

IA725 Computação Gráfica I

1º semestre de 2006

Profª. Wu, Shin-Ting
ting@dca.fee.unicamp.br
Bloco A – sala 317

Prof. José Mario De Martino
martino@dca.fee.unicamp.br
Bloco A – sala 317-A

Agenda

Aula	Dia	Tema	Projeto
17	09/05/06	Cor	
18	12/05/06	Cor	
19	16/05/06	Iluminação	
20	19/05/06	Iluminação	
21	23/05/06	Iluminação	
22	26/05/06	Textura	
23	30/05/06	Textura	Versão 0.2
24	02/06/06	Rasterização	
25	06/06/06	Rasterização	
26	09/06/06	Recorte	
27	13/06/06	Recorte	
-	16/06/06		
28	20/06/06	Visibilidade	
29	23/06/06	Visibilidae	
30	27/06/06	Prova	Versão 0.3
	30/junho		Versão Final

Modelos de Iluminação e Tonalização

- Referências

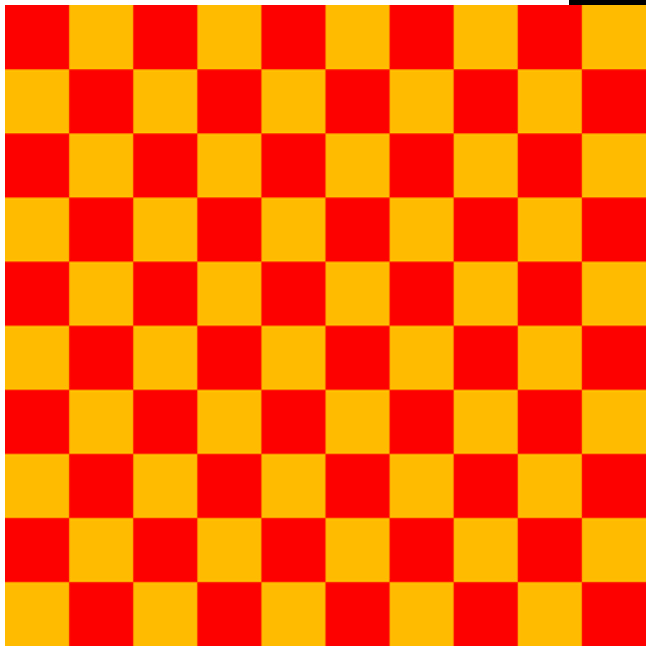
- Computer Graphics Principles and Practice (2nd Edition)
- J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner, J. F. Hughes
- Addison-Wesley – 1990
- Procedural Elements for Computer Graphics
- D. F. Rogers
- McGraw-Hill – 1988
- 3D Computer Graphics (3rd Edition)
- Alan Watt
- Addison-Wesley – 2000
- J. F. Blinn, M. E. Newell
- Texture and Reflection in Computer Generated Images
- *Communications of the ACM*, 19(10), October 1976, pp. 542-547
- J. F. Blinn
- Simulation of Wrinkled Surfaces
- *Computer Graphics*, 12(3), August 1978, pp. 286-292

Modelos de Iluminação e Tonalização

- L. Williams
- Casting Curved Shadows on Curved Surfaces
- *Computer Graphics*, 18(3), August 1978, pp. 270-274
- F. C. Crow
- Summed-Area Tables for Texture Mapping
- *Computer Graphics*, 18(3), July 1984, pp.207-212
- Paul S. Heckbert
- Survey of Texture Mapping
- IEEE Computer Graphics and Applications, November 1986, pp 56-67
- K. Perlin
- Hypertexture
- *Computer Graphics*, 23(3), July 1989, pp. 253-262

Textura

- Cor



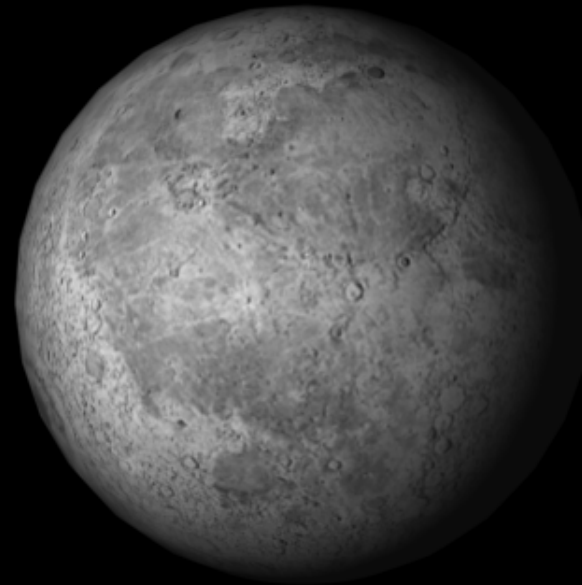
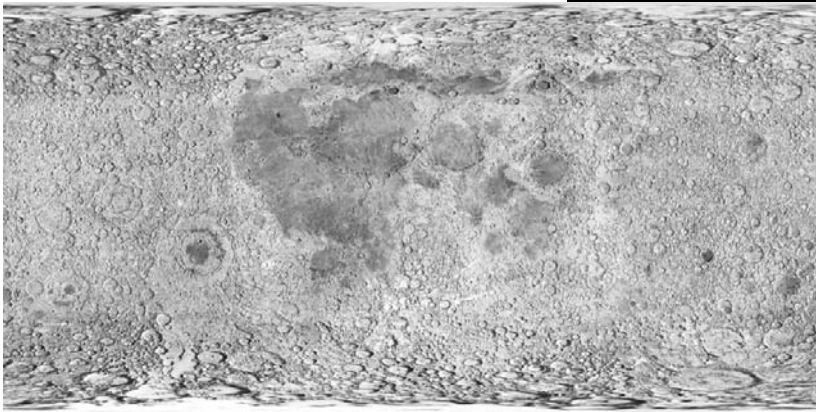
Textura

- Cor



Textura

- Cor



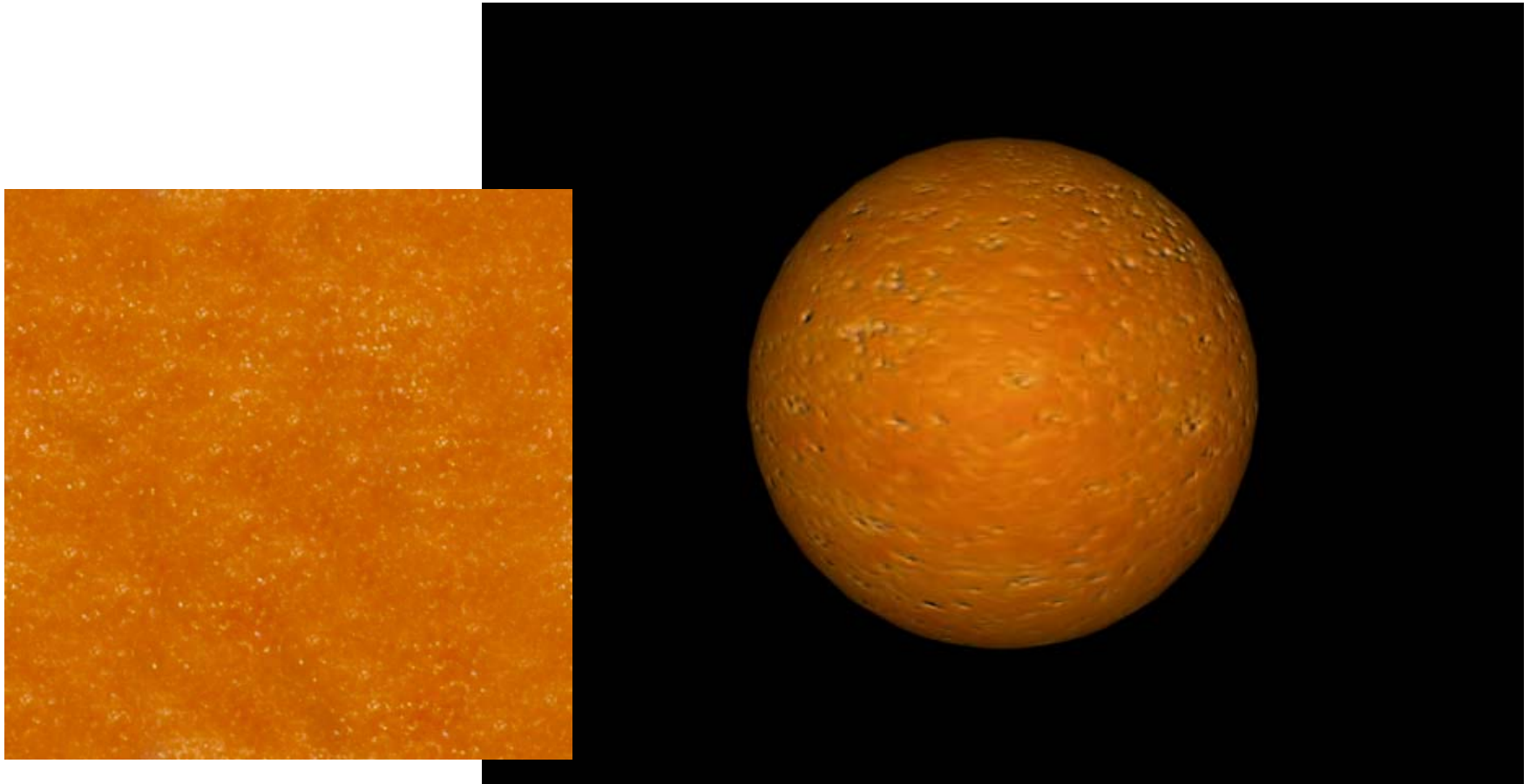
Textura

- Cor



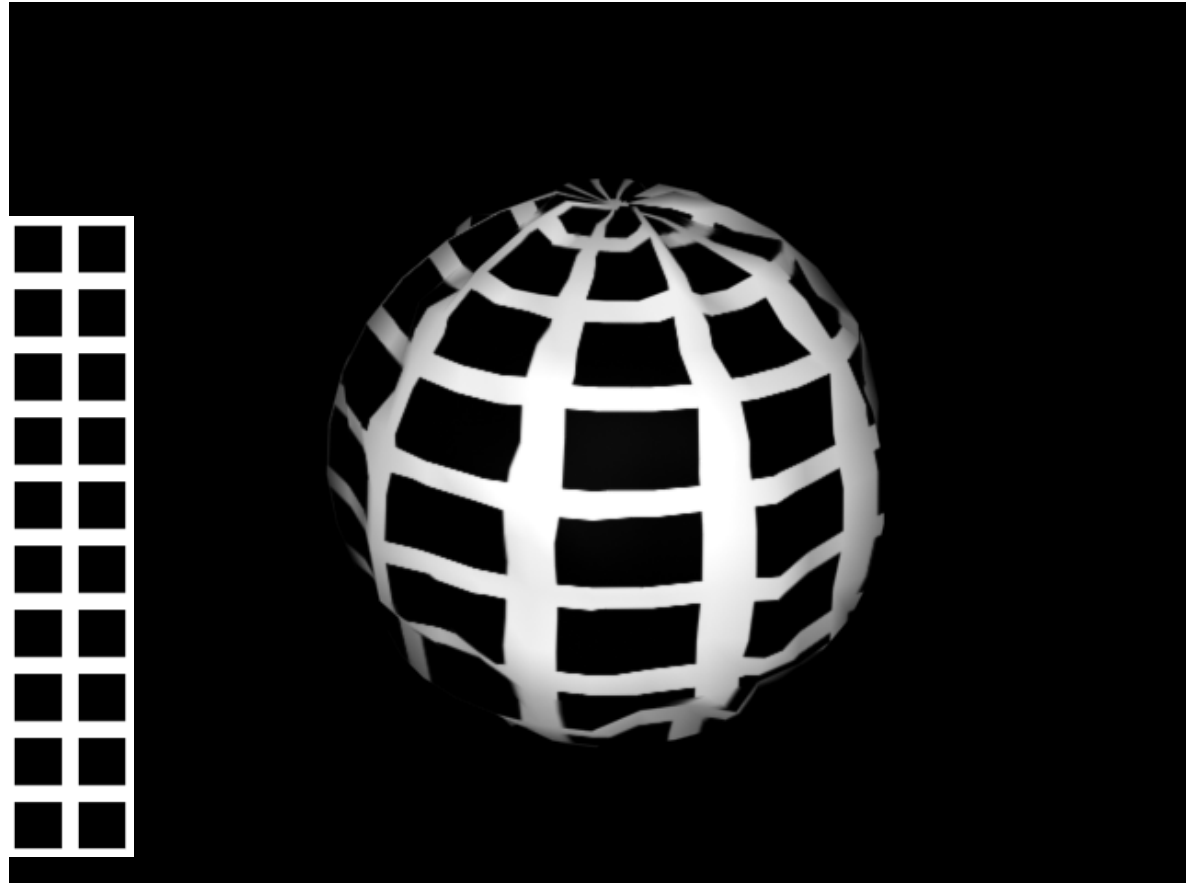
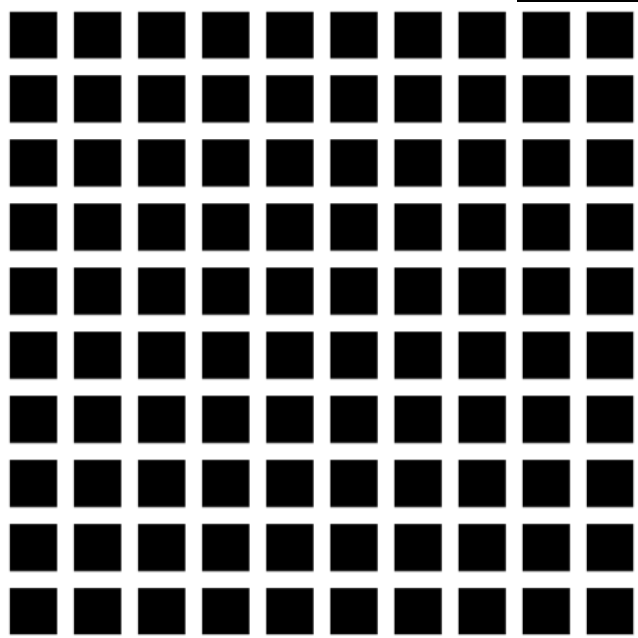
Textura

- Bump Map (normal)



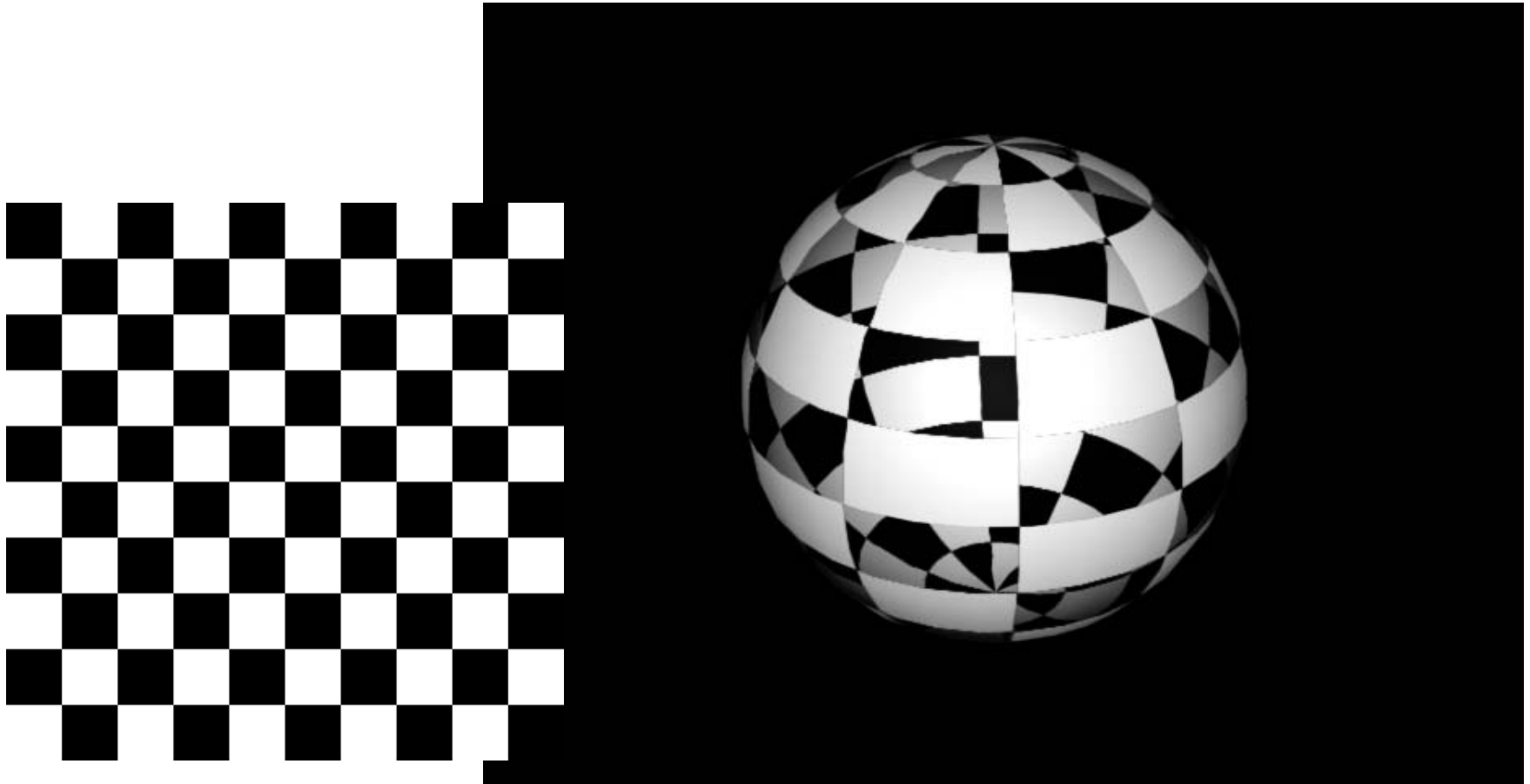
Textura

- Displacement Map



Textura

- Transparência



Textura

- Onde é geralmente aplicada
 - Cor difusa (k_d)
 - Cor especular (k_s)
 - Transparência
 - Normal (bump)
 -
 -
 -
 - Environment Map
 - Shadow Map

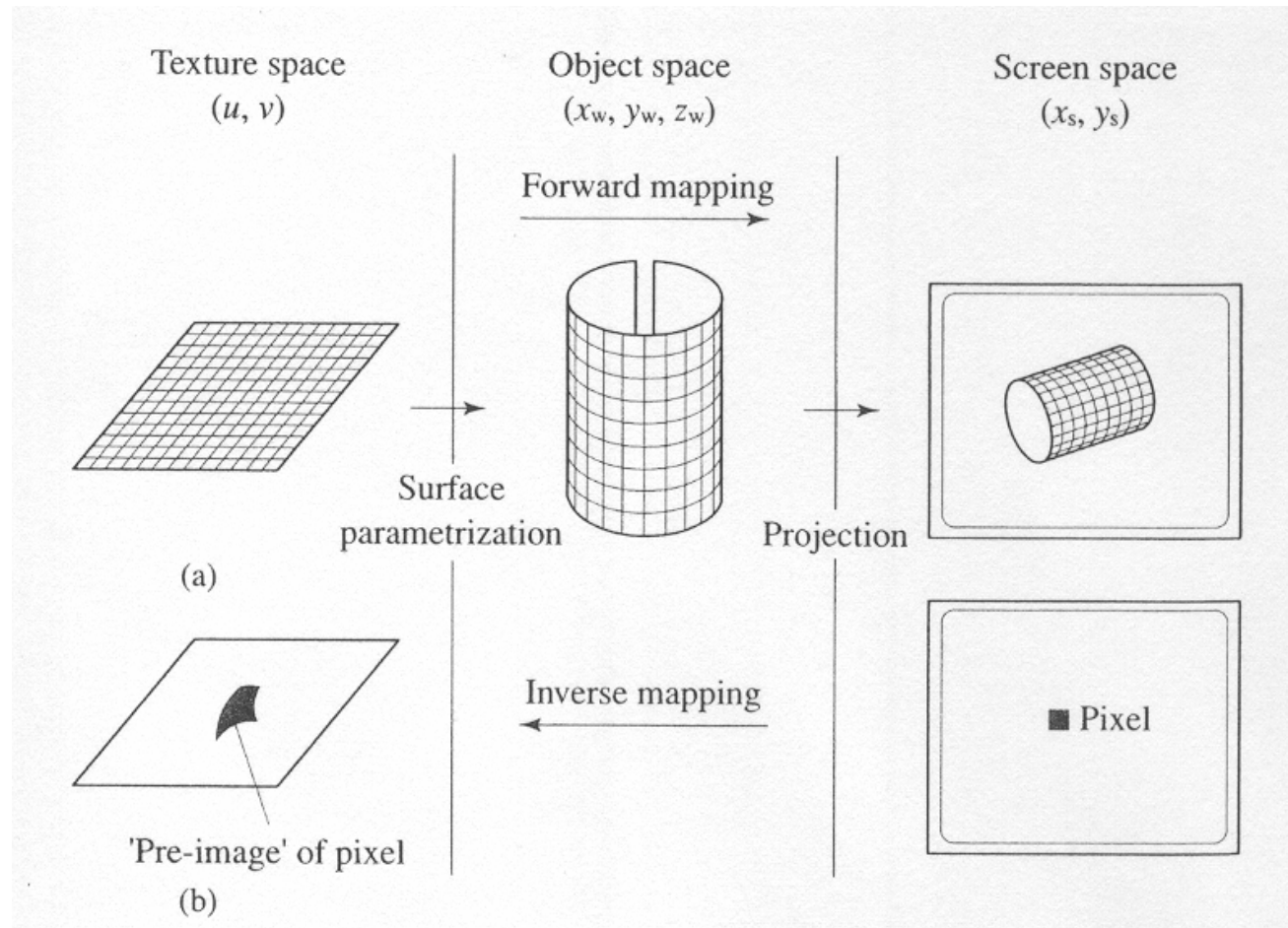
Textura

- Tipos de textura
 - Dimensão
 - Unidimensional (1D)
 - Bidimensional (2D) – caso típico
 - Tridimensional (3D)
 - Representação
 - Array (imagem)
 - Função (procedimental)

Textura

- Principais questões associadas à Textura
 - Mapeamento Textura → Objeto
 - Aliasing
 - Armazenamento / carga

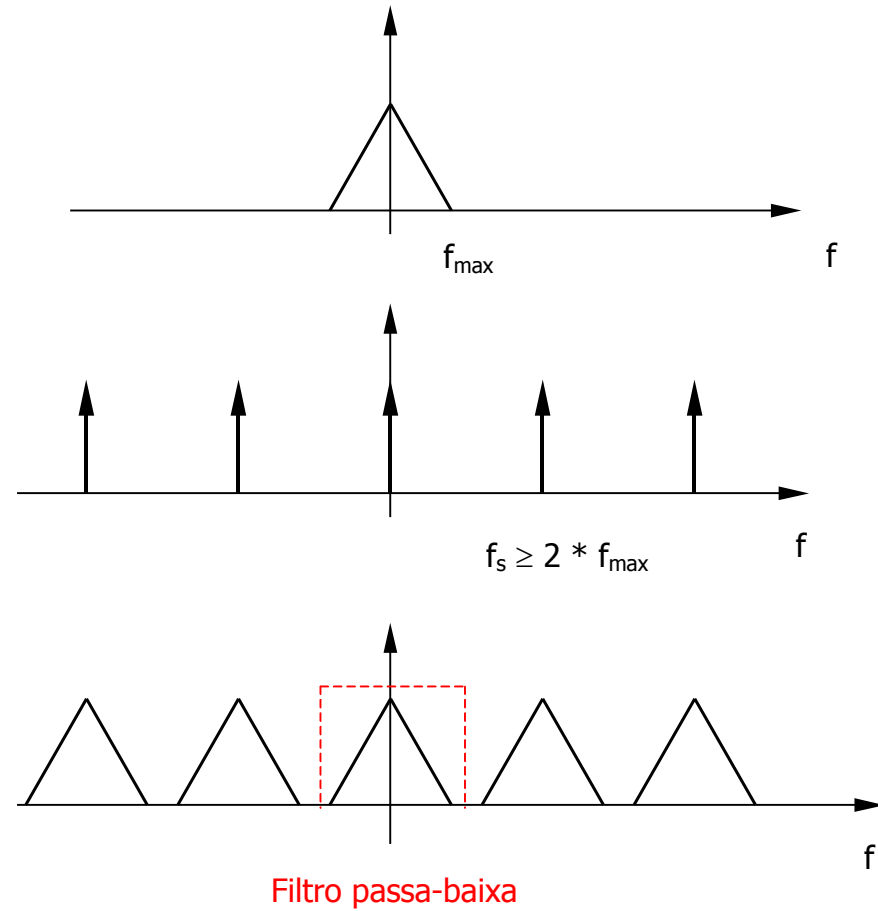
Mapeamento



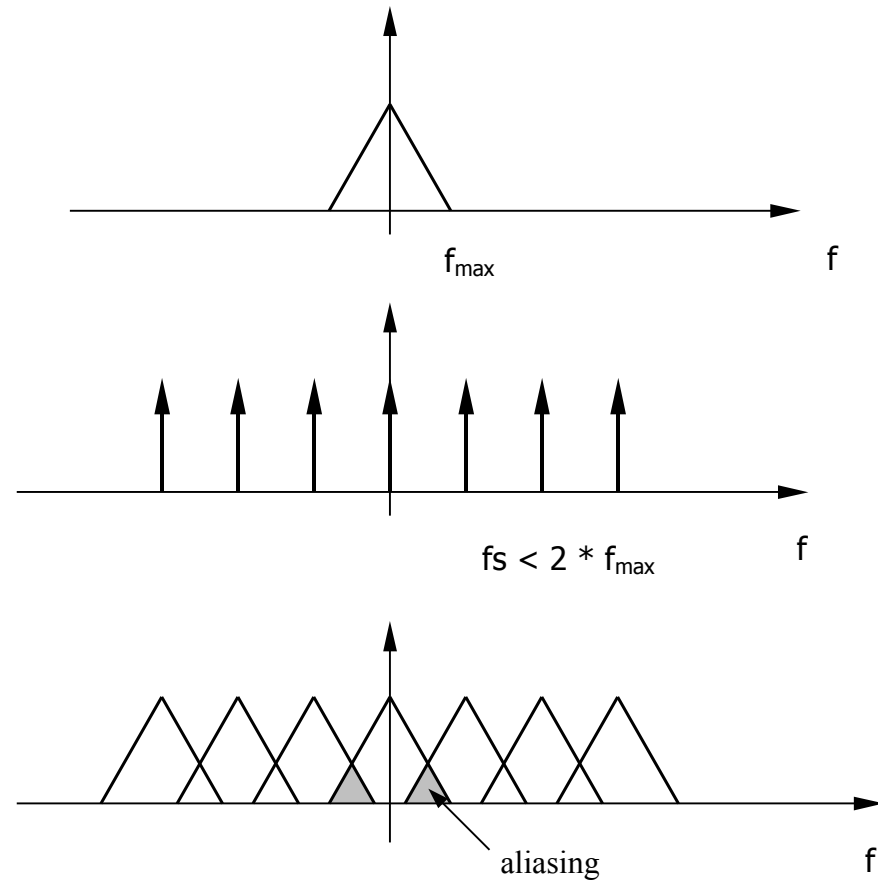
Aliasing

- A conversão de um sinal contínuo em um sinal discreto é efetuado através de um processo de amostragem.
- Em geral, o sinal contínuo é amostrado em uma frequência fixa denominada frequência de amostragem.
- O teorema da amostragem (teorema de Nyquist-Shannon) estabelece que um sinal com faixa limitada (limitado em frequência) pode ser reconstituído, a partir de suas amostras, se o mesmo for amostrado a uma taxa maior ou igual a duas vezes a frequência máxima (frequência de Nyquist) do sinal original.
- Caso o processo não atenda o teorema da amostragem ocorre o efeito de aliasing (não é possível distinguir determinadas componentes de frequência de suas múltiplas).

Aliasing



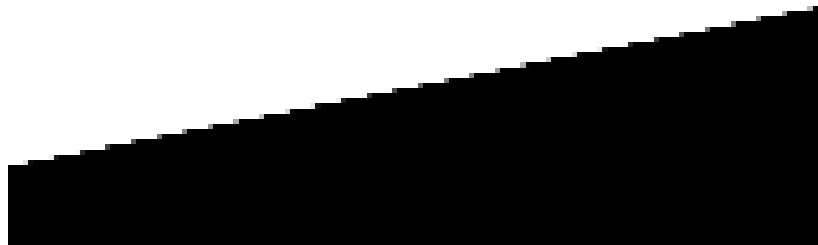
Aliasing



Aliasing

- Em imagens, o efeito do aliasing provoca os seguintes artefatos :
 - Bordas serrilhadas.
 - Cintilações.
 - Aparecimento e desaparecimento de objetos pequenos.
 - Movimento truncado.
 - Padrões de Moiré.

Aliasing



borda serrilhada



com filtragem anti-aliasing

Aliasing



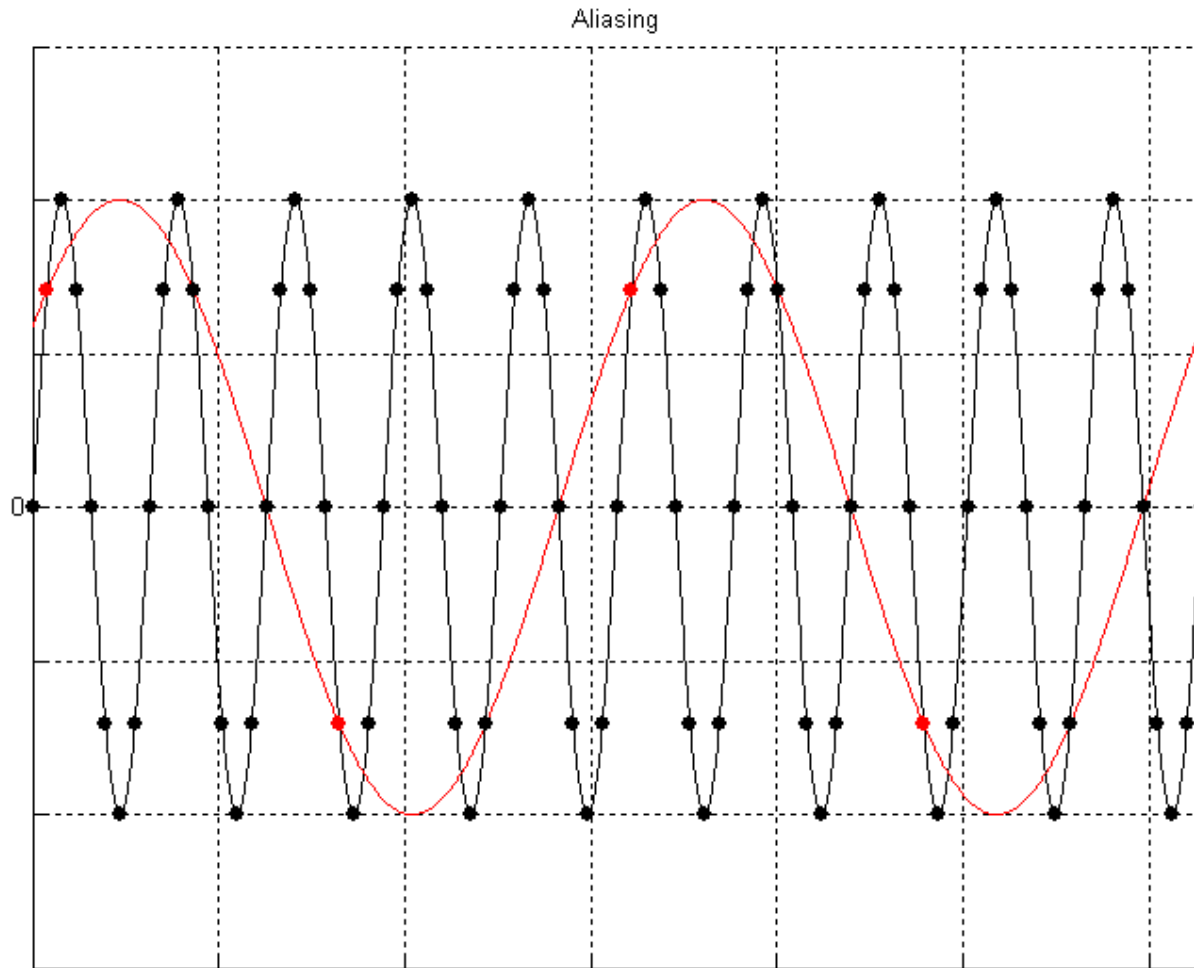
Original



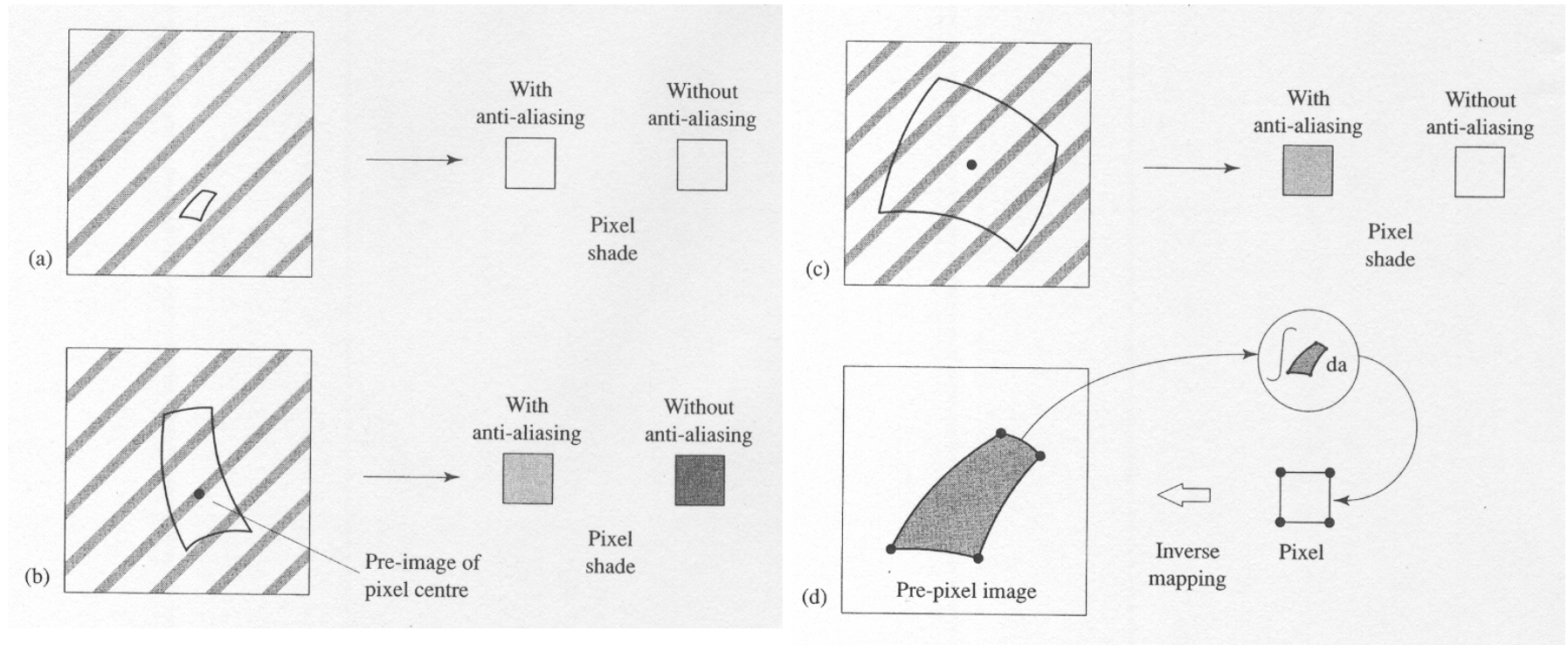
Sub-amostragem

Aliasing

The graph shows a high-frequency black sine wave and a lower-frequency red sine wave. The black wave has a period of 2 units, while the red wave has a period of 4 units. The red wave is formed by sampling the black wave at intervals of 2 units, marked by vertical dashed lines. The red wave is a lower-frequency version of the black wave, demonstrating how a high-frequency signal can be misinterpreted as a lower-frequency signal when sampled at a low rate.



Aliasing

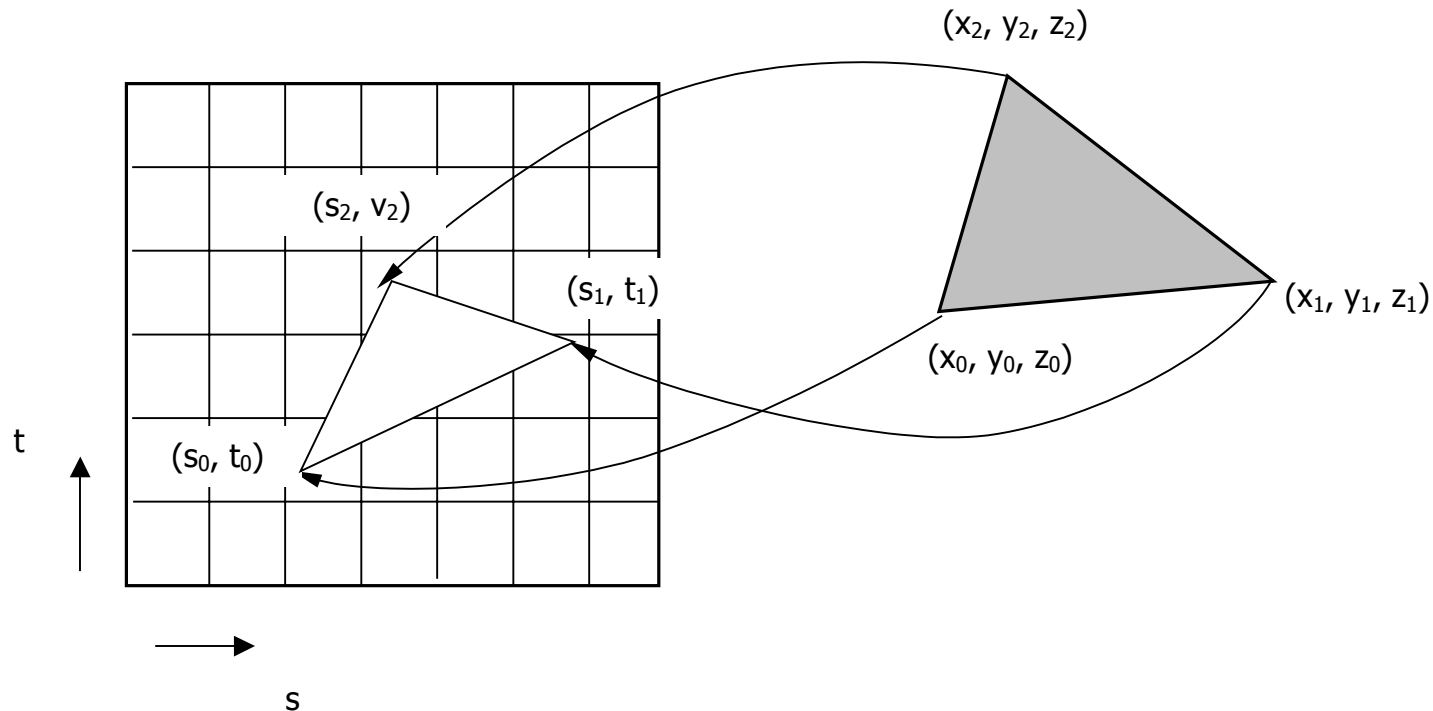


Mapeamento

- Mapeamento usuais (representação poligonal)
 - Vértices dos polígonos
 - Superfície intermediária (two-part mapping)

Mapeamento

- Dos vértices dos polígonos



Mapeamento

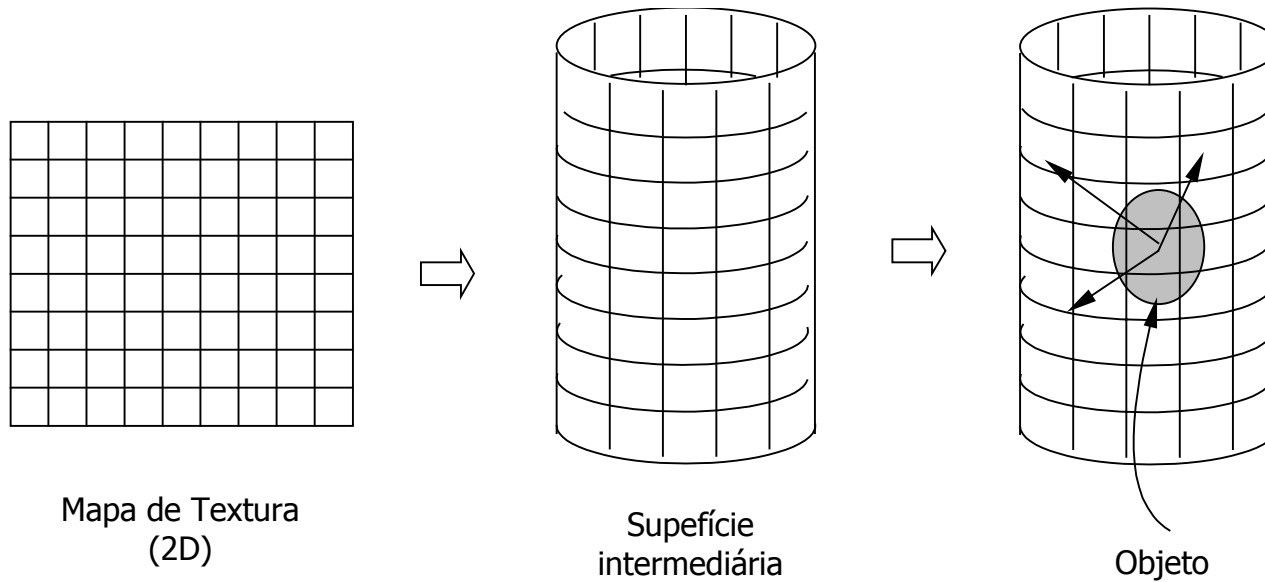
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s' \\ t' \\ q \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} s' \\ t' \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ei - fg & ch - bi & bf - ce \\ fg - di & ai - cg & cd - af \\ dh - eg & bg - ah & ae - bd \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

$$\text{com } s = \frac{s'}{q} \text{ e } t = \frac{t'}{q}$$

Mapeamento

- Com superfície auxiliar (two-part texture mapping)

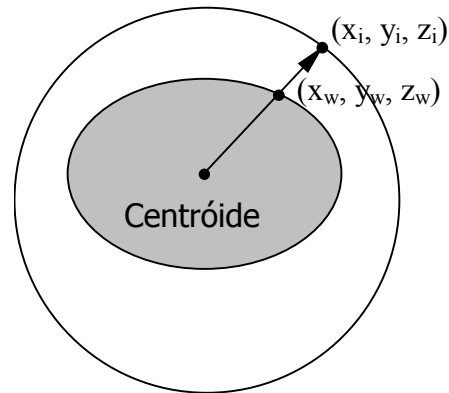


Mapeamento

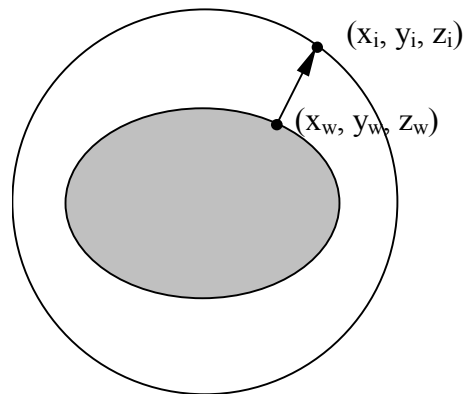
- Com superfície auxiliar (two-part texture mapping)
 - Primeira parte: Mapeamento para superfície intermediária. Escolher superfície de modo a obter função de mapeamento simples, de preferência analítica. Em geral, utiliza-se esfera, cilindro ou cubo.
 - Segunda Parte: Mapeamento dos pontos do objeto para a superfície
 - Quatro mapeamentos
 - Centróide do objeto
 - Normal do objeto
 - Normal da superfície intermediária
 - Raio refletido

two-part texture mapping

- Centróide do objeto

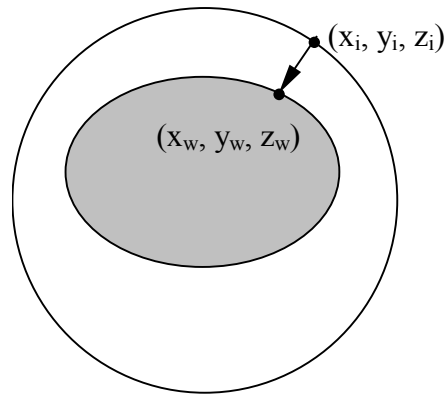


- Normal do objeto

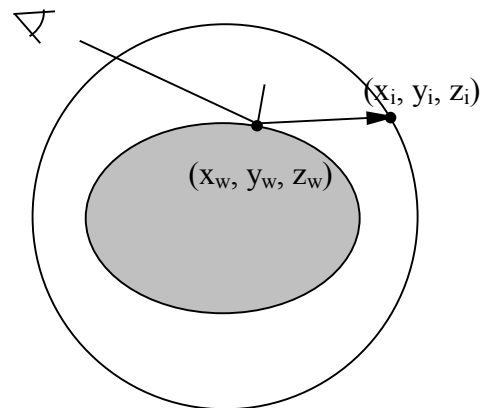


two-part texture mapping

- Normal da superfície intermediária

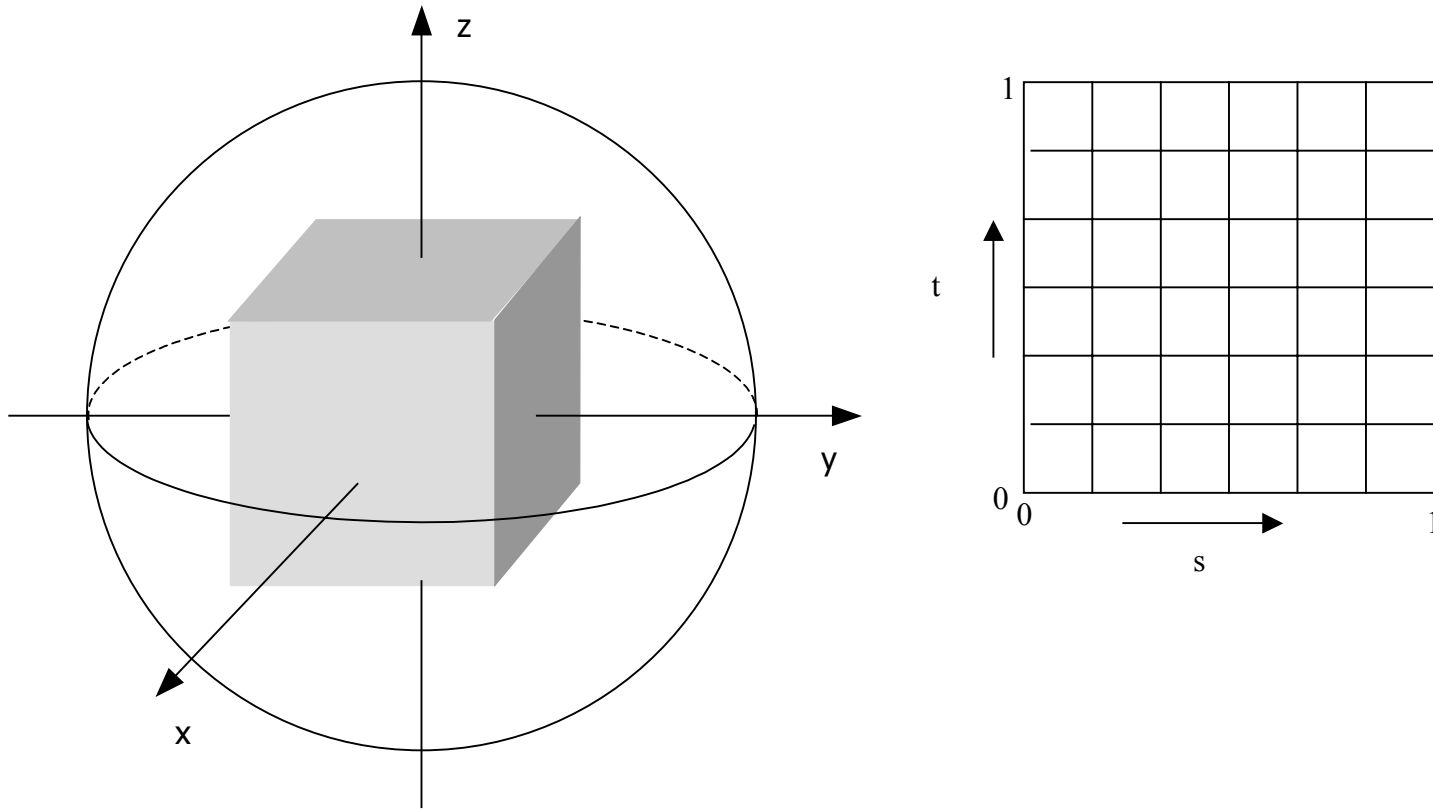


- Raio refletido



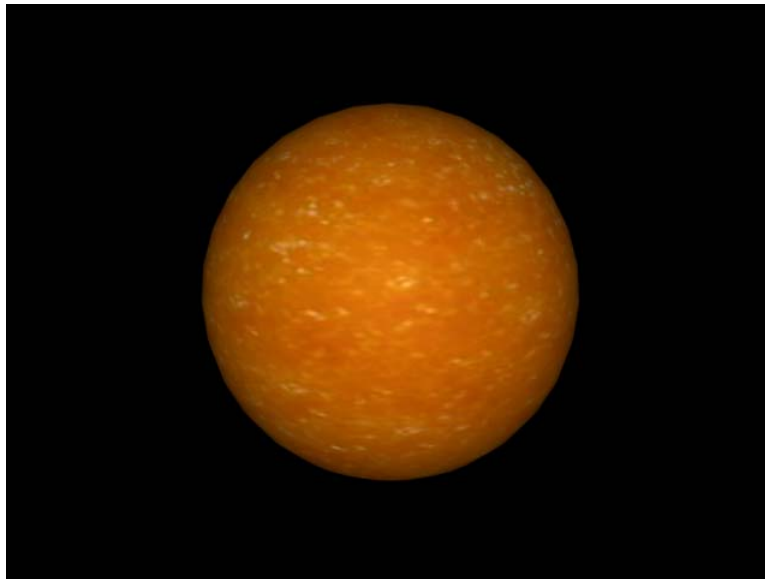
Mapeamento com superfície auxiliar

- Exercício
 - Estabeleça um mapeamento de textura para um cubo, utilizando como superfície auxiliar um esfera.

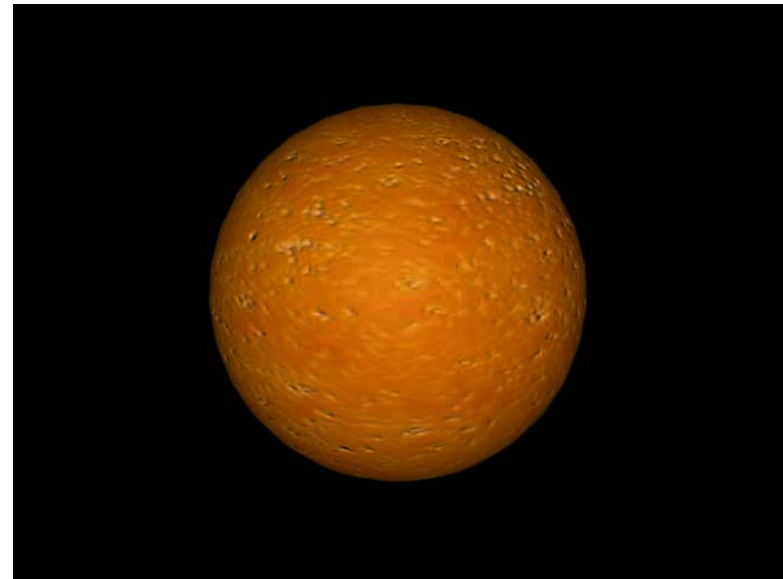


Textura

- Bump Mapping (perturbação da normal)
 - Representar superfícies com poros e pequenas protuberâncias.



sem Bump Mapping



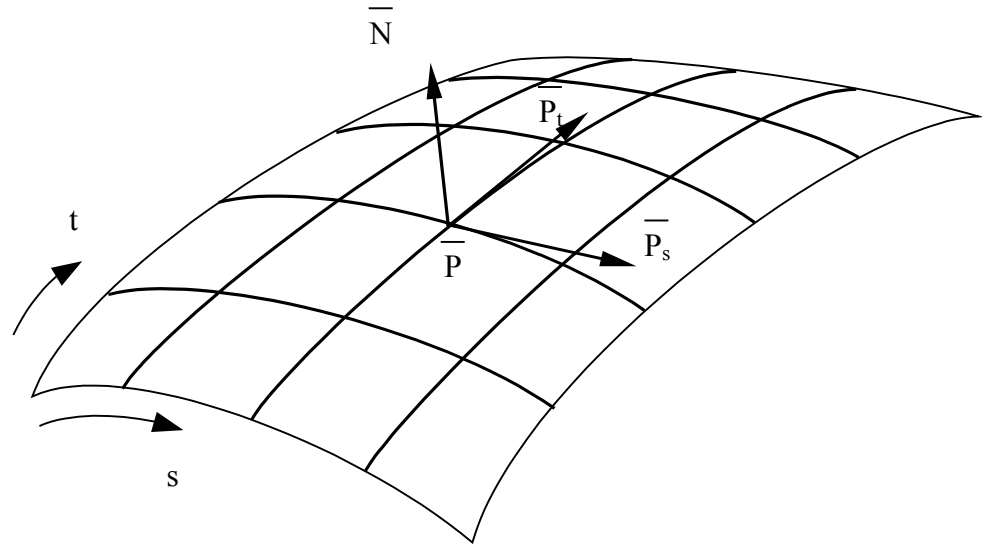
com Bump Mapping

Bump Mapping

$$\bar{N} = \bar{P}_s \times \bar{P}_t$$

Onde :

$$\bar{P}_s = \frac{\partial \bar{P}}{\partial s}; \quad \bar{P}_t = \frac{\partial \bar{P}}{\partial t}$$



Bump Mapping

$$\bar{P}' = \bar{P} + B(s, t) \bar{N}$$

Onde :

$B(s, t)$ é uma função de perturbação (bump map)

$$\bar{P}'_s = \bar{P}_s + B_s \bar{N} + B \bar{N}_s$$

$$\bar{P}'_t = \bar{P}_t + B_t \bar{N} + B \bar{N}_t$$

Onde :

$$\bar{P}'_s = \frac{\partial \bar{P}'}{\partial s}; \quad \bar{P}'_t = \frac{\partial \bar{P}'}{\partial t}; \quad \bar{P}_s = \frac{\partial \bar{P}}{\partial s}; \quad \bar{P}_t = \frac{\partial \bar{P}}{\partial t}$$

$$B = B(s, t); \quad B_s = \frac{\partial B}{\partial s}; \quad B_t = \frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\bar{N}_s = \frac{\partial \bar{N}}{\partial s}; \quad \bar{N}_t = \frac{\partial \bar{N}}{\partial t}$$

Bump Mapping

Considerando a perturbação B pequena :

$$\bar{P}'_s = \bar{P}_s + B_s \bar{N} + B \bar{N}_s \approx \bar{P}_s + B_s \bar{N}$$

$$\bar{P}'_t = \bar{P}_t + B_t \bar{N} + B \bar{N}_t \approx \bar{P}_t + B_t \bar{N}$$

$$\bar{N}' = \bar{P}'_s \times \bar{P}'_t$$

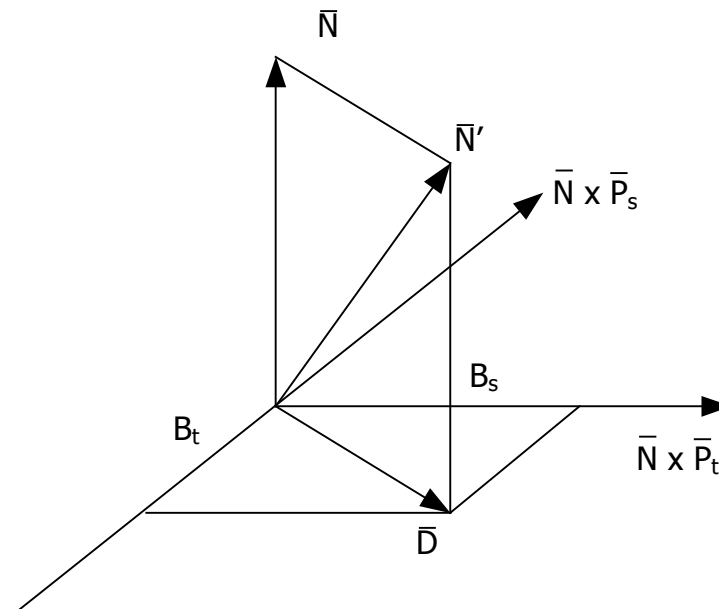
$$= (\bar{P}_s + B_s \bar{N}) \times (\bar{P}_t + B_t \bar{N})$$

$$= (\bar{P}_s \times \bar{P}_t) + B_s (\bar{N} \times \bar{P}_t) - B_t (\bar{N} \times \bar{P}_s)$$

$$= \bar{N} + B_s (\bar{N} \times \bar{P}_t) - B_t (\bar{N} \times \bar{P}_s)$$

$$= \bar{N} + \bar{D}$$

$$\text{Onde : } \bar{D} = B_s (\bar{N} \times \bar{P}_t) - B_t (\bar{N} \times \bar{P}_s)$$



Bump Mapping

- N' é a rotação de N em torno do eixo dado por $N \times N'$

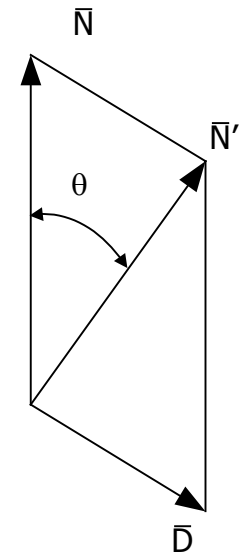
$$\begin{aligned}
 \bar{N} \times \bar{N}' &= \bar{N} \times (\bar{N} + \bar{D}) \\
 &= \bar{N} \times \bar{D} \\
 &= \bar{N} [B_s(\bar{N} \times \bar{P}_t) - B_t(\bar{N} \times \bar{P}_s)] \\
 &= B_s(\bar{N} \times (\bar{N} \times \bar{P}_t)) - B_t(\bar{N} \times (\bar{N} \times \bar{P}_s)) \\
 &= B_s(\bar{N}(\bar{N} \cdot \bar{P}_t) - \bar{P}_t(\bar{N} \cdot \bar{N})) - B_t(\bar{N}(\bar{N} \cdot \bar{P}_s) - \bar{P}_s(\bar{N} \cdot \bar{N})) \\
 &= B_t \bar{P}_s - B_s \bar{P}_t
 \end{aligned}$$

$$|\bar{N} \times \bar{D}| = |\bar{N}| |\bar{D}| = |B_t \bar{P}_s - B_s \bar{P}_t|$$

considerando $|\bar{N}| = 1$

$$|\bar{D}| = |B_t \bar{P}_s - B_s \bar{P}_t|$$

$$\tan(\theta) = \frac{|\bar{D}|}{|\bar{N}|}, \text{ logo } \tan(\theta) = |\bar{D}|$$



Textura

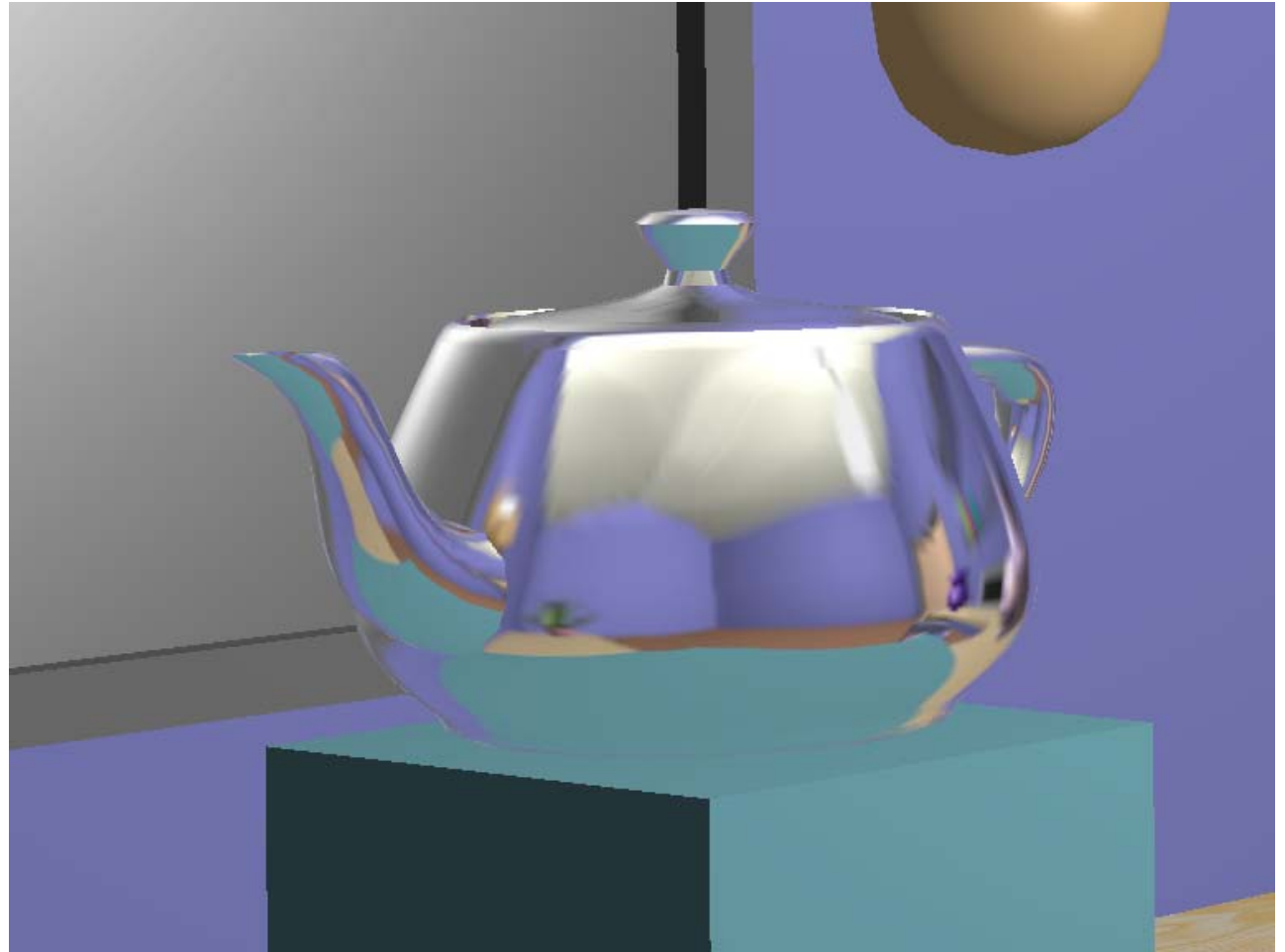
- Environment Mapping (Reflection Mapping)
 - Representar a reflexão do ambiente em objetos polidos.

Environment Map



Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt

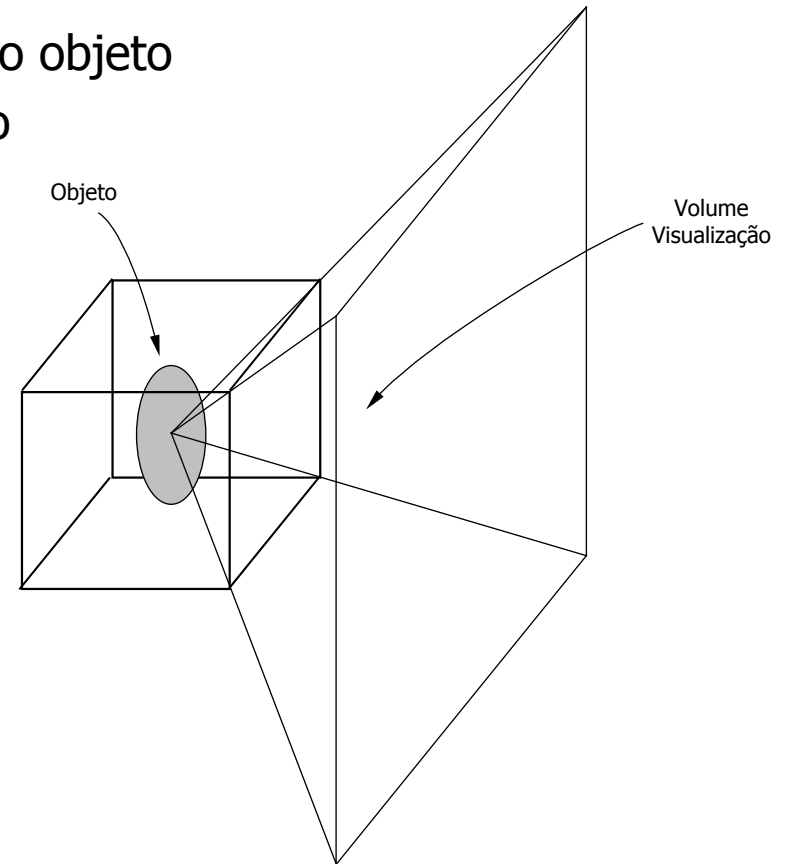
Environment Map



Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt

Environment Map

- Construção do mapa
 - 6 Mapas (faces do cubo)
 - Cada mapa gerado considerando
 - Centro de projeção = Centroíde do objeto
 - Plano de projeção = Face do cubo

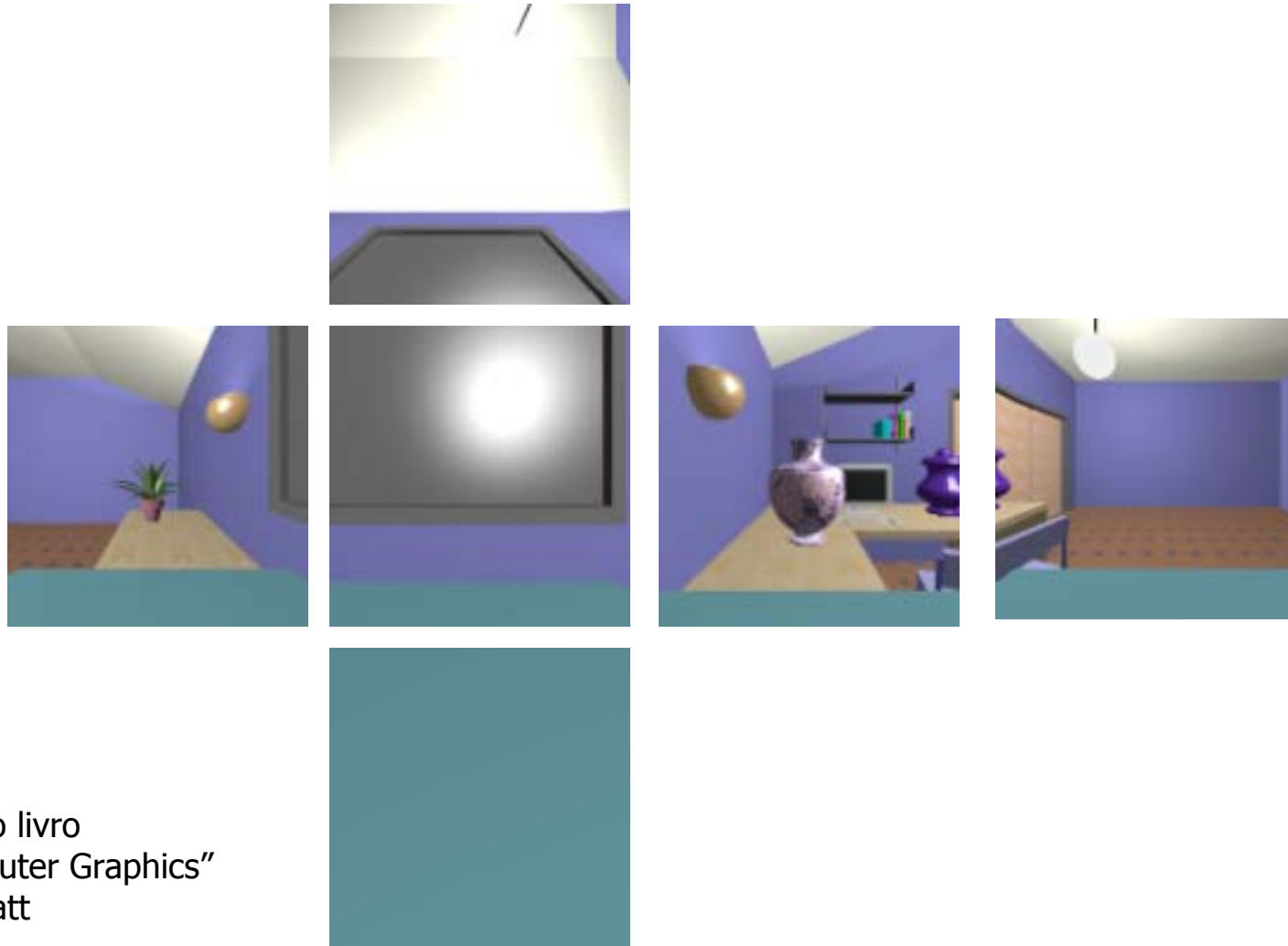


Environment Map



Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt

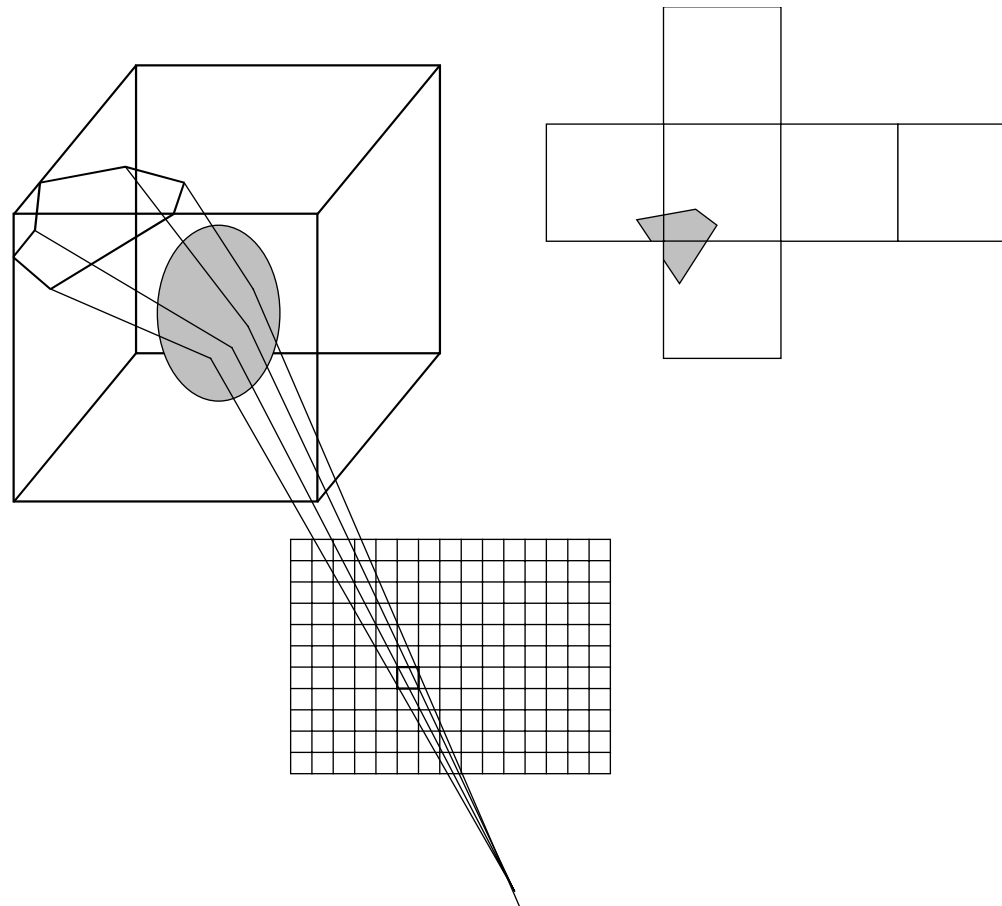
Environment Map



Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt

Environment Map

- Mapeamento
 - Two-part mapping utilizando cubo como superfície intermediária.

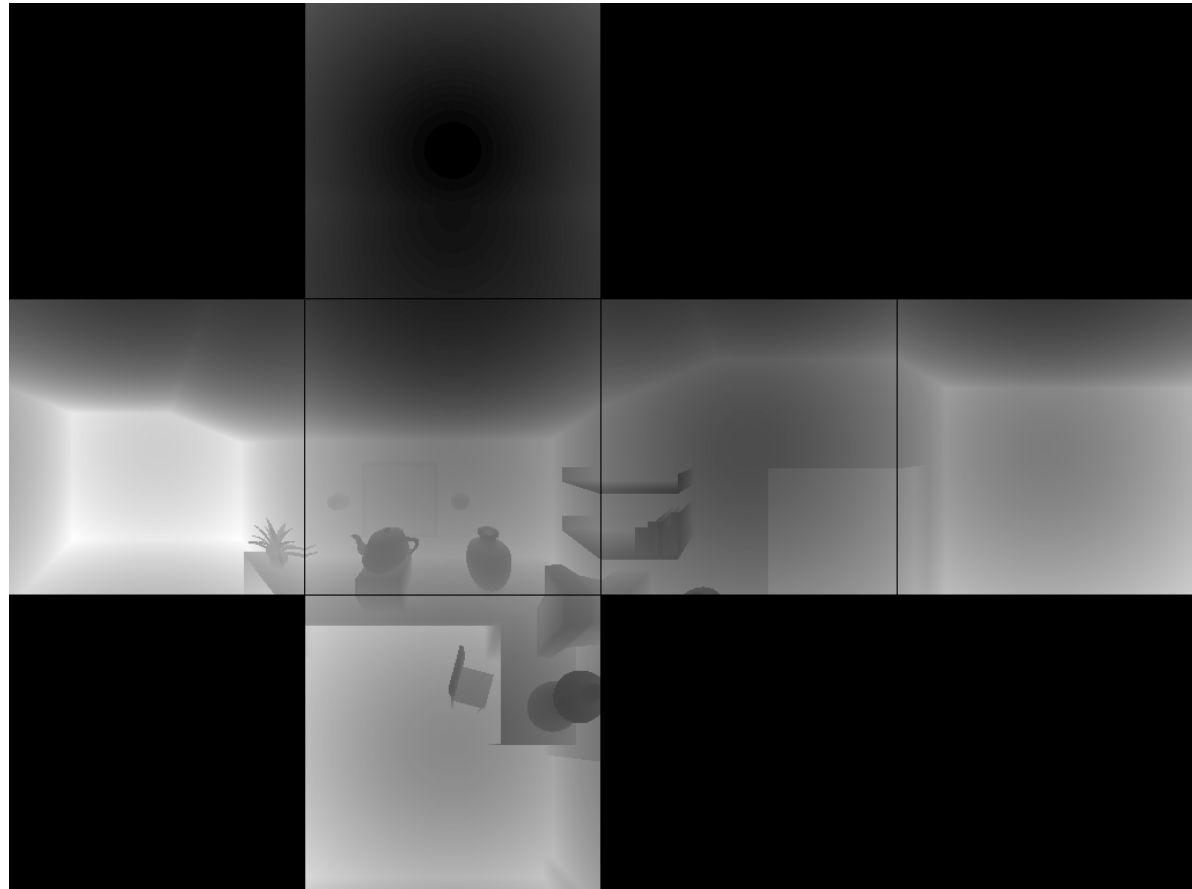


Textura

- Shadow Map
 - Representar sombra.
- Mapa
 - Imagem de profundidade (coordenada z) “vista” da fonte de luz.

Shadow Map

Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt



Mapas de profundidade vista pela fonte (cubo de profundidade)

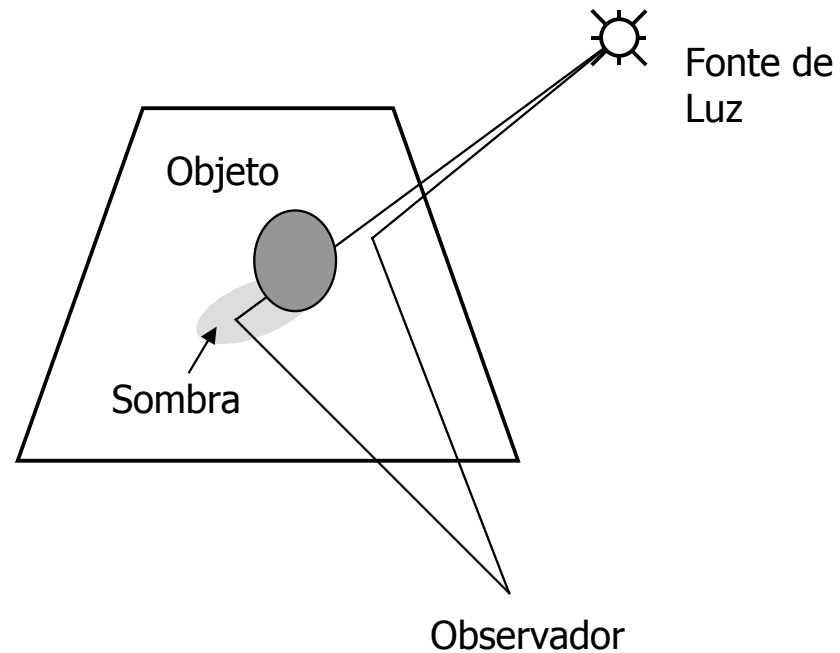
Shadow Map

Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt



Shadow Map

- Procedimento para gerar a sombra



Shadow Map

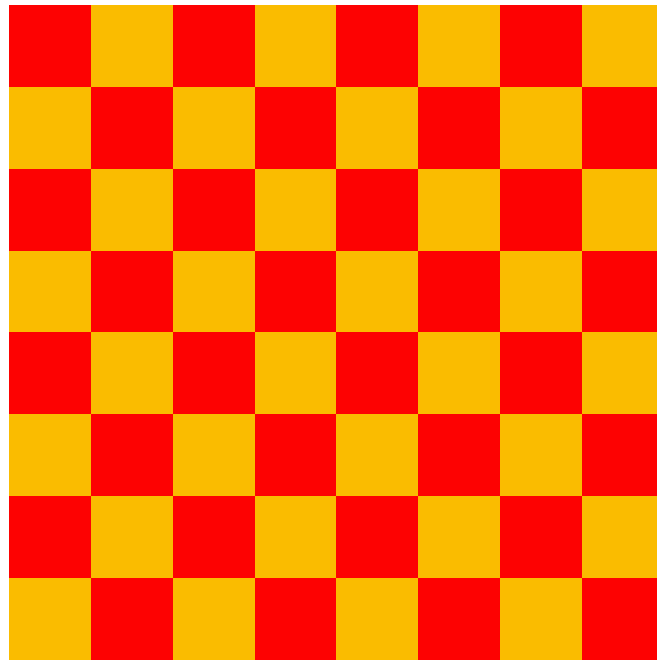
Extraído do livro
"3D Computer Graphics"
de Alan Watt



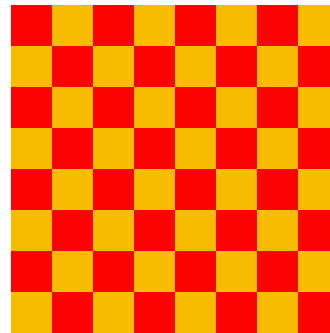
Texture

- Mip Map
 - MIP “multum in parvo” (muito em pouco)
 - Estratégia anti-aliasing que reduz os custos da filtragem “on-line” através de uma hierarquia de imagens pré-filtradas

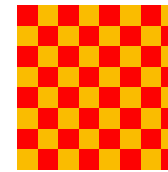
Mip Map



64x64



32x32



16x16



8x8



4x4

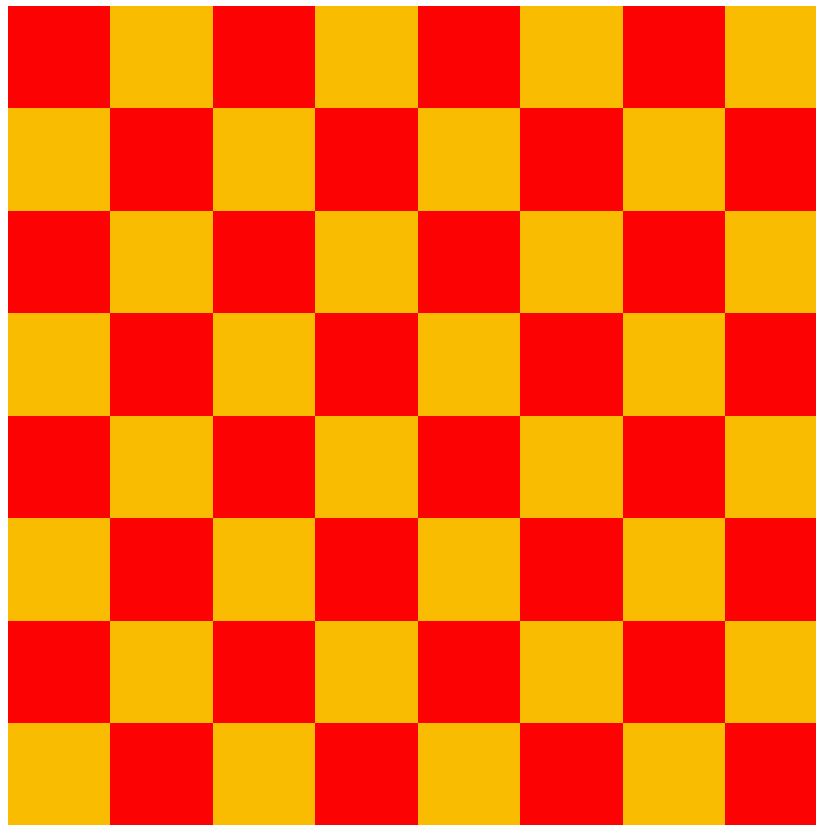


2x2

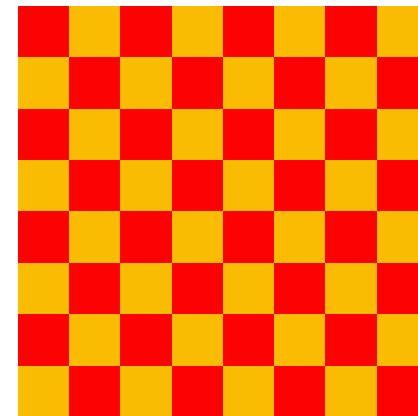


1x1

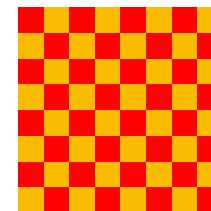
Mip Map



32x32



16x16



8x8

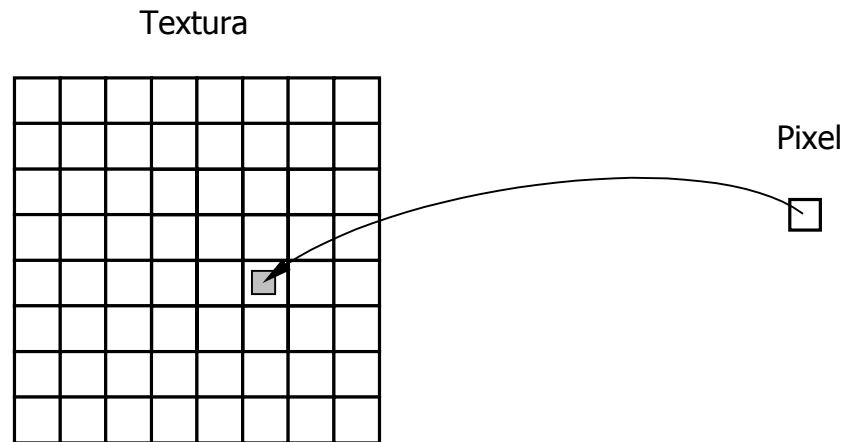
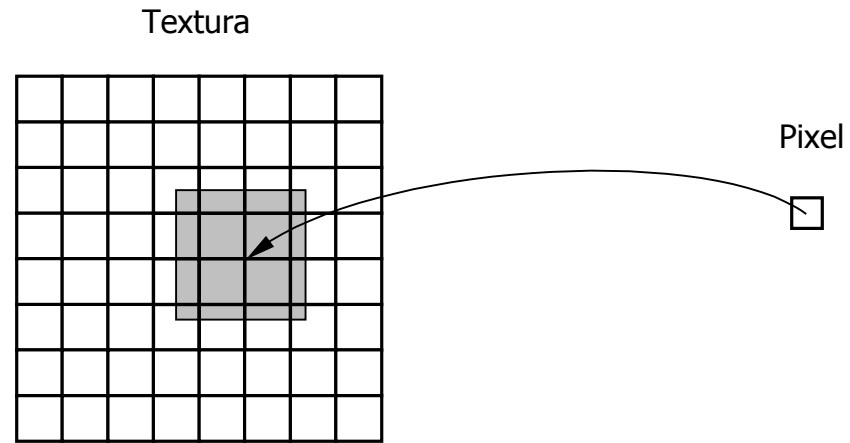


4x4



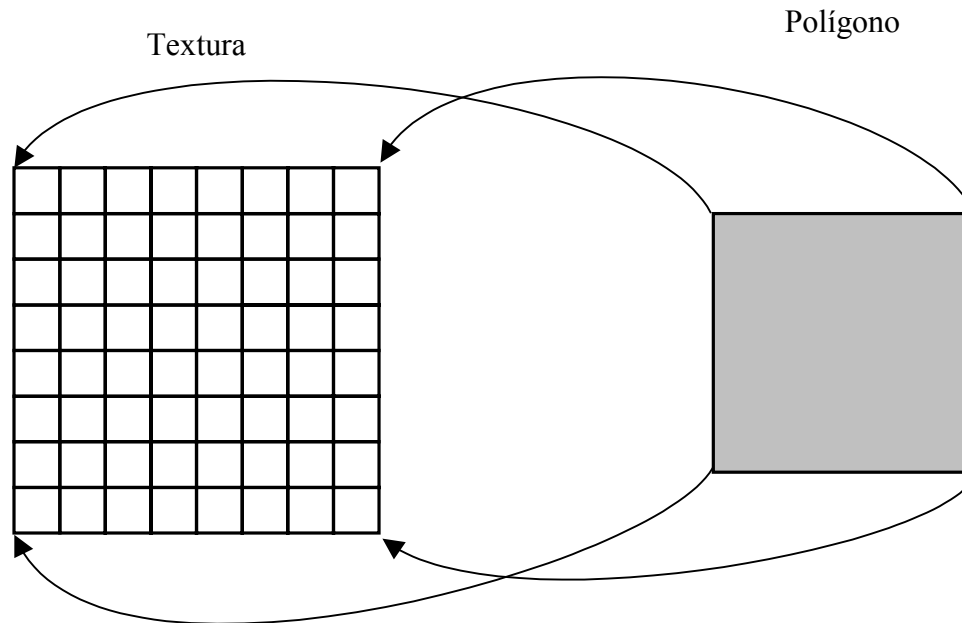
2x2

Mip Map



Mip Map

- Exemplo



Mip Map

- Exemplo

mip map	ρ (fator escala)	$\lambda = \log_2 \rho$ (nível do mip map)
64x64	$1 = 2^0$	0
32x32	$2 = 2^1$	1
16x16	$4 = 2^2$	2
8x8	$8 = 2^3$	3
4x4	$16 = 2^4$	4
2x2	$32 = 2^5$	5
1x1	$64 = 2^6$	6

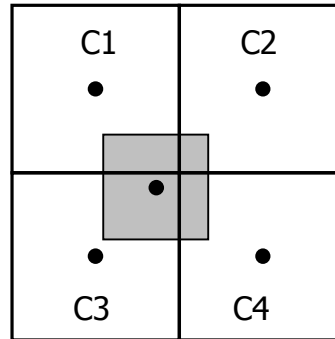
Mip Map

- Exemplo (Qual mapa ?)
 - Polígono 64x64 pixels
 - 1 pixel $\rightarrow$ 1 texels = 2^0 (Mapa 0)
 - Polígono 16x16 pixels
 - 1 pixel $\rightarrow$ 4 texels = 2^2 (Mapa 2)
 - Polígono 24x24 pixel
 - 1 pixel $\rightarrow$ 2,6666... texels $\log_2 2,666 \approx 1,451$
 - Mais próximo: Mapa 1
 - Interpolação: Mapa 1 * (1 - 0,451) + Mapa 2 * (0,451)

Mip Map

- Exemplo (Qual texel ?)

- Mais próximo: C3



- Interpolação

