

ESCOLA DE ENGENHARIA MAUÁ

**Uso do Geogebra 3D como estúdio
de tonalização para análise das
componentes dos coeficientes de
reflexão do modelo de iluminação
local**

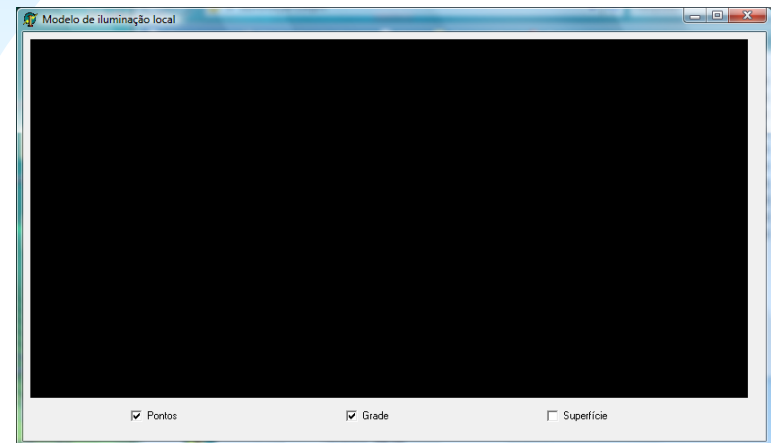
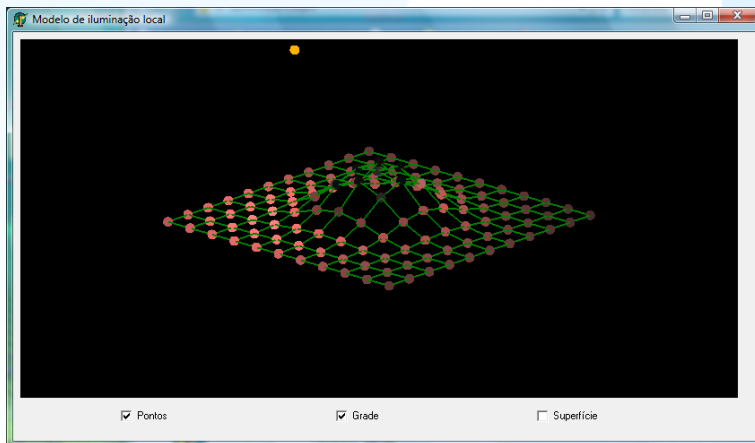
Roberto Scalco

Introdução

- **Introdução à Computação Gráfica:**
 - modelagem 3D;
 - transformações geométricas;
 - modelos de iluminação;
 - cores.
- **Eletiva da última série da Engenharia Elétrica:**
 - ambiente de desenvolvimento Delphi;
 - biblioteca gráfica OpenGL;
- **Presencial: conceitos matemáticos;**
- **Distância: programação.**

Problemas na implementação

- Alunos possuem dificuldade na implementação do modelo de iluminação em virtude do grande número de variáveis existentes:
 - posição e direção da fonte luminosa;
 - parâmetros emissivos da fonte luminosa;
 - coeficientes de reflexão.

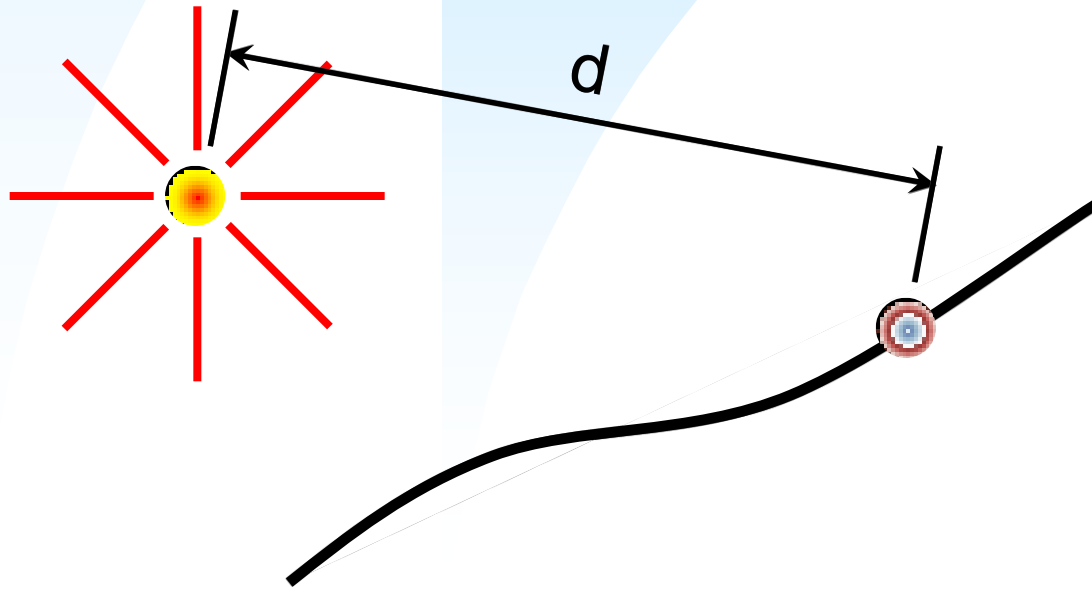


Modelo de Iluminação - Fonte

- Tipo da fonte luminosa: pontual

- Posição: $P_f = (x_f \quad y_f \quad z_f)$

- Atenuação: $f_{at} = \min \left\{ \frac{1}{a \cdot d^2 + b \cdot d + c}; 1 \right\}$



Modelo de Iluminação - Fonte

- **Intensidade da fonte luminosa:**

- **Ambiente:** $I_a = (I_{a_R} \quad I_{a_G} \quad I_{a_B} \quad I_{a_\alpha})$

- **Difusa:** $I_d = (I_{d_R} \quad I_{d_G} \quad I_{d_B} \quad I_{d_\alpha})$

- **Especular:** $I_s = (I_{s_R} \quad I_{s_G} \quad I_{s_B} \quad I_{s_\alpha})$

Modelo de Iluminação - Material

- **Coefficientes de reflexão:**

- **Ambiente:** $K_a = (K_{a_R} \quad K_{a_G} \quad K_{a_B} \quad K_{a_\alpha})$

- **Difusa:** $K_d = (K_{d_R} \quad K_{d_G} \quad K_{d_B} \quad K_{d_\alpha})$

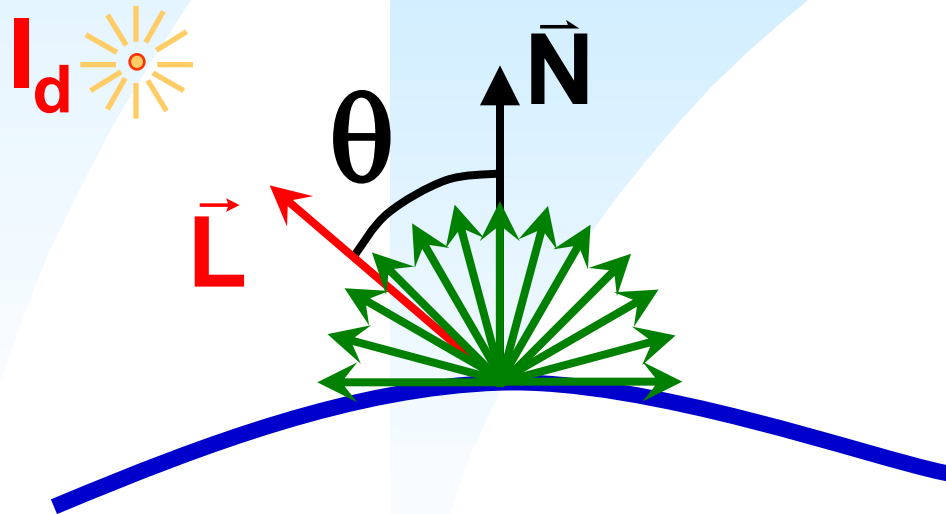
- **Especular:** $K_s = (K_{s_R} \quad K_{s_G} \quad K_{s_B} \quad K_{s_\alpha})$

- **Coefficiente de emissividade:**

$$K_e = (K_{e_R} \quad K_{e_G} \quad K_{e_B} \quad K_{e_\alpha})$$

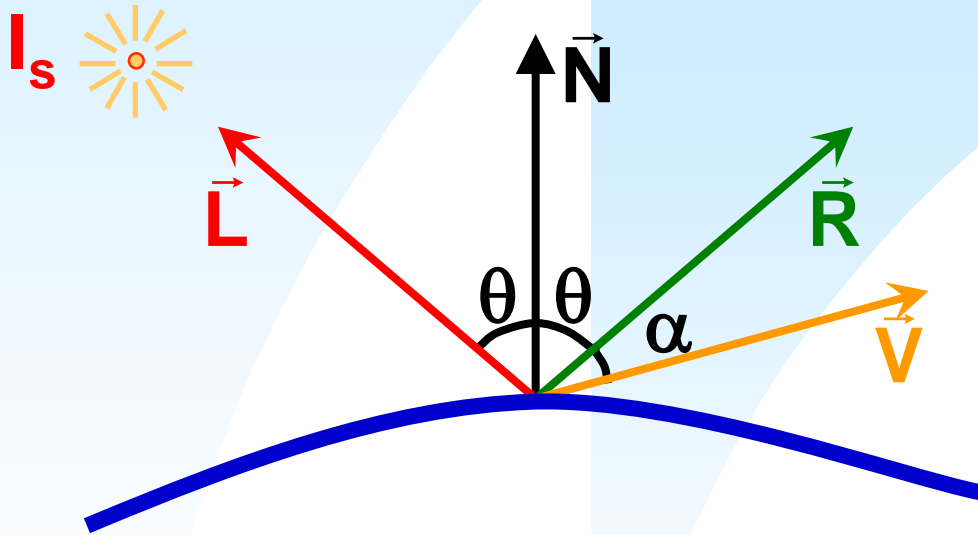
Modelo de Iluminação

- **Ambiente:** $I = K_a \cdot I_a$
- **Difusa:** $I = K_d \cdot I_d \cdot (\vec{N} \cdot \vec{L})$

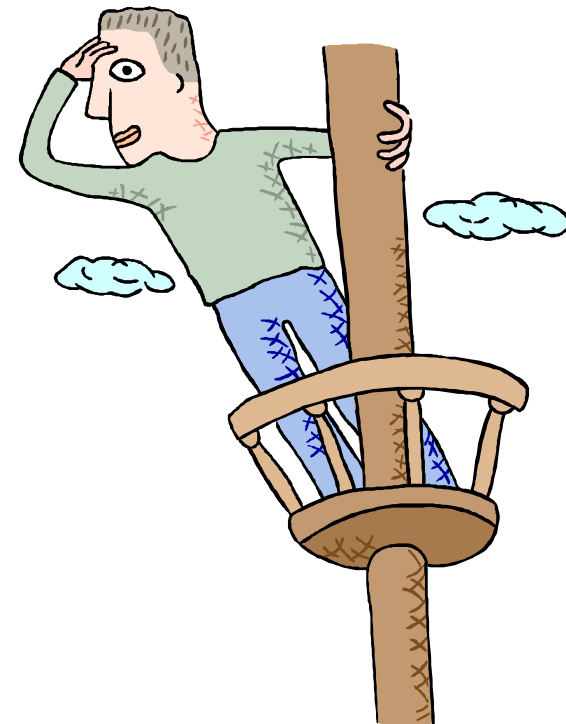


Modelo de Iluminação

- **Especular:** $I = K_s \cdot I_s \cdot (\vec{R} \cdot \vec{V})^n$



$$\vec{R} = 2 \cdot \vec{N} \cdot (\vec{N} \cdot \vec{L}) - \vec{L}$$



Modelo de Iluminação

- Para várias fontes luminosas:

$$I = k_a \cdot \sum_{i=1}^{N_a} (I_{a,i}) + k_d \cdot \sum_{j=1}^{N_d} (f_{at,j} \cdot I_{d,j} \cdot (\vec{N} \cdot \vec{L}_j)) + k_s \cdot \sum_{k=1}^{N_s} (f_{at,k} \cdot I_{s,k} \cdot (\vec{R}_k \cdot \vec{V}_k))^n$$

- Para uma fonte luminosa:

$$I = k_a \cdot I_a + f_{at} \cdot \left(k_d \cdot I_d \cdot (\vec{N} \cdot \vec{L}) + k_s \cdot I_s \cdot (\vec{R} \cdot \vec{V})^n \right)$$

$$I = (I_R \quad I_G \quad I_B \quad I_\alpha)$$

GeoGebra

- **Versão atual: 4.0.9.0 (09.11.11);**
- **versão utilizada: 5.0 beta;**
- **modelo em *wireframe* aplicando o modelo de iluminação nos vértices;**
- **malha com 11 x 11 vértices;**
- **cores dinâmicas calculadas na planilha;**
- **consumo de memória RAM entre 600 MB e 1,4 GB.**

Resultado

Arquivo Editar Exibir Disposições Opções Ferramentas Janela Ajuda

Mover

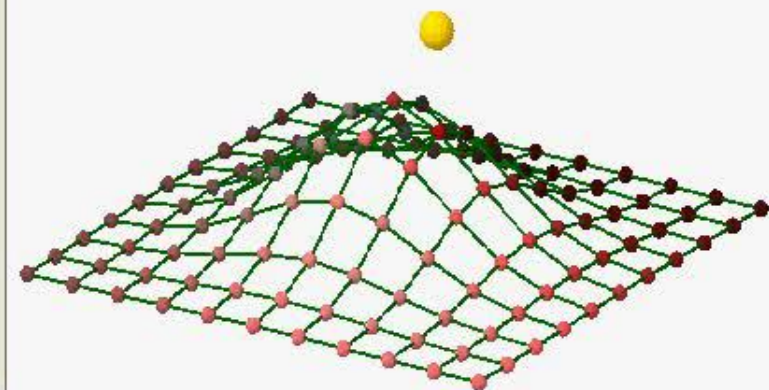
Janela de Álgebra Planilha Janela de Visualização 3D

Objetos Livres

- $A = (0, 0, 0)$
- $la = (0.2, 0.2, 0.2)$
- $ld = (1, 1, 1)$
- $ls = (1, 1, 1)$
- $Ka = (0.2, 0.2, 0.2)$
- $Kd = (0.8, 0, 0)$
- $Ks = (0.5, 0.5, 0.5)$
- $Pf = (-1, -1, 2)$
- $Pv = (4.246, -0.654, 2.8)$
- brilho = 1
- $fat_3 = 0$
- $fat_3 = 0.5$
- $fat_3 = 0$

	A	B	C	D
1	Pont...	1	2	3
2	1	$(-2, \dots$	$(-2, \dots$	$(-2, \dots$
3	2	$(-1.6\dots$	$(-1.6\dots$	$(-1.6\dots$
4	3	$(-1.2\dots$	$(-1.2\dots$	$(-1.2\dots$
5	4	$(-0.8\dots$	$(-0.8\dots$	$(-0.8\dots$
6	5	$(-0.4\dots$	$(-0.4\dots$	$(-0.4\dots$
7	6	$(0, -\dots$	$(0, -\dots$	$(0, -\dots$
8	7	$(0.4,\dots$	$(0.4,\dots$	$(0.4,\dots$
9	8	$(0.8,\dots$	$(0.8,\dots$	$(0.8,\dots$
10	9	$(1.2,\dots$	$(1.2,\dots$	$(1.2,\dots$
11	10	$(1.6,\dots$	$(1.6,\dots$	$(1.6,\dots$

Entrada:



Conclusões

- 👎 Consumo excessivo de memória da versão 5.0;
- 👍 integração entre os ambientes do aplicativo (janela de álgebra, planilha, janela 3D etc);
- 👍 diminuir o tempo gasto durante a implementação do algoritmo se os parâmetros utilizados nas fontes e para os coeficientes forem testados previamente;
- 🕒 aplicação de modelos de iluminação local mostrou que outros modelos podem ser implementados (iluminação anisotrópica, *bump mapping* etc).

Uso do Geogebra 3D como estúdio de tonalização para análise das componentes dos coeficientes de reflexão do modelo de iluminação local

roberto.scalco@maua.br