Shading (sombreamento) & *Smooth Shading*

Sistemas Gráficos/

Computação Gráfica e Interfaces

Shading & Smooth Shading

Objectivo: calcular a cor de cada ponto das superfícies visíveis.

Solução ***brute-force***: calcular a normal em cada ponto e aplicar o modelo de iluminação pretendido.

Modelos para colorir superfícies definidas por malha poligonal:

1. Sombreamento Constante
2. Sombreamento Interpolado = *Smooth Shading*
    1. Algoritmo de Gouraud
    2. Algoritmo de Phong

Shading

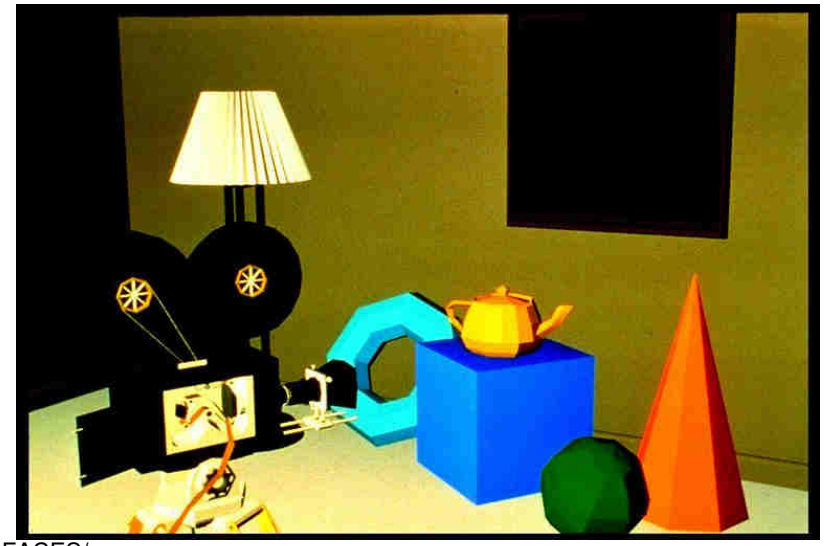
Sombreamento Constante

A cor é calculada apenas para um ponto do polígono e replicada em todos os pontos restantes do mesmo polígono.

Esta técnica considera as seguintes condições:

- A fonte de luz está no infinito, de modo que N.L é constante em qualquer ponto do polígono (raios paralelos).
- O observador está no infinito, de modo que R.V é constante em qualquer ponto do polígono
- A face é a própria superfície plana a modelar e não é uma aproximação de uma superfície curva

Nota-se a malha poligonal
Efeito de *Mach Band*, com descontinuidade da própria função de iluminação



Shading

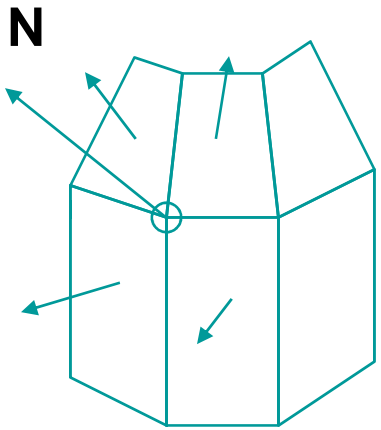
Sombreamento Interpolado ou *Smooth Shading*

Na solução anterior, se aproximarmos uma superfície curva por uma malha poligonal, verificamos descontinuidade de cor entre polígonos adjacentes (efeito de Mach Band, com descontinuidade da função de iluminação).

As soluções apresentadas a seguir ultrapassam este problema determinando a cor de um ponto por interpolação da cor definida nos vértices do polígono.

Necessário o conhecimento, nos vértices, das normais à superfície curva original:

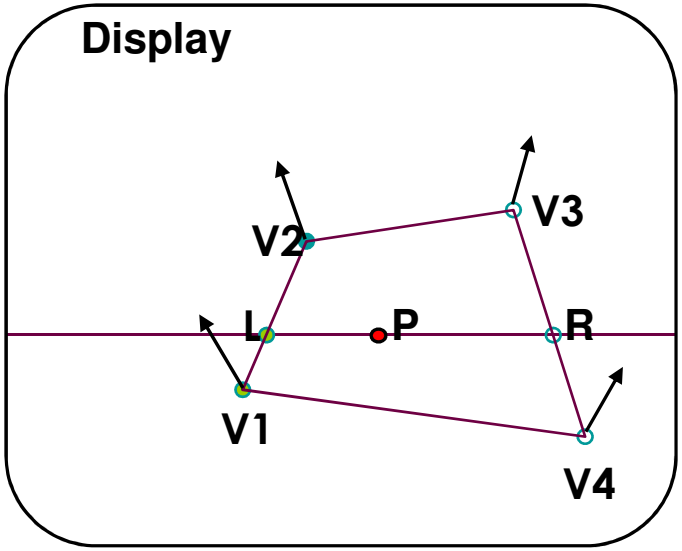
1. Solução analítica:
   - Expressão analítica da superfície…
2. Solução Aproximada:
   - Interpolação das normais dos polígonos vizinhos.



Smooth Shading

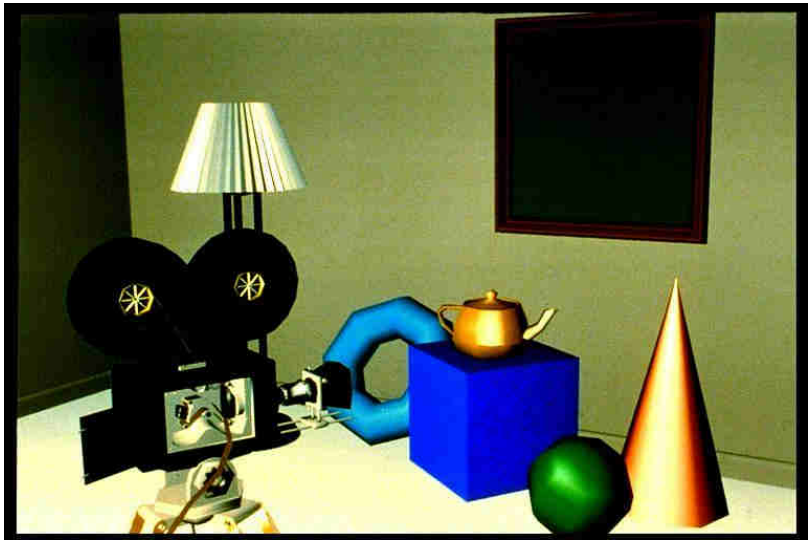
Método de Gouraud

1. Calcular a cor de cada vértice através do modelo de iluminação pretendido.
2. Calcular a cor dos restantes pontos do polígono por interpolação bi-linear.



1. Cor do ponto **L** é obtida por interpolação da cor em **V1** e **V2**
2. **R =** interpolação de **V3** e **V4**
3. **P =** interpolação de **L** e **R**

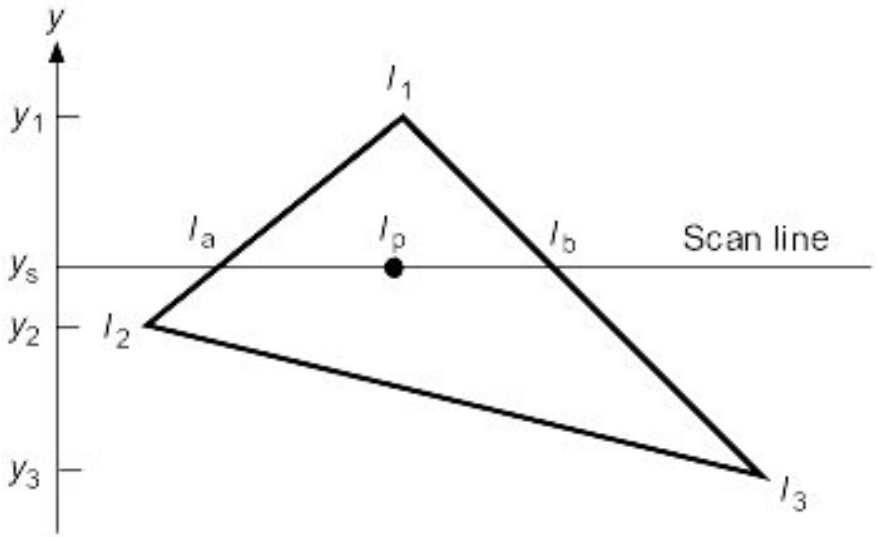
Nota-se a localização das arestas
Efeito de *Mach Band*, com descontinuidade da derivada da função de iluminação



Smooth Shading

Método de Gouraud

Calculo dos valores interpolados



$$I_a = I_1 - (I_1 - I_2)\frac{y_1 - y_s}{y_1 - y_2}$$

$$I_b = I_1 - (I_1 - I_3)\frac{y_1 - y_s}{y_1 - y_3}$$

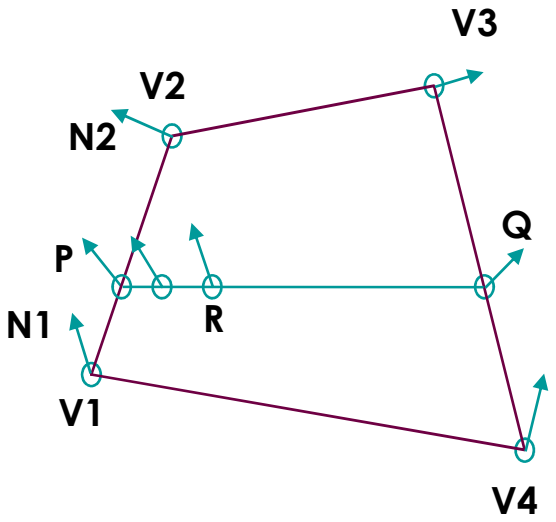
$$I_p = I_b - (I_b - I_a)\frac{x_b - x_p}{x_b - x_a}$$

Smooth Shading

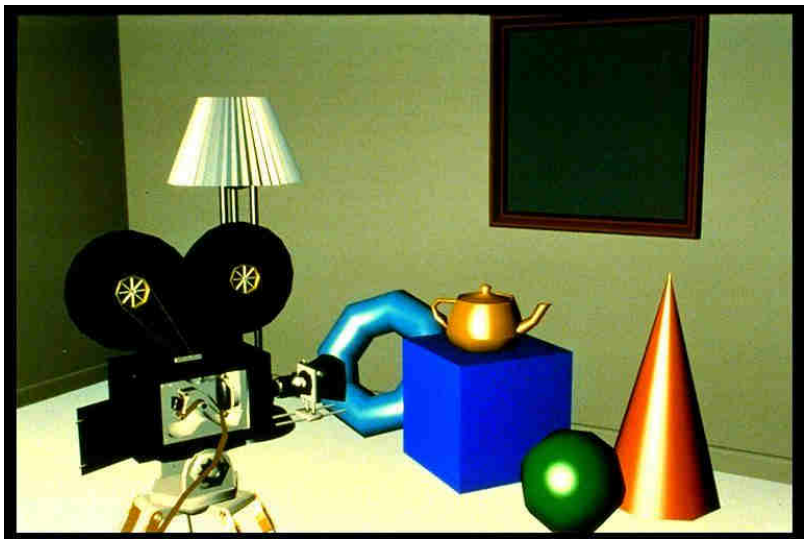
Método de Phong

Efectua a interpolação das normais em vez da cor.

1. Para cada vértice da malha poligonal calcula o vector normal à superfície (pela expressão analítica ou por aproximada por interpolação).
2. As normais nas arestas são calculadas por interpolação linear das normais nos vértices. As normais ao longo dos pontos de uma linha de varrimento obtêm-se por interpolação linear das normais nas arestas.
3. O modelo de iluminação local é aplicado em cada ponto.

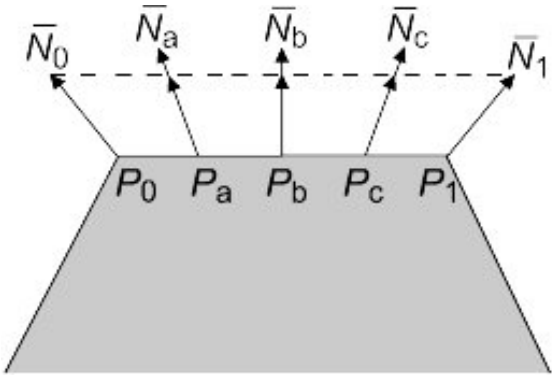


1. Normal em **P** obtida por interpolação das normais em **V1** e em **V2.**
2. Normal em **Q =** interpolação de **V3** e **V4**
3. Normal em **R =** interpolação de normais em **P** e **Q**



***High-lights* bem colocados**
Efeito de *Mach Band*, não é notório

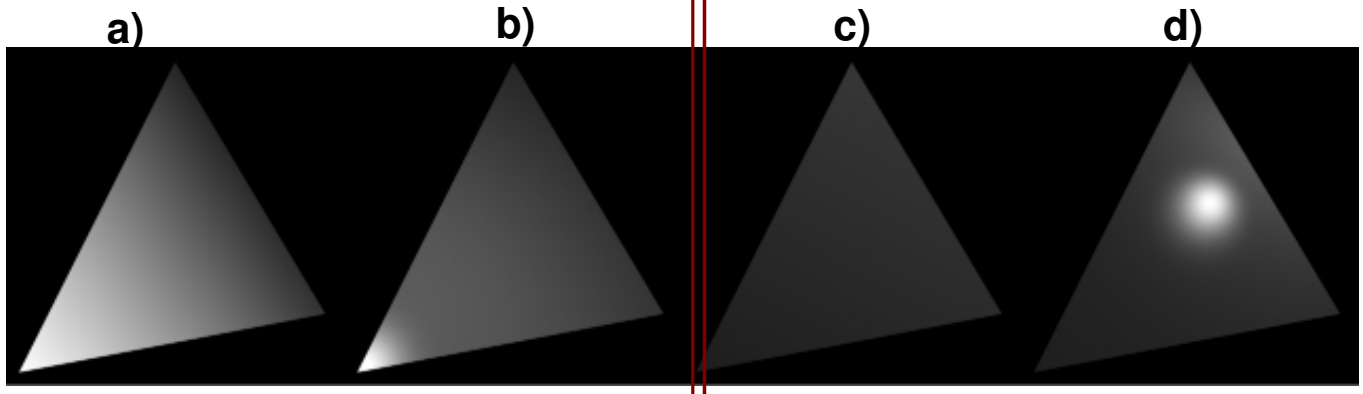
Smooth Shading



O cálculo da iluminação em cada *pixel* exige o mapeamento inverso para coordenadas do objecto depois de determinada a normal:

Coord. Obj. = F (Coord. Ecrã)

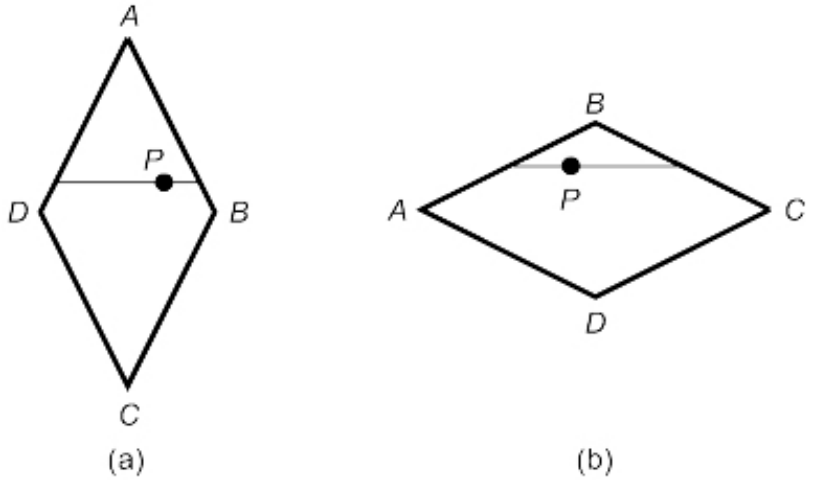
Reflexão especular com sombreamento pelo modelo de Gouraud a) e c) e Phong b) e d)



Reflexão máxima no vértice esquerdo.

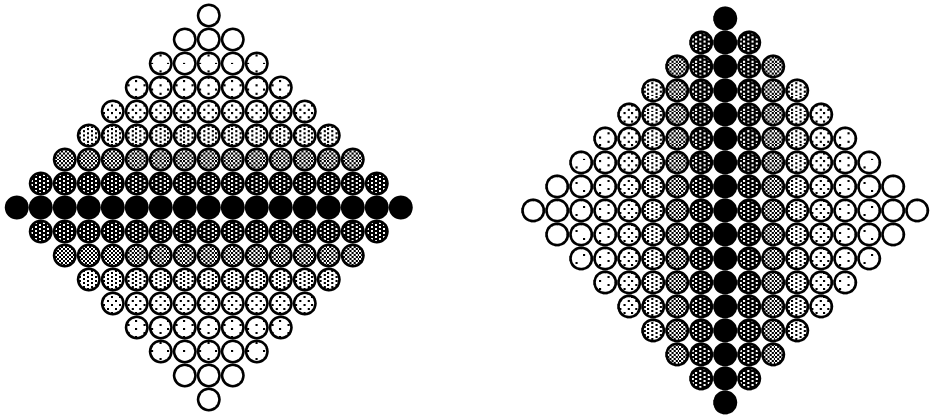
Reflexão máxima no centro do polígono.

Problema do Sombreamento Interpolado

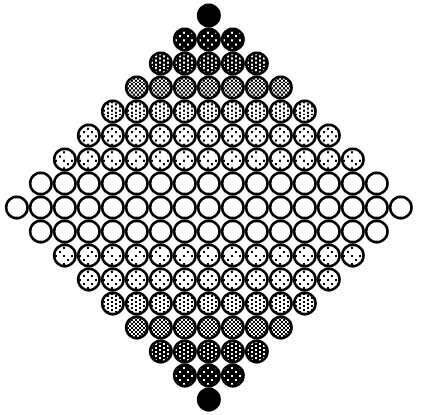


O resultado depende da orientação do polígono:

- Em (a) o cálculo de P usa as cores dos vértices A,D,B.
- Em (b) o cálculo de P usa as cores dos vértices A,B,C.



Rotação de 90º



Resultado

Texturas

Sistemas Gráficos/

Computação Gráfica e Interfaces

Texturas

- Permitem obter detalhe visual sem aumentar o detalhe geométrico

- Tipos mais vulgares
  - Mapeamento de texturas (imagens 2D)
    - Uma imagem "colada" sobre um polígono (papel de parede)
      - Representação de uma pintura num quadro
      - Simulação de uma paisagem fora de uma janela
      - Superfície de madeira
      - Etc…
  - *Bump Mapping Textures*
    - Além da imagem 2D, cria-se sensação de relevo (rugosidade)
      - Casca de laranja
      - Casca de morango
      - Tijolos
      - Etc…
  - Texturas 3D
    - A textura evolui continuamente no "interior" dos objectos
      - Volume de Madeira
      - Volume de Mármore
      - Etc…

- Numa imagem temos → pixel
- Numa textura temos → texel

} Ambos são pixeis mas de coisas diferentes

Mapeamento de Texturas (2D)

- Textura tem coordenadas normalizadas (u,v) Є [0,1]
  - *Pixels* da Imagem de Textura denominam-se *texels*

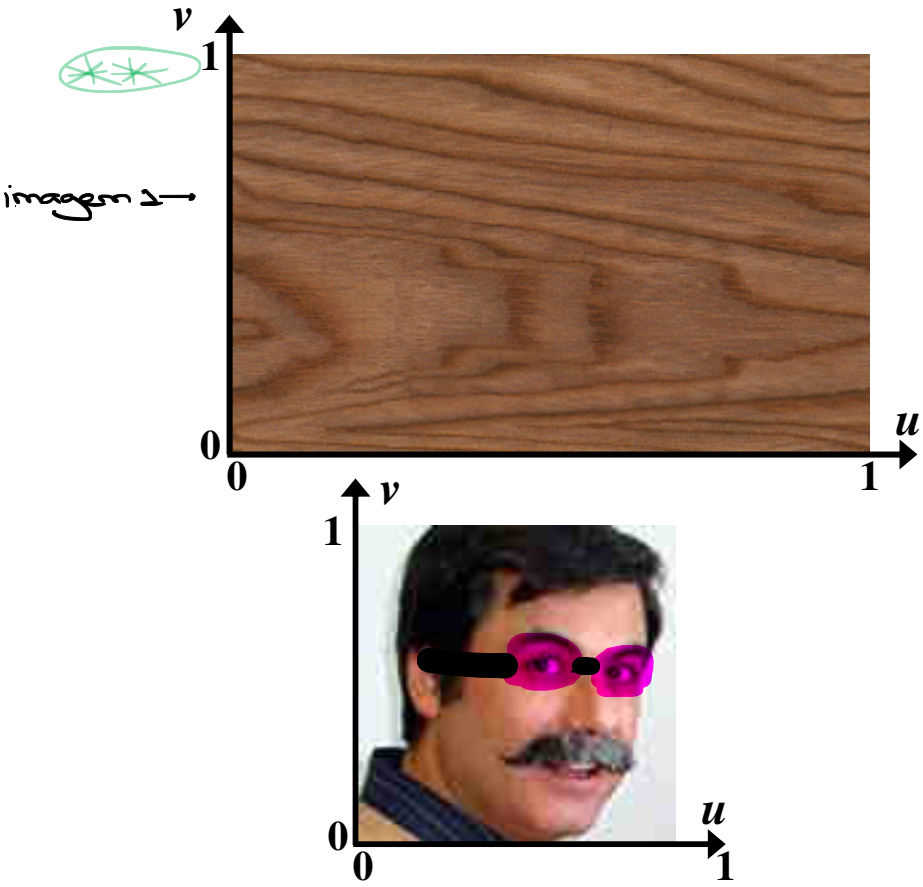
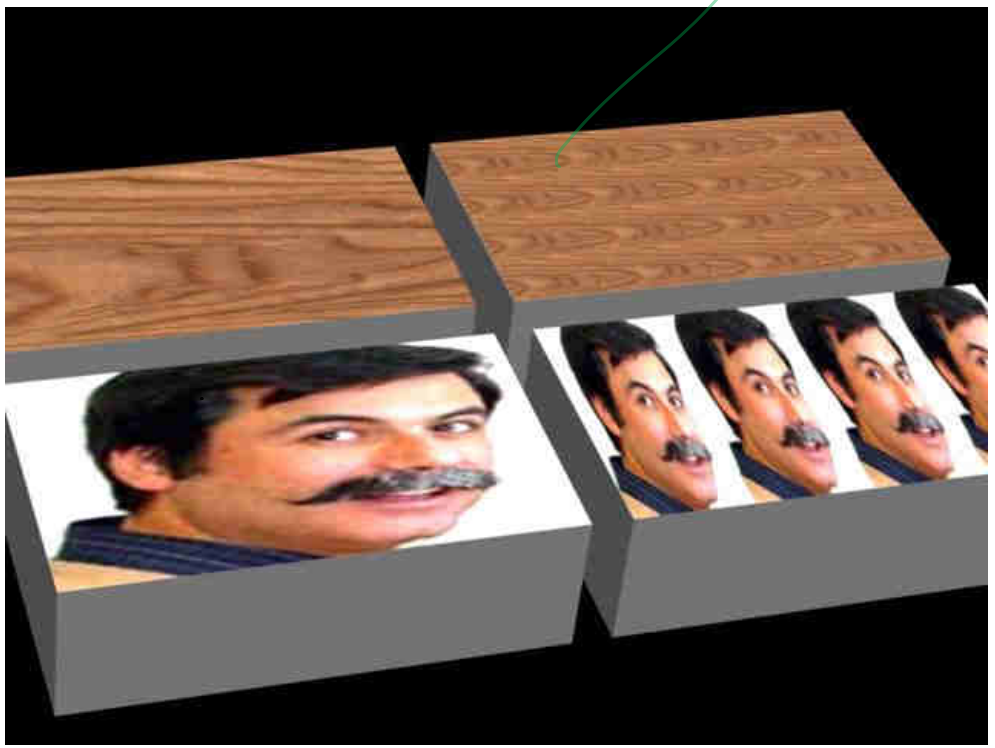


imagem 2

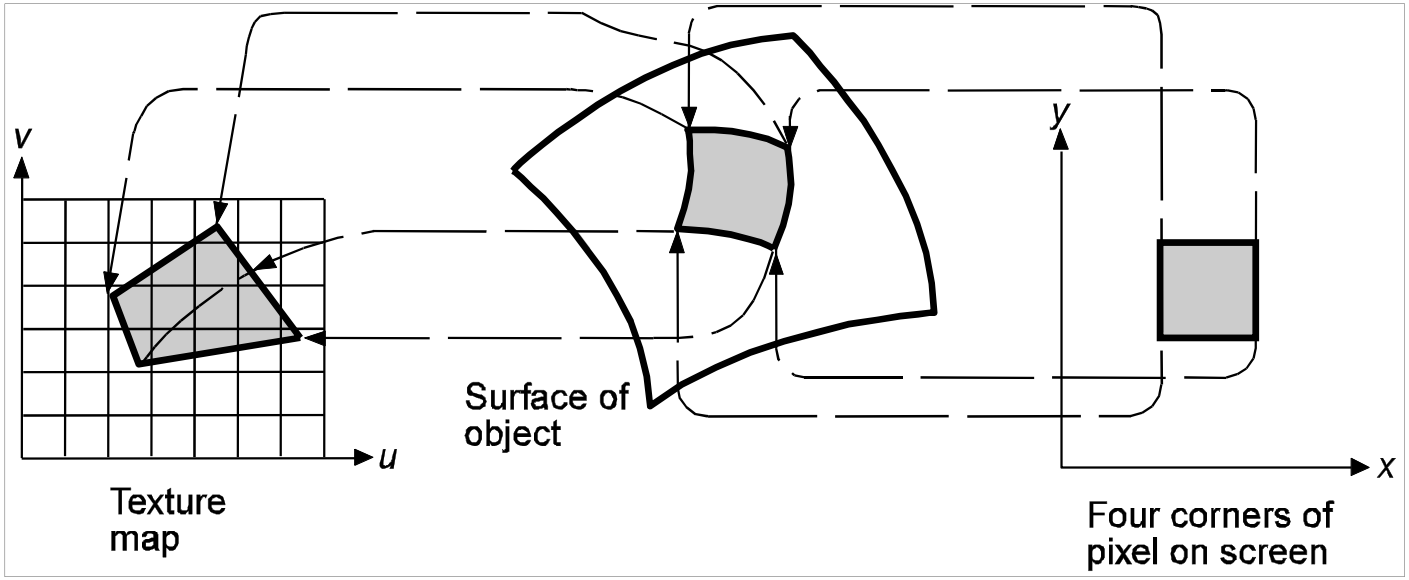


O tampo da mesa é uma repetição da imagem 2, de pequena resolução

- texturas têm dimensões
  - estas dimensões são normalizadas
  - pode aparecer como (s,t) ou (u,v)

- para esta técnica funcionar, o canto esquerdo da imagem tem de bater certo com o lado direito

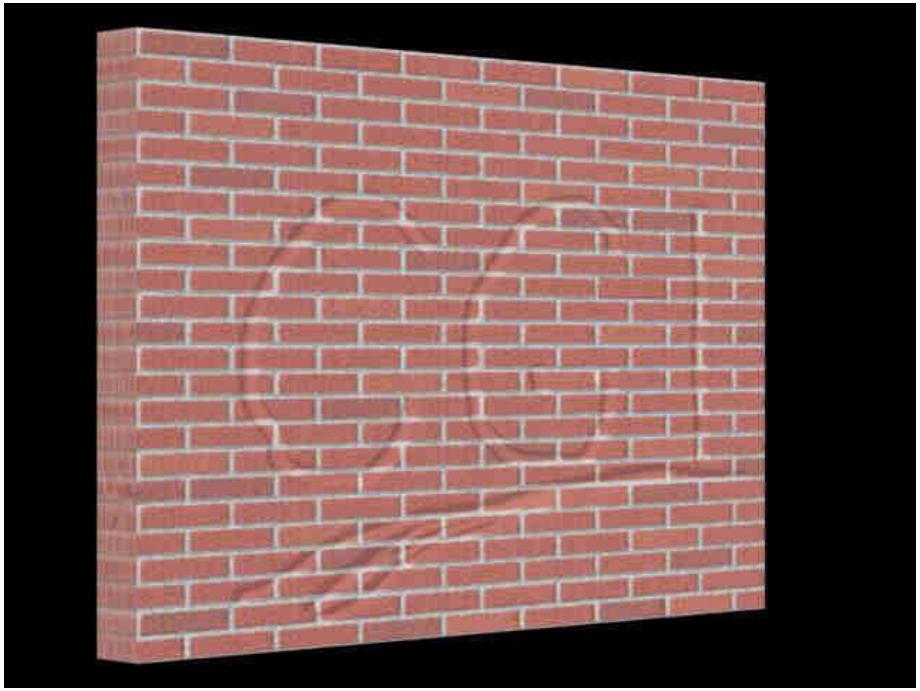
Mapeamento de Texturas (2D)



- Dois passos:
  - 4 cantos do *pixel* são mapeados na superfície (s,t)
  - 4 pontos (s,t) são mapeados no espaço da textura (u,v)
    - a cor resultante é extraída das cores dos *texels* incluídos na área resultante (filtragem):
      - Cor de um só texel... (maus resultados)
      - Média pesada das cores dos texels
      - Outras filtragens mais poderosas...

Bump Mapping Textures

- Simulação de rugosidade...
  ...sem aumento de geometria



Exemplo em 3DStudio MAX:

Imagem de textura

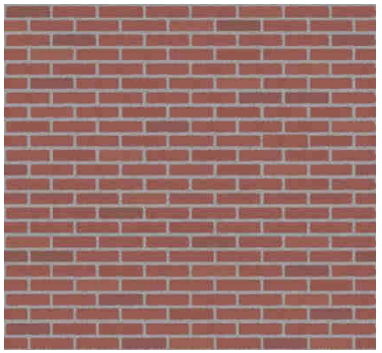
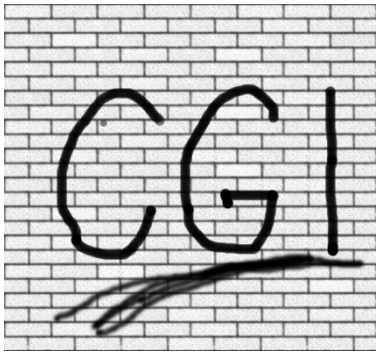


Imagem de rugosidade



. com preto indica que a sup. é para dentro

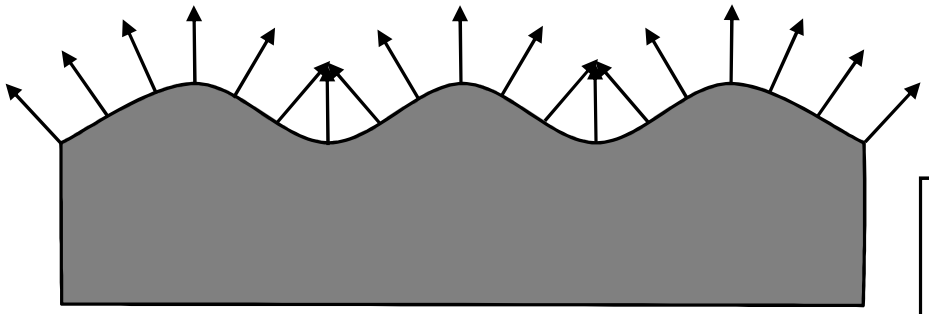
. com branco indica que a sup. é saída para fora

. RISCOS PRETOS significa que está colo - cados para dentro

Bump Mapping Textures

Superfície rugosa "original"

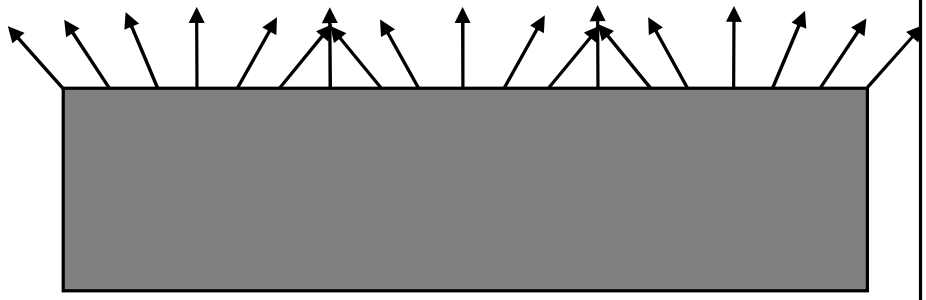
Fonte de Luz



A iluminação evolui, ponto a ponto, de acordo com a inclinação das normais respectivas

Simulação da superfície rugosa anterior:

Fonte de Luz



vai haver uma distorção das normais da superfície e vamos conseguir obter o mesmo resultado

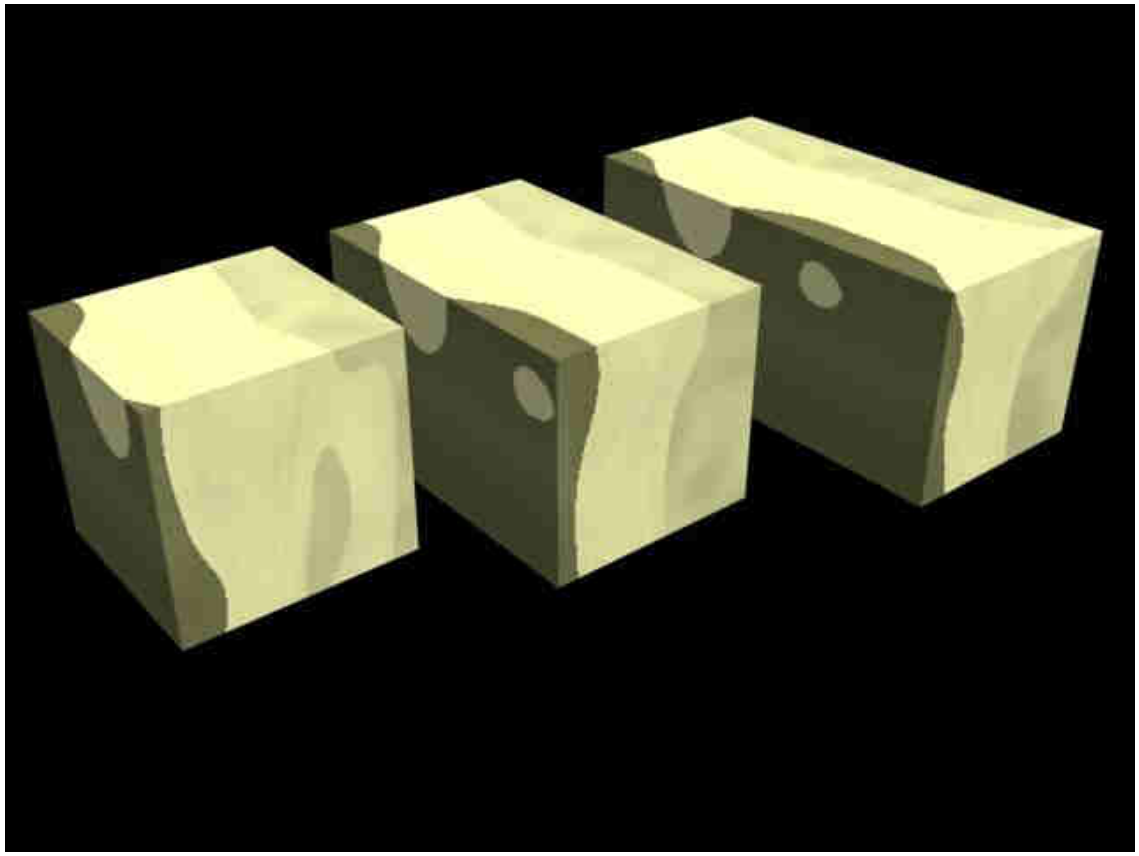
Afecta-se a direcção da normal (cálculo da iluminação)

Resultado semelhante ao anterior...

MAS COM GEOMETRIA SIMPLES!

Texturas 3D

– Evolução contínua no “interior” dos objectos



- Função devolve cor em função das coordenadas espaciais (***x,y,z***)