



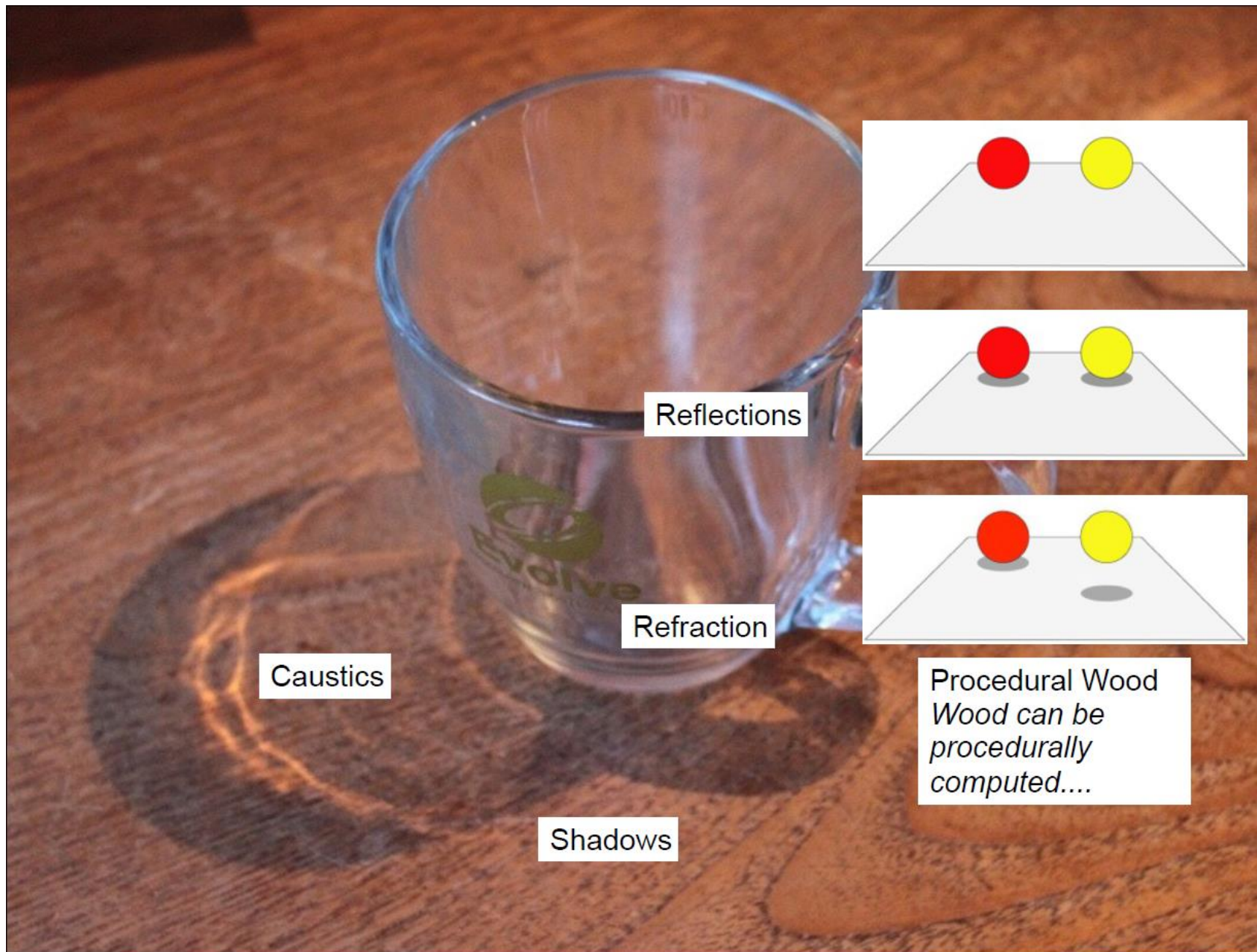
FOTORREALISMO

TEXTURAS
ANTI ALIASING

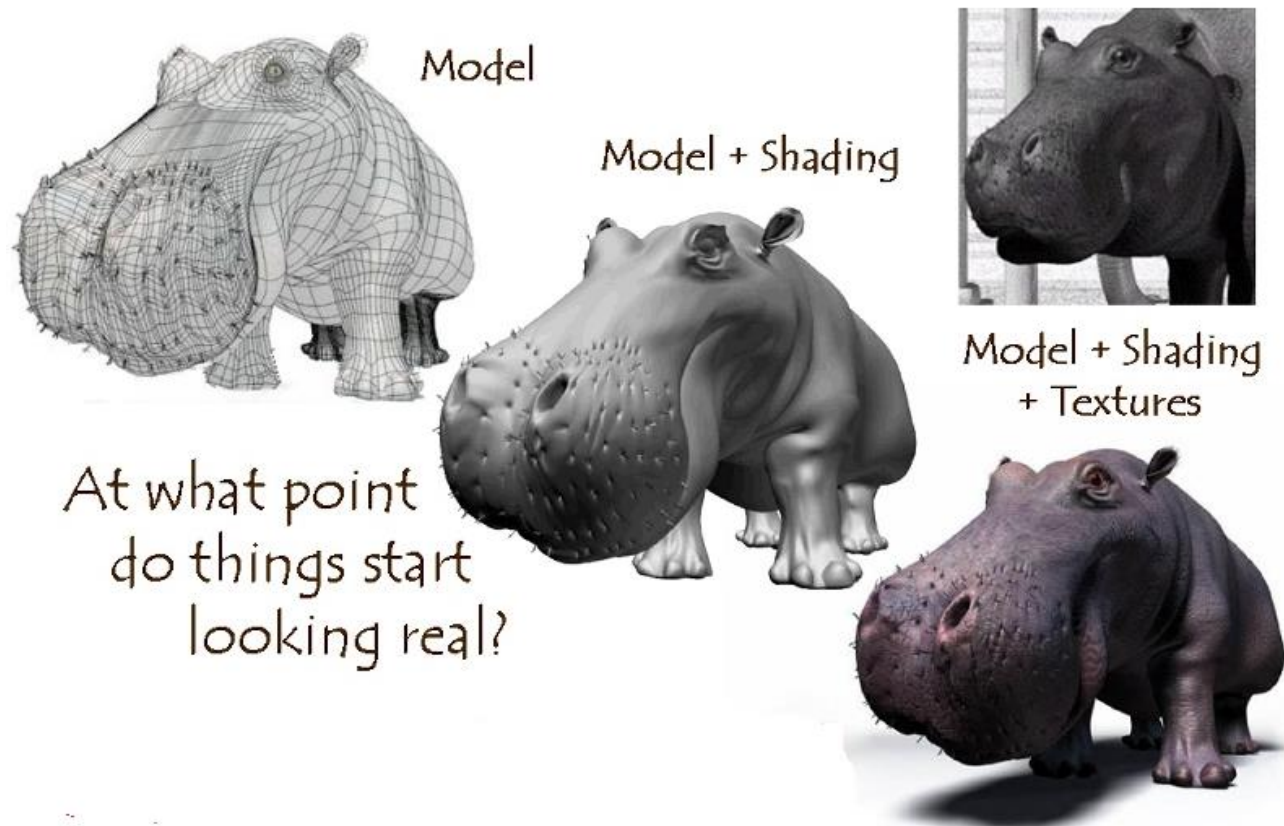
FOTORREALISMO

O que faz uma foto?





REALISMO



REALISMO

Método de sombreamento constantes e os métodos de sombreamento de Gouraud e de Phong

- Não servem para representar tudo no mundo real

Quais são algumas das outras opções?

- Representar tudo com polígonos mais pequenos
- A geometria iria ficar demasiado complicada muito rapidamente

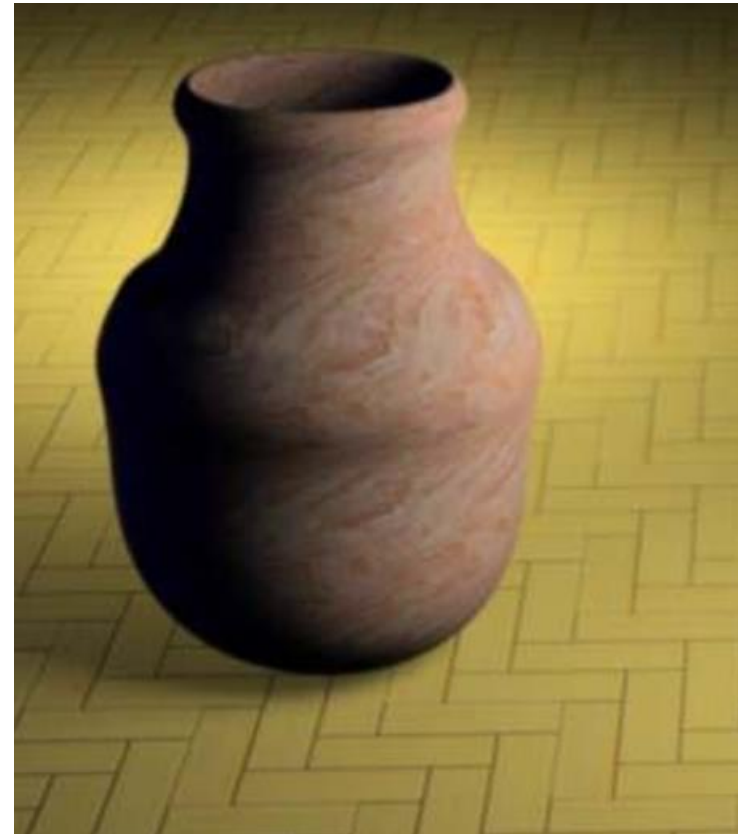
Aplicação de texturas nos polígonos

- Redução de geometria, mas boa qualidade de imagem

MAPEAMENTO DE TEXTURAS

O termo textura em Computação Gráfica refere-se a padrões de imagem e não à "sensação" de materiais.

O tipo mais básico de textura é uma imagem 2D (geralmente guardada como um arquivo .jpeg, .bmp, .png ou .tga), que é aplicado a um objeto.



MAPEAMENTO DE TEXTURAS

As superfícies podem ter cores únicas ou vários padrões de cores, geralmente chamados de texturas.

Por exemplo: a madeira tem uma aparência característica devido aos seus padrões de cores variados.

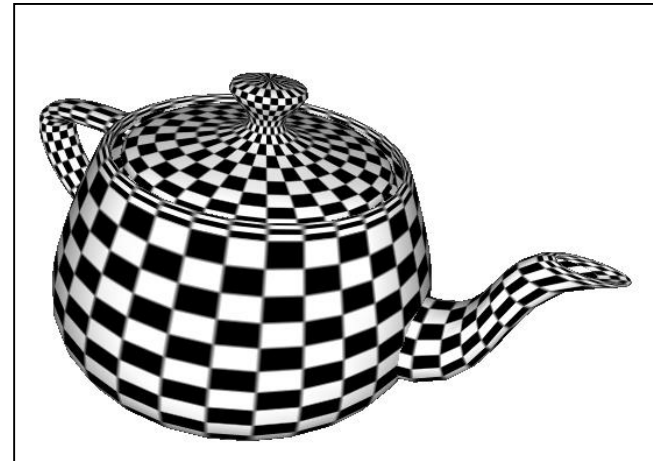
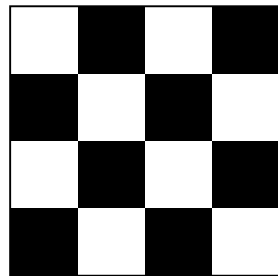
Mesmo materiais como metais que parecem ter uma cor, quando examinados de perto, revelam tons e cores variados misturados em padrões aleatórios



MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

Colar uma imagem num modelo, como papel de embrulho

Uma imagem é mapeada para o domínio 2D de um modelo 3D

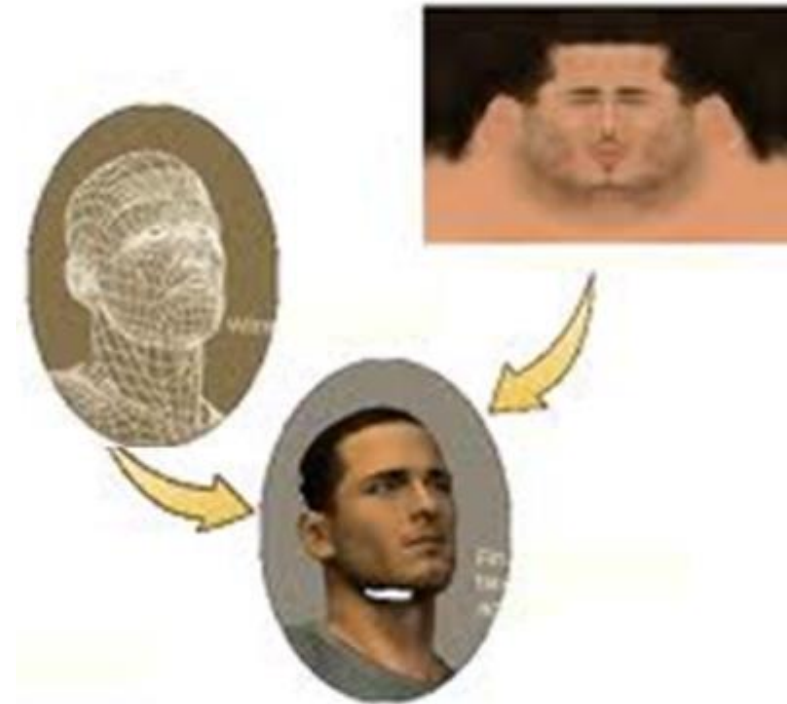


As texturas são quase sempre uma matriz retangular de pixels $C \times R$ chamada ***texels*** (*texture elements*)

MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

Desta forma a aparência dos polígonos é melhorada, mapeando imagens na sua superfície

Este processo é feito durante a rasterização



TIPOS DE TEXTURAS

- Texturas de bitmap
 - Representação de imagens em bitmap
 - Representado por uma matriz
- Texturas processuais ou procedimentais (*procedural textures*)
 - Definido por uma função matemática

TEXTURAS PROCEDIMENTAIS

Textura gerada tendo por base alguma função matemática

- Adequada para texturas “aleatórias”
- Utiliza frequentemente alguma função de ruído

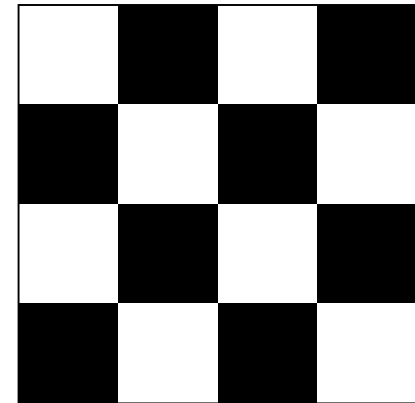


COORDENADAS DE TEXTURA

As texturas podem possuir resoluções diferentes das áreas da imagem a que irão ser aplicadas, pelo que o endereçamento da textura deve ser abstraído da sua dimensão.

Deste modo convencionou-se associar à textura um espaço, denominada **coordenadas de textura**, em que cada *texel*, no caso bidimensional, é descrito por um par ordenado (s,t) cujo intervalo de variação em ambas as direções é $[0,1]$

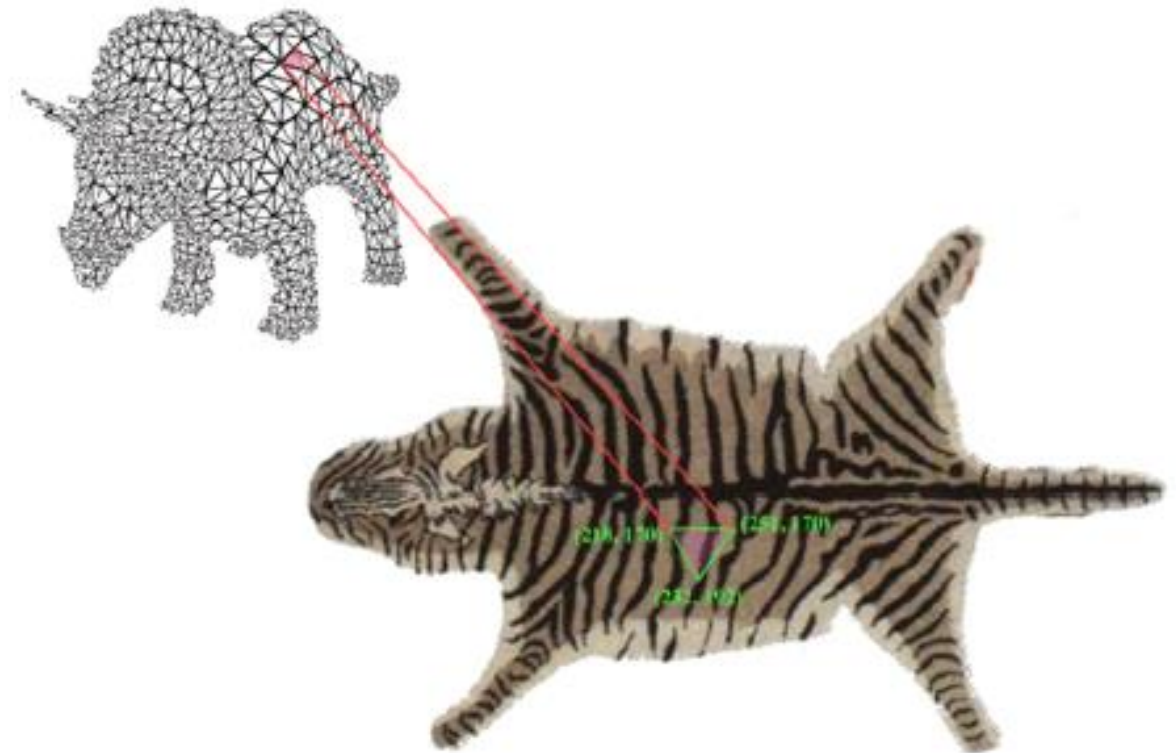
Um vértice pode ser associado a um ponto na textura, fornecendo uma dessas coordenadas de textura



MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

Atribuir uma região da imagem, a cada triângulo na malha

- Durante a rasterização, a superfície do triângulo é pintada de acordo com os pixéis da imagem
- Normalmente, atribuindo coordenadas de vértices triangulares (s,t) dentro da imagem



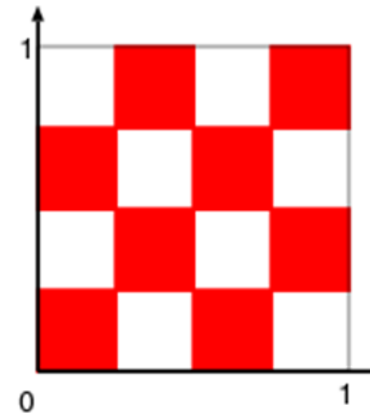
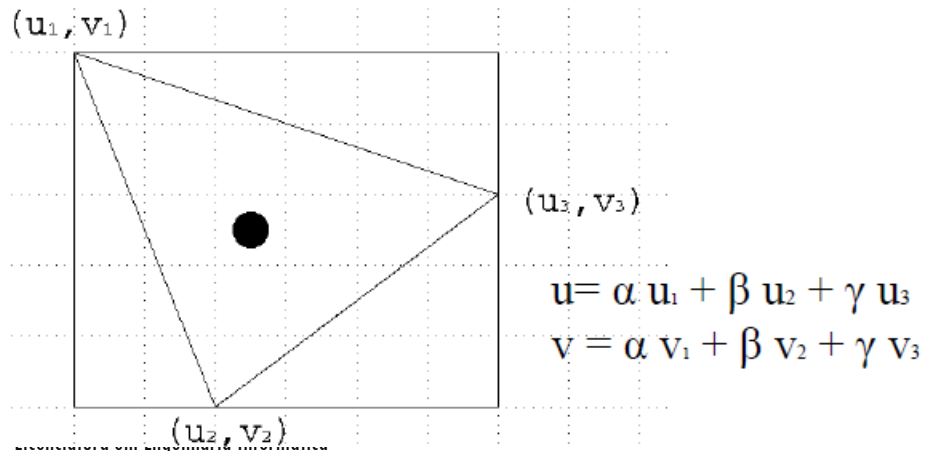
ESPAÇO UV

- **U** - Representa o componente horizontal de uma imagem. Corresponde à dimensão do eixo X no espaço de coordenadas 2D.
- **V** - Representa o componente vertical de uma imagem. Corresponde à dimensão do eixo Y no espaço de coordenadas 2D.
- **W** - Representa o eixo z no espaço de coordenadas 3D

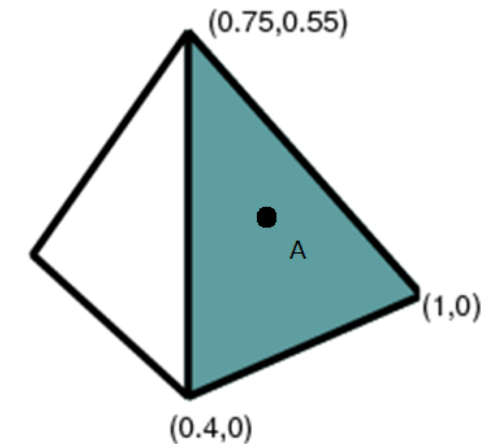
COORDENADAS DE TEXTURA

Para calcular qual o pixel na imagem que corresponde a um ponto dentro do triângulo, interpolamos coordenadas uv entre vértices

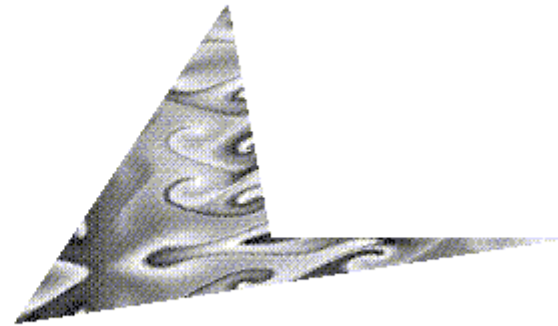
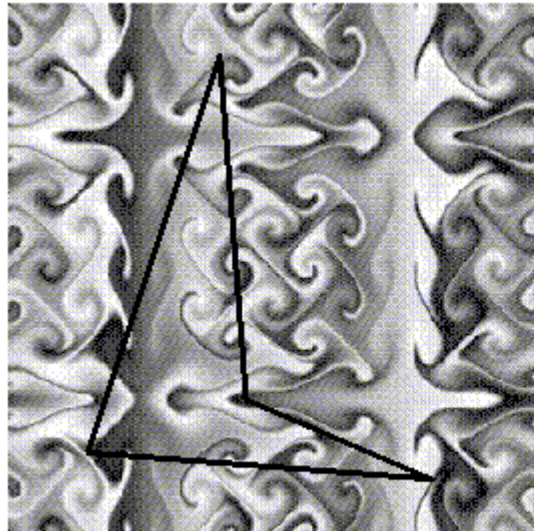
- Isso pode ser feito usando coordenadas baricêntricas



uv coordinate of triangle



COORDENADAS DE TEXTURA

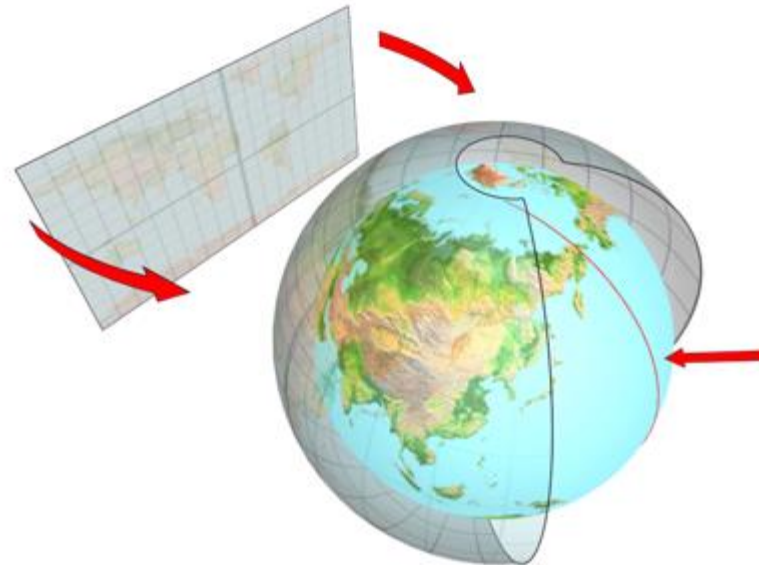
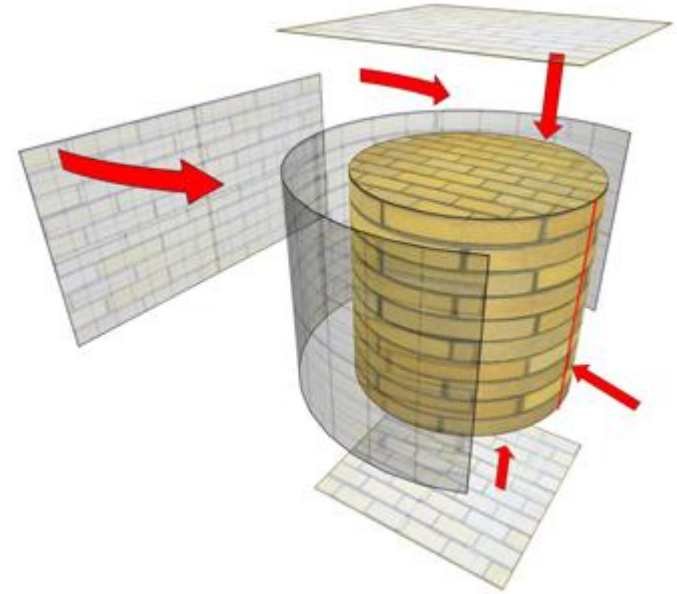
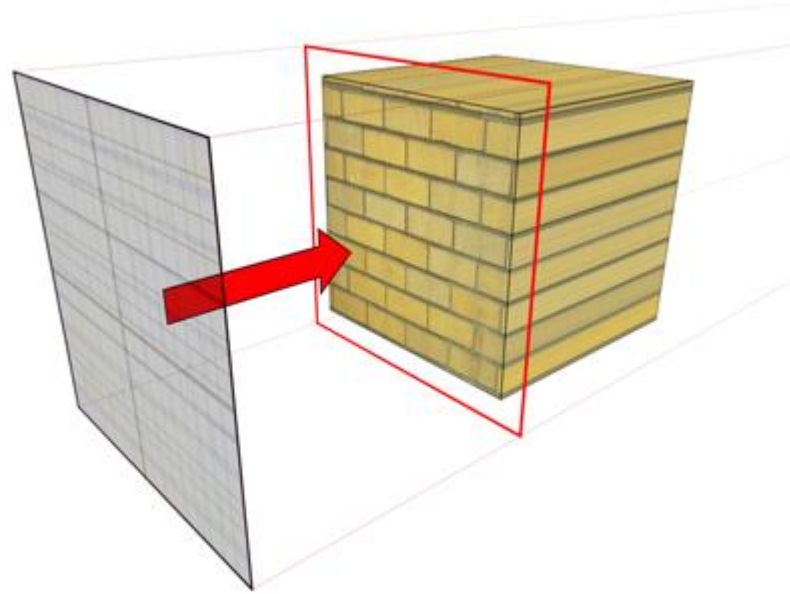


PRODUÇÃO DE UV MAPS

- Geração a partir de malhas - cilíndrica, esférica, ortogonal
- Captura a partir da digitalização de objetos reais
- Especificação das coordenadas manualmente

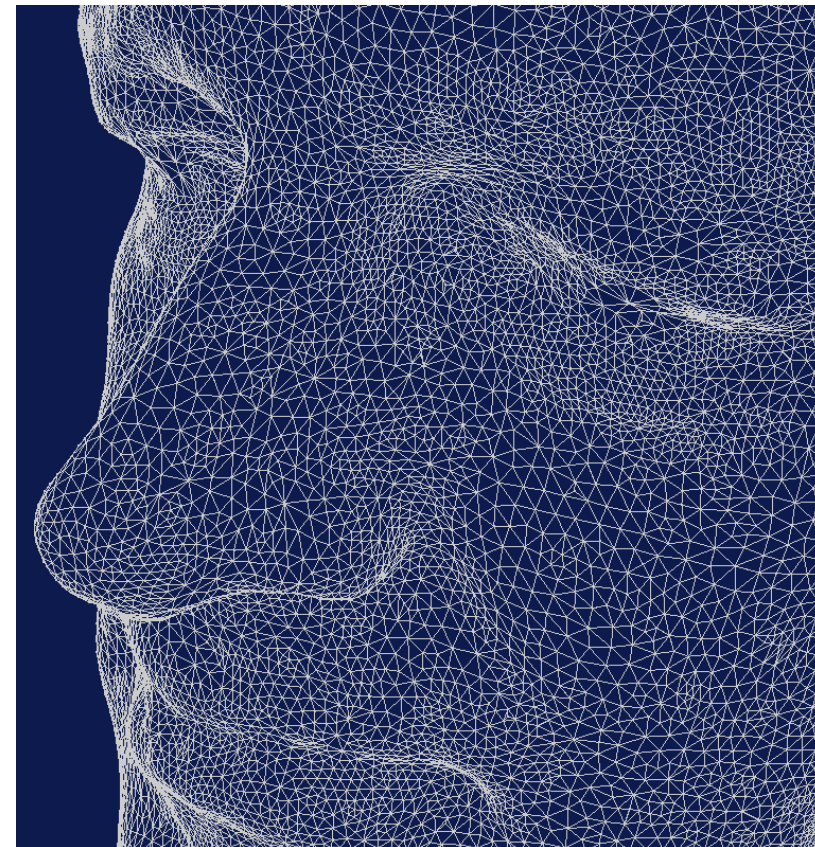
UV MAPS

- Ortogonal
- Cilíndrico
- Esférico



DIGITALIZAÇÃO DE OBJETOS REAIS

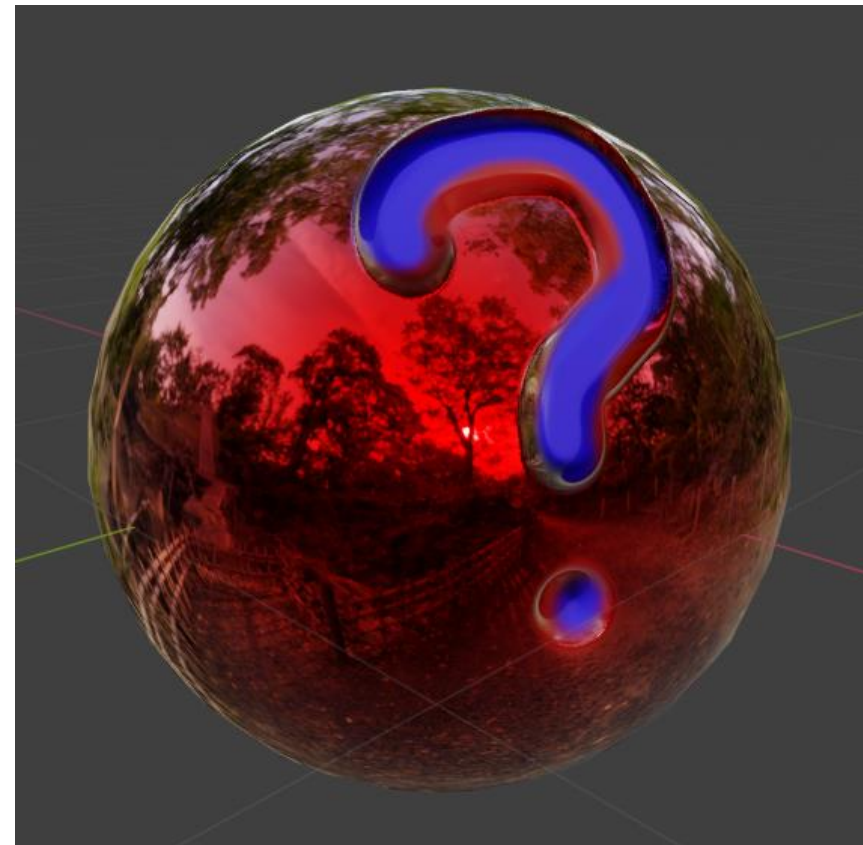
Digitalização da profundidade e da cor dos objetos



ESPECIFICAÇÃO MANUAL

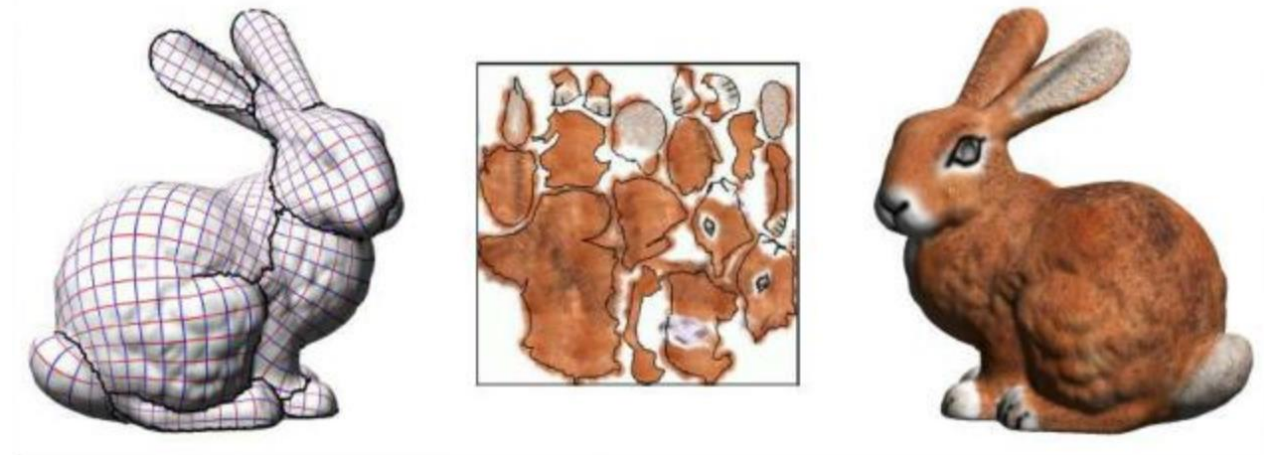
Pintura diretamente na geometria (Z-brush)

Alinhar manualmente um modelo desdobrado na imagem



DESDOBRAMENTO (*UNFOLDING*) DA GEOMETRIA

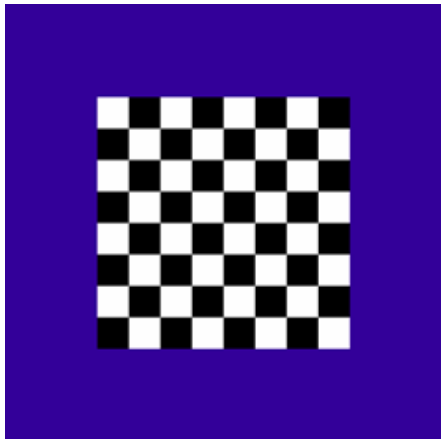
- Segmentar a malha em regiões organizadas num plano 2D
- Desenhar nessas regiões em 2D para texturizar a malha



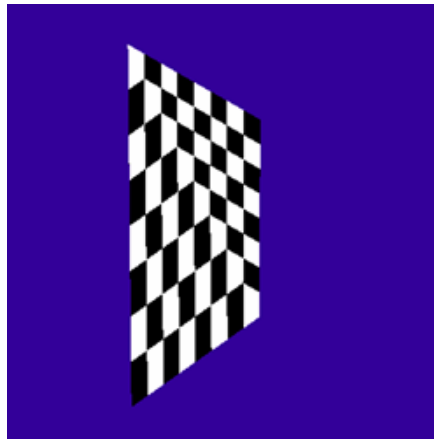
Levy et al. SIGGRAPH 2002

PROBLEMAS NO USO DA INTERPOLAÇÃO LINEAR

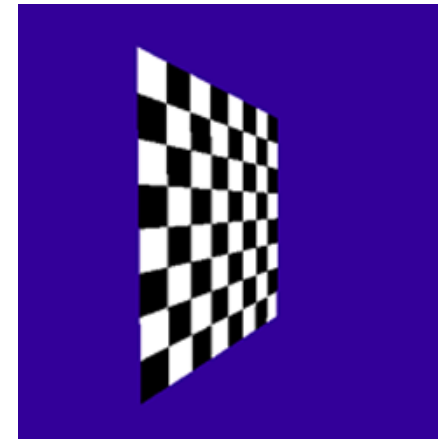
A interpolação linear de coordenadas uv não produz os resultados esperados.



textura



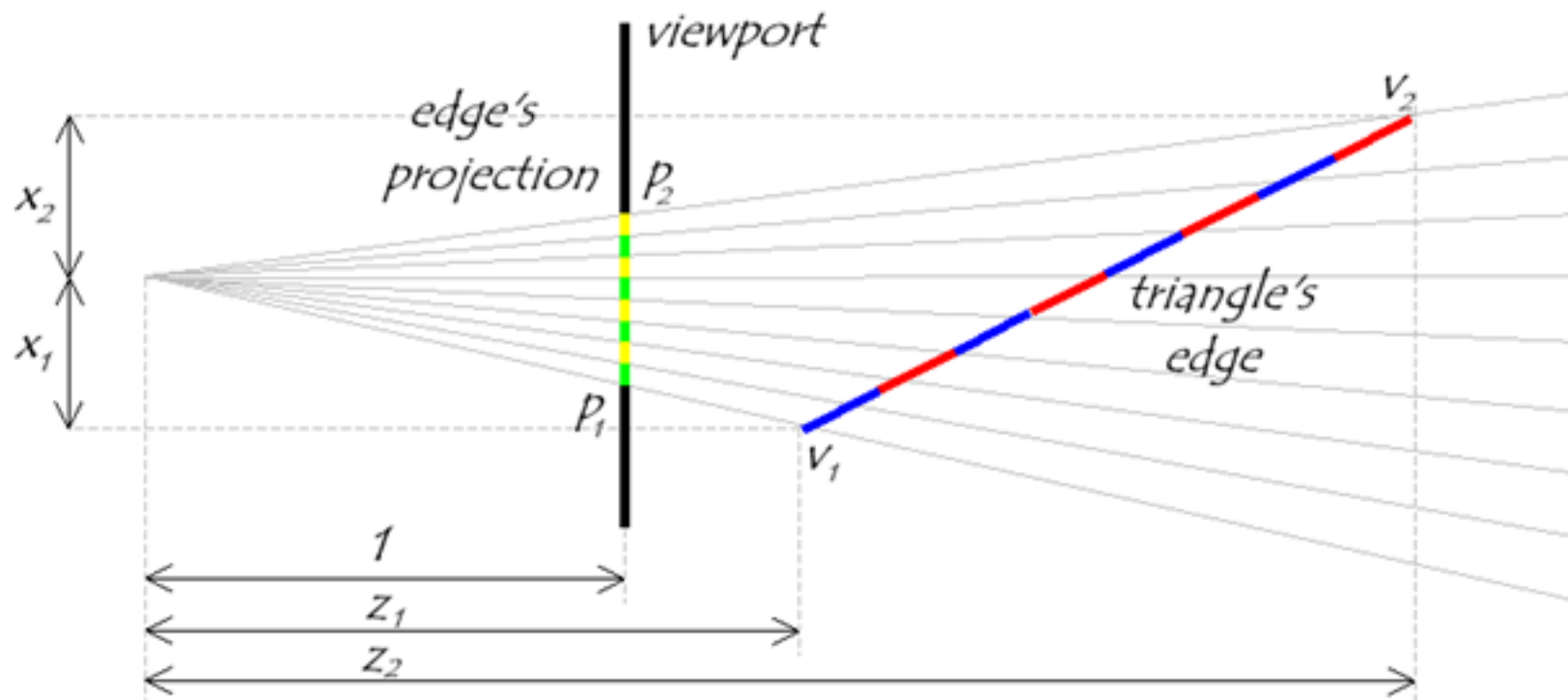
o que se obtém



o que se pretende

PORQUÊ?

Os incrementos uniformes no espaço do ecrã 2D não correspondem a incrementos uniformes sobre a superfície do triângulo



INTERPOLAÇÃO HIPERBÓLICA

Para realizar a interpolação entre os vértices P e Q, em vez de se interpolar entre $u(P)$ e $u(Q)$, faz-se a interpolação entre $u(P)/z$, $u(Q)/z$ e $1/z$

- Considerando um ponto M entre P e Q e a sua projeção M':

$$P' = -P/z_P, Q' = -Q/z_Q$$
$$M' = \alpha P' + (1 - \alpha)Q'$$

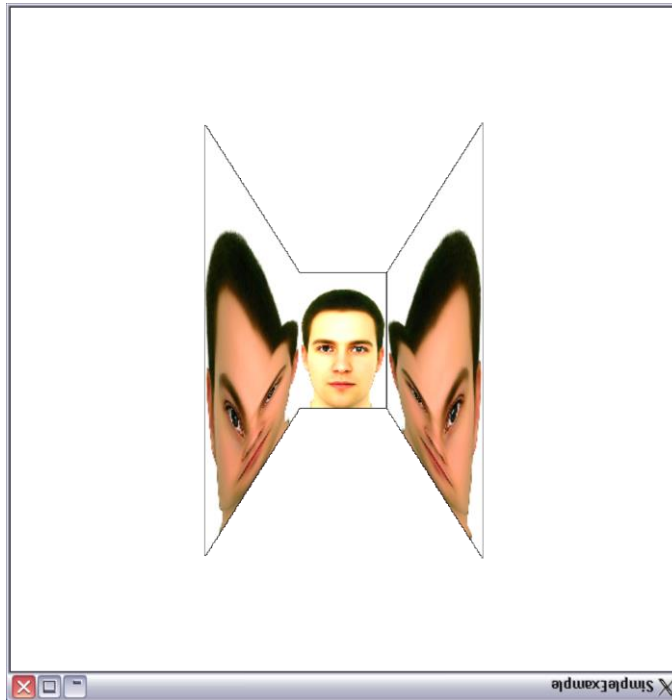
INTERPOLAÇÃO HIPERBÓLICA

Para um ponto M , a perspectiva corretamente interpolada $u(M)$ é então:

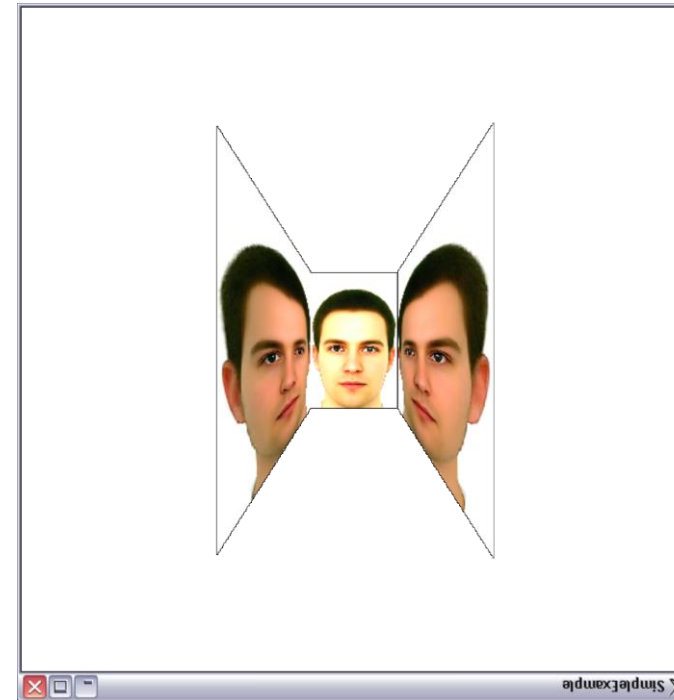
$$\frac{u(M)}{-z_M} = \alpha \frac{u(P)}{-z_P} + (1 - \alpha) \frac{u(Q)}{-z_Q}$$
$$u(M) = \frac{\alpha \frac{u(P)}{-z_P} + (1 - \alpha) \frac{u(Q)}{-z_Q}}{\alpha \frac{1}{-z_P} + (1 - \alpha) \frac{1}{-z_Q}}$$

EXEMPLO

Interpolação Linear



Interpolação Hiperbólica



CHICKEN LITTLE 2003



170 textures



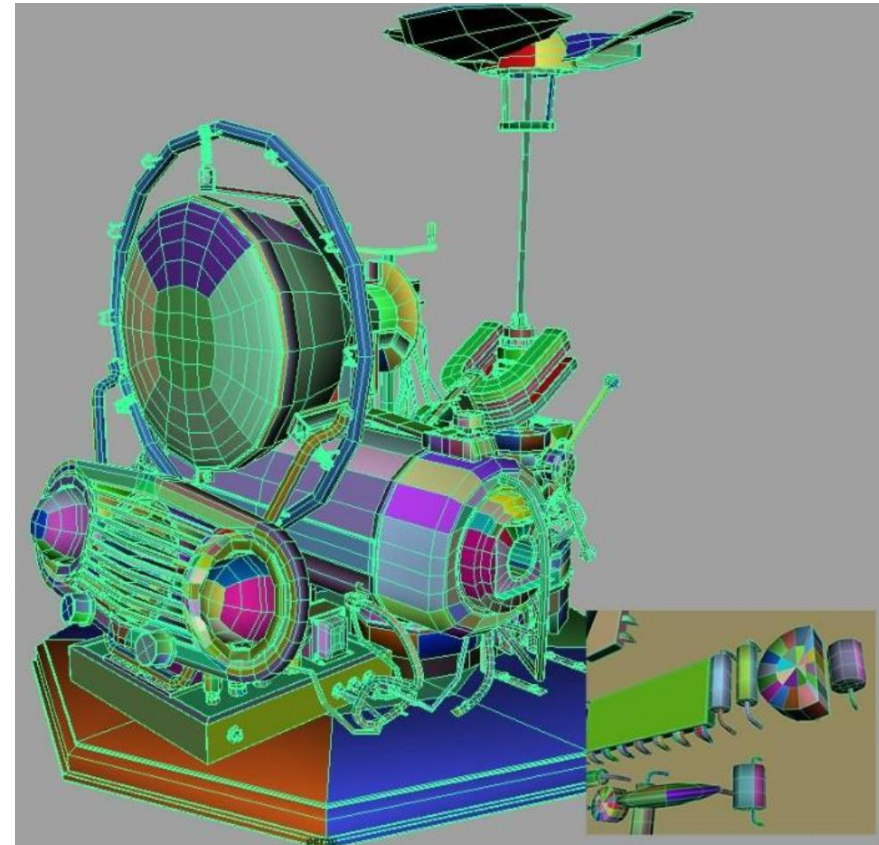
MEET THE ROBINSONS 2005



MEET THE ROBINSONS 2005

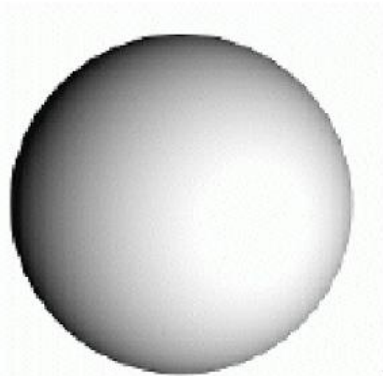


7637 textures

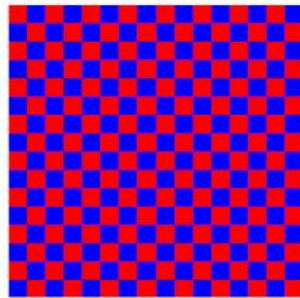


MAPEAMENTO DE TEXTURAS E ILUMINAÇÃO

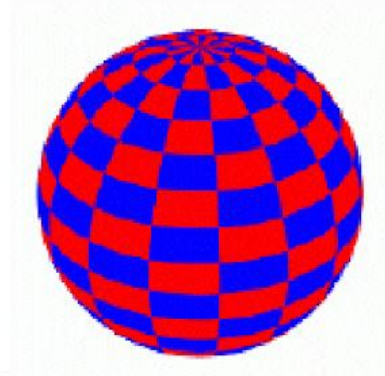
As informações de textura podem ser usadas para alterar a iluminação



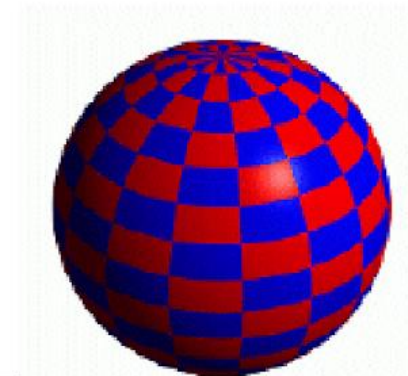
Constant Diffuse Color



Diffuse Texture Color



Texture used as Label

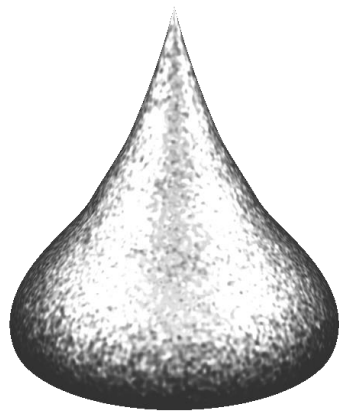


Texture used as Diffuse Color

BUMP MAPPING — MAPEAMENTO DE RELEVO

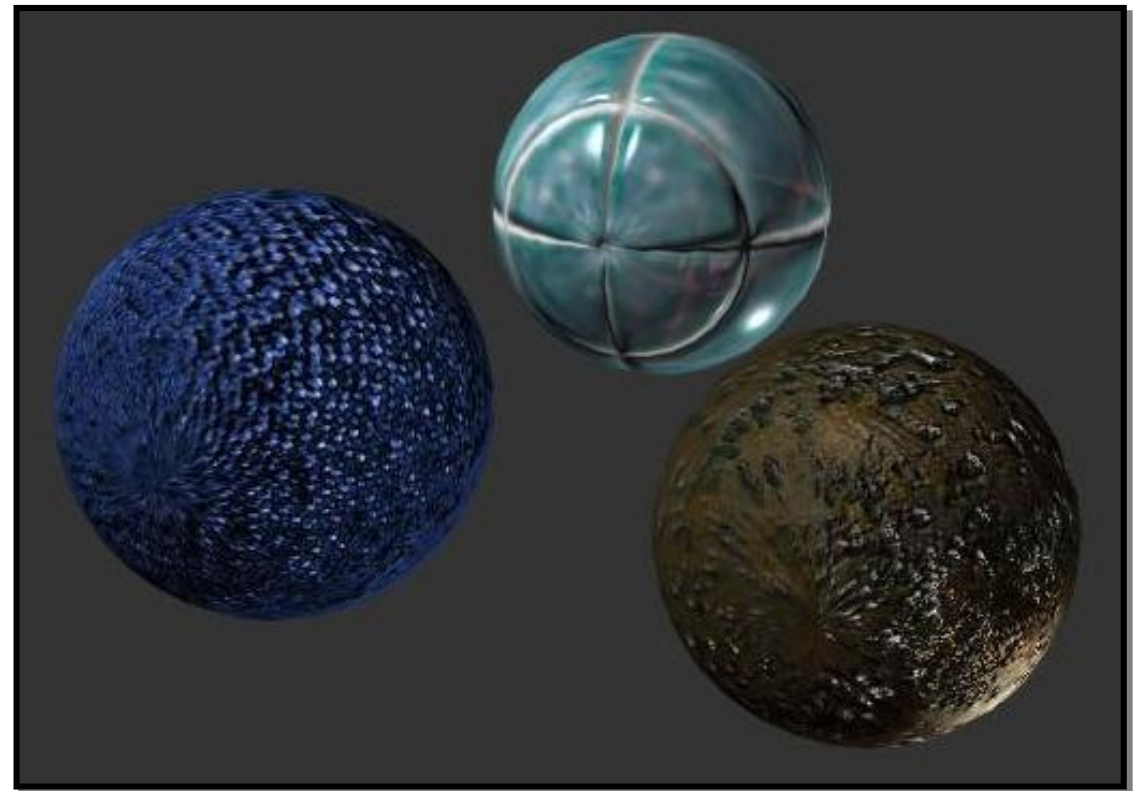
O mapeamento de texturas deixa as superfícies com uma aparência plana

A adição de detalhes extras na malha pode ser computacionalmente muito caro



BUMP MAPPING

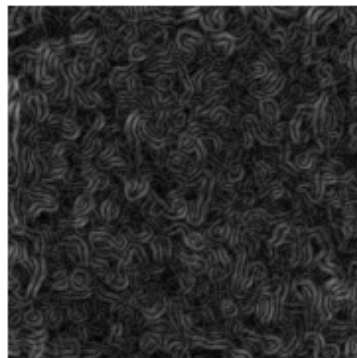
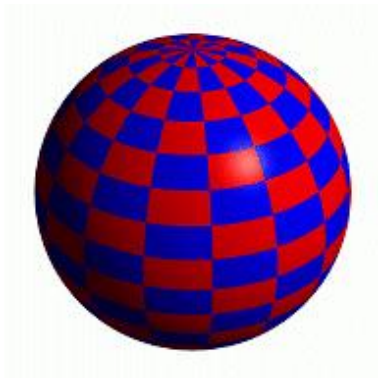
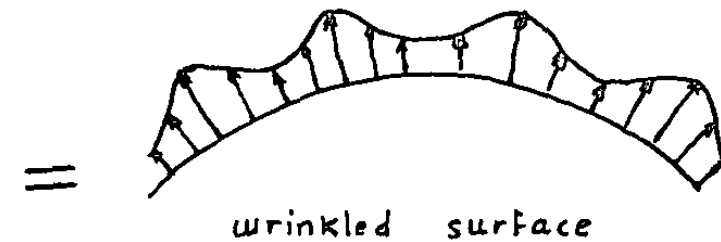
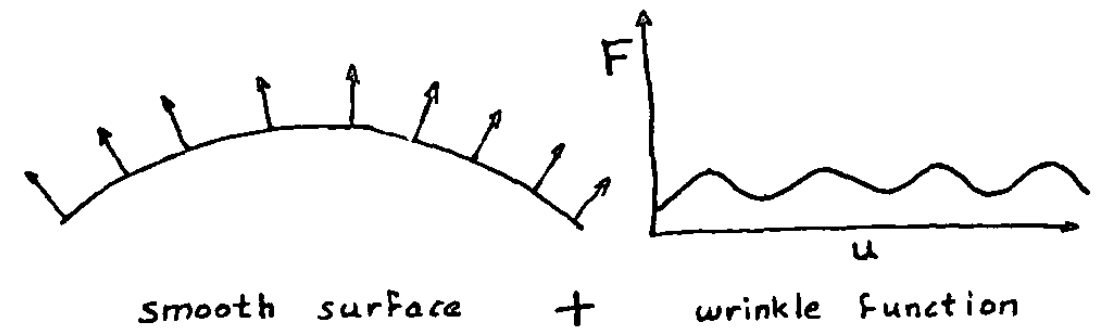
- Usar o mapa de textura para perturbar a superfície normal
- Usar a matriz de textura para definir uma função que altera a normal da superfície
- Aplicar o modelo de iluminação usando a normal alterada



BUMP MAPPING

Usa uma textura para alterar a normal para poder alterar a iluminação.

Aplicado durante a rasterização.



BUMP MAPPING

A superfície “alterada” fica:

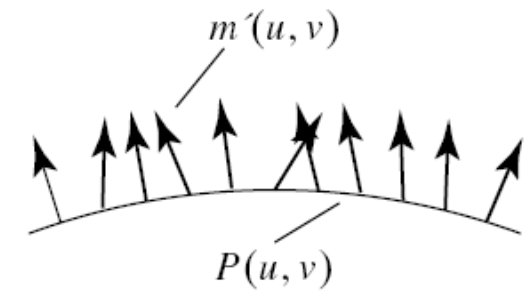
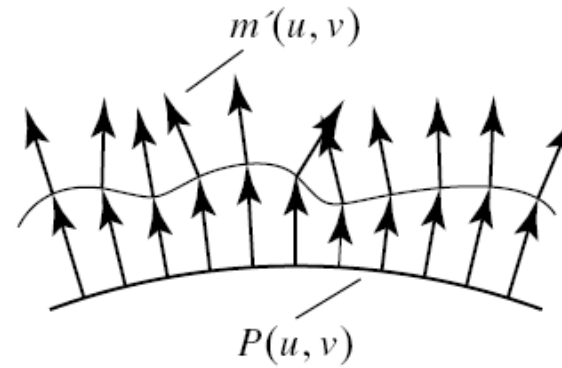
$$P'(u, v) = P(u, v) + \text{texture}(u, v)m(u, v)$$

Uma aproximação para a nova normal $m'(u, v)$ é:

$$m'(u, v) = m(u, v) + d(u, v)$$

Onde d é:

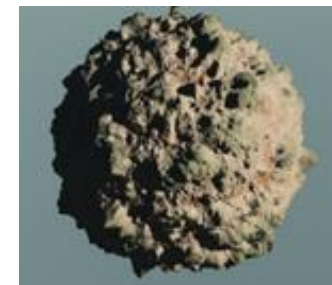
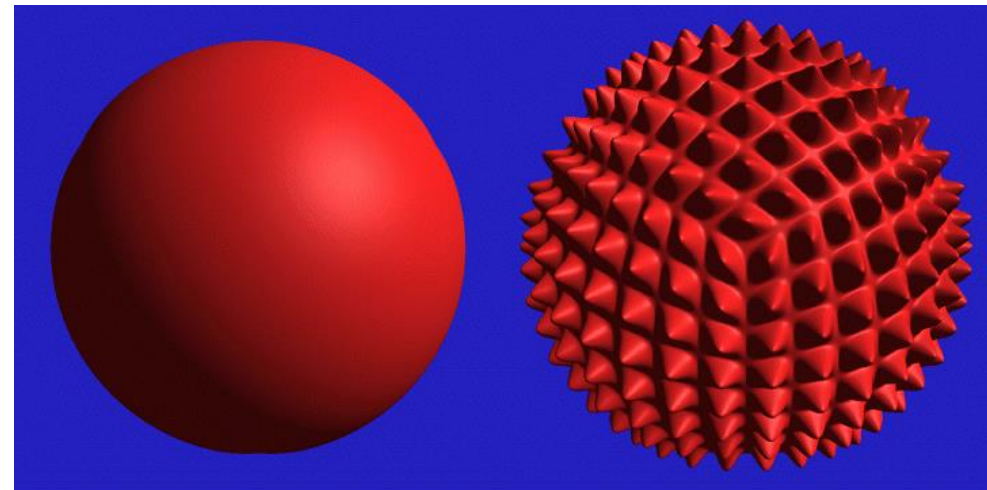
$$d(u, v) = (m \times P_v) \text{texture}_u - (m \times P_u) \text{texture}_v$$



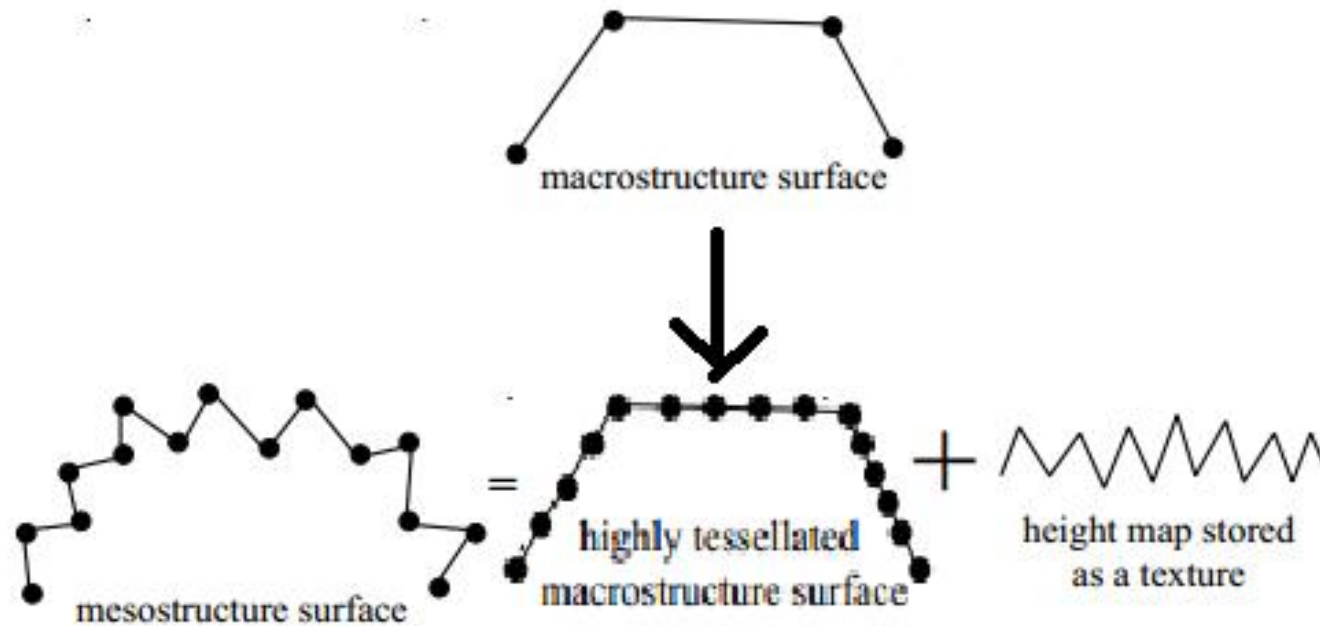
DISPLACEMENT MAPPING

O mapeamento de relevo altera apenas o sombreado da superfície, não a geometria real

O mapeamento de deslocamento (displacement mapping) altera a superfície usando a textura como uma malha definida em coordenadas uv.



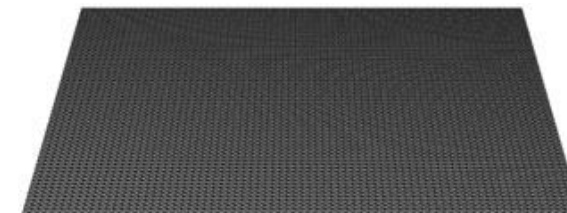
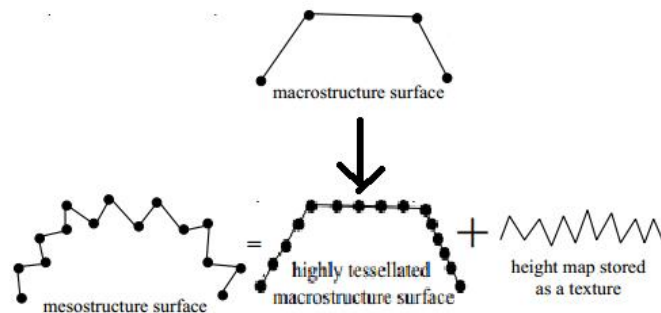
DISPLACEMENT MAPPING



DISPLACEMENT MAPPING

Subdividir a superfície para o nível da resolução de textura

Desloca os vértices segundo a direção normal da superfície de acordo com a altura no mapa de deslocamento



ORIGINAL MESH

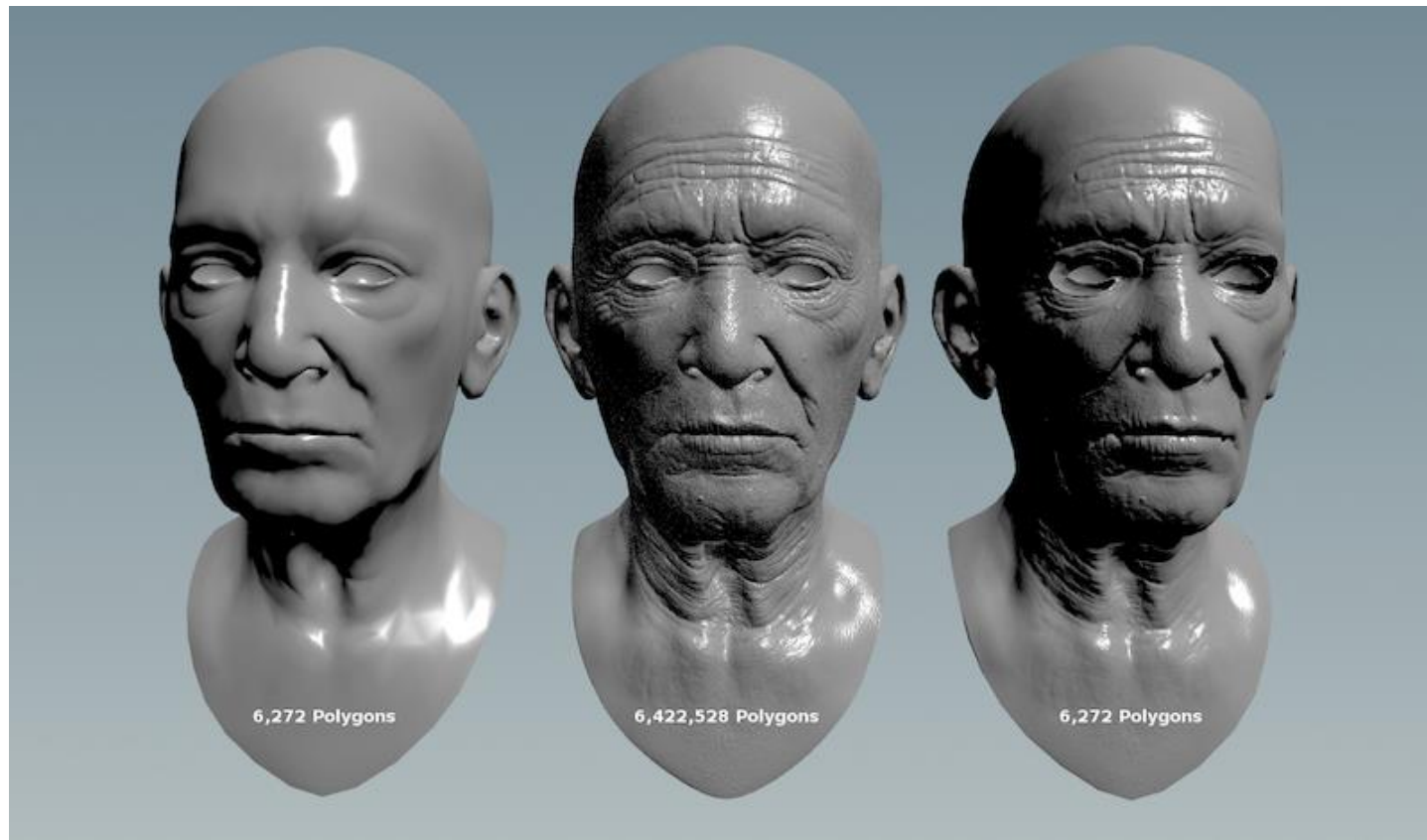


DISPLACEMENT MAP



MESH WITH DISPLACEMENT

BUMP VS. DISPLACEMENT MAPPING



ALIASING E ANTI-ALIASING

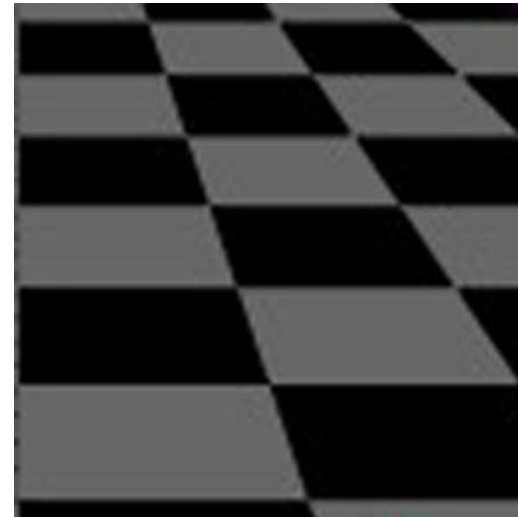
A discretização de uma grandeza contínua implica perda de informação.

A partir de uma certa perda, os valores discretos medidos são insuficientes para reconstruir a grandeza original. Quando tal sucede, a reconstrução produz informação que pouco ou nada reproduz a informação original.

Este fenómeno tem o nome de ***aliasing*** ou **ruído**.

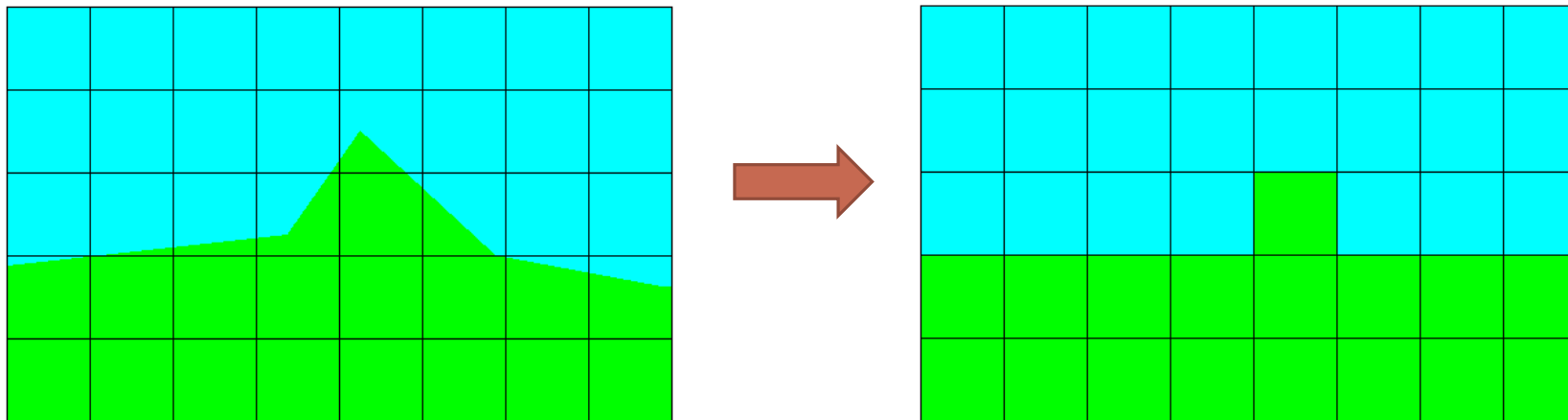
ALIASING E ANTI-ALIASING

Se considerarmos que *aliasing* é a distorção produzida por representar um sinal de alta resolução numa resolução mais baixa, o *anti-aliasing* visa remover essa distorção.

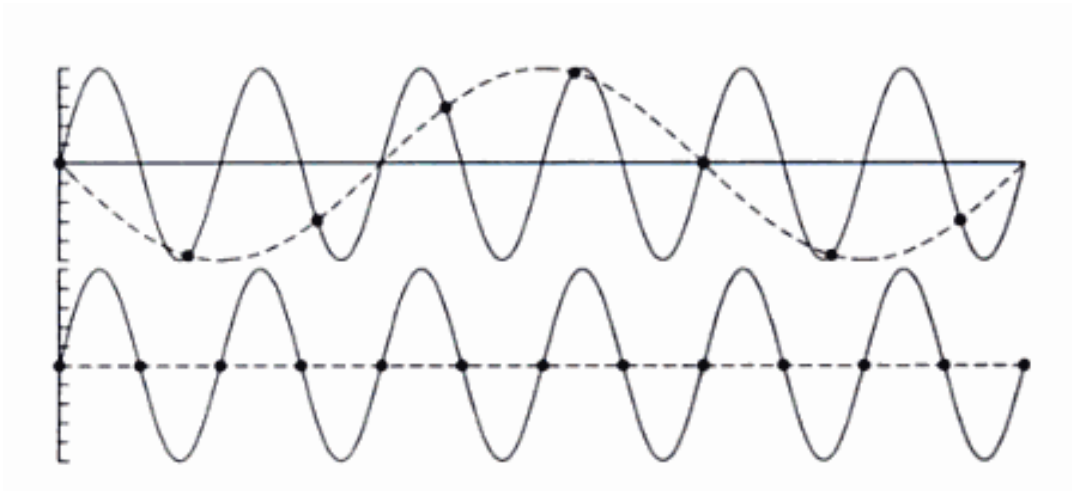


COMO SURGE O *ALIASING*

Quando a frequência de amostragem é demasiado baixa para representar o sinal



TEOREMA DE NYQUIST



$$f_{signal} = 0.8f_{sample}$$

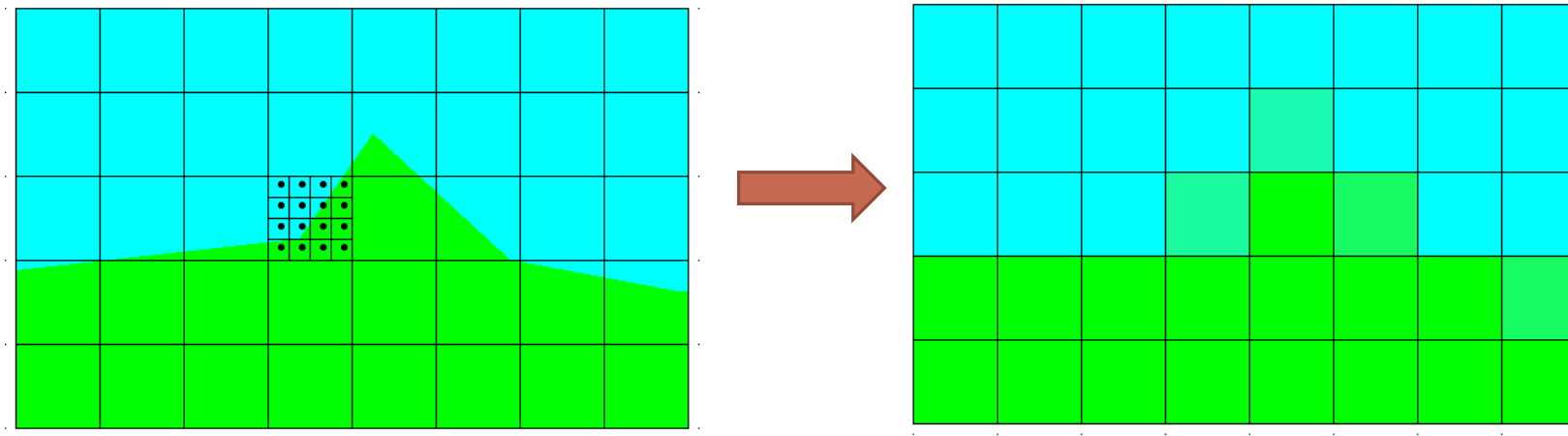
$$f_{signal} = 0.5f_{sample}$$

A frequência mínima de amostragem deve ser duas vezes a frequência do sinal amostrado para que se possa reconstruir o sinal original

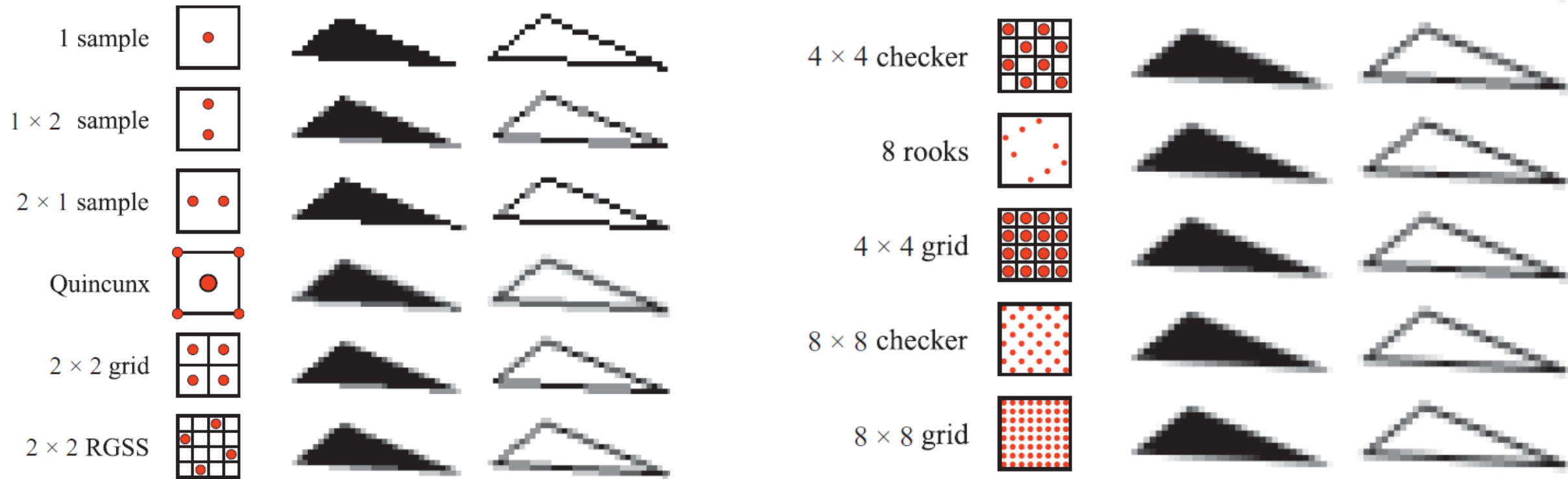
$$f_{signal} < 0.5f_{sample}$$

ANTI-ALIASING POR SUBAMOSTRAGEM

- Subdividir cada pixel em n regiões
- Colorir cada sub-pixel
- Calcular cor média

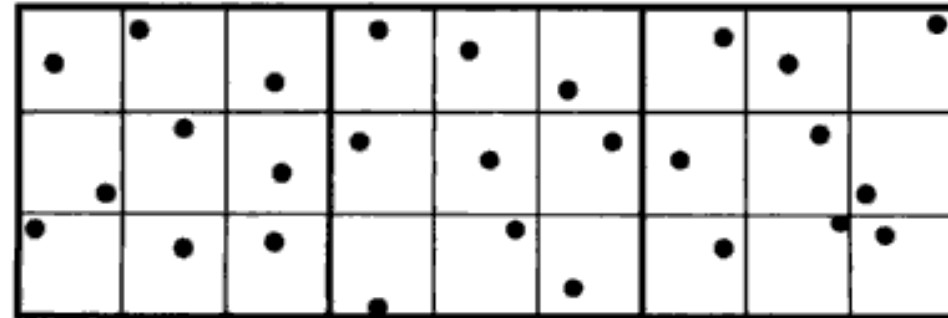


ESQUEMAS DE SUBAMOSTRAGEM



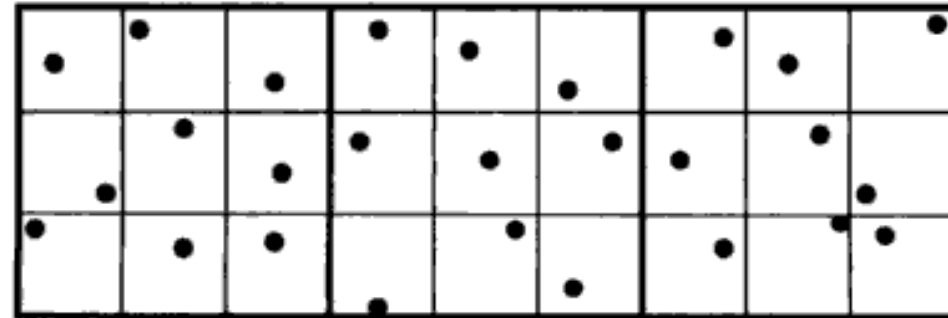
AMOSTRAGEM ESTOCÁSTICA

- Os padrões regulares ainda exibem algum ruído para pequenos detalhes
- A amostragem aleatória faz com que os sinais de frequência mais alta apareçam como ruído em vez de serrilhado (*aliasing*)
- O olho humano é mais sensível ao *aliasing* do que ao ruído



AMOSTRAGEM ESTOCÁSTICA

- Subdividir pixels em n regiões e amostrar aleatoriamente dentro dessas regiões
- Calcular o valor da cor para cada subamostra e calcular a média
- Pré-calcular uma tabela de posições da amostra ou calculá-las em tempo real



COMPARAÇÃO

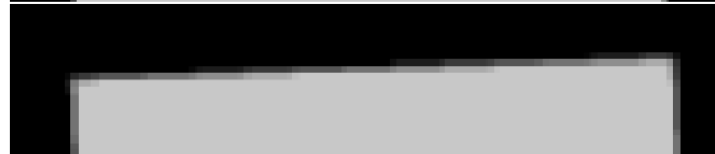
Regular, 1x1



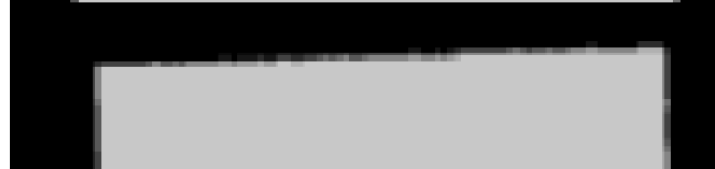
Regular 3x3



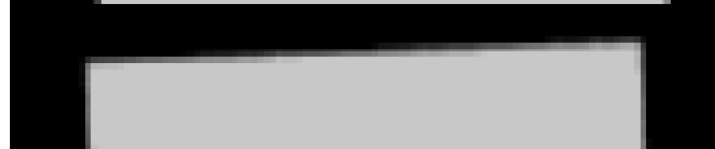
Regular, 7x7



Jittered, 3x3



Jittered, 7x7

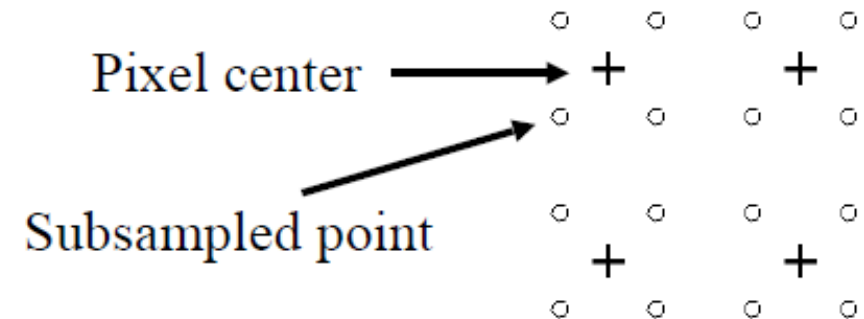


BUFFERS DE ACUMULAÇÃO

Deve-se usar um *buffer* do mesmo tamanho que a imagem alvo

Deslocar o *frame buffer* à volta de cada pixel central

Somar e calcular a média

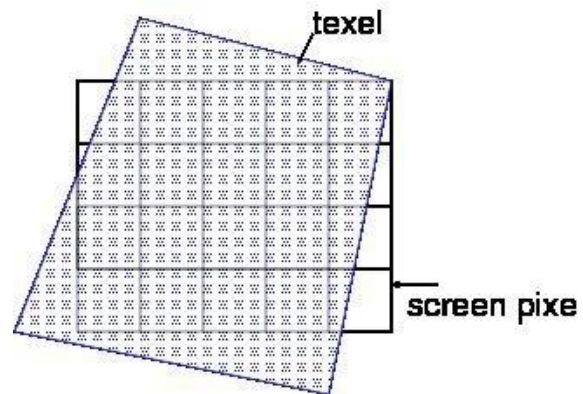


ANTIALIASING DE TEXTURAS

- Quando as texturas são ampliadas, os pixéis individuais da textura (*texels*) são claramente visíveis
- Com o zoom reduzido, vários *texels* podem ser mapeados para um único pixel.

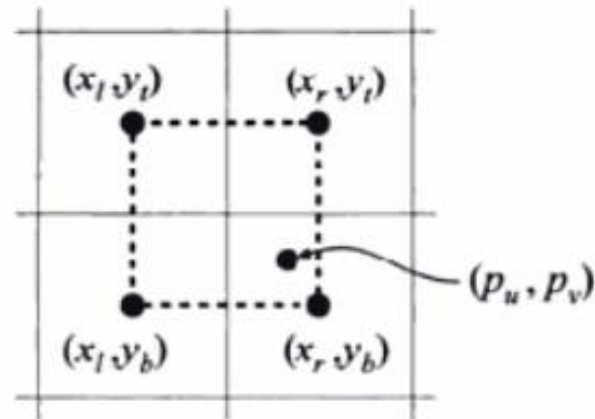


AMPLIAÇÃO



INTERPOLAÇÃO BILINEAR

Calculando a média dos *texels* vizinhos com base nas coordenadas uv e usá-la para o pixel atual

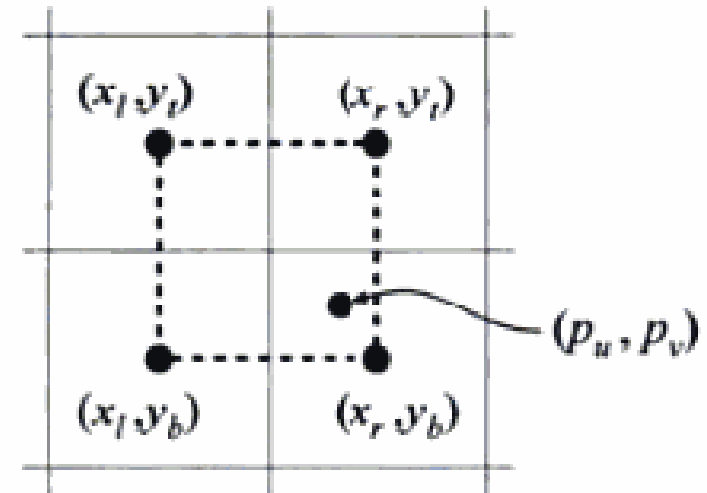


INTERPOLAÇÃO BILINEAR

A cor é calculada a partir da interpolação das coordenadas, sendo u' e v' a distância das coordenadas arredondadas (por baixo)

$$u' = p_u - (\text{int})p_u, v' = p_v - (\text{int})p_v$$

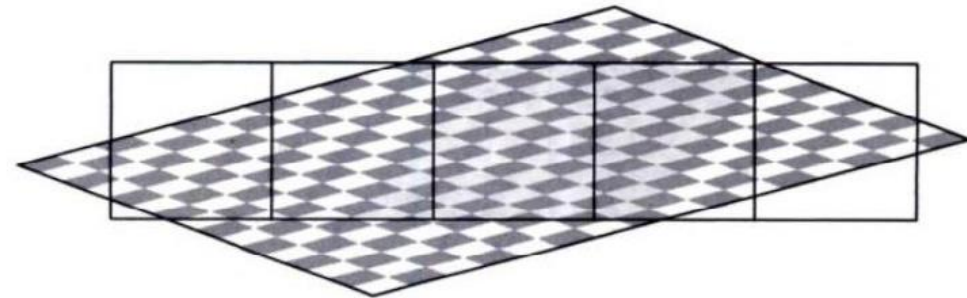
$$c(p_u, p_v) = (1 - u')(1 - v')t(x_l, y_b) + u'(1 - v')t(x_r, y_b) + (1 - u')v't(x_l, y_t) + u'v't(x_r, y_t)$$



REDUÇÃO

Quando as texturas são reduzidas, vários *texels* caem dentro de um único pixel.

Isso irá causar *aliasing* devido ao limite de Nyquist.



MIP MAPPING

As texturas são produzidas em várias resoluções.

As resoluções são alteradas dependendo do número de *texels* por pixel

É seleccionada uma resolução onde a relação de *texels* para pixel é de 1:1



MIP MAPPING

Os *mipmaps* são versões menores e pré-filtradas de uma imagem de textura, representando diferentes níveis de detalhe da textura. Cada textura reduzida é chamada um “MIP level”

Eles são frequentemente armazenados em sequências de texturas progressivamente menores, chamadas *mipmap chains*, com cada nível metade do tamanho do anterior.

São usados para situações em que a distância entre um objeto e a câmara pode mudar.

À medida que o objeto se afasta da câmara, a textura do objeto eventualmente aparece menor no ecrã do que sua resolução real; em outras palavras, haverá mais de um *texel* por pixel.

MIP MAPPING

A textura terá que ser reduzida num processo chamado filtragem de minificação, que geralmente exige que a aplicação faça uma amostra de vários *texels* para decidir sobre a cor de um pixel. Isto é problemático quando se efetuam cálculos para toda a textura em tempo real num objeto que pode ter só um único pixel de largura.

É aqui que entram os *mipmaps*. Em vez de amostrar uma única textura, a aplicação pode ser configurada para alternar entre os *mipmaps* de menor resolução na cadeia, dependendo da distância da câmara.

VANTAGENS DO *MIP MAPPING*

Melhor Qualidade de Imagem

O uso do *mipmapping* pode ajudar a eliminar os efeitos de *aliasing* causados por texturas de superamostragem.

Melhor Desempenho

O *mipmapping* aumenta a eficiência da cache, pois as texturas em tamanho normal não são necessárias com tanta frequência e os *mipmaps* de menor resolução cabem facilmente na cache de textura.

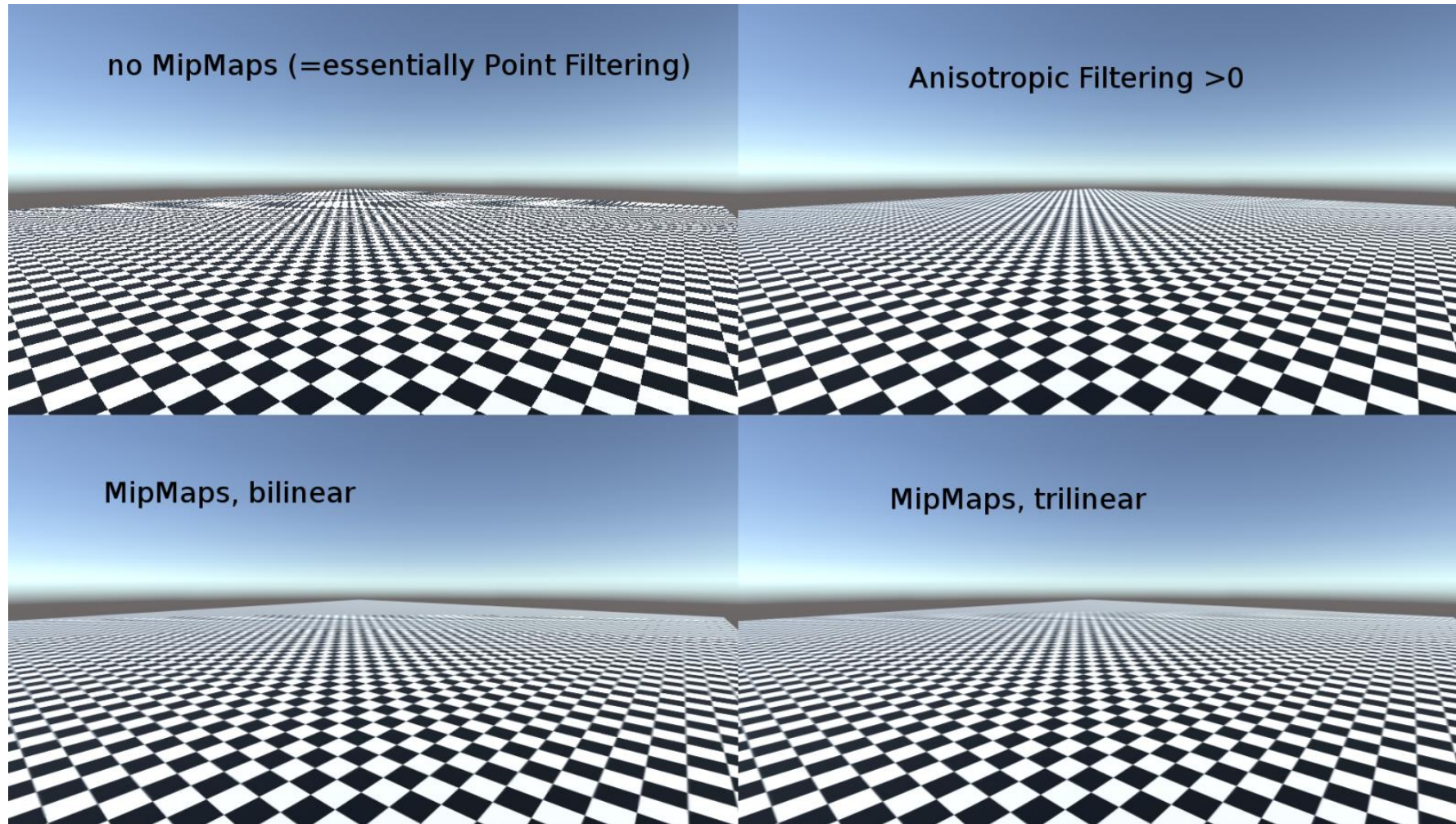
DESVANTAGENS DO MIP MAPPING

A única desvantagem notável é o aumento no tamanho do arquivo de textura, pois a cadeia *mipmap* completa deve ser armazenada juntamente com a textura de resolução total.

Isso aumenta o tamanho do arquivo em cerca de 33%

Com o aumento da velocidade de renderização e da qualidade da imagem, isto não é efetivamente um problema.

MIP MAPPING



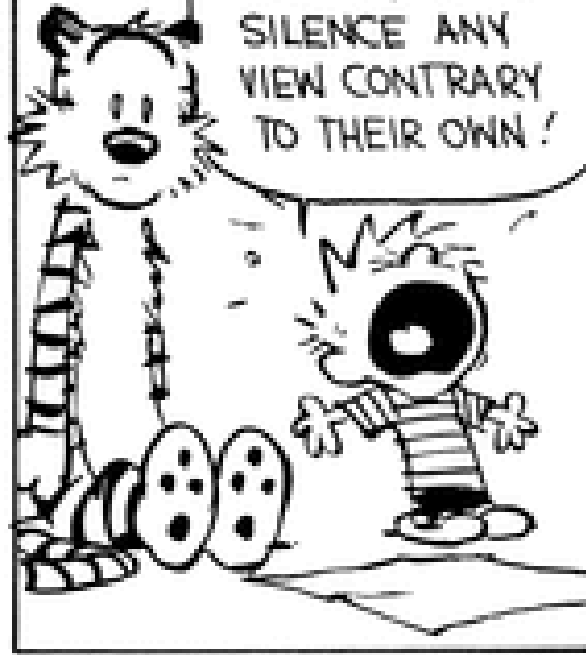
TODAY I DREW ANOTHER PICTURE
IN MY "DINOSAURS IN ROCKET
SHIPS" SERIES, AND MISS
WORMWOOD THREATENED TO
GIVE ME A BAD MARK IN HER
GRADE BOOK IF
I DIDN'T STOP!



THE ARTS ARE UNDER ATTACK!
FREEDOM OF EXPRESSION IS
BEING SQUELCHED!



THE AUTHORITIES
ARE TRYING TO
SILENCE ANY
VIEW CONTRARY
TO THEIR OWN!



WHAT DOES YOUR TEACHER
OBJECT TO ABOUT DINOSAURS?



MOSTLY MY
DRAWING THEM
DURING MATH.

