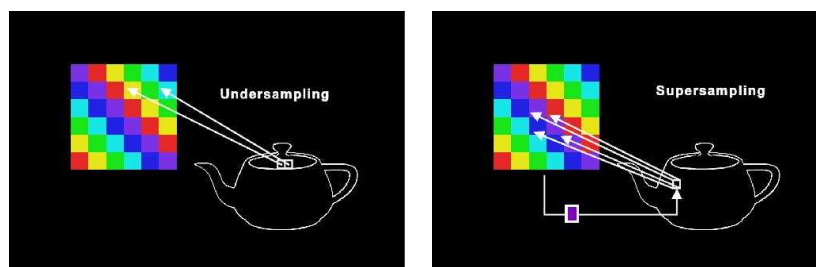
- **Pré-filtragem** (Catmull, 1978): Cada *pixel* do objeto é tratado como uma área. A área do *pixel* é mapeada na textura. A cor média é calculada para os *texels* contidos nesta área.



EA978 – 2s2008 - Ting

## Redução de *Aliasing*

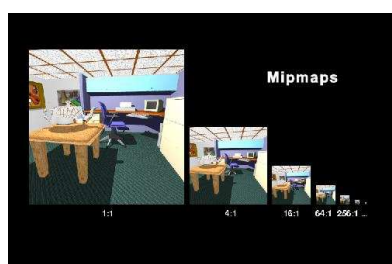
- **Superamostragem** (Crow, 1981): Também calcula uma cor média. No exemplo abaixo, cada canto da área do pixel é mapeado na textura. A média dos valores obtidos produz a cor final do objeto.



EA978 – 2s2008 - Ting

## Redução de *Aliasing*

- MIP (*Multum In Parvo* – muito em pouco espaço).
- Método de aceleração do cálculo da cor média para áreas de amostragem da textura (Williams, 1983).
  - Várias versões da textura são criadas (*mipmaps*).
  - Cada *texel* de uma versão contém a cor média de 4 *texels* da versão anterior.

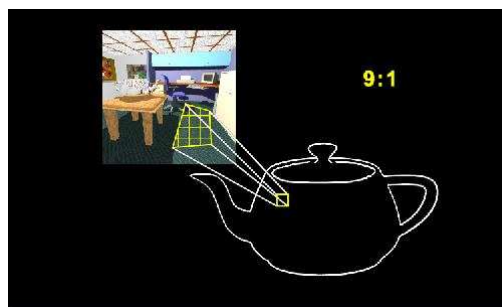


EA978 – 2s2008 - Ting



## Redução de *Aliasing*

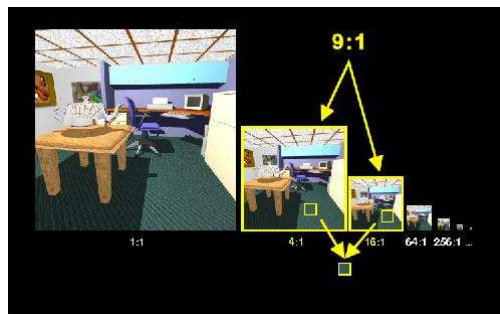
- Na texturização, a área de cada *pixel* do objeto é mapeada no mapa de textura original.
- Cada *mipmap* é associado a uma medida de quantos *texels* da textura original estão na área do *texel* do mipmap. No exemplo abaixo, a razão desses *texels* é de 9:1.



EA978 – 2s2008 - Ting

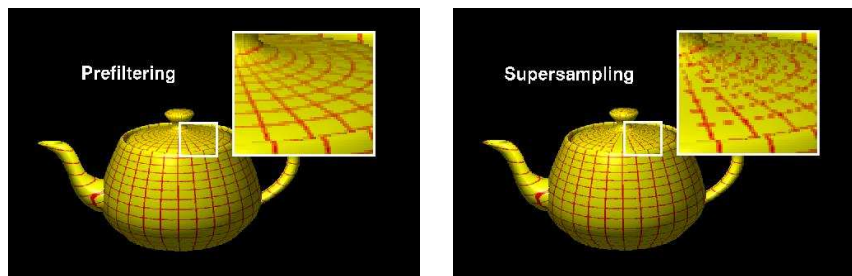
## Redução de *Aliasing*

- Para calcular a cor final, encontramos os dois mapas de textura cujas razões de *texels* é a mais próxima da razão do *pixel* atual.
- A cor resultante é a média das cores dos *pixels* amostrados nos dois mapas.



EA978 – 2s2008 - Ting

## Redução de *Aliasing* Exemplos

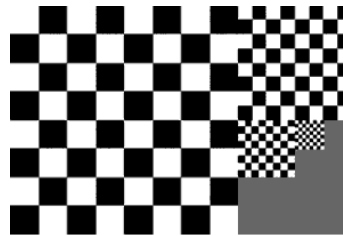


EA978 – 2s2008 - Ting



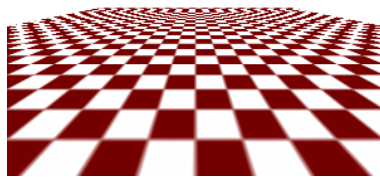
## Redução de *Aliasing*

- Superamostragem

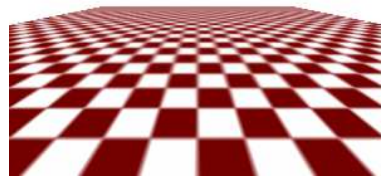


This simple MIP map holds four copies of a chequered texture, all at different scales

Efeito de Moiré



Sem *mipmapping*



Com *mipmapping*

EA978 – 2s2008 - Ting

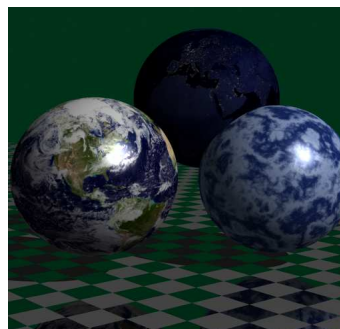
## Geração de Mapas de Textura



Fotos ou imagens sintéticas

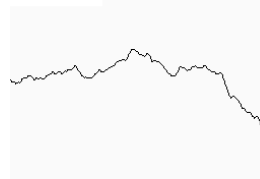


EA978 – 2s2008 - Ting

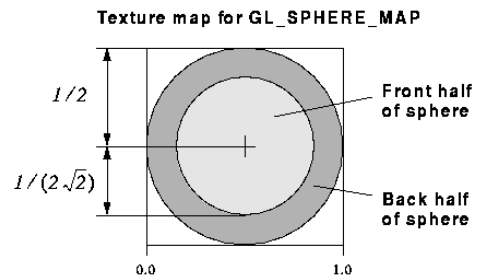
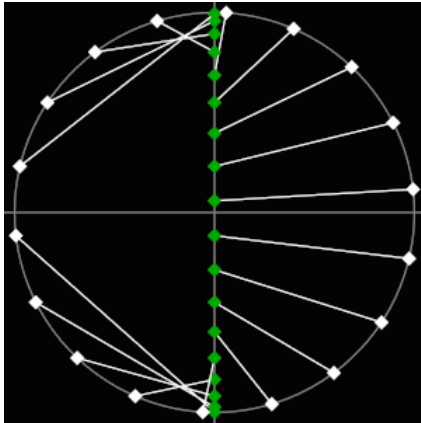


Métodos Procedurais

Sum of Noise Functions = ( Perlin Noise )



## Mapa Esférico



EA978 - 2s2008 - Ting

## Função de Ruído de *Perlin*

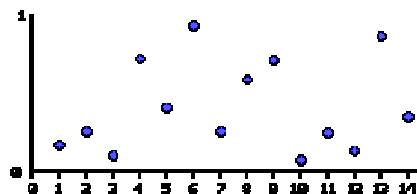
Gerador de valores aleatórios (x,y,z) → ruído

$$n = x + y * 57 + z * 13;$$

$$n = (n << 13) \wedge n;$$

noise = 1.0 -

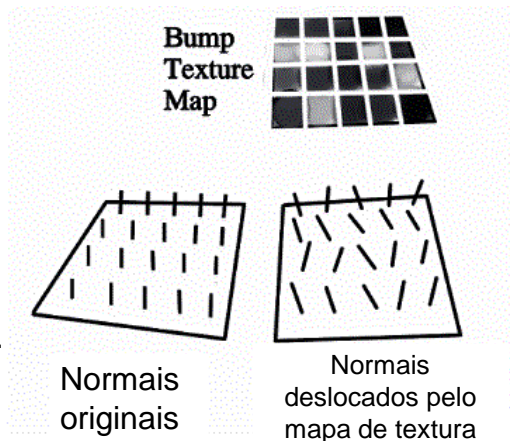
$$((n * (n * n * 15731 + 789221) + 1376312589) \& 0x7fffffff) / 1073741824.0);$$



EA978 - 2s2008 - Ting

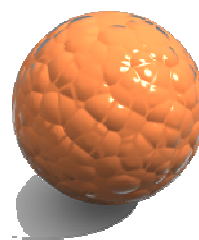
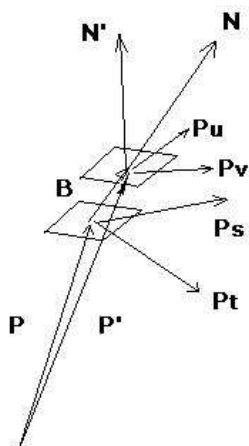
## Bump mapping

- Utiliza texturas para perturbar a direção do vetor normal de cada ponto da superfície (Blinn, 1978).
- Não modifica a forma da superfície.
- Modelo de iluminação usa o vetor normal modificado.



EA978 - 2s2008 - Ting

## Bump mapping Blinn



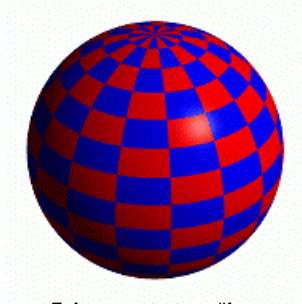
$$\mathbf{N} = \mathbf{P}_u \times \mathbf{P}_v$$

$$\mathbf{P}' = \mathbf{P} + \frac{\mathbf{B}(s,t)\mathbf{N}}{|\mathbf{N}|}$$

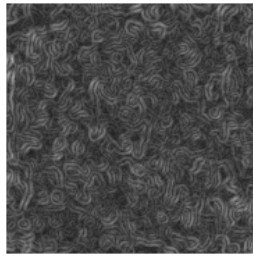
$$\mathbf{N}' = \mathbf{N} + \frac{\mathbf{B}_s(\mathbf{N} \times \mathbf{P}_u) - \mathbf{B}_t(\mathbf{N} \times \mathbf{P}_v)}{|\mathbf{N}|}$$

EA978 - 2/2007 - Profa. Ting

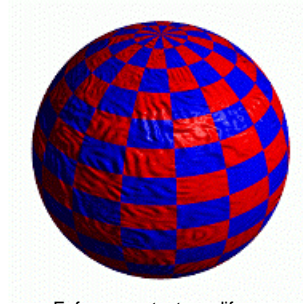
## ***Bump mapping*** Exemplo



Esfera com textura difusa



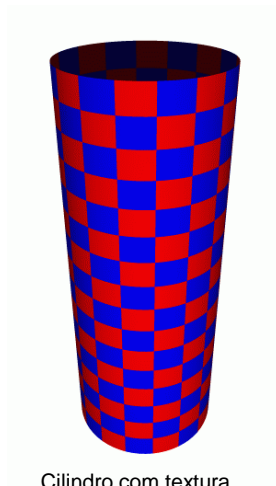
*Bump map*



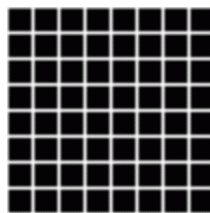
Esfera com textura difusa  
e *bump mapping*

EA978 – 2s2008 - Ting

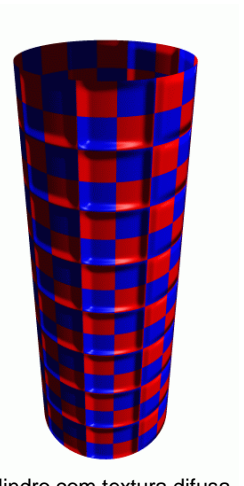
## ***Bump mapping*** Exemplo



Cilindro com textura  
difusa



*Bump map*



Cilindro com textura difusa  
e *bump mapping*

EA978 – 2s2008 - Ting

# Textura em *OpenGL*

<http://www.gamedev.net/reference/articles/article947.asp>

EA978 - 2s2008 - Ting