

# Técnicas de Mapeamento

- ◆ Mapeamento de Texturas
- ◆ *Environment Mapping*
- ◆ *Bump Mapping*
- ◆ *Displacement Mapping*
- ◆ *Normal Mapping*

Marcelo Walter - UFPE

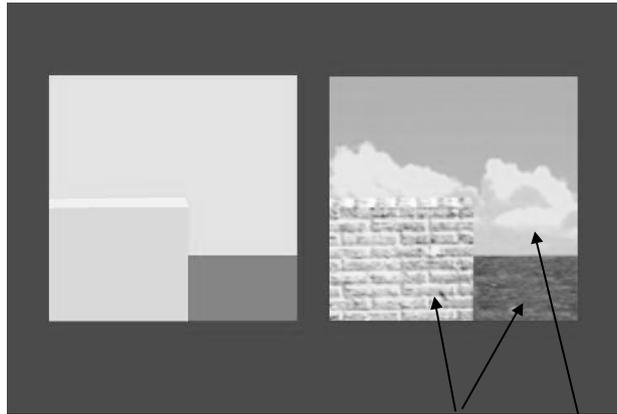
1

revisto out/2008

# Mapeamento de Texturas

2

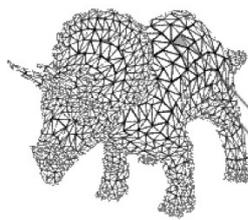
## Detalhes sem detalhes (geometria)



tijolos, nuvens e grama são imagens

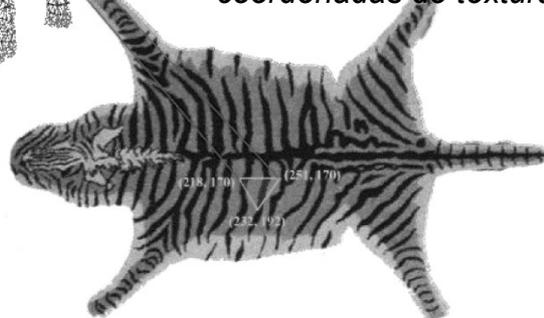
3

## Incremento do realismo visual



Também  
conhecido  
como *UV  
mapping*

Para cada vértice da  
malha associamos um  
par (u,v) de  
*coordenadas de textura*



Estas  
coordenadas são  
utilizadas para  
acessar uma  
imagem, o  
MAPA DE  
TEXTURA

4

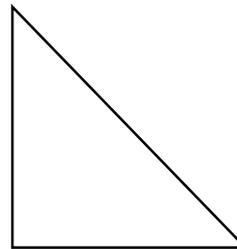
## Exemplo do formato OBJ

```
# exemplo formato obj
v 3.4 4.5 6.7
v 0.78 7.8 4.0
v 1 2.3 4.5
```

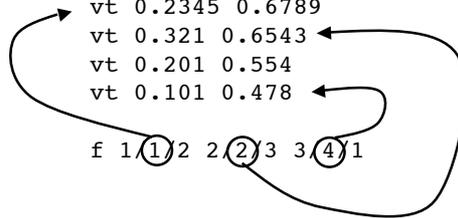
```
vn 0.0 0.703 0.312
vn 0.409 0.0 0.53
vn 1 0.0 0.0
```

```
vt 0.2345 0.6789
vt 0.321 0.6543
vt 0.201 0.554
vt 0.101 0.478
```

```
f 1/1/2 2/2/3 3/3/4 1
```



f v/vt/vn v/vt/vn v/vt/vn

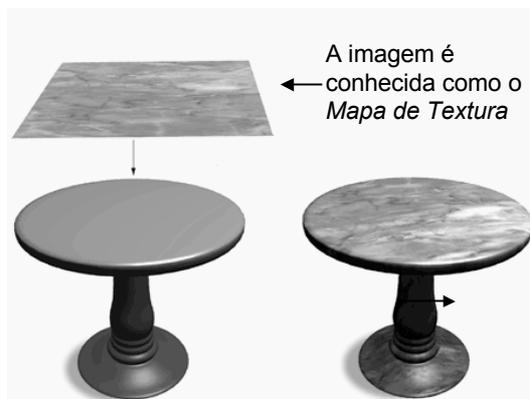


5

## Incremento do realismo visual



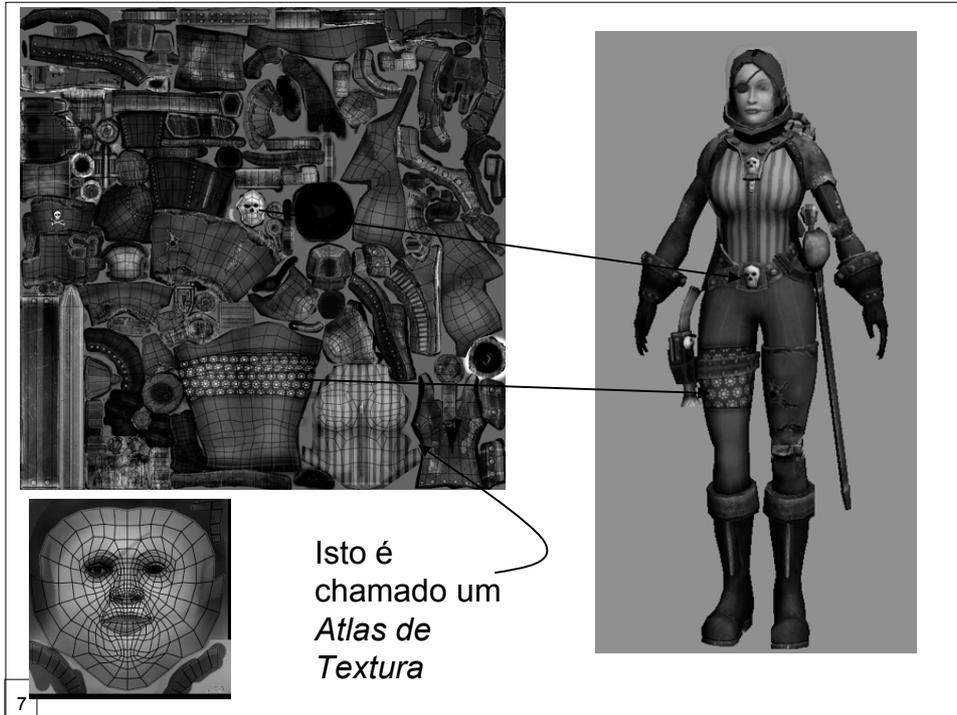
A primeira referência com esta idéia é a Tese de Doutorado do Edwin Catmull de 1974! Hoje presidente da *Pixar* e *Walt Disney Animation Studios*!!



A imagem é conhecida como o *Mapa de Textura*

*Papel de parede "elástico" que se adapta a forma*

6



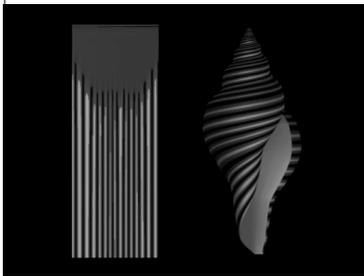
## Problemas Associados

- ◆ Obtenção dos mapas
- ◆ Obtenção das coordenadas de textura (*The Mapping Problem*)

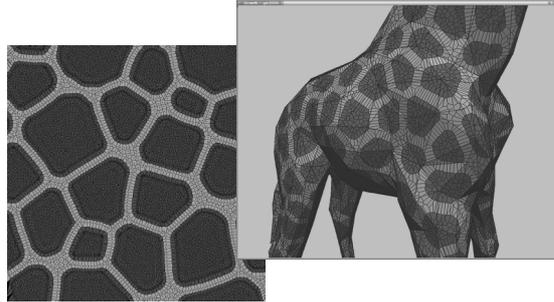
8

## Como obter os mapas?

- ◆ Proceduralmente através de um modelo
  - Nem sempre muito realísticos
  - Controle (como é que faço textura da cobra *borthups*?)



Conchas Marinhas  
[Fowler92]

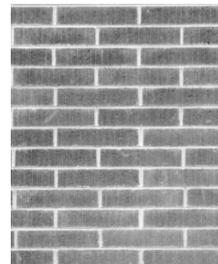
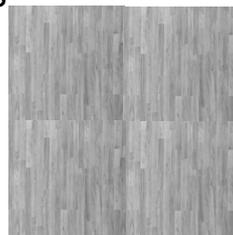


Padrões de pelagem de mamíferos  
[Walter2001]

9

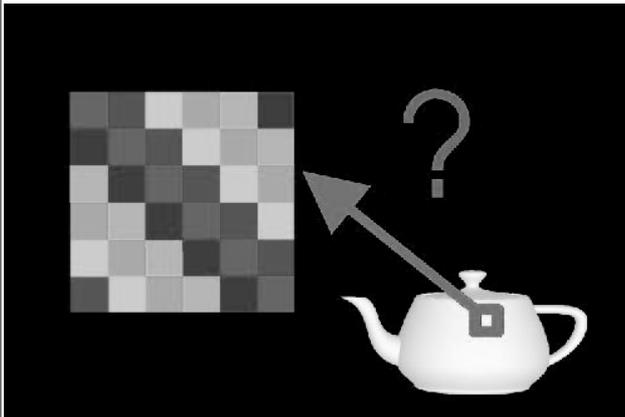
## Como obter os mapas?

- ◆ Bons mapas são difíceis de se achar
- ◆ Pintura à mão
  - Grande trabalho artístico envolvido
- ◆ Usualmente imagens digitalizadas
  - Baixa resolução
  - Baixa variabilidade
  - Repetição



10

## Que cor vou pintar este pixel? (*The Mapping Problem*)



Coordenadas do objeto (float)

$(x,y,z)$

Coordenadas de textura normalizadas (float)

$(u,v)$

Coordenadas da imagem (integer)

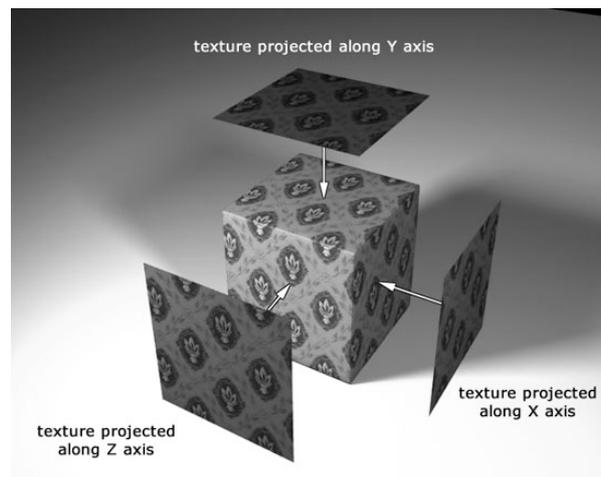
$(tx,ty)$

Cores RGB

$(r,g,b)$

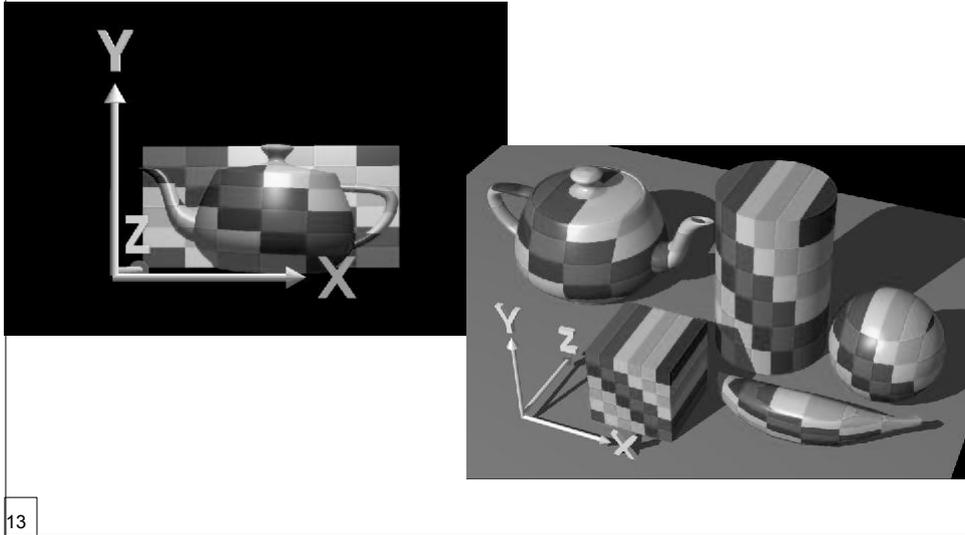
11

## Solução “*deixa um de fora*” (projeção planar)

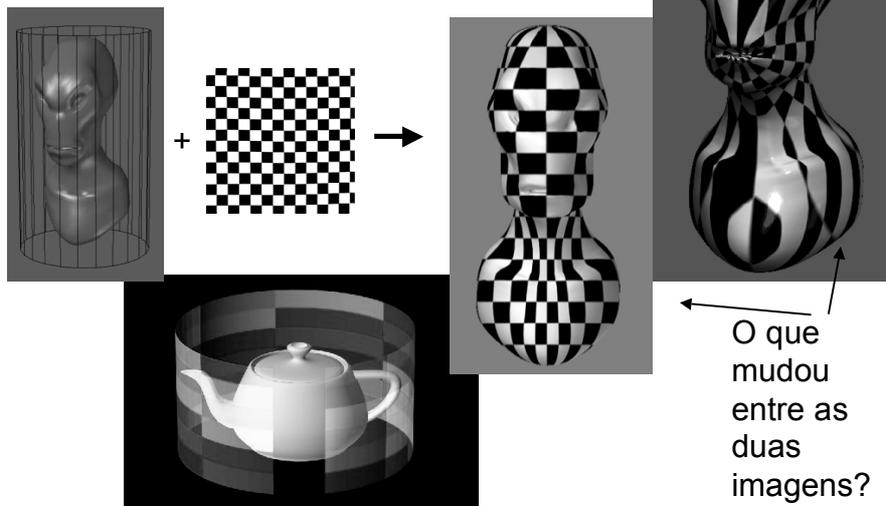


12

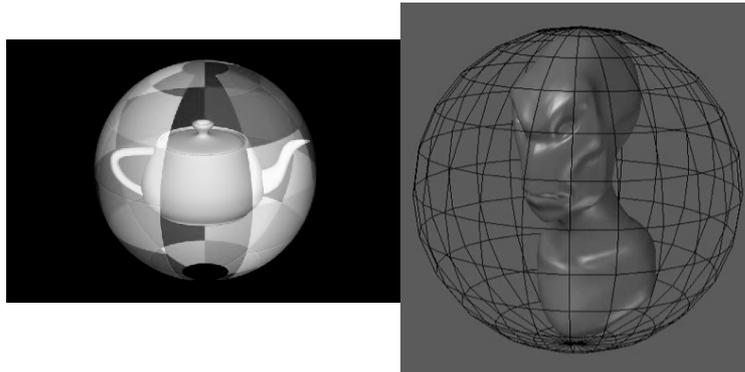
## Solução “*deixa um de fora*”



## Solução em 2 partes Projeção cilíndrica



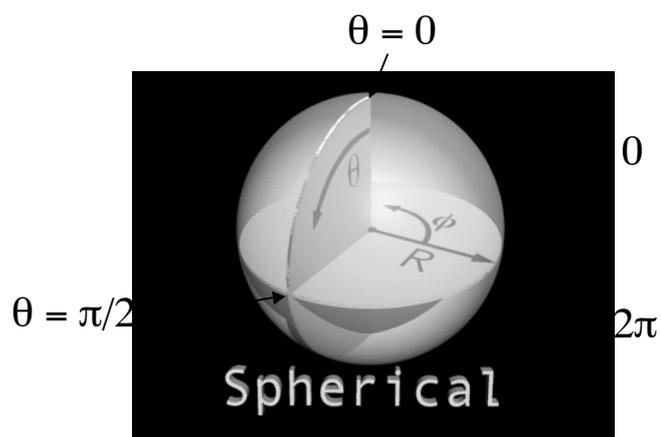
## Solução em 2 partes Projeção esférica



*E. Bier and K. Sloan. Two-part texture mapping.  
IEEE Computer Graphics and Applications  
pages 40-53, September 1986.*

15

## Coordenadas Esféricas

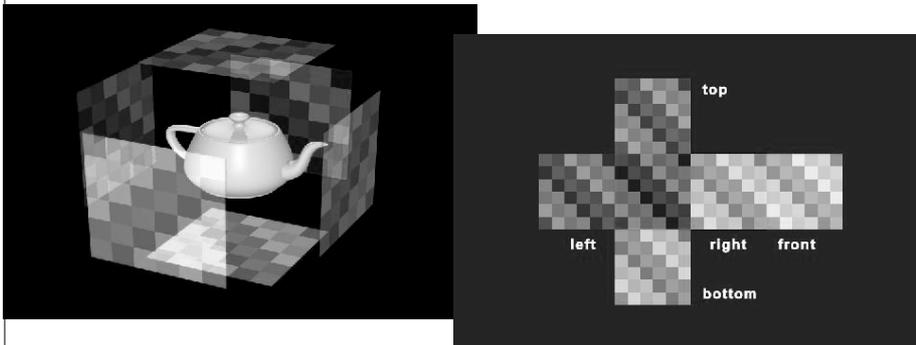


16

## Exemplo numérico

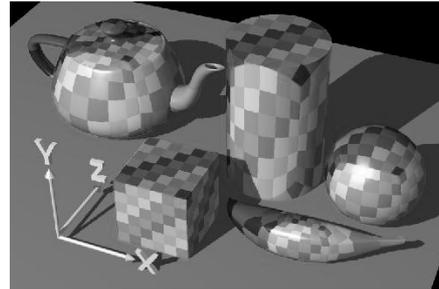
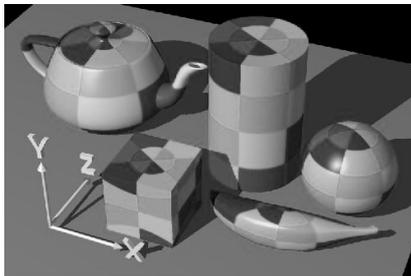
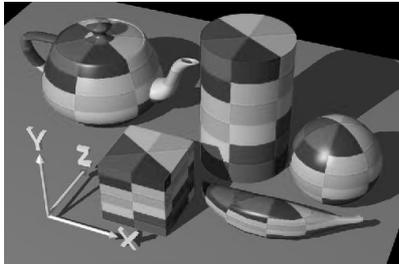
17

## Solução em 2 partes Projeção no cubo



18

## Comparação



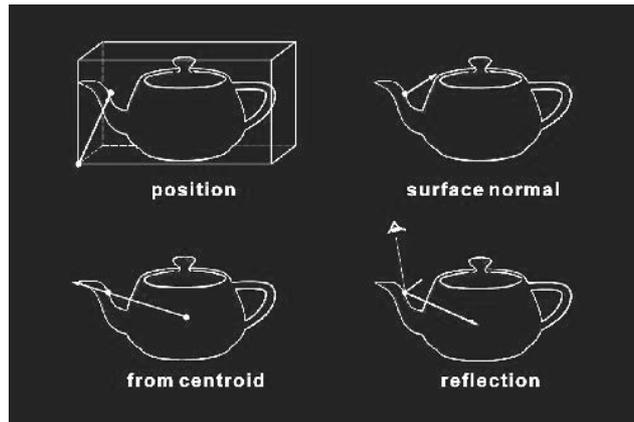
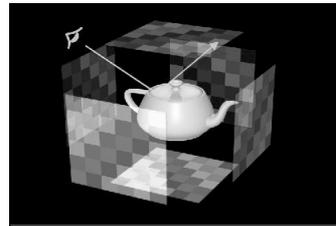
19

## Porque cilindros, esferas e cubos?

- ◆ Parametrização fácil
- ◆ São *homeomórficos* a um plano
- ◆ Dito de outra forma, conseguimos acessar qualquer ponto da superfície com 2 valores apenas

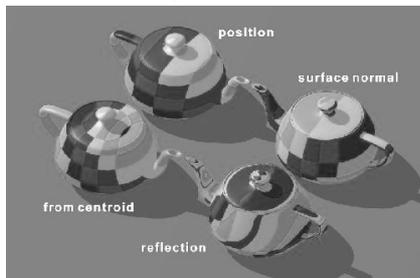
20

# Como obter a coordenada de textura?

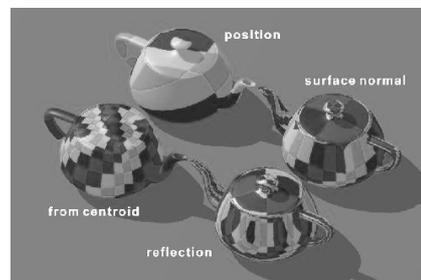
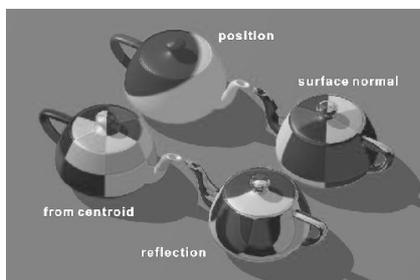
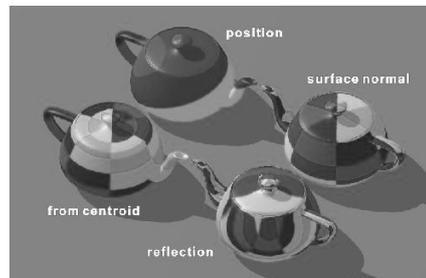


21

## plano



## cilindrico



esférico

Comparação

cúbico

22

## Planarização de Malhas

- ◆ Planarização da malha de triângulos
- ◆ Aparece como **PELTING\*** nos softwares de modelagem

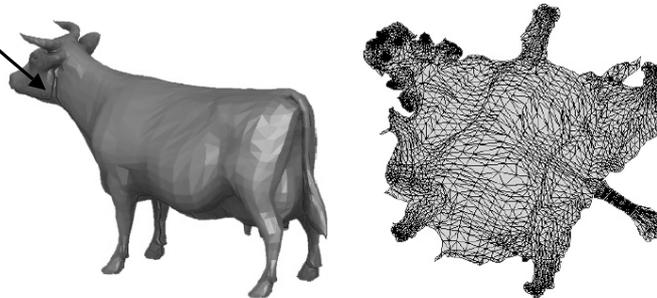


\*Pelt: the hair or fur of an animal plus the skin.

23

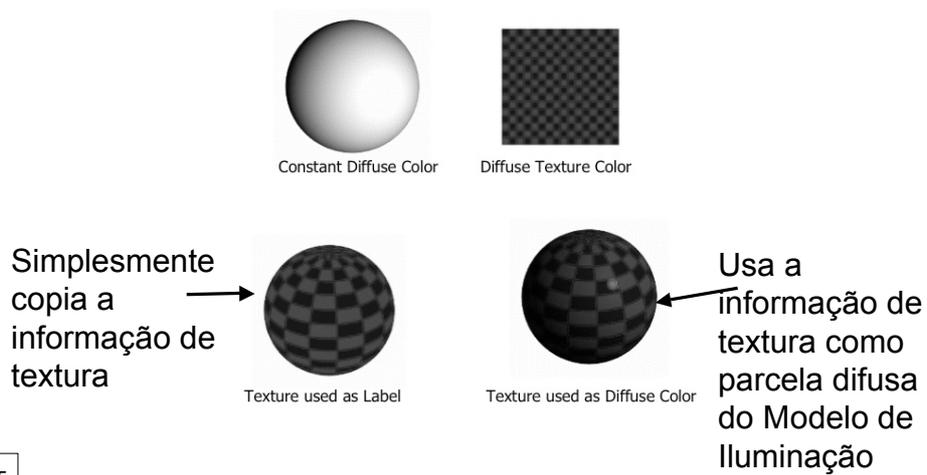
## Etapas

- ◆ Escolha da linha de corte
- ◆ Escolha do método (preservar ângulos, áreas, etc)
- ◆ Planarização



24

## Usando a informação da textura



25

## *Environment Mapping*



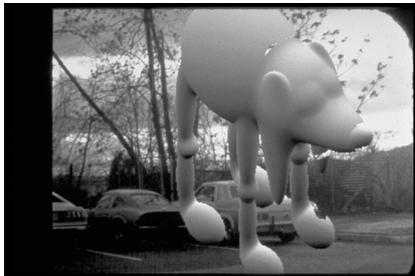
Environment map: Paul Debevec  
Imagem by Henrik Jensen



1991- O Exterminador do Futuro II  
ILM

26

## Environment Mapping



Gene Miller  
1984

27

## Outro uso para o *Cube* Mapping



+



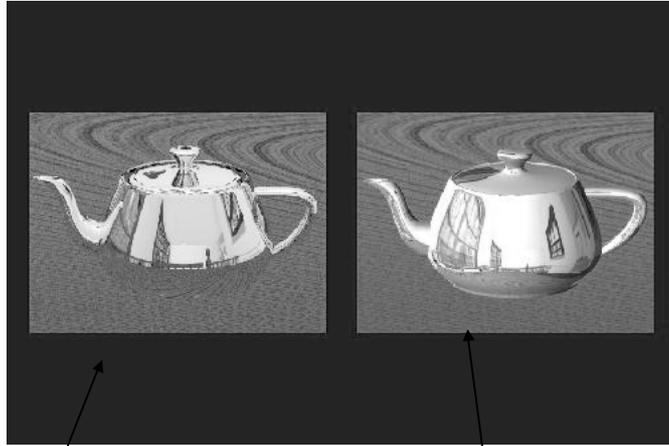
Procurando Nemo



©Disney/Pixar

28

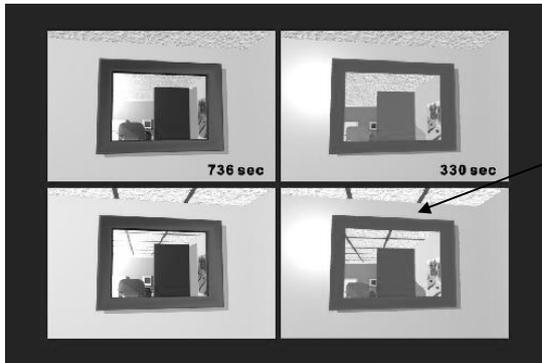
Simula um efeito de iluminação global



Ray Tracing

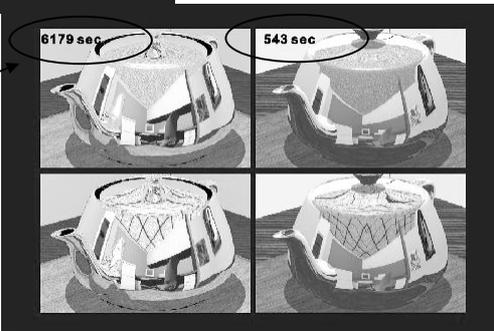
Environment Mapping

29



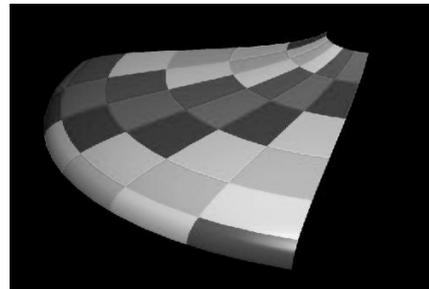
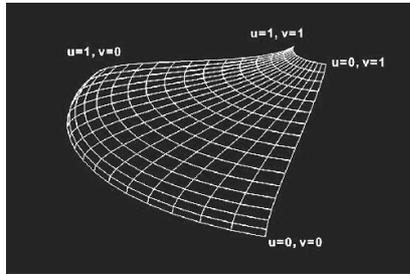
Note a  
descontinuidade  
nas linhas

Bad times...



30

# Superfícies paramétricas



$$S(s,t) = (X(s,t), Y(s,t), Z(s,t))$$

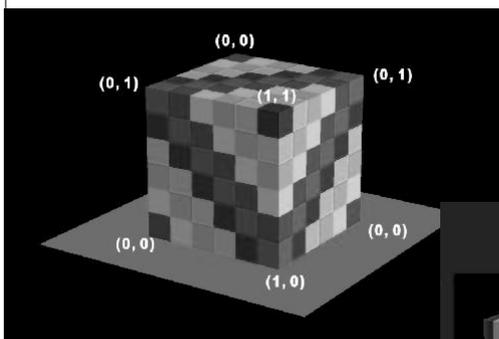
32 patches



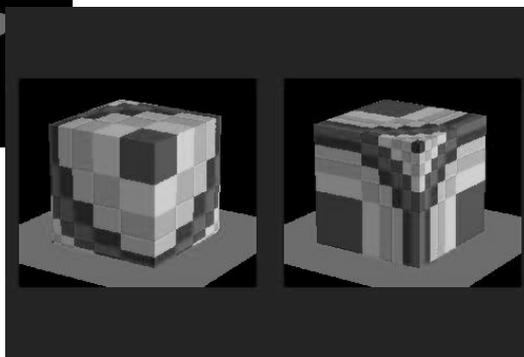
Mapeamento "natural" pois a superfície paramétrica já é descrita por um par de variáveis

31

# Animating Textures

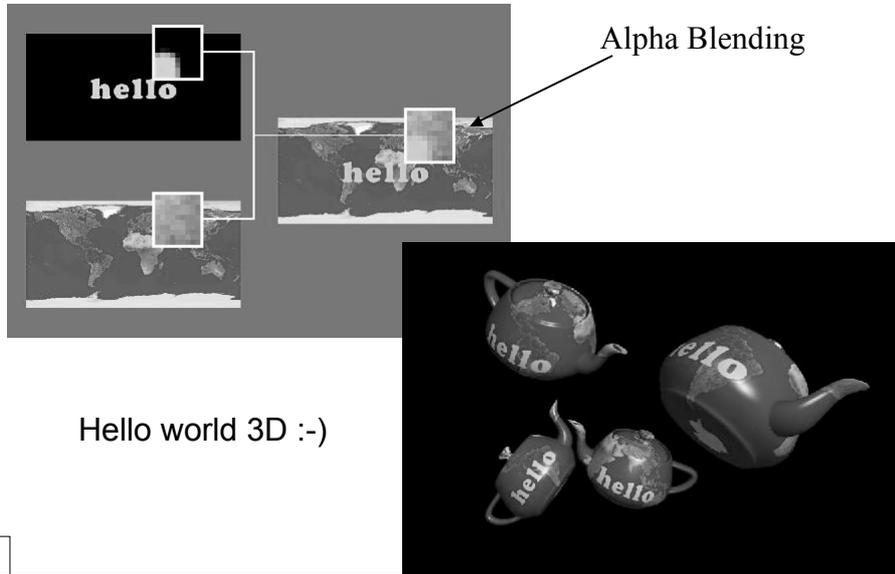


DEMO



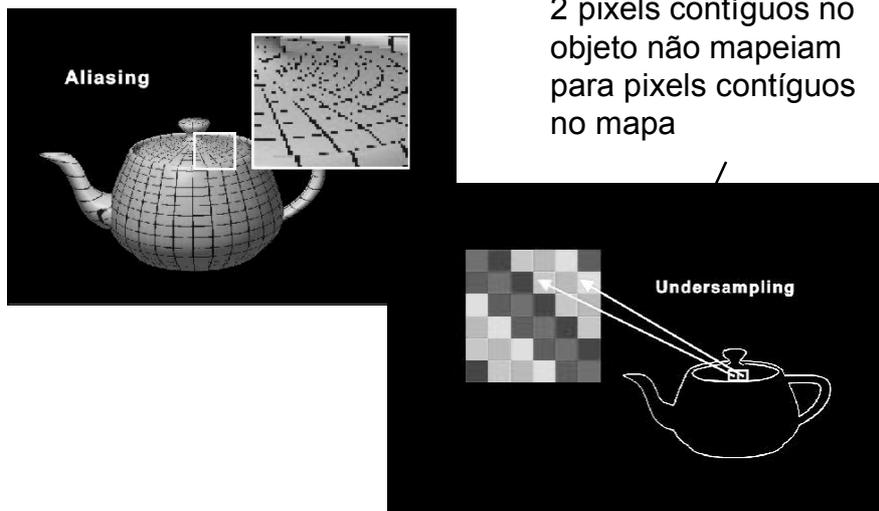
32

# Multitexturing



33

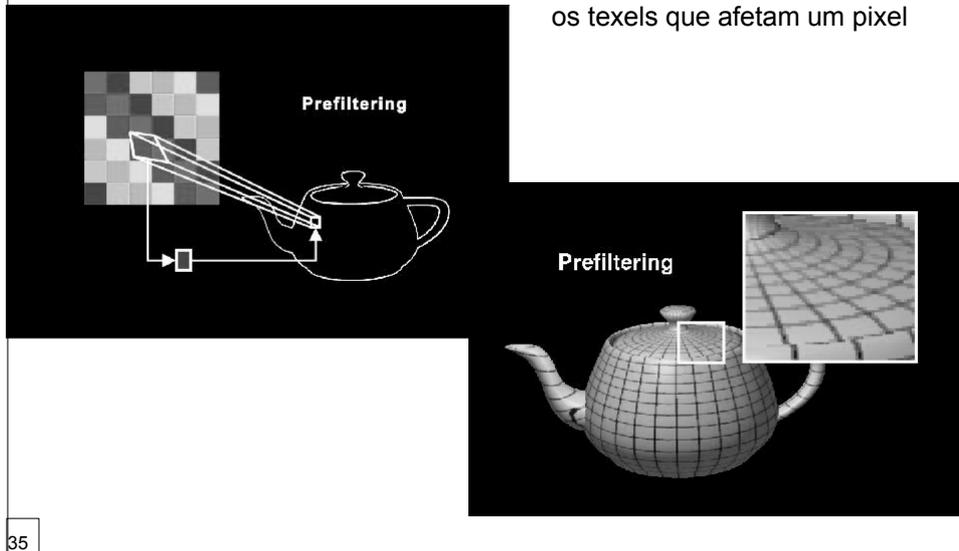
# Problemas?



34

# Soluções

Incorporar os efeitos de todos os texels que afetam um pixel

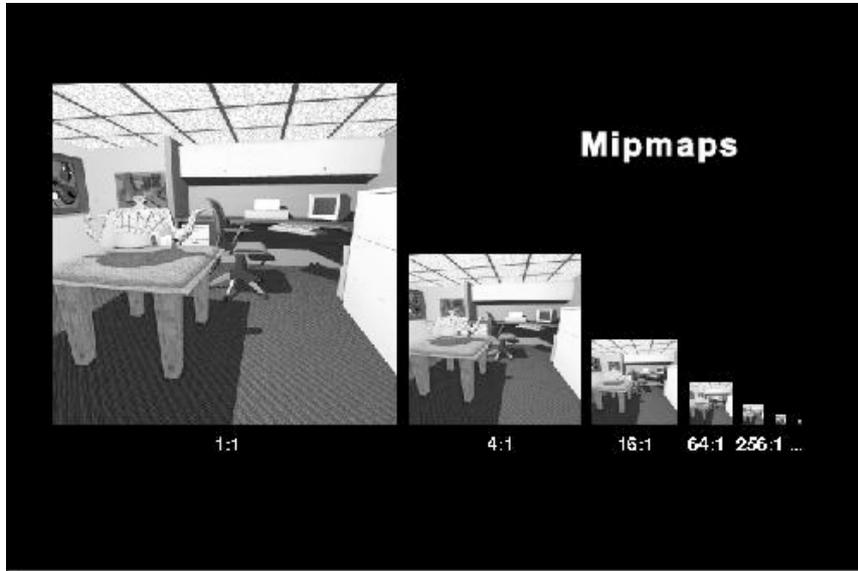


# MipMapping

- ◆ Técnica mais popular para filtragem de texturas
- ◆ MIP (*Multum in Parvo*)
  - “*Muitas coisas num lugar pequeno*”

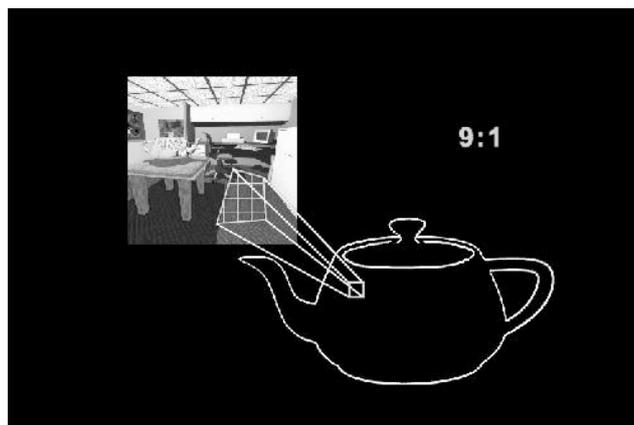
*Lance Williams*  
*SIGGRAPH 1983*  
*Pyramidal Parametrics*  
*p 1-11*

36

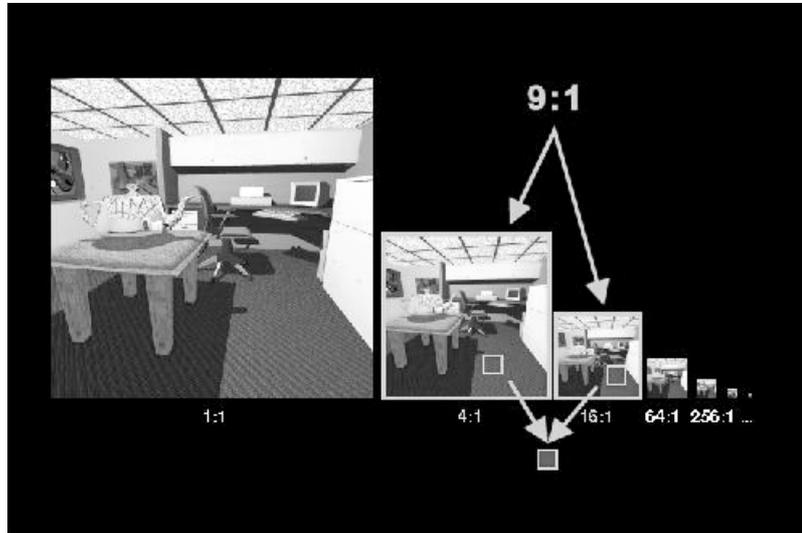


37

## Como usar MipMaps?

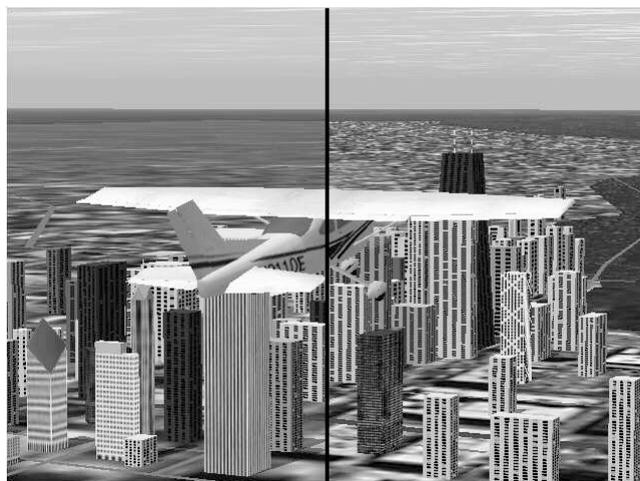


38



39

## Exemplo

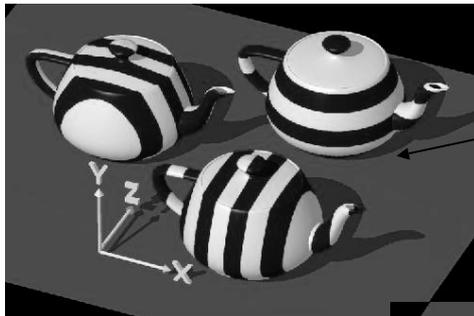


40

## Texturas Sólidas

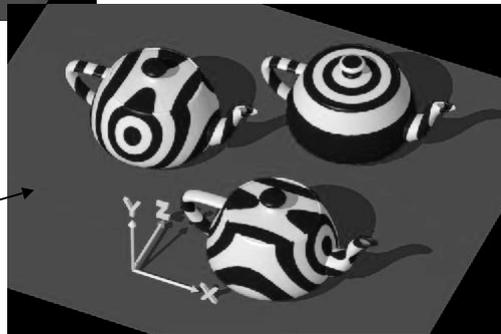
- ◆ Utilizar diretamente os valores de  $(x,y,z)$  da superfície do objeto para obter a textura  
 $(r,g,b)=f(x,y,z)$
- ◆ As cores da textura são obtidas por uma função das coordenadas geométricas
- ◆ Normalmente a textura não é armazenada (menos memória!)

41



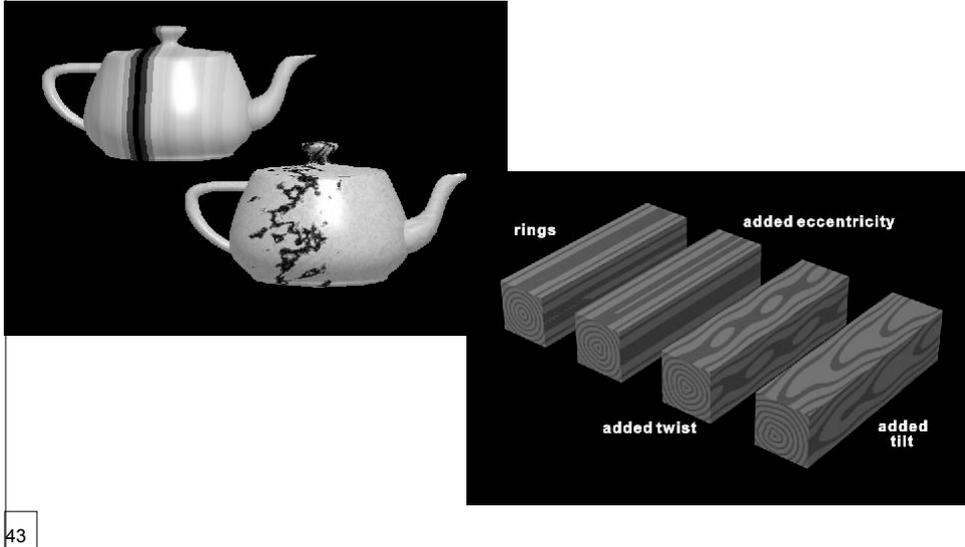
Parte inteira de uma das coordenadas:  
par=vermelho  
ímpar=branco

Outras manipulações com os valores  $(x,y,z)$



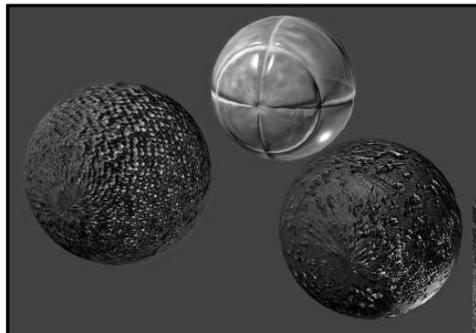
42

## Outras possibilidades



43

## Bump Mapping



Many thanks  
to Mr. Blinn  
(1978)



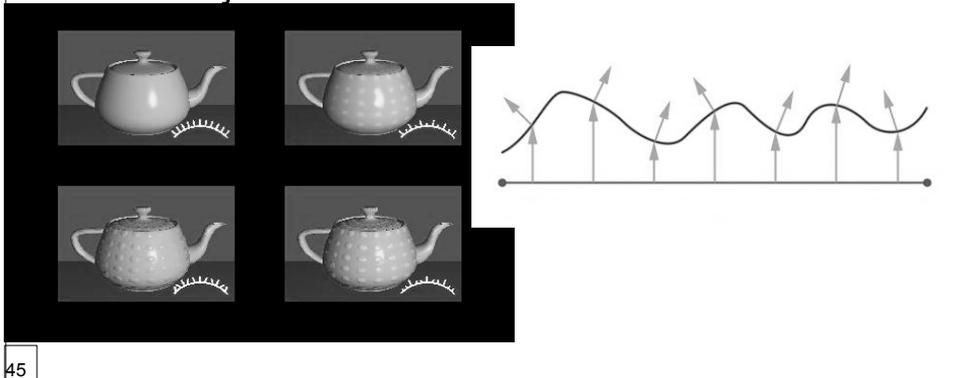
*Simulation of wrinkled surfaces*  
James F. Blinn  
Siggraph 1978, pp 286-292



44

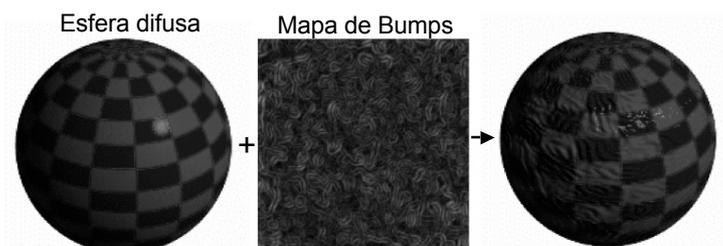
## Bump Mapping Como é feito?

- ◆ Variações na superfície do objeto (rugosidades, saliências, etc)
- ◆ Alteração do Vetor Normal

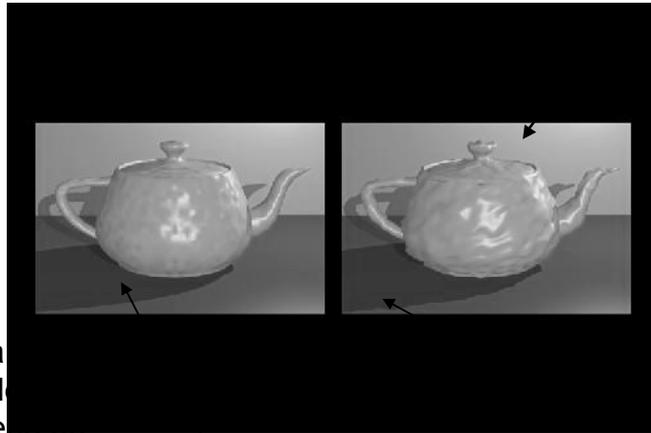


## Como é feito?

- ◆ As informações no mapa são tratadas como informação de **alturas** na sup. do objeto
- ◆ Cada normal é alterada coerentemente com o que seria esta nova altura dos pontos
- ◆ Este nova normal é utilizada nos cálculos de iluminação



## Alguma desvantagem?



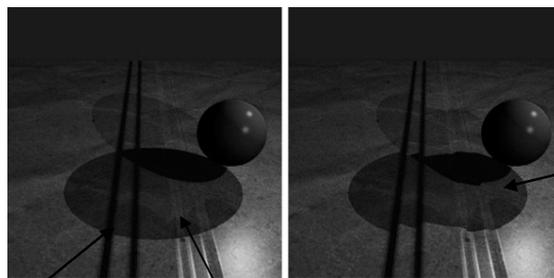
cement  
ng

Escala da  
rugosidad  
ser pequena  
comparada à do  
objeto

Olha a sombra...

47

## Alguma desvantagem?



Displacement  
Mapping

Bump  
Mapping

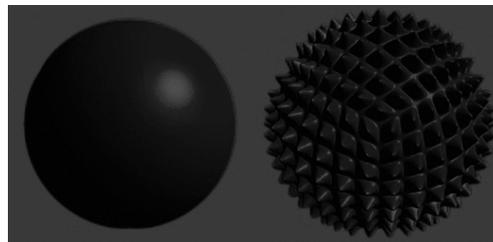
Olha a sombra...

48

# ***Displacement Mapping***

*Robert Cook  
Shade trees  
Siggraph 1984  
p. 223-231*

- ◆ Utiliza a informação do mapa para alterar “de verdade” a superfície do objeto



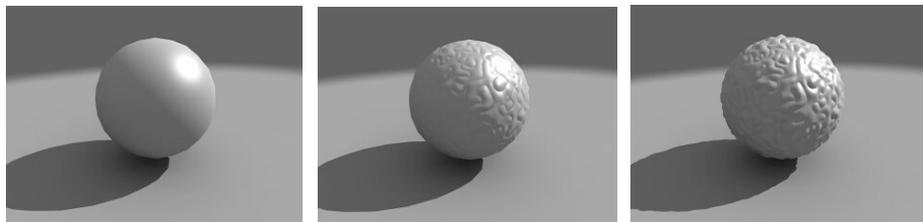
silhueta correta  
sombra própria



49

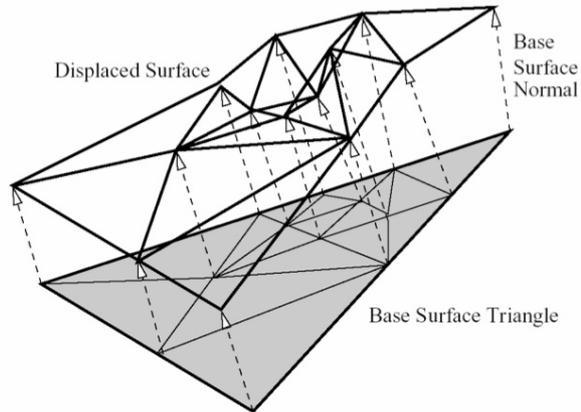
# ***Displacement Mapping Comparação***

- ◆ Adiciona detalhes geométricos no momento do rendering



50

# Displacement Mapping



51

# Normal Mapping

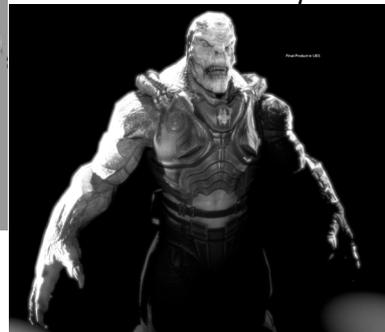
Geometria simples com normais da geometria complexa



5287 poly



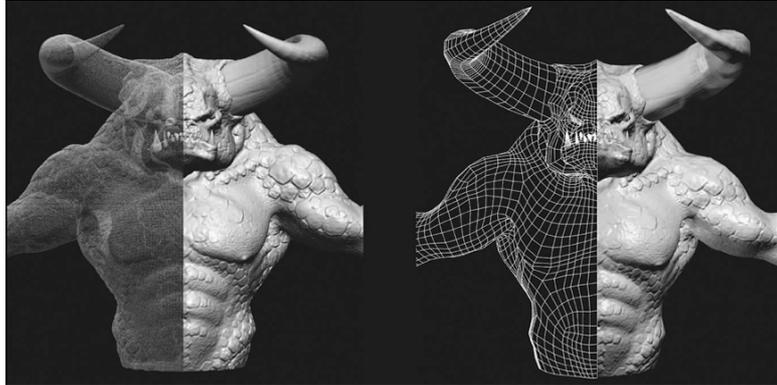
2.000.000 poly



Final rendering

52

## Mais um exemplo

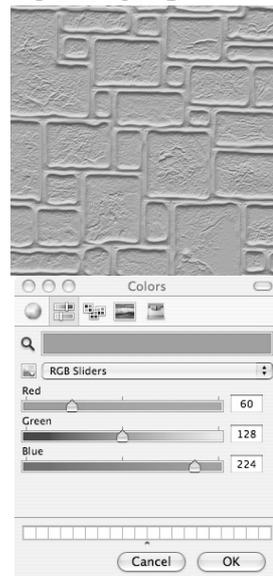


53

## Armazenamento das Normais

-1 -> 0  
0 -> 128  
1 -> 255

Exemplo:  $N = (-0.47, 0, 0.88)$   
Em RGB = (60, 128, 224)



54