

Técnicas de Renderização

Prof. Antonio L. Apolinário Jr.

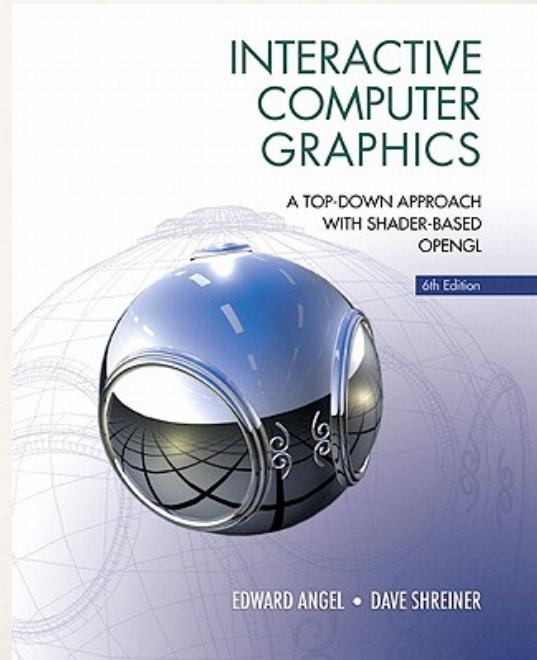
Ufba-Im-Dcc-Bcc-2014.2

Roteiro

- ❖ Motivação
- ❖ Mapeamento de Textura
- ❖ Mapeamento de Ambiente
- ❖ Variantes baseadas em mapeamento de imagens
 - ❖ *Bump Mapping*
 - ❖ *Normal Mapping*
 - ❖ *Displacement Mapping*
 - ❖ *Light Mapping*
 - ❖ *Shadow Mapping*

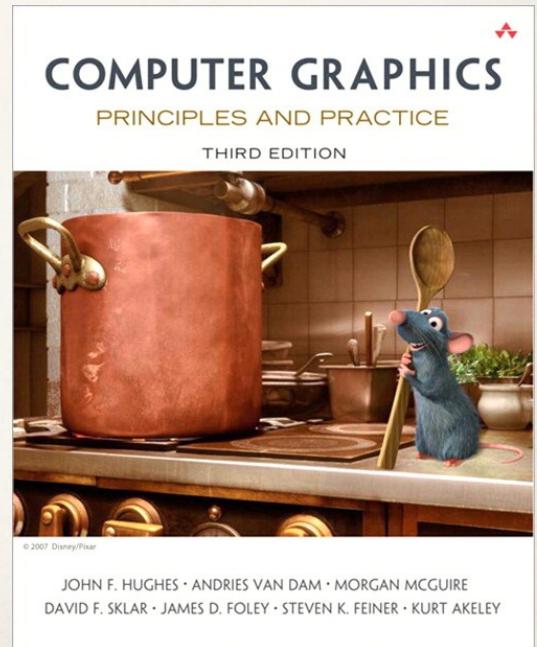
Leitura de referencia

- * Capítulo 7
Interactive Computer Graphics - A top-down approach with OpenGL
6th Edition
Angel, Edward.
Addison-Wesley. 2012.



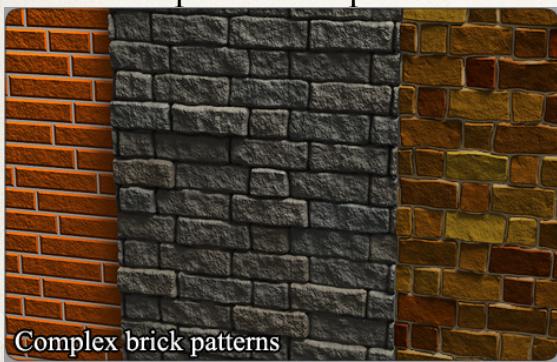
Leitura de referencia

- * Capítulo 20
Computer Graphics : Principles and Practice Third Edition in C
3rd Edition
John F. Hughes / Andries van Dam
Morgan McGuire / David F. Sklar
James D. Foley / Steven K. Feiner
Addison-Wesley. 2013.



Algoritmos de Iluminação baseados no Modelo de *Phong*

- Representam bem materiais
 - homogêneos e lisos
- Não conseguem representar:
 - Materiais heterogêneos
 - Superfícies Rugosas
 - Superfícies Espelhadas



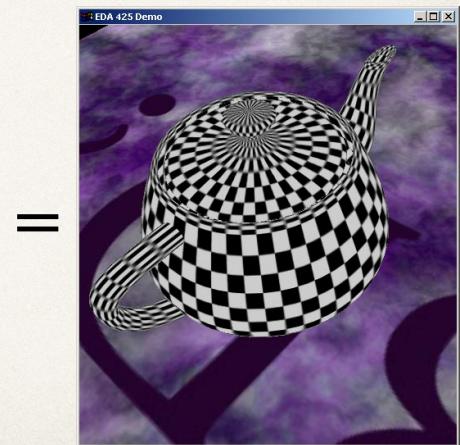
Algoritmos de Iluminação baseados no Modelo de *Phong*

- Várias técnicas podem ser acopladas a esses algoritmos:
 - Mapeamento de Texturas
 - Mapeamento de Ambiente
 - *Bump Mapping*
 - Entre outras....
- Objetivo básico:
 - Aumentar o grau de realismo da cena

Mapeamento de Texturas

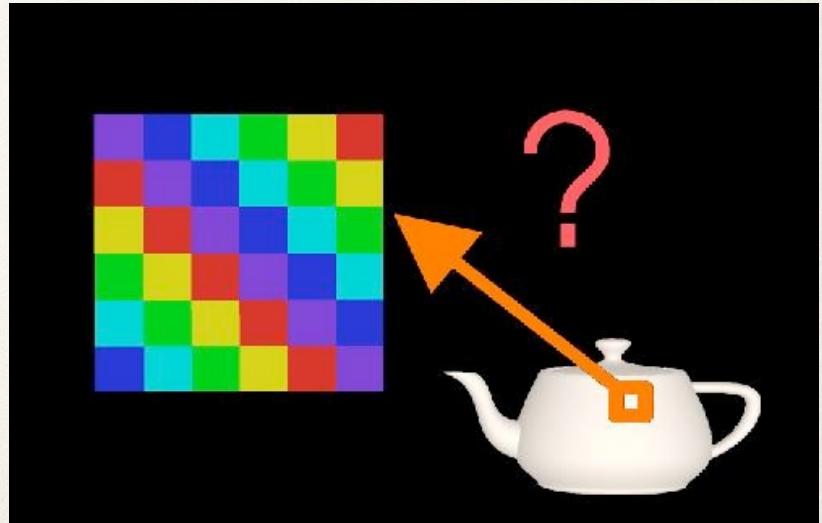
Mapeamento de Texturas

- Simular materiais heterogêneos
 - Projeção de uma image do material sobre o objeto



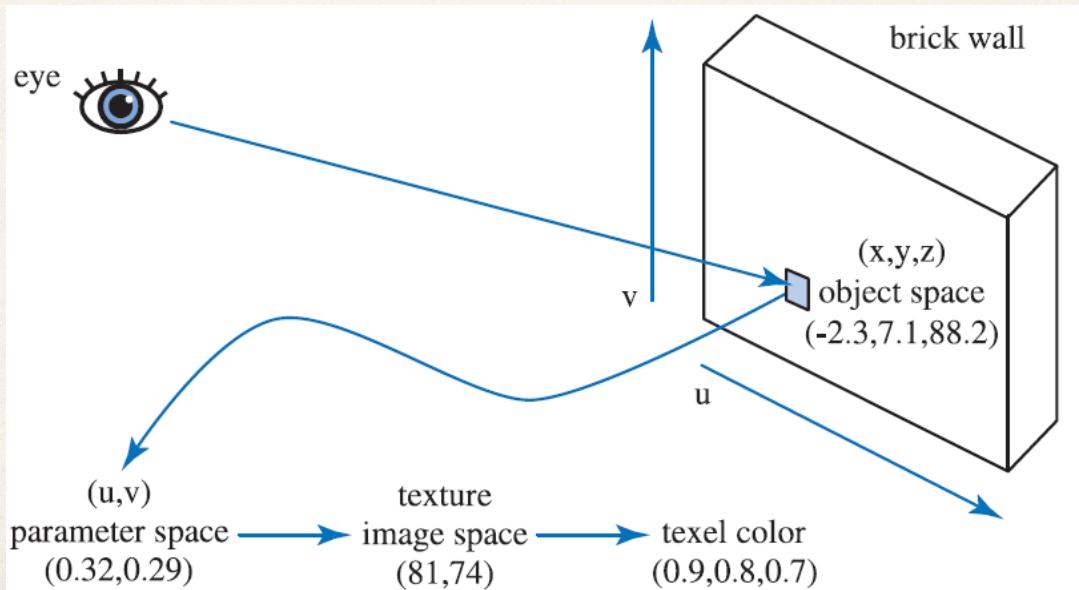
Mapeamento de Texturas

- * Construção de uma função de mapeamento
 - * Leva pontos da imagem em pontos da superfície do objeto
- * Como ?



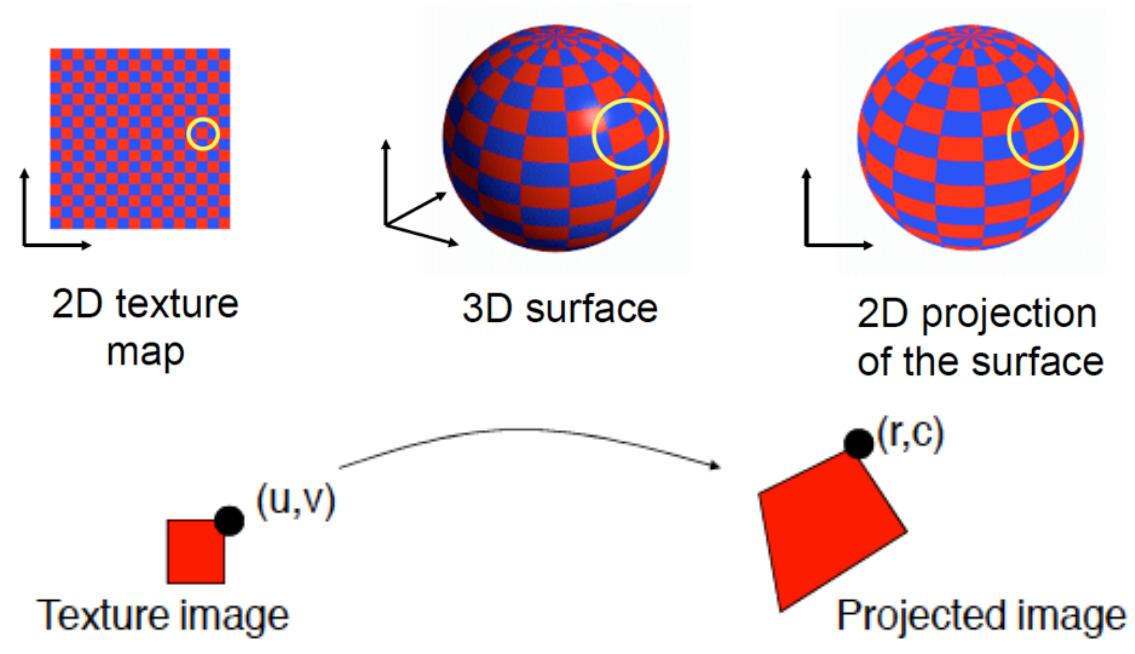
Mapeamento de Texturas

- * Mapeamentos envolvidos



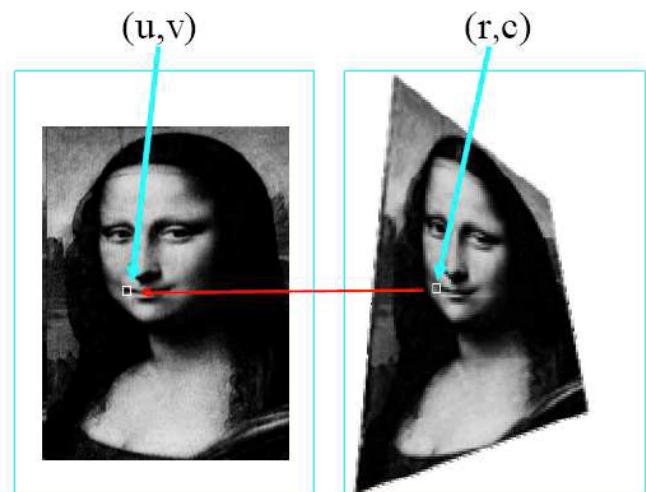
Mapeamento de Texturas

- Mapeamentos envolvidos



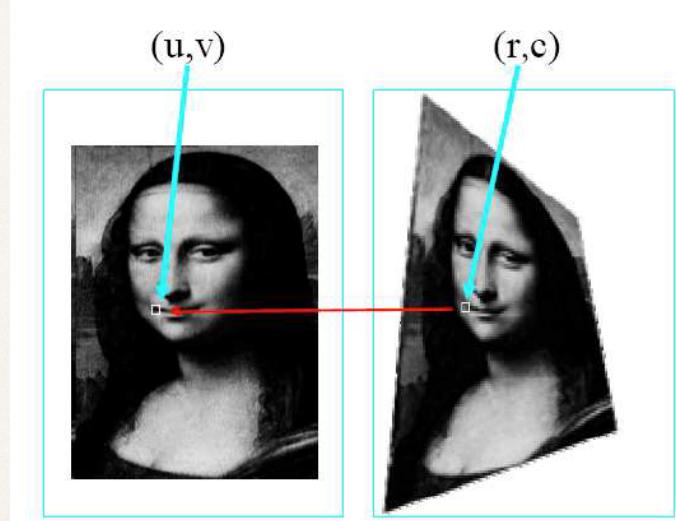
Mapeamento de Texturas

- Duas abordagens:
 - Mapeamento “Para-Frente” (*Forward Mapping*)
 - $\text{pixel}(u, v) \rightarrow \text{pixel}(r, c)$
 - Calculo mais simples
 - Mas pode deixar “buracos”



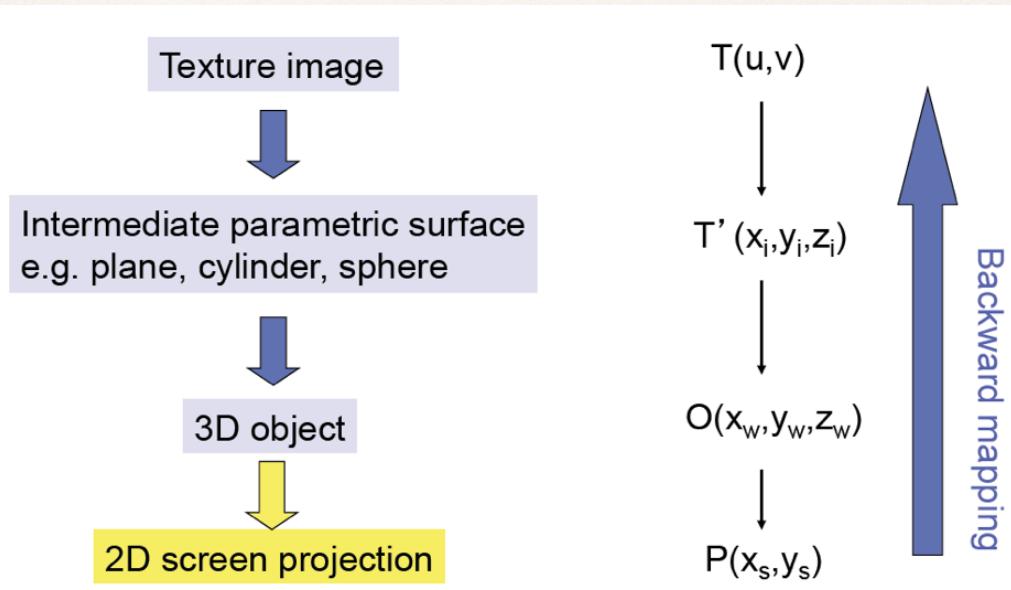
Mapeamento de Texturas

- Duas abordagens:
 - Mapeamento “Para-Trás”
(Backward mapping)
 - $\text{pixel}(r,c) \rightarrow \text{pixel}(u,v)$
 - Não deixa “buracos”
 - Cálculo mais complexo



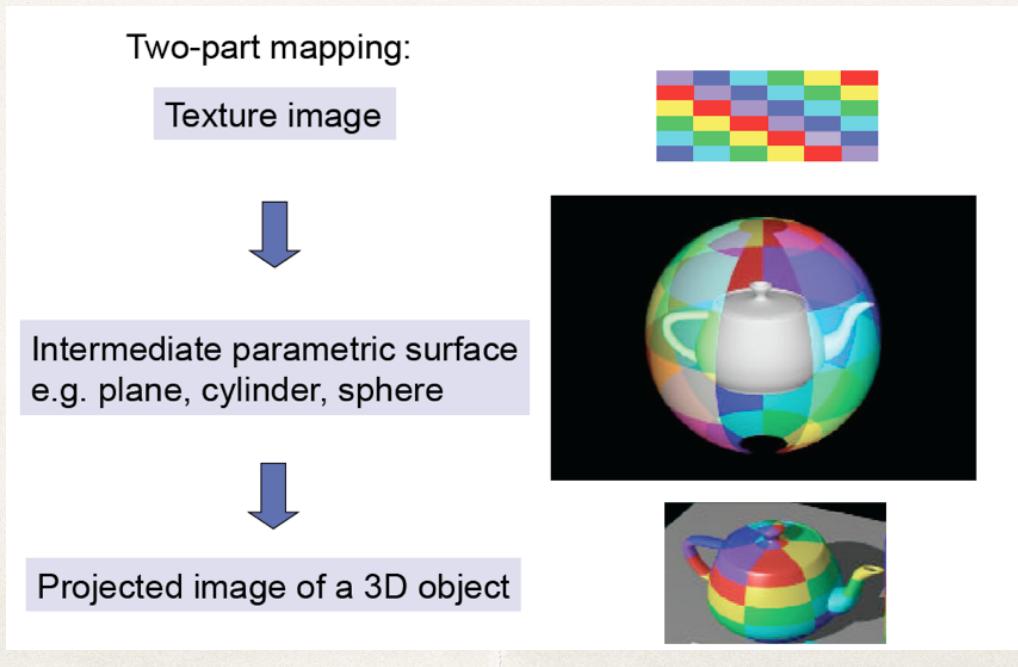
Mapeamento de Texturas

- *Backward mapping:*
 - Mapeamento em 2 passos



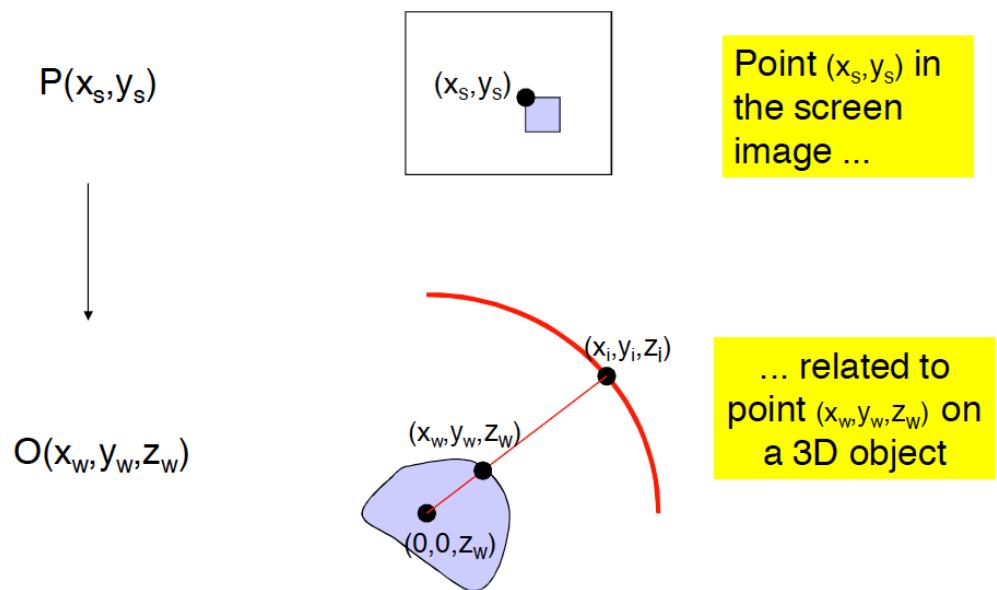
Mapeamento de Texturas

- Mapeamento em 2 passos



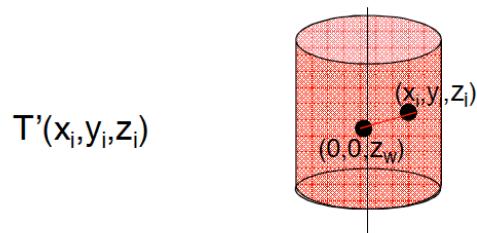
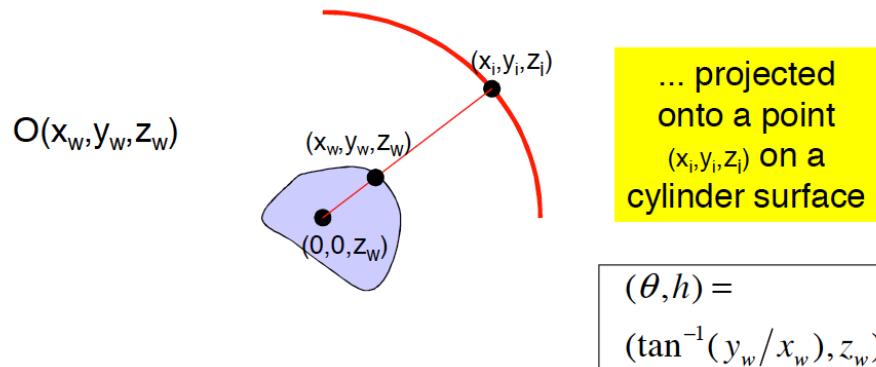
Mapeamento de Texturas

- Mapeamento em 2 passos



Mapeamento de Texturas

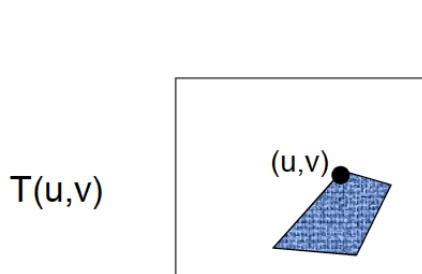
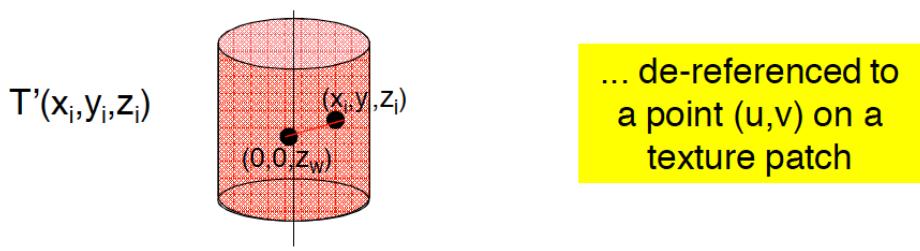
- Mapeamento em 2 passos



$$\begin{aligned}(\theta, h) &= (\tan^{-1}(y_w/x_w), z_w) \\x_i &= r \cos \theta \\y_i &= r \sin \theta \\z_i &= h \\r &\text{ - cylinder radius} \\h &= z_i = z_w\end{aligned}$$

Mapeamento de Texturas

- Mapeamento em 2 passos

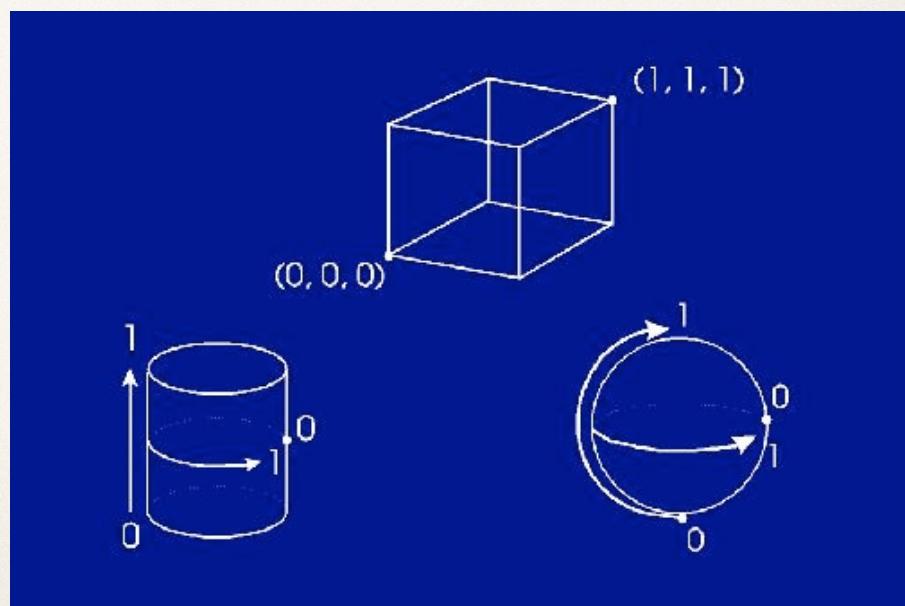


$$(u, v) = \left(\frac{r}{c_1}(\theta - \theta_0), \frac{1}{c_2}(h - h_0) \right)$$

c_1, c_2 – scaling factors
 h_0, θ_0 – origin of the texture on the cylinder
 r - cylinder radius
 $h = z_i = z_w$

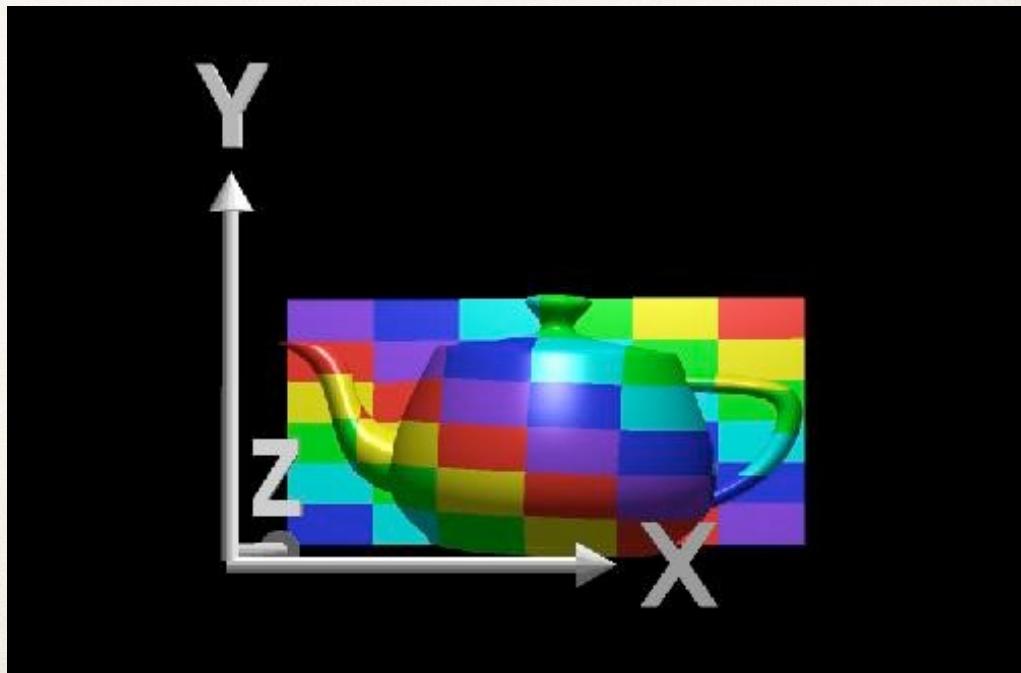
Mapeamento de Texturas

- * Funções paramétricas mais comuns:
 - * Plano / Box
 - * Esfera
 - * Cilindro



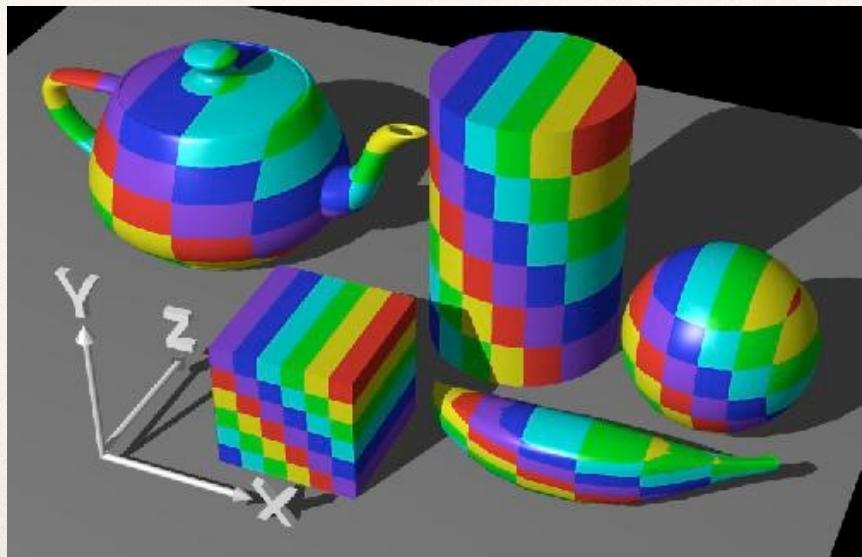
Funções de Mapeamento

- * Plano



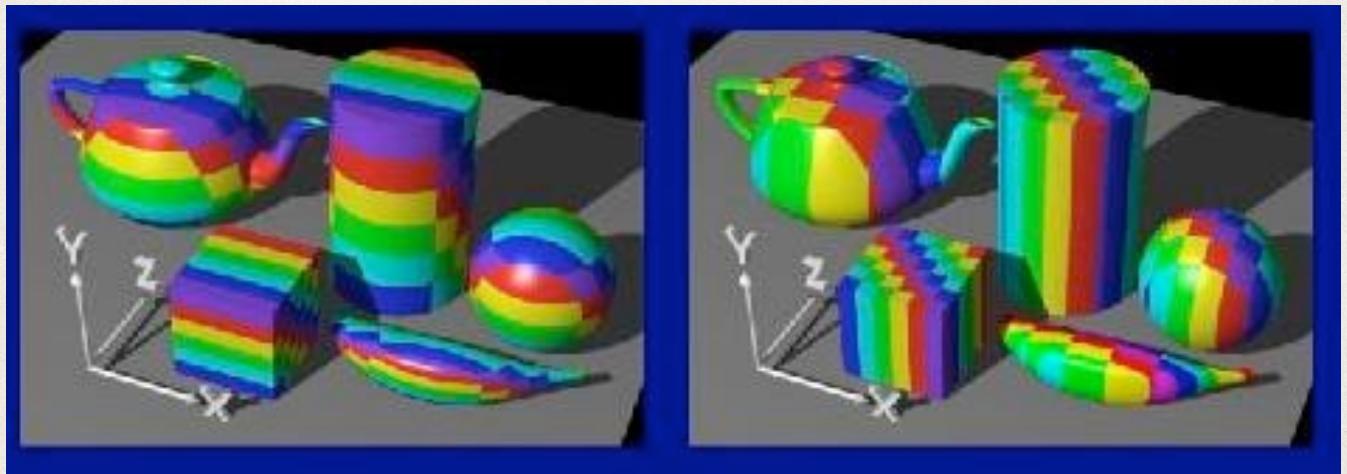
Funções de Mapeamento

- Plano
 - Problemas nas faces perpendiculares ao plano da textura



Funções de Mapeamento

- Plano
 - Mudando a direção do plano



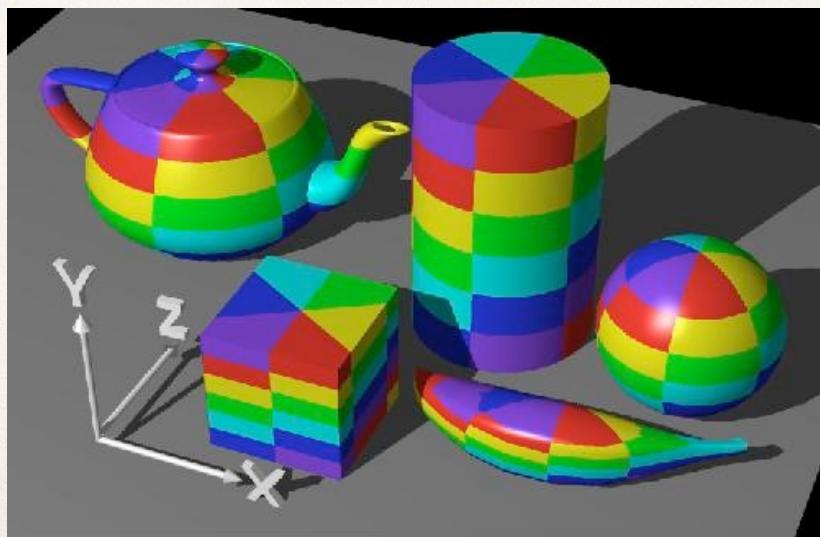
Funções de Mapeamento

- * Cilindro



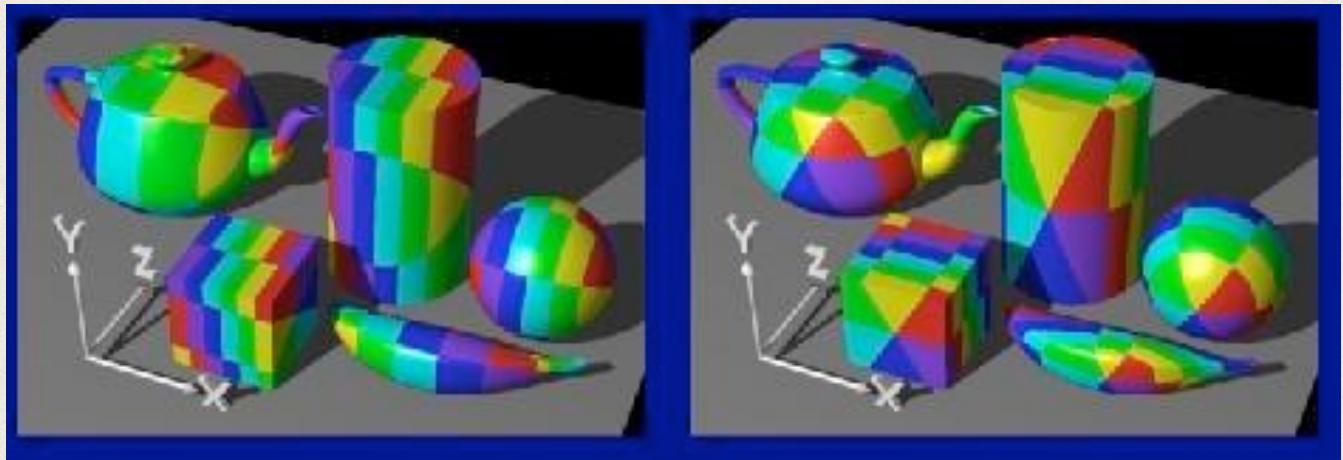
Funções de Mapeamento

- * Cilindro
 - * Problemas no mapeamento nas bordas do cilindro



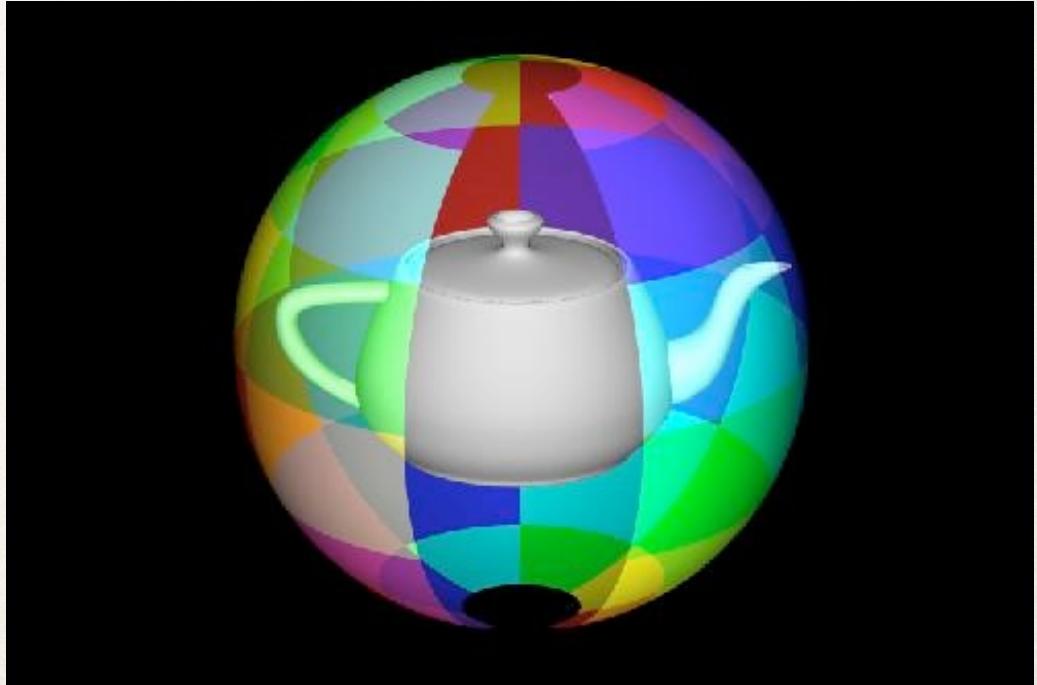
Funções de Mapeamento

- Cilindro
 - Mudando a direção do cilindro



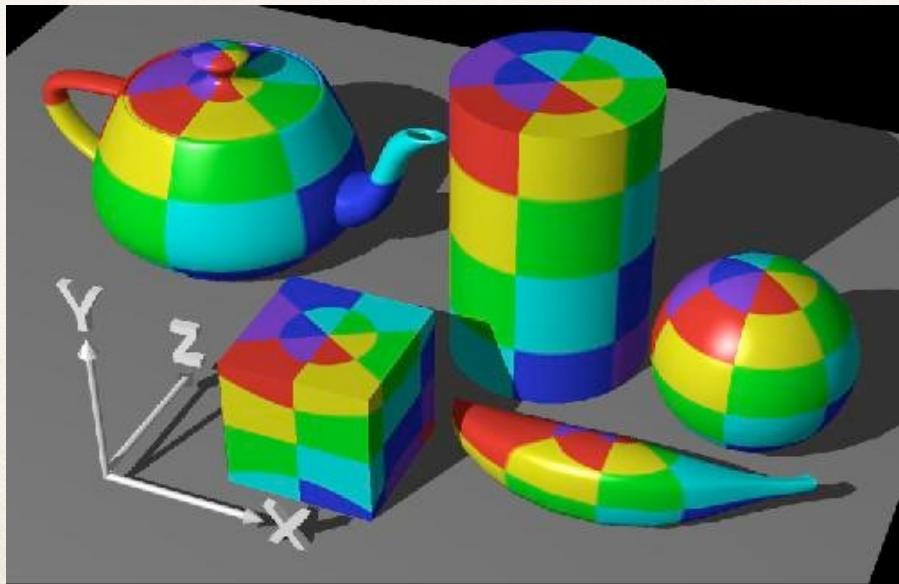
Funções de Mapeamento

- Esfera



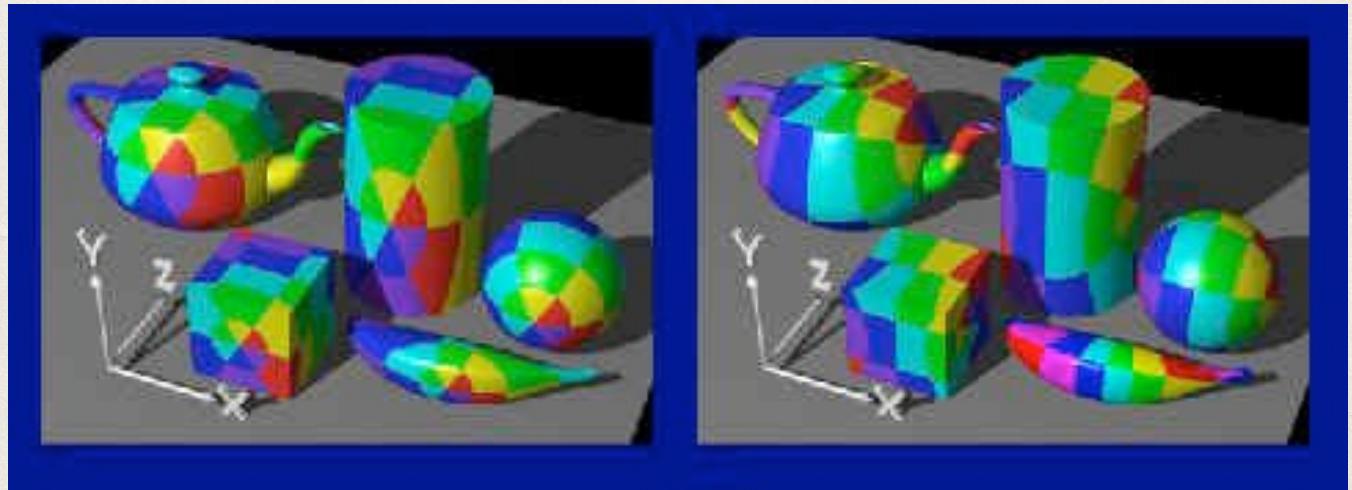
Funções de Mapeamento

- Esfera
 - Problemas no mapeamento nos pólos da esfera



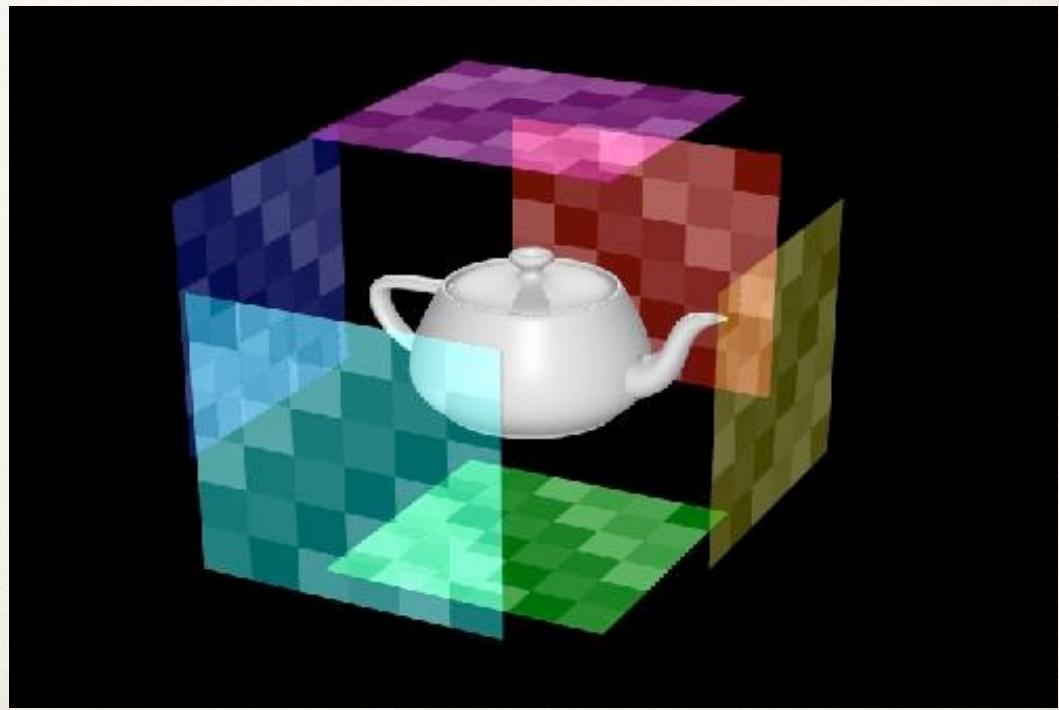
Funções de Mapeamento

- Esfera
 - Mudando a direção do pólo da esfera



Funções de Mapeamento

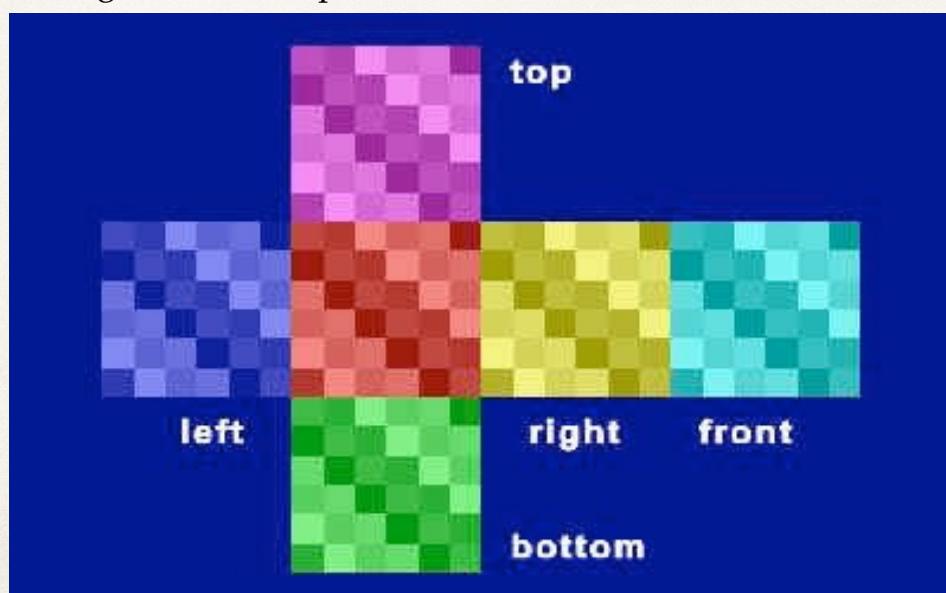
- * Box



Funções de Mapeamento

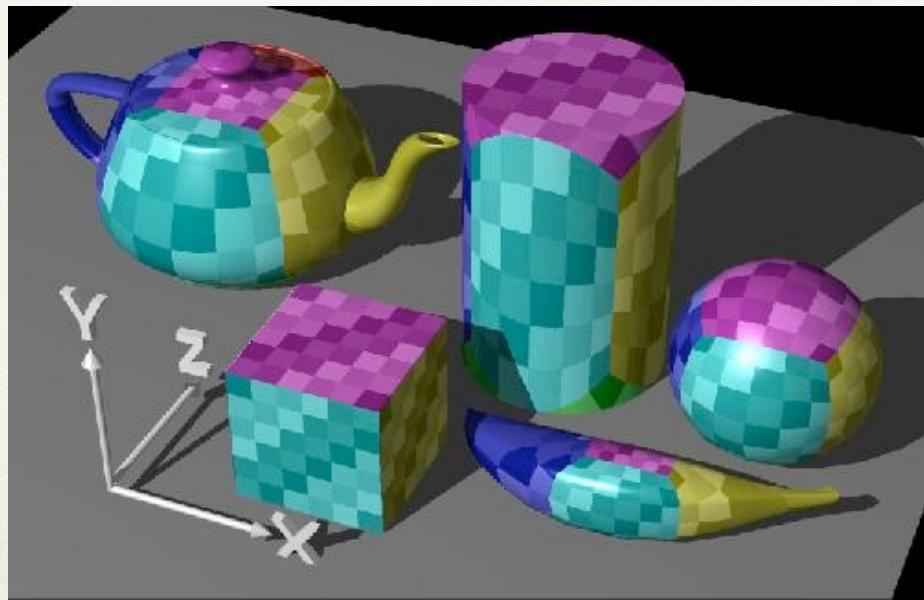
- * Box

- * Uma imagem diferente para cada lado da “caixa”



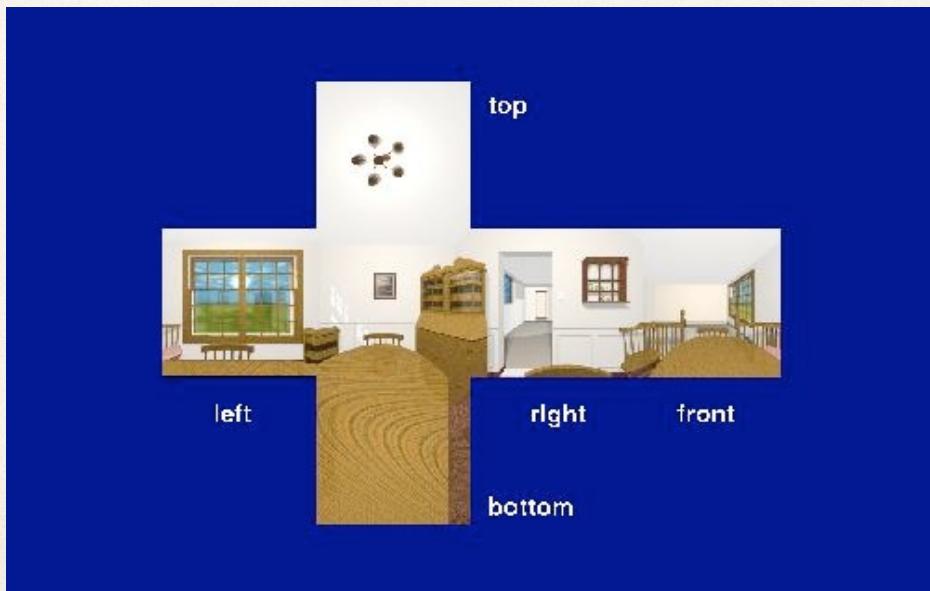
Funções de Mapeamento

- Box
 - Minimiza os problemas das bordas nas outras formas de mapeamento

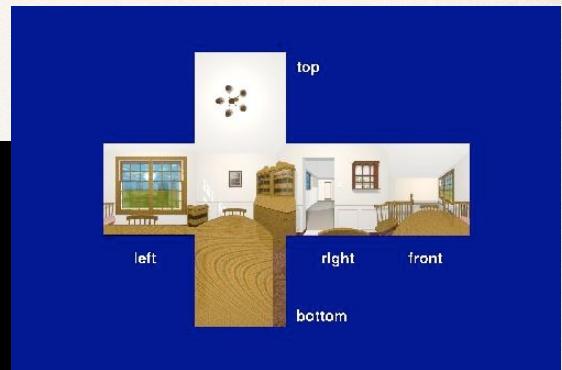


Mapeamento de Ambiente

- Uso da função de mapeamento *box*
 - Simular o espelhamento na superfície do objeto

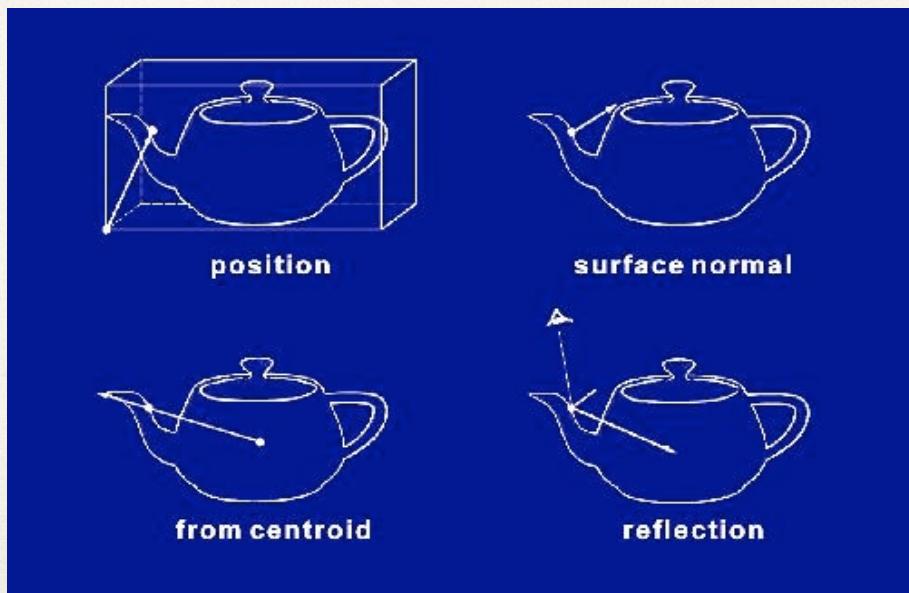


Mapeamento de Ambiente



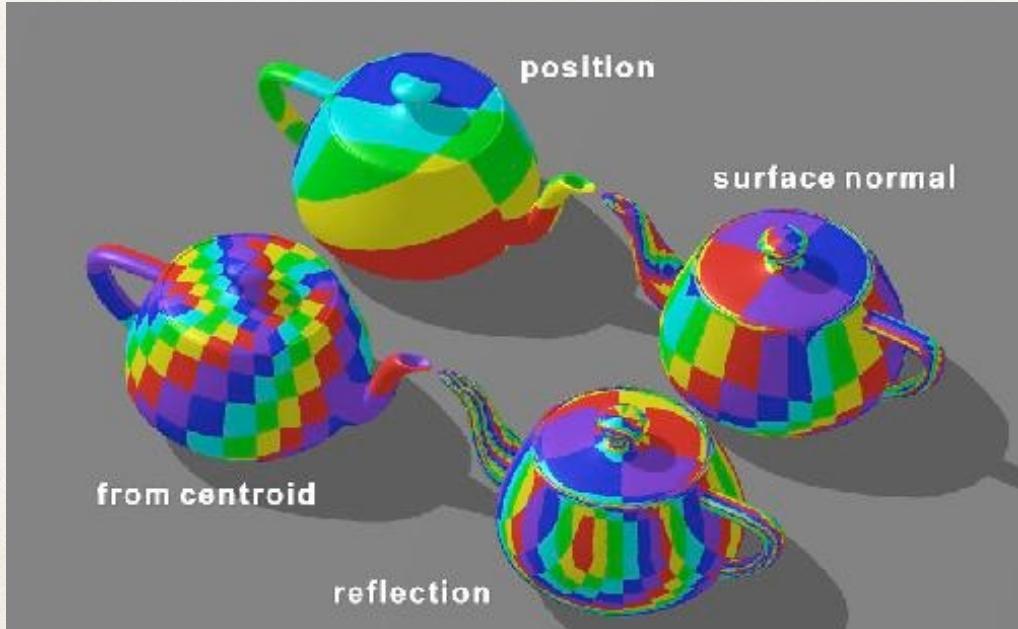
Mapeamento de Ambiente

- Várias maneiras de correlacionar pontos da superfície do objeto em pontos da "caixa"



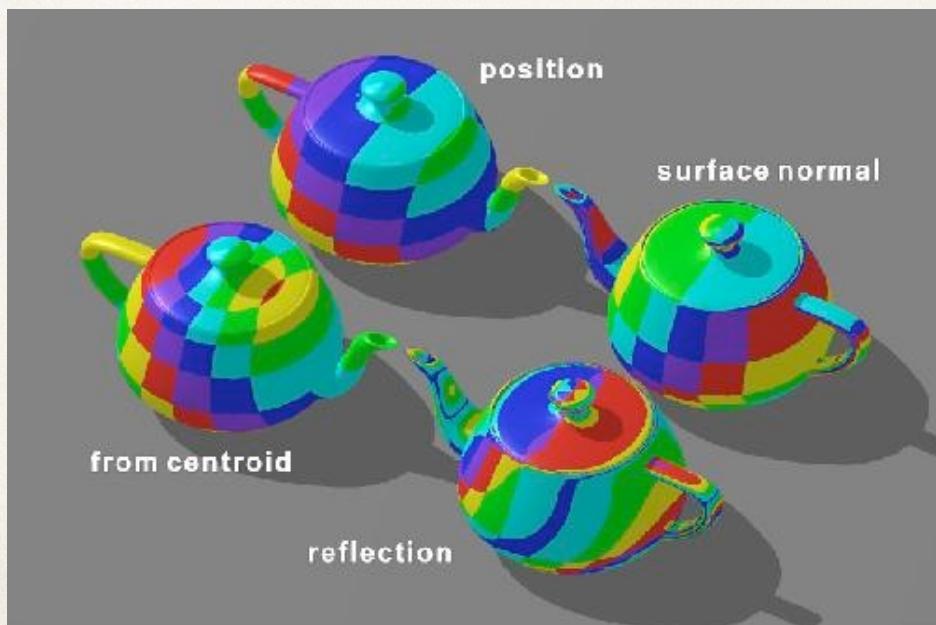
Mapeamento de Ambiente

- Várias maneiras de correlacionar pontos da superfície do objeto em pontos da “caixa”



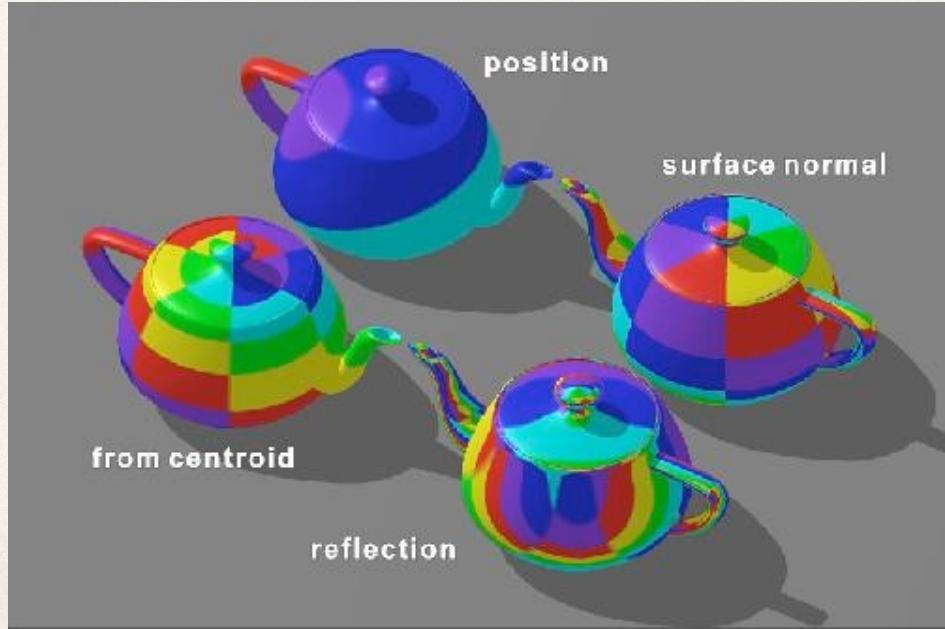
Mapeamento de Ambiente

- Várias maneiras de correlacionar pontos da superfície do objeto em pontos da “caixa”



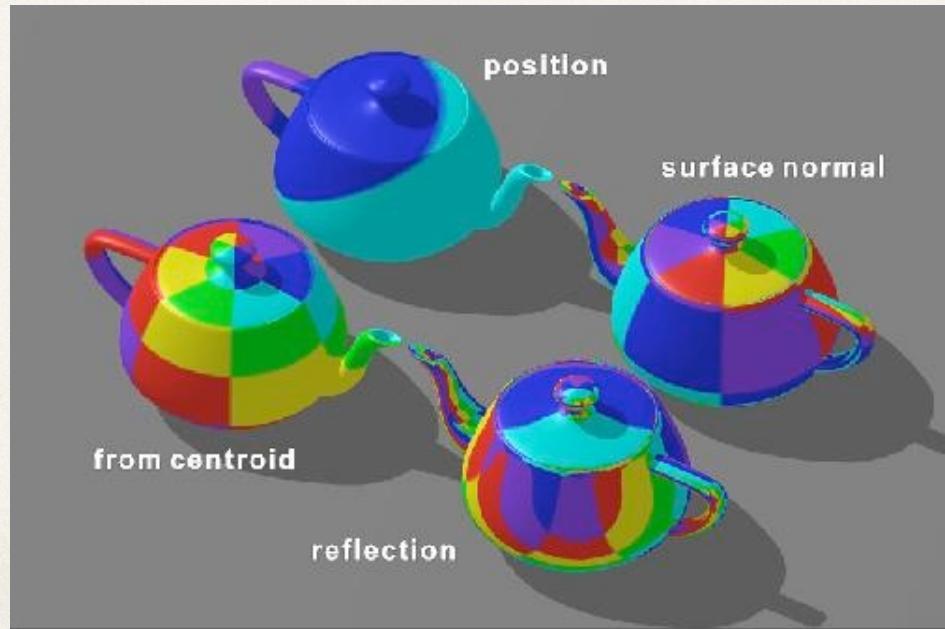
Mapeamento de Ambiente

- Várias maneiras de correlacionar pontos da superfície do objeto em pontos da "caixa"



Mapeamento de Ambiente

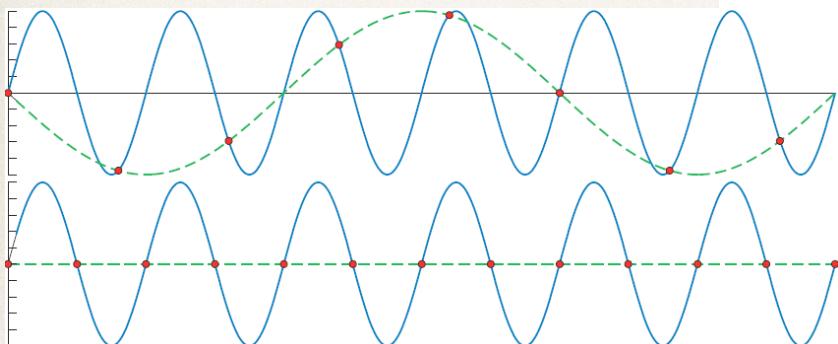
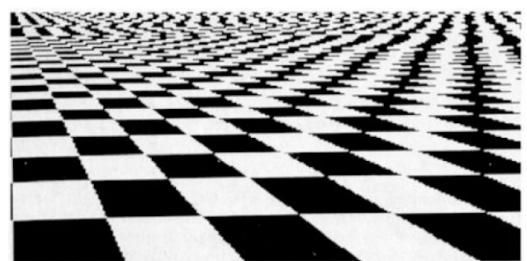
- Várias maneiras de correlacionar pontos da superfície do objeto em pontos da "caixa"



Alias e técnicas de *Anti-Alias*

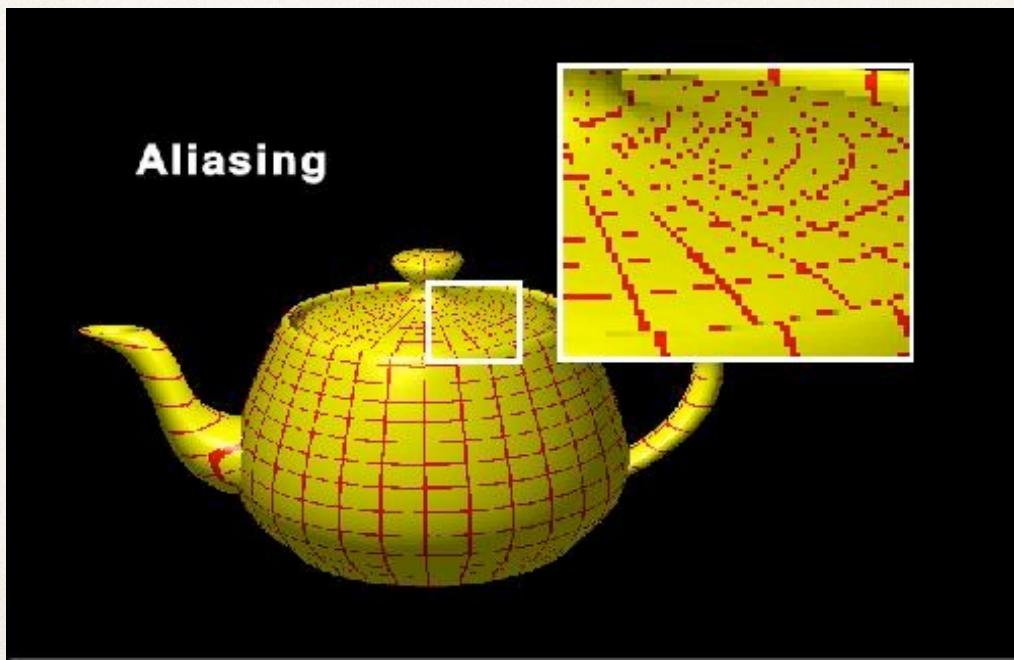
Aliasing

- A amostragem / resolução de uma textura pode não ser adequada a todas as projeções de um objeto:



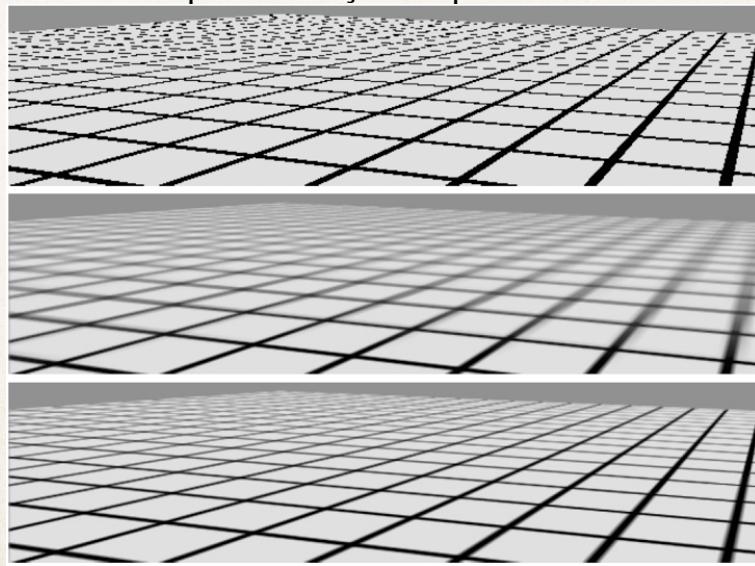
Aliasing

- Mapeamento de texturas esta sujeito a *alias*



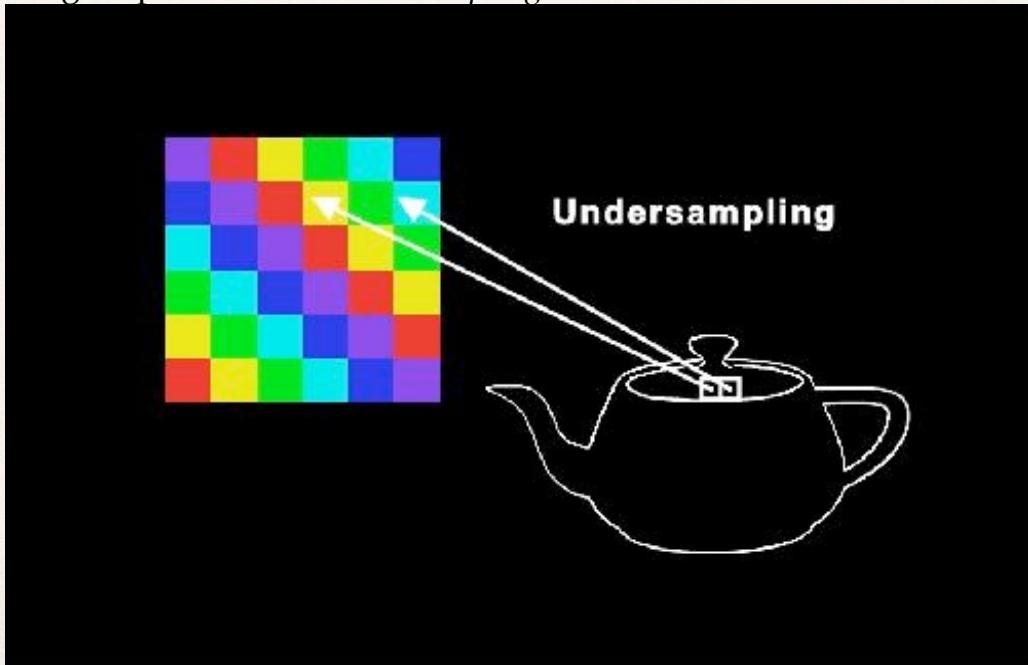
Aliasing

- Alias aparece em função do processo de amostragem
 - Técnicas de *anti-alias* para correção do problema



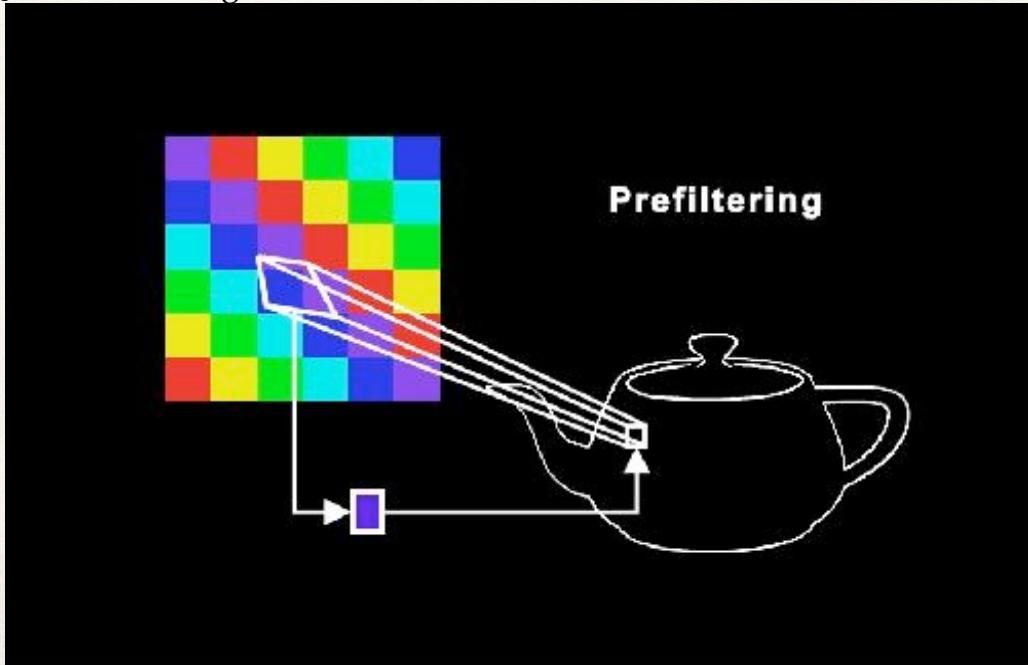
Aliasing

- * Amostragem pode causar *undersampling*



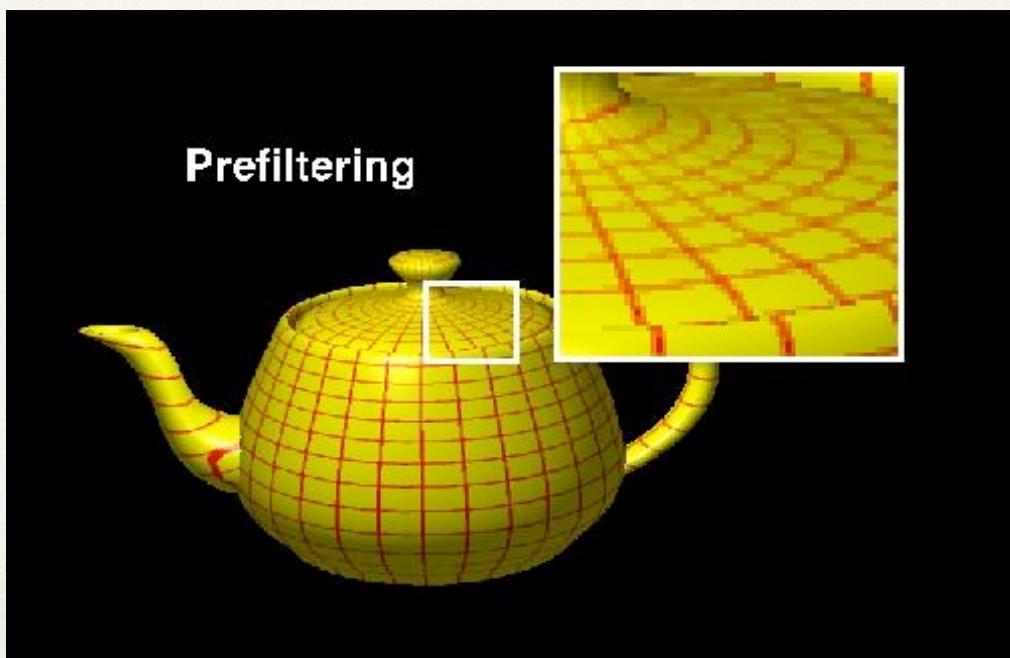
Aliasing

- * Soluções : Pré filtragem



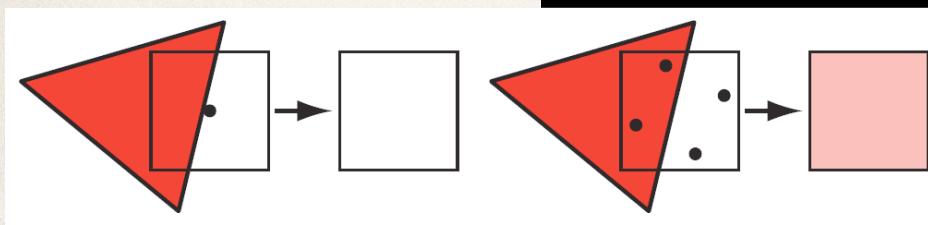
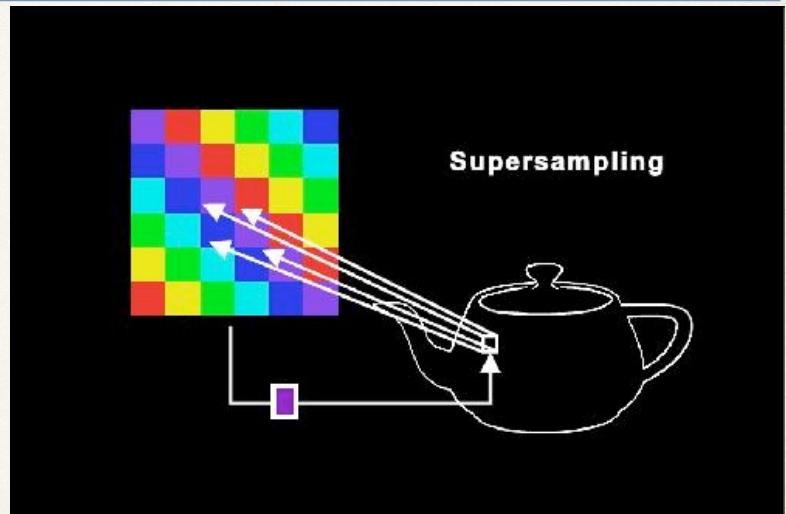
Aliasing

- * Resultados : pré filtragem



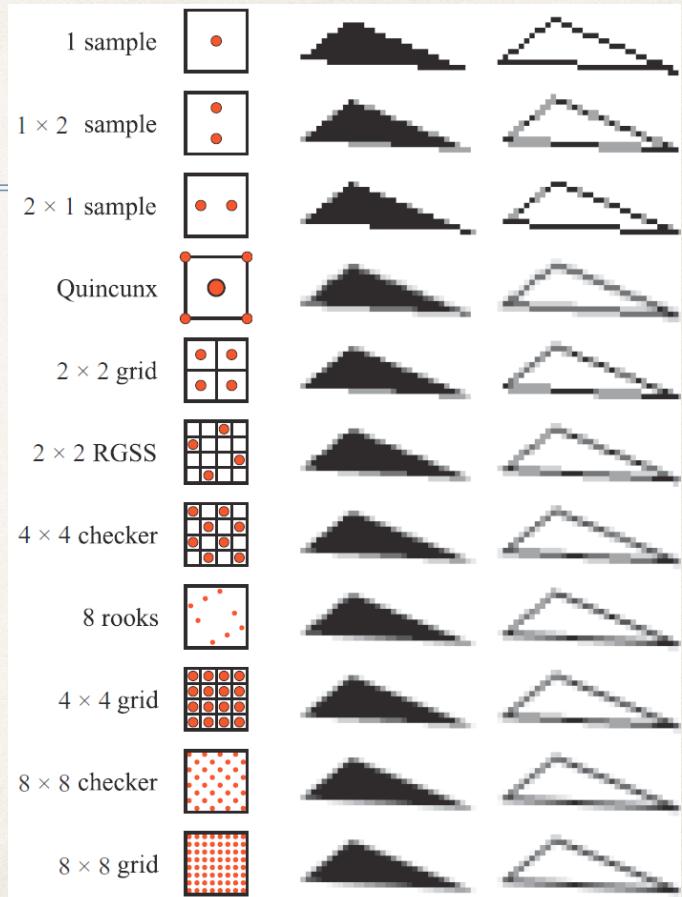
Aliasing

- * Soluções : super amostragem



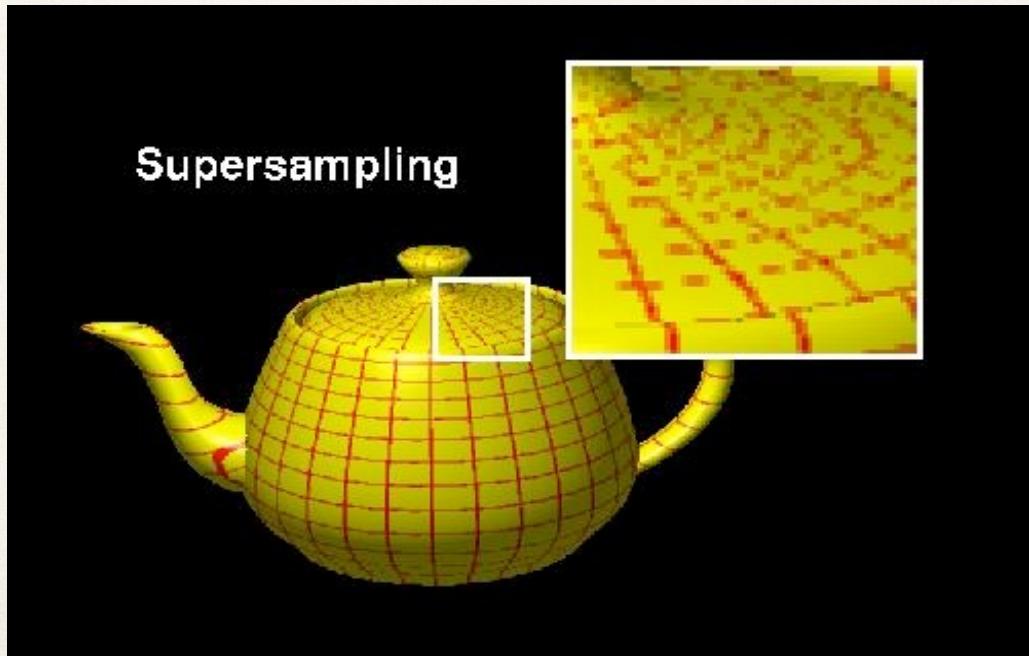
Aliasing

- Super amostragem
 - Várias possibilidades de pesos e formas de amostragem



Aliasing

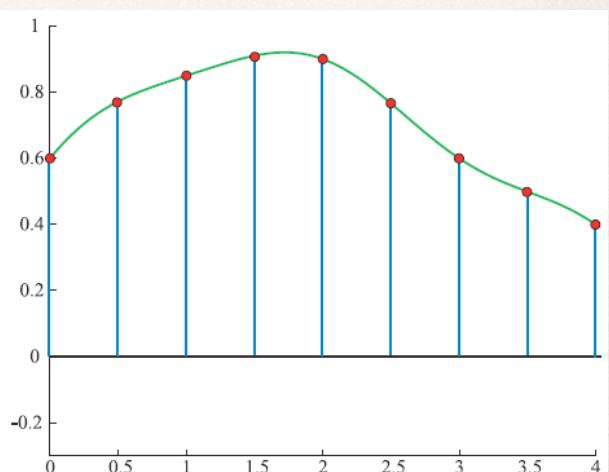
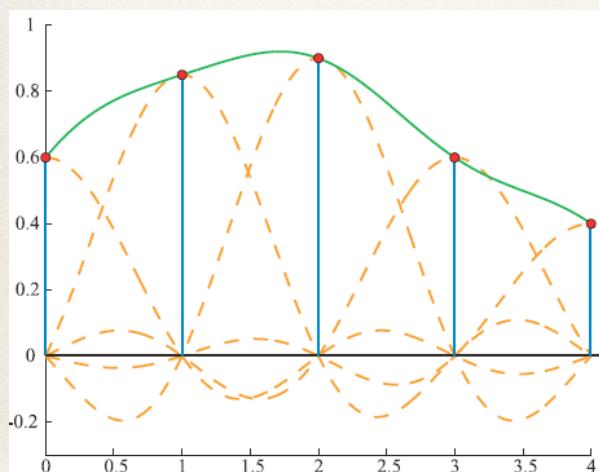
- Soluções : super amostragem



Aliasing

- *Texture magnification:*

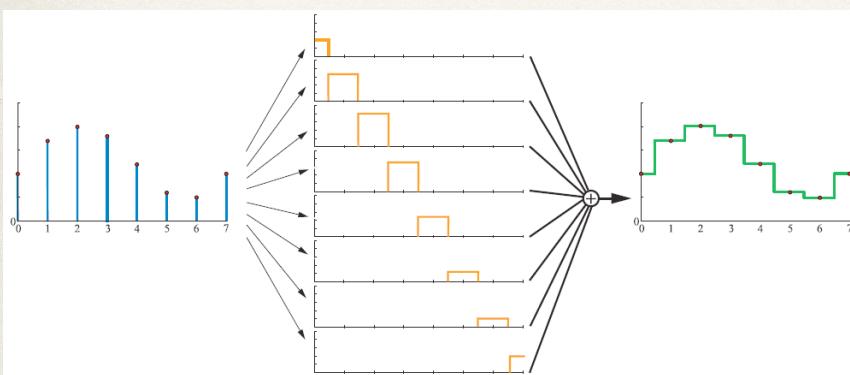
- A textura tem resolução menor que o necessário para a amostragem no espaço da tela
 - Interpolação



Aliasing

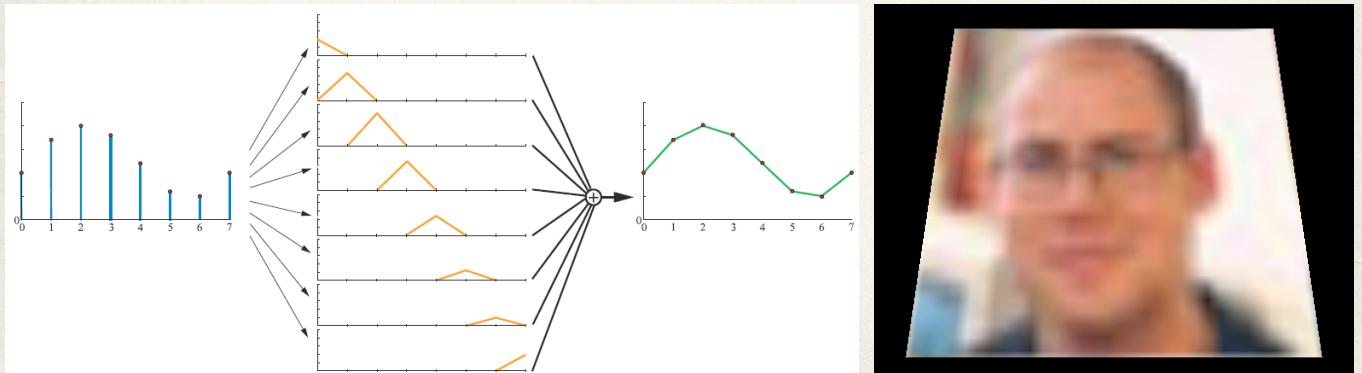
- *Texture magnification:*

- A textura tem resolução menor que o necessário para a amostragem no espaço da tela
 - Interpolação: Função Box



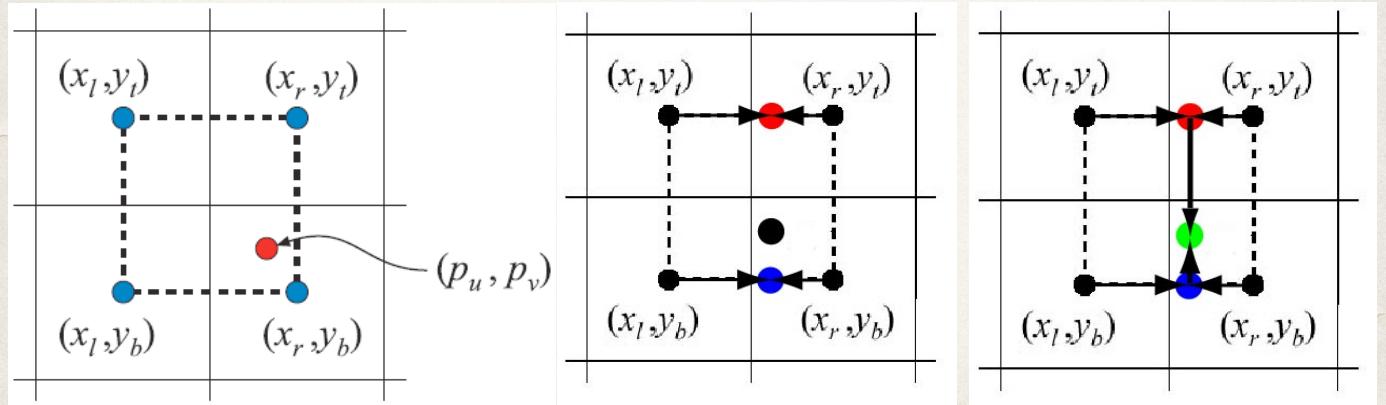
Aliasing

- *Texture magnification:*
 - A textura tem resolução menor que o necessário para a amostragem no espaço da tela
 - Interpolação: Função Linear



Aliasing

- Interpolação Linear



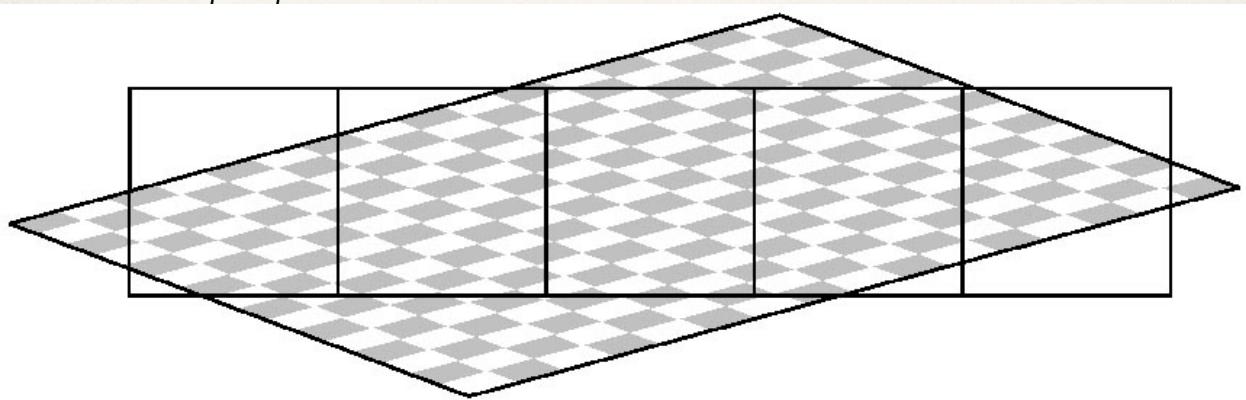
Aliasing

- *Texture magnification:*
 - Em OpenGL:
 - `GL_TEXTURE_MAG_FILTER`
 - `GL_NEAREST`
 - `GL_LINEAR`



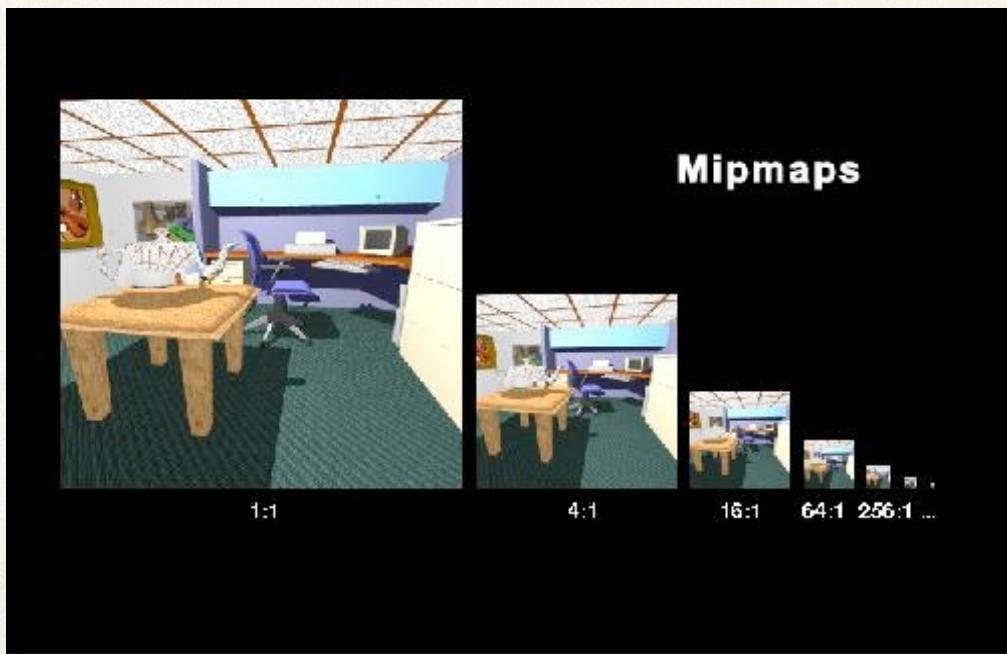
Aliasing

- *Texture minification:*
 - A textura tem resolução maior que o necessário para a amostragem no espaço da tela:
 - Media dos *texels* dentro do *pixel*
 - *MipMaps*



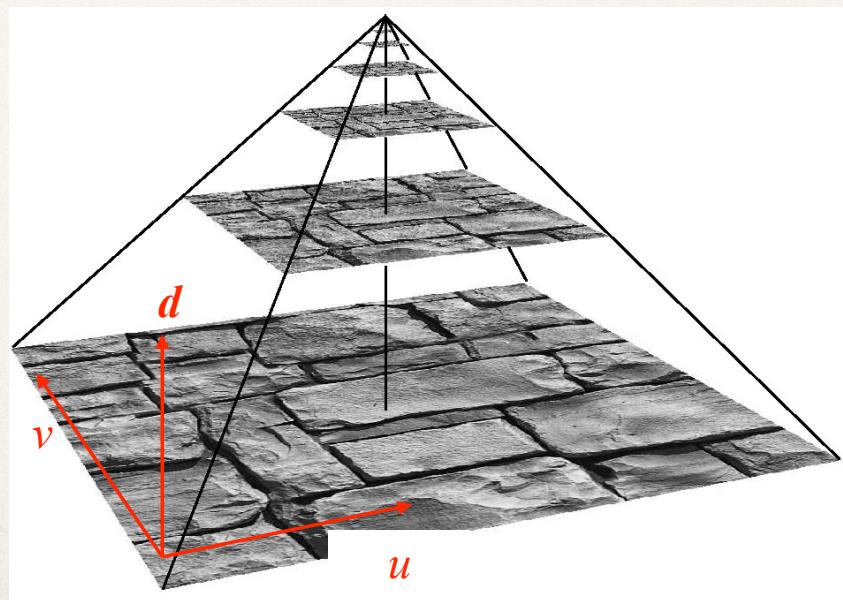
Aliasing

- * *Mipmapping:* Uso de várias imagens em diferentes resoluções



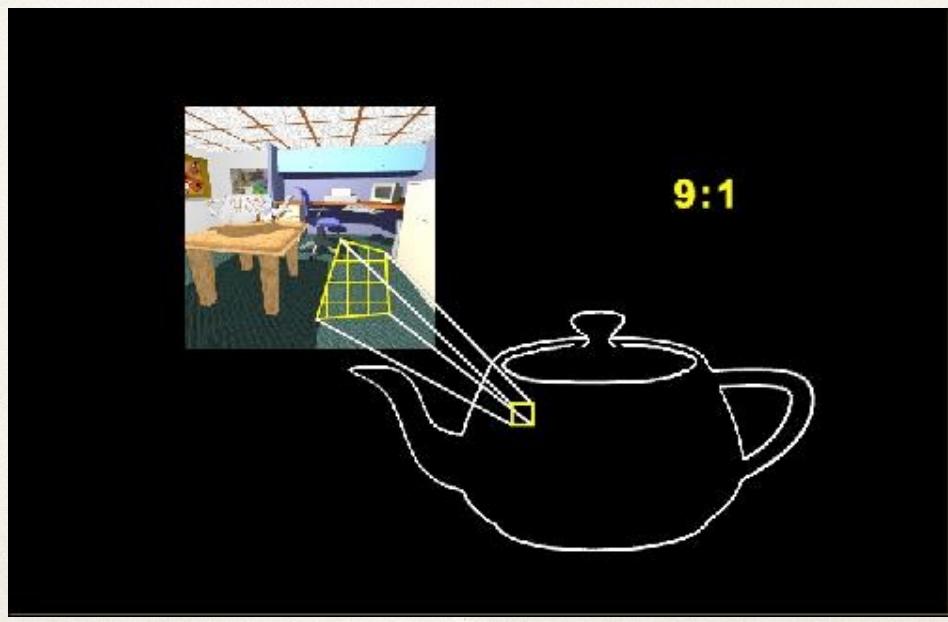
Aliasing

- * *Mipmapping:* As varias imagens formam uma “pirâmide”



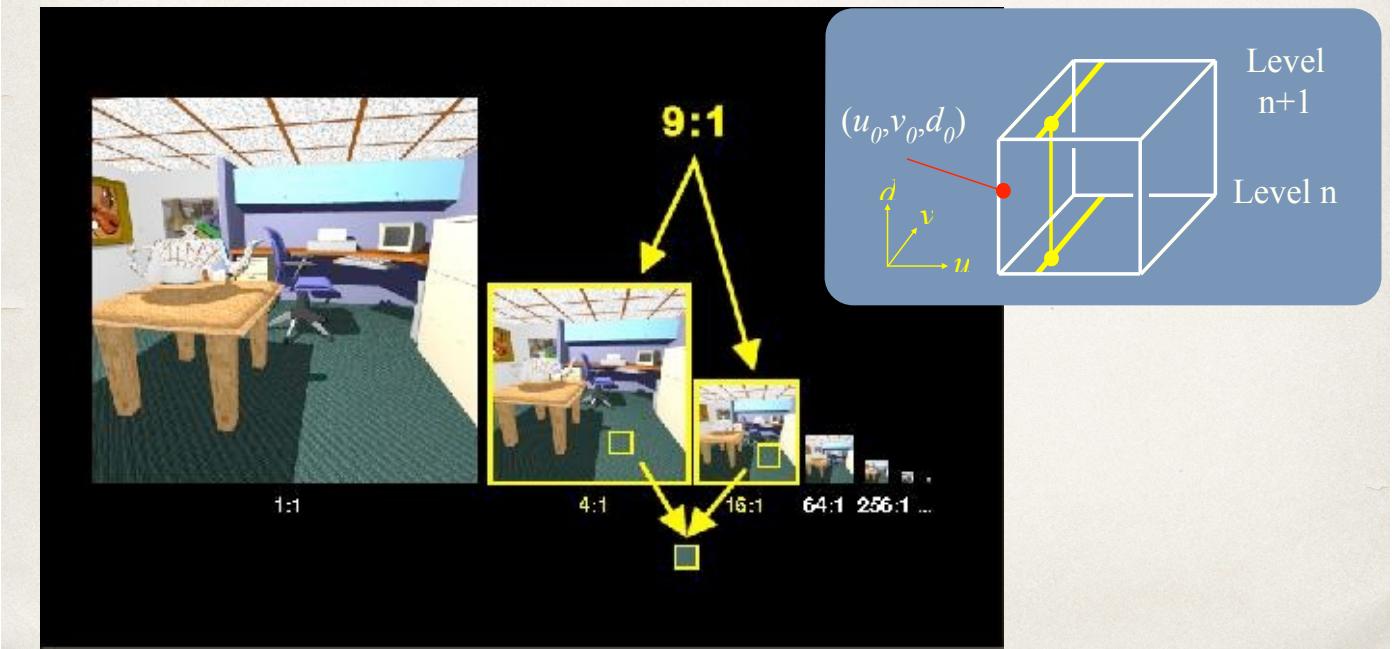
Aliasing

- * *Mipmapping:* A imagem é selecionada em função da área do objeto na textura



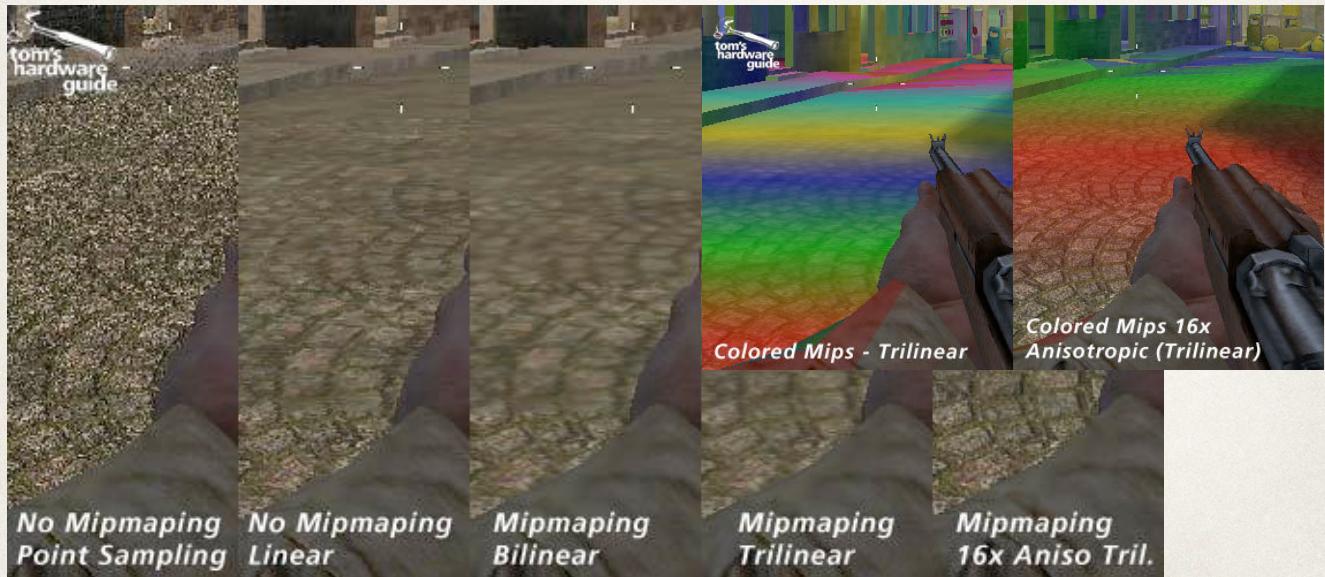
Aliasing

- * *Mipmapping:* A imagem é selecionada em função da área do objeto na textura



Aliasing

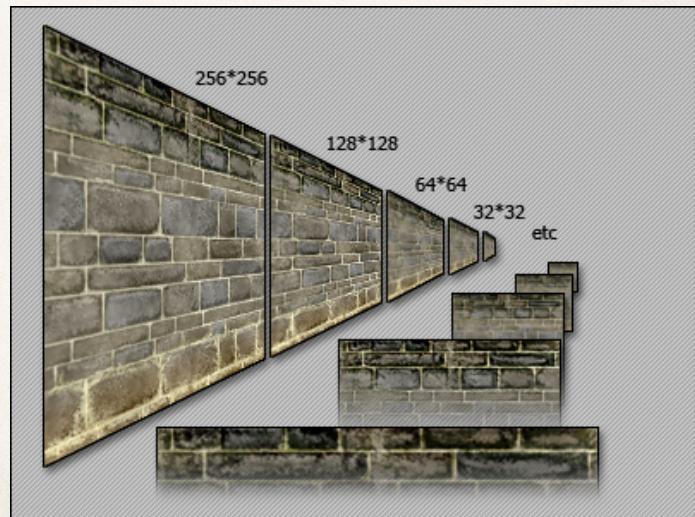
- MipMaps:



Aliasing

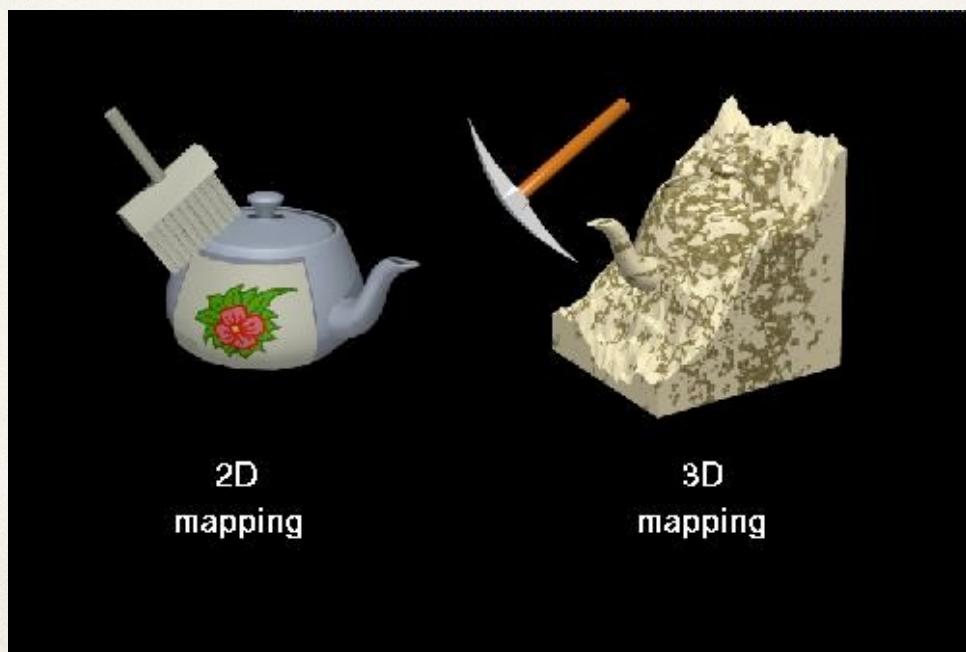
- Em OpenGL:

- `GL_TEXTURE_MIN_FILTER`
 - `GL_NEAREST`
 - `GL_LINEAR,`
 - `GL_NEAREST_MIPMAP_NEAREST,`
 - `GL_NEAREST_MIPMAP_LINEAR,`
 - `GL_LINEAR_MIPMAP_NEAREST,`
 - `GL_LINEAR_MIPMAP_LINEAR`



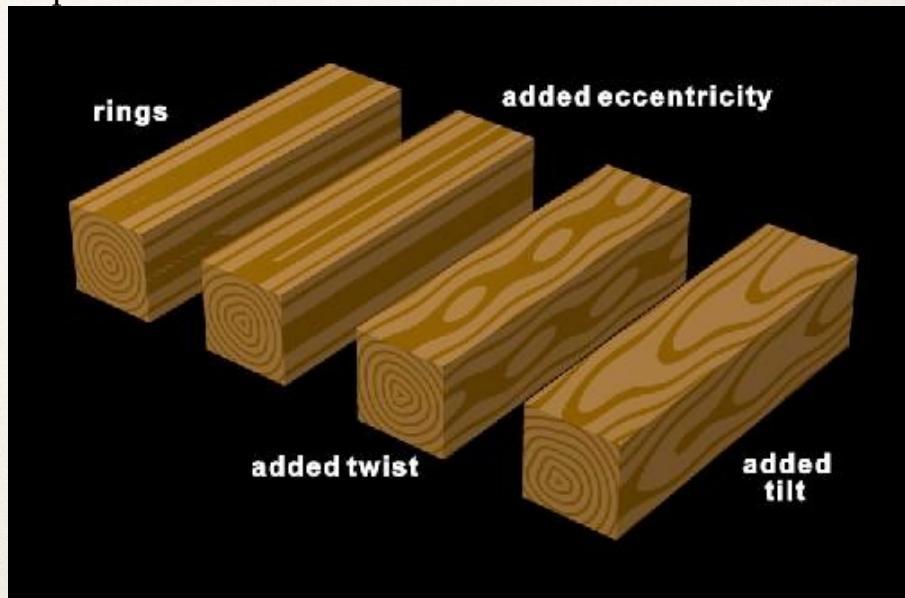
Mapeamento de Texturas 3D

- Simular objetos cujo material é “volumétrico”



Mapeamento de Texturas Procedural

- Textura é gerada por um procedimento
 - Evita a percepção de padrões



Mapeamento de Texturas Procedural

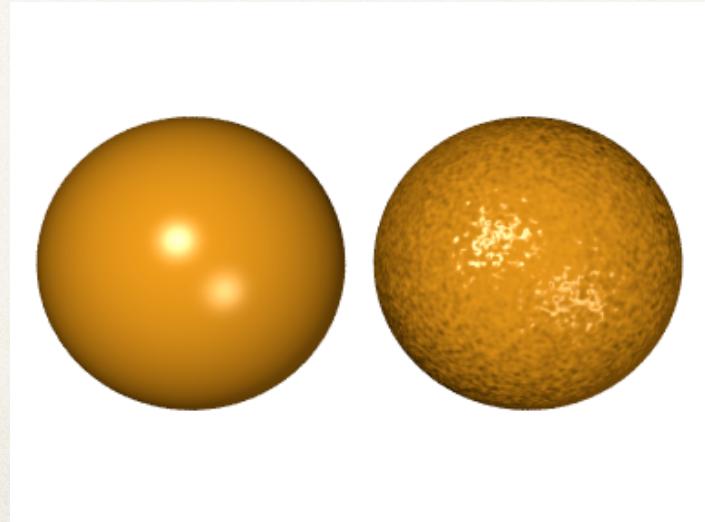
- Textura é gerada por um procedimento
 - Evita a percepção de padrões



Outros efeitos baseados em mapeamento de imagens

Bump Mapping

- Superfícies rugosas
 - Caracterizadas por detalhes irregulares na superfície
 - Iluminação não varia suavemente



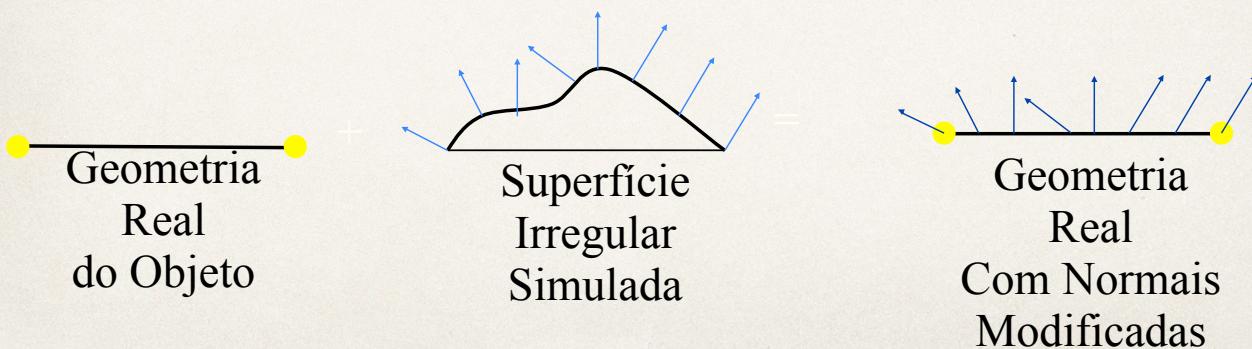
Bump Mapping

- Como representar os detalhes da superfície dos objetos?
 - Refinamento da malha
 - Aumento no custo computacional
 - Simulação do comportamento visual da superfície do objeto



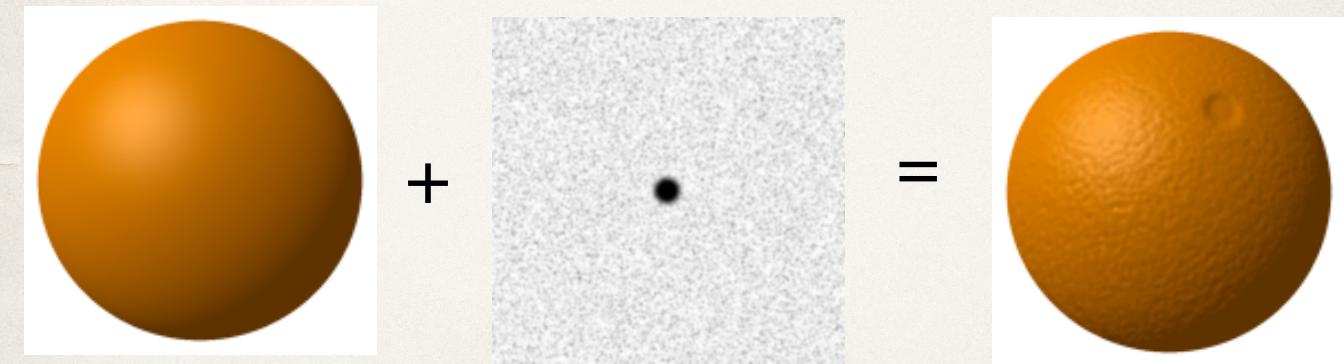
Bump Mapping

- Superfícies lisas
 - Lisa: normal varia suavemente
 - Rugosas: normal varia de forma não suave e irregular
- Simular a variação perturbando o comportamento suave da normal durante o processo de renderização



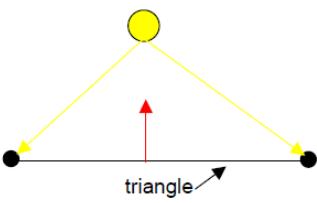
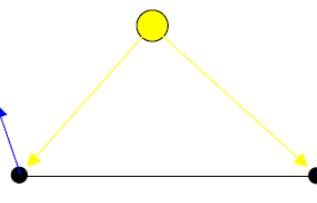
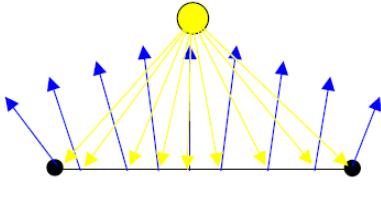
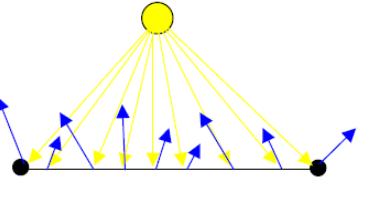
Bump Mapping

- *Bump Mapping*
 - Técnica que associa uma função que perturba o comportamento suave da normal nas superfícies poligonais

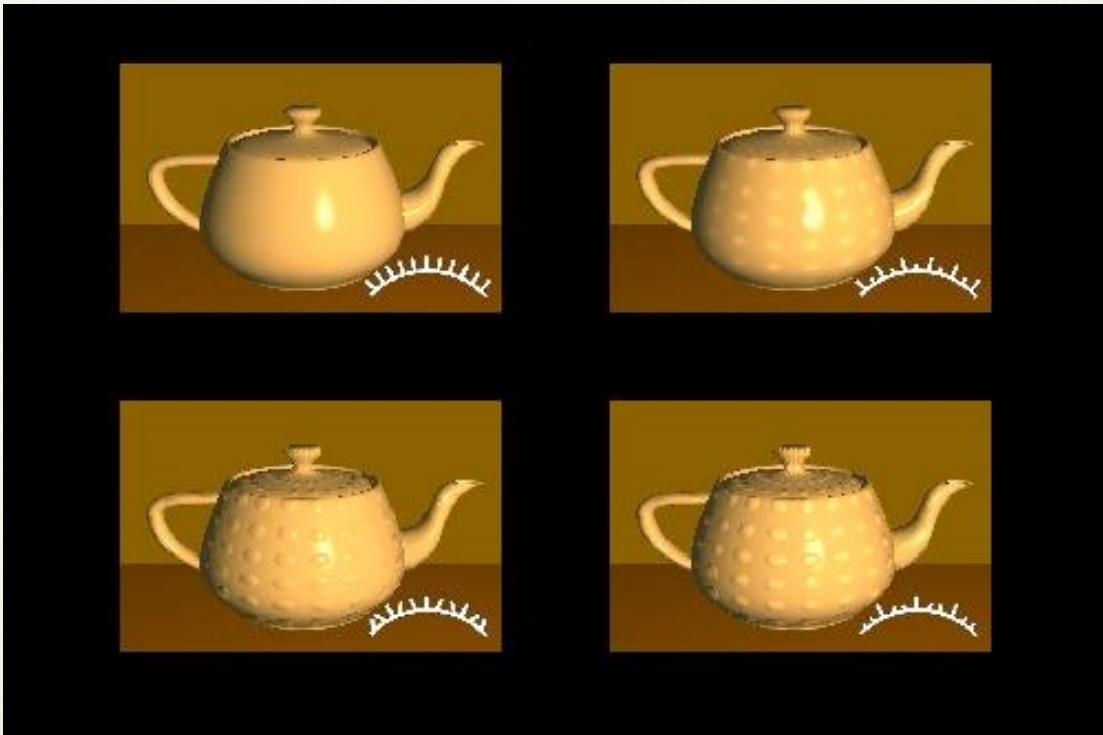


Bump Mapping

- Como aplicar nos algoritmos de reflexão?

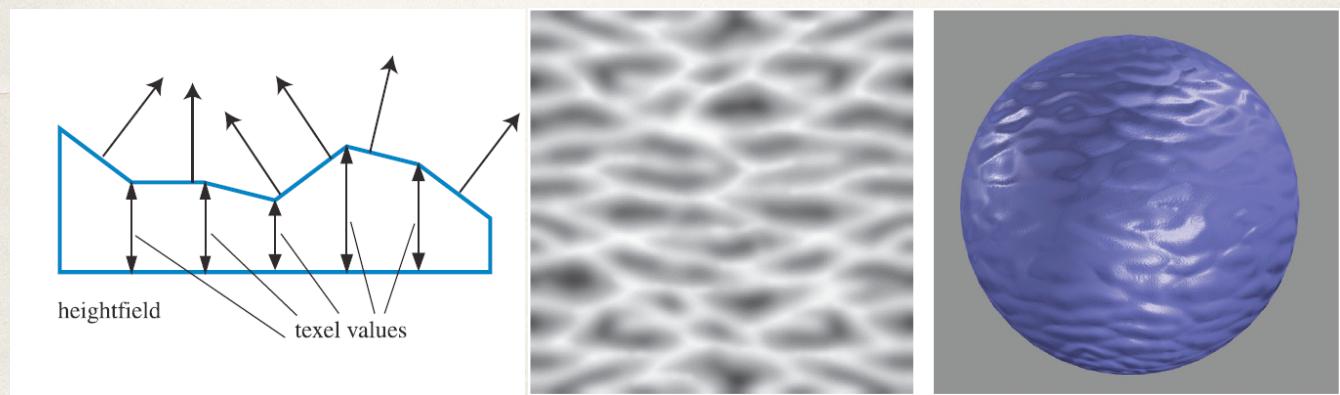
Flat shading	Gouraud shading
 <p>triangle</p> <p>Only the first normal of the triangle is used to compute lighting in the entire triangle.</p>	 <p>The light intensity is computed at each vertex and interpolated across the surface.</p>
Phong shading	Bump mapping
 <p>Normals are interpolated across the surface, and the light is computed at each fragment.</p>	 <p>Normals are stored in a bumpmap texture, and used instead of Phong normals.</p>

Bump Mapping



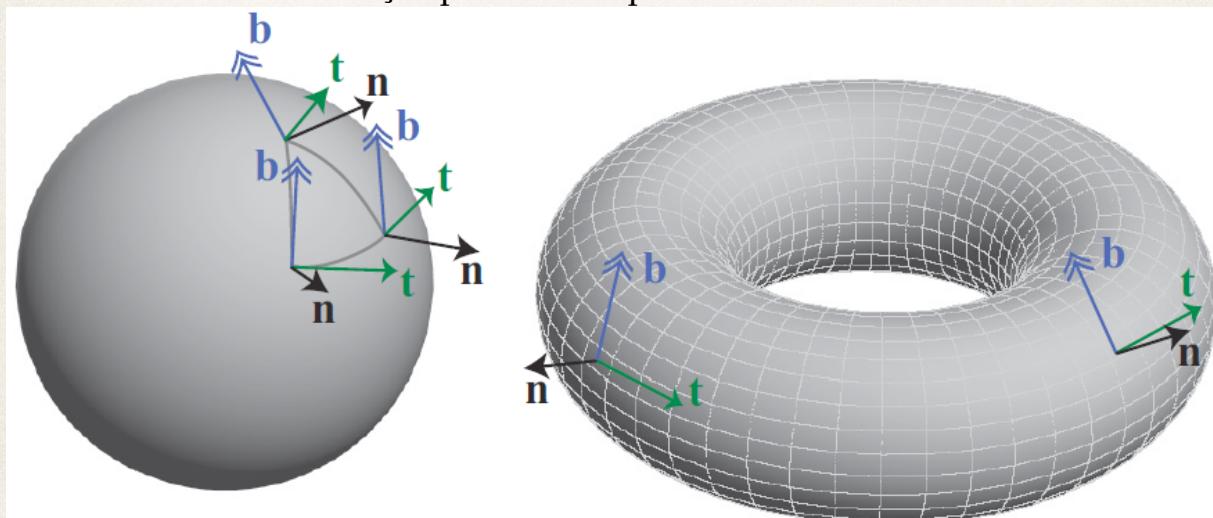
Bump Mapping

- Perturbação da normal é armazenada como uma textura que representa:
 - Um mapa de alturas que modifica a altura dos fragmentos
 - Vetor normal é recalculado baseado na geometria modificada da superfície.



Bump Mapping

- Como perturbar a normal no espaço do objeto quando a iluminação é definida no espaço da câmera?
 - Criar um sistema de referência no espaço do objeto, onde a perturbação da normal e a iluminação podem ser aplicadas



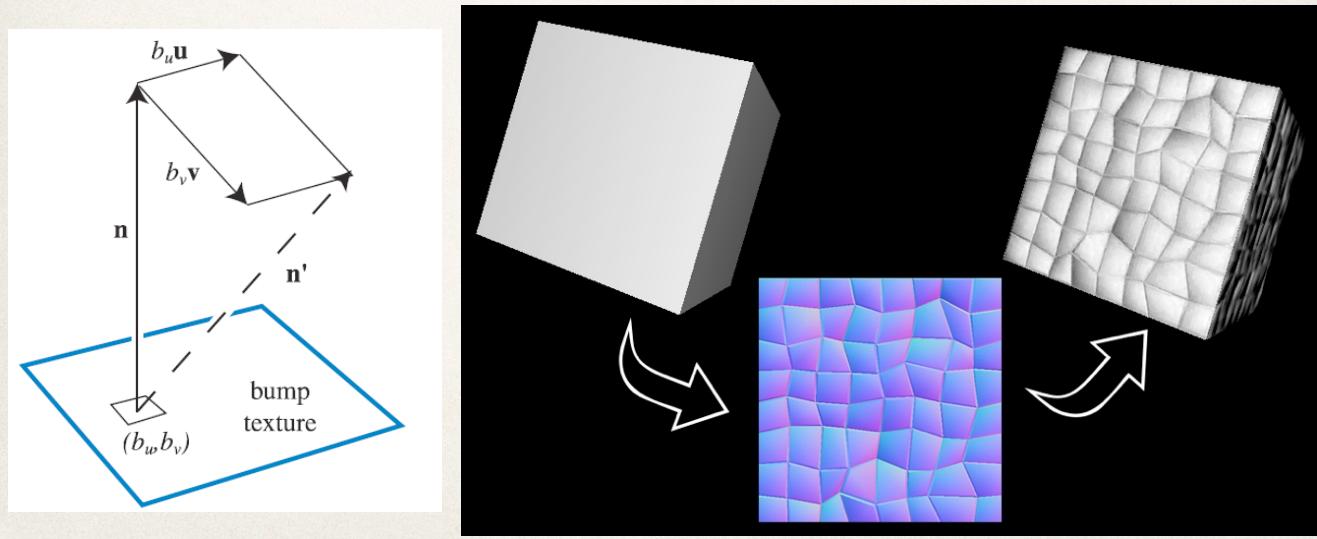
Bump Mapping

- Espaço Tangente (*Tangent Space*)
 - Definido por 3 vetores unitários (não necessariamente ortogonais)
 - Normal (N)
 - Tangente (T)
 - Bitangente (ou Binormal) (B)

$$\begin{pmatrix} t_x & t_y & t_z & 0 \\ b_x & b_y & b_z & 0 \\ n_x & n_y & n_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

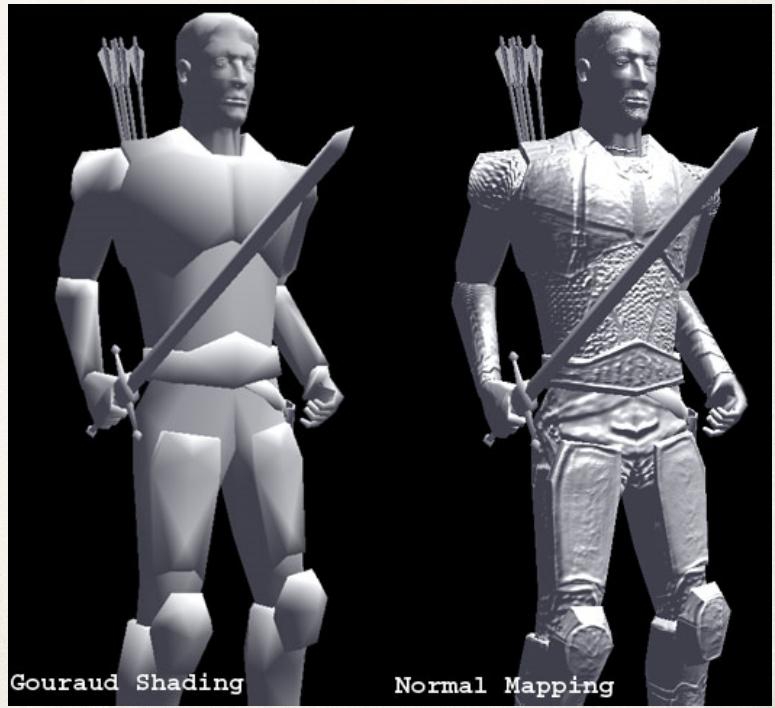
Bump Mapping

- Perturbação da normal é armazenada como uma textura que representa:
 - um vetor deslocamento aplicado a normal



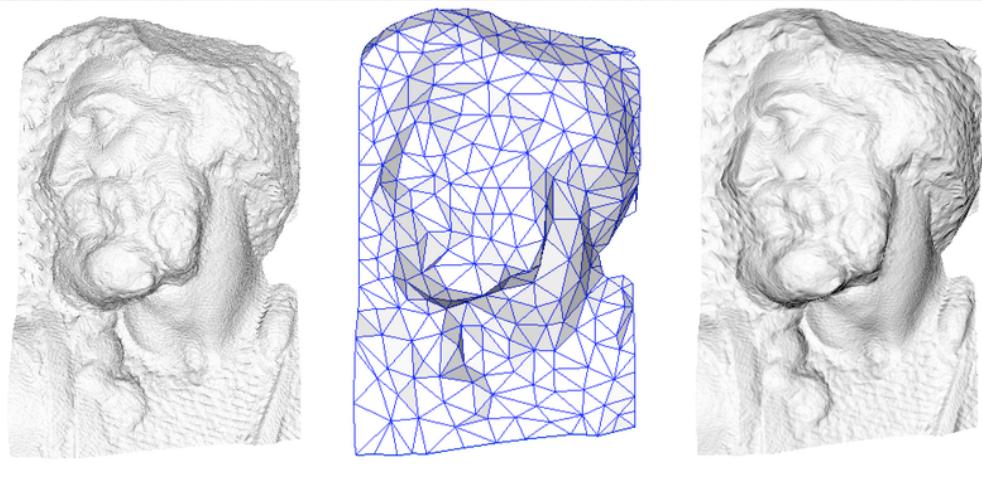
Normal Mapping

- Mapa de normais
 - Permite armazenar as normais de um modelo em uma imagem.



Normal Mapping

- Mapa de normais extraído a partir de um modelo originalmente muito denso
 - Permite, aplicando-se a técnica de *normal mapping* “trazer de volta” a geometria eliminada no processo de simplificação de uma malha.



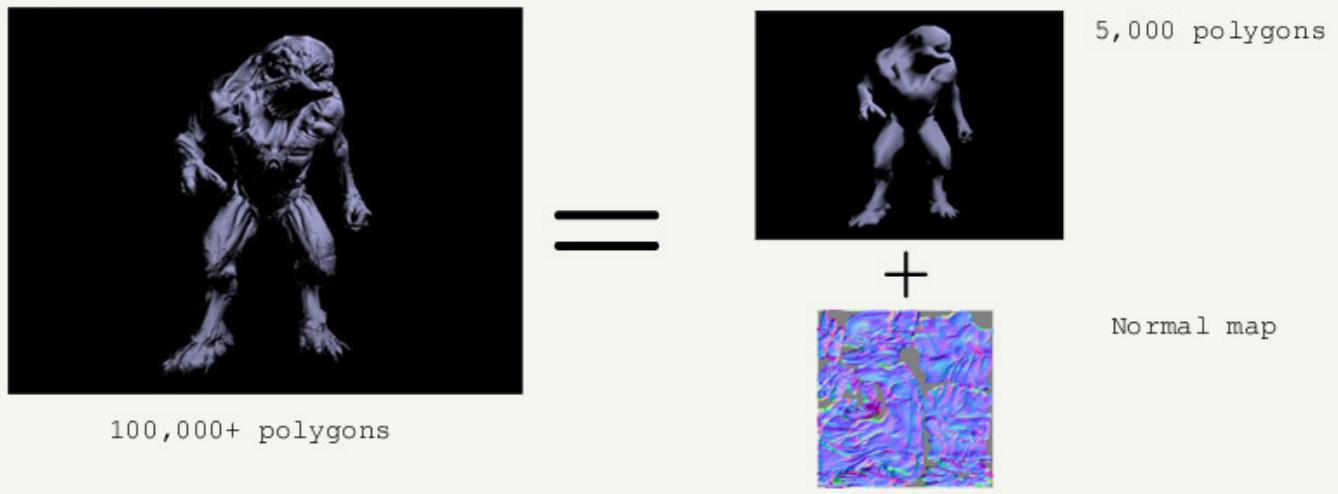
original mesh
4M triangles

simplified mesh
500 triangles

simplified mesh
and normal mapping
500 triangles

Normal Mapping

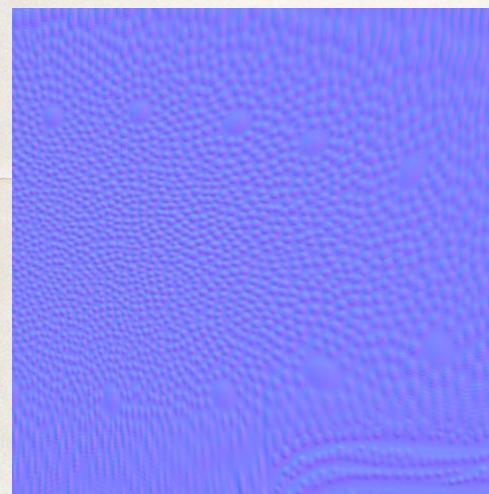
- Mapa de normais
 - Aplicação similar a uma textura
 - Os canais RGB armazenam a direção da normal



Normal Mapping + Mapeamento de Textura



Normal Mapping + Mapeamento de Textura

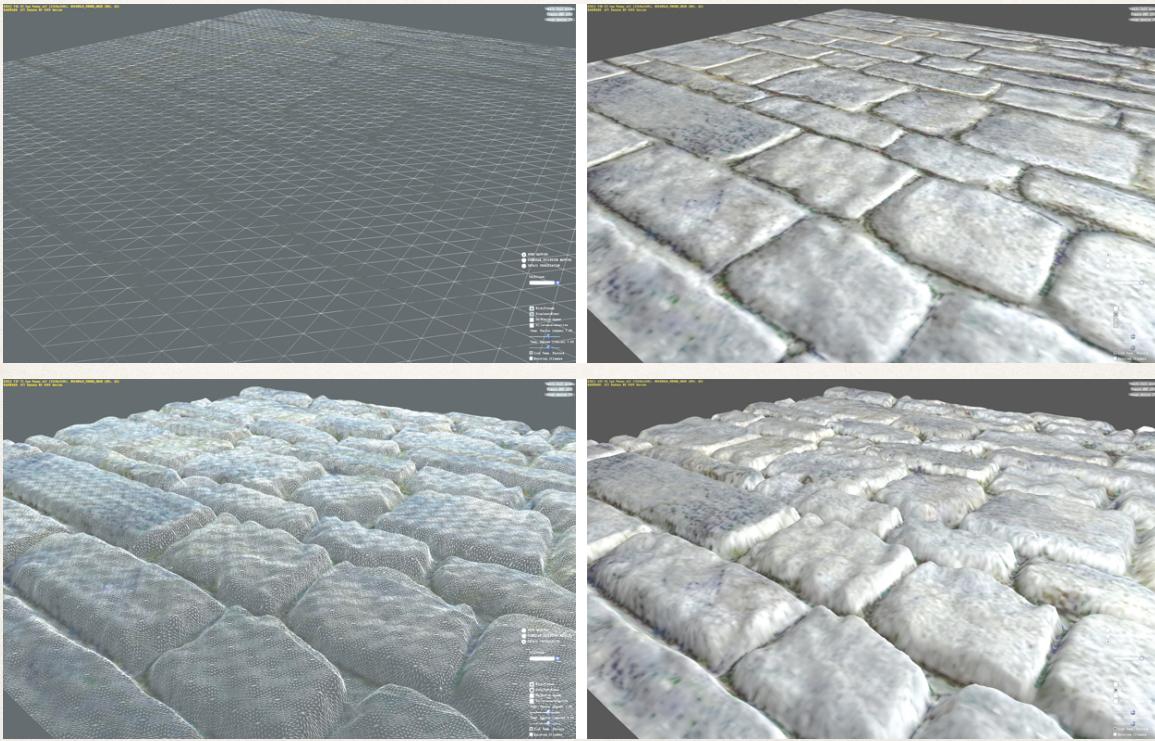


Displacement Mapping

- Similar ao *bump mapping*, porém modifica a geometria do objeto
 - Adiciona detalhe a superfície

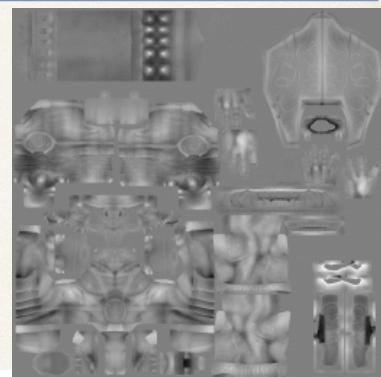


Displacement Mapping



Displacement Mapping

- “Textura” define o *displacement* a ser aplicado

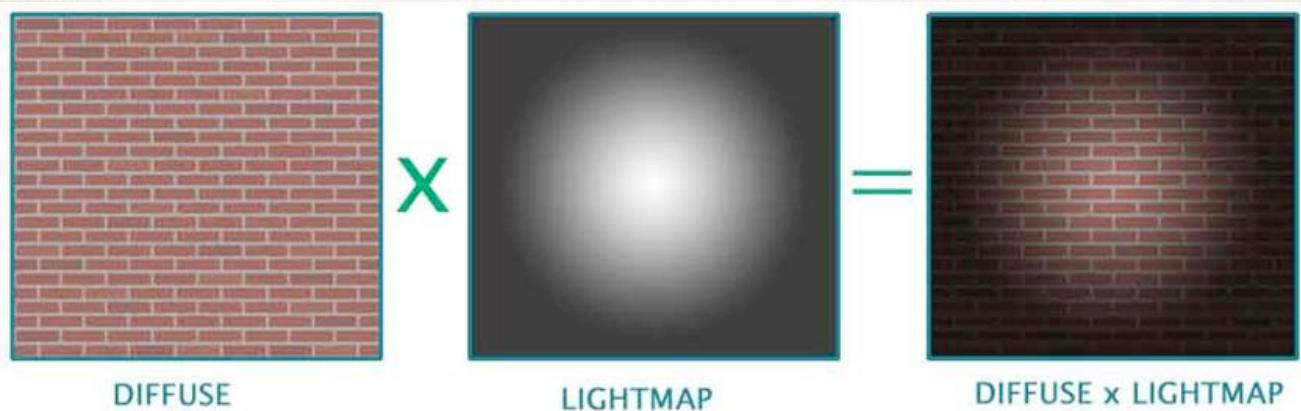


Displacement Mapping

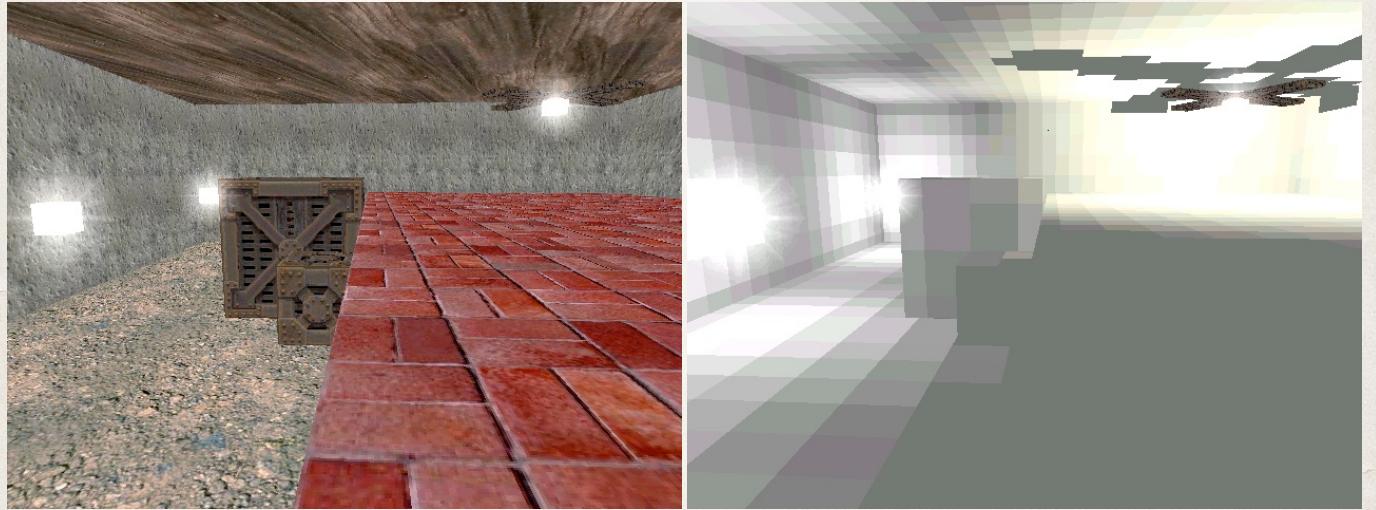


Light Mapping

- Utilizar o princípio de mapeamento de textura para simular efeitos de iluminação
 - Reproduzir modelos de iluminação mais complexos
- Necessita que se possa compor mais de uma textura (*multi-texturing*)



Light Mapping

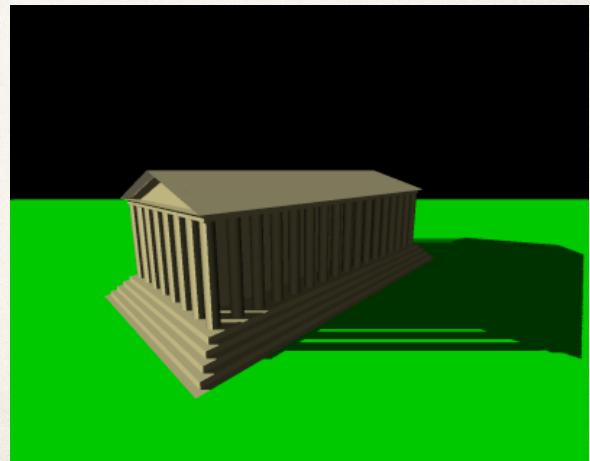
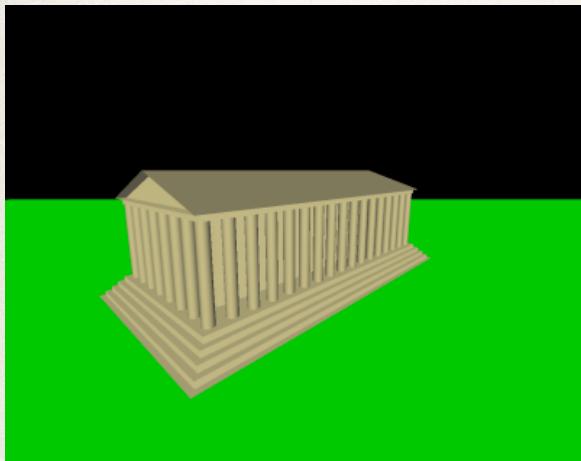


Light Mapping



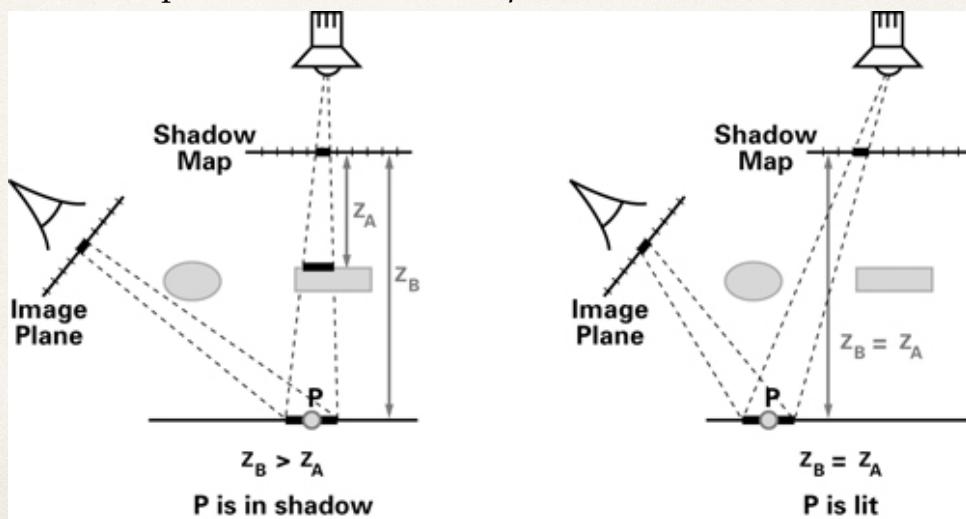
Shadow Mapping

- Utilizar o princípio de mapeamento de textura para simular efeitos de sombras
 - Reproduzir a sombra de outros objetos



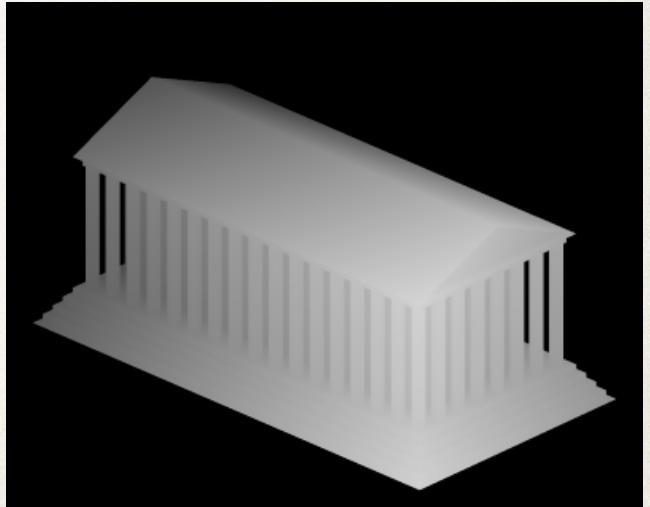
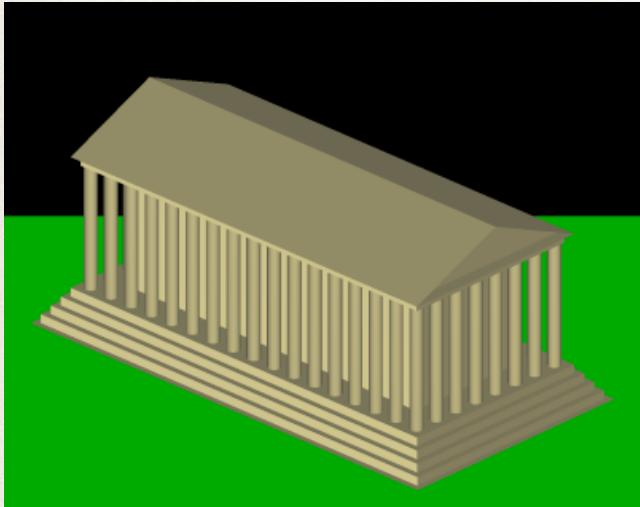
Shadow Mapping

- Cria uma textura identificando a visibilidade dos objetos a partir do ponto de vista da fonte de luz (*shadow mapping*)
 - Armazena a profundidade de cada *pixel*



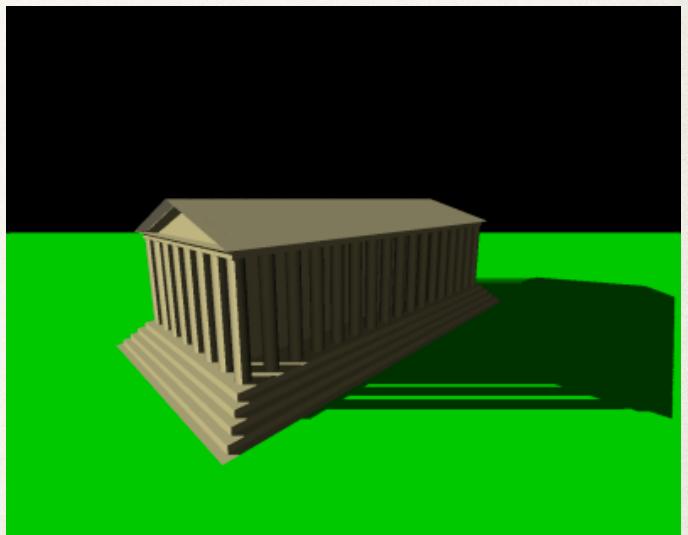
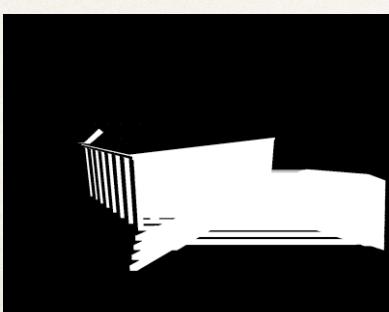
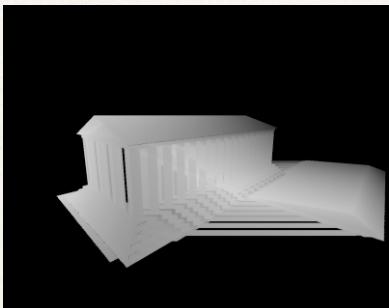
Shadow Mapping

- * Ponto de vista da fonte de luz



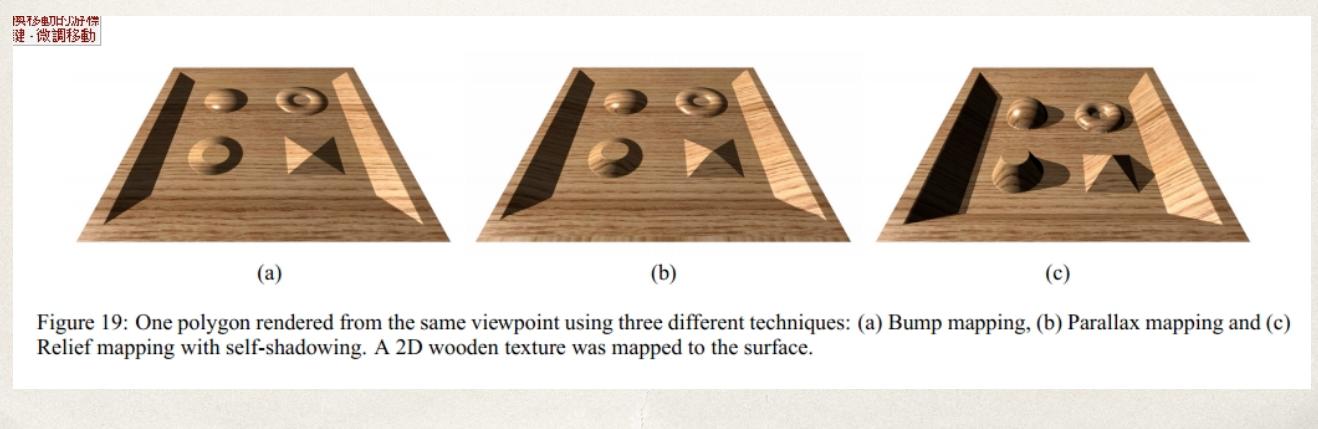
Shadow Mapping

- * Classificando os pixels pelo *shadow map*



Outras técnicas baseadas em mapeamento

- *Relief Mapping*
- *Parallax Mapping*



A Seguir.... Algoritmos de Iluminação Global
