

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DCA  
COMPUTAÇÃO GRÁFICA

# LISTA 05 #

DISCENTE: Tiago Felipe de Souza

MATRÍCULA: 20190153105

1. Qual a diferença básica entre irradiância e radiância? Sugestão: defina as duas.

↳ Radiância: É a intensidade da luz radiante proveniente de uma fonte, em uma dada direção  $\theta$  (theta) por unidade de área perpendicular a esta direção.

↳ Irradiância: é a radiação eletromagnética incidente numa superfície, por unidade de área.

2. Para modelar a iluminação completa de uma cena ou objeto, geralmente modela-se em partes, por termos, dependendo do tipo de reflexões que os materiais possuem, e depois junta-se esses termos. Explique o termo relativo a reflexões lambertiana ou difusa? e especular? e ambiente?

→ Termo ambiente ( $K_a$ ): é um truque para modelar interrelações entre todas as reflexões nos objetos de uma cena (luz perdida, que não consegue se modelar, é distribuída regularmente na cena).

↳ Iluminação ambiente ( $I_a$ ):

$$I_a = K_a \cdot I_a$$

→ Termo difusa ( $K_d$ ): é o modelo mais simples de reflexões (Lambertiano) e que de forma ideal a luz incidente é refletida igualmente em todas as direções em que o brilho visto não depende da direção de visualização.

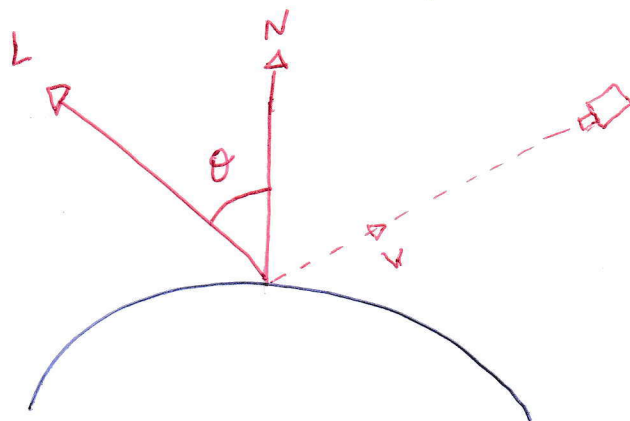
↳ Iluminação difusa ( $I_d$ ) - Lei de Lambert:

$$I_d = K_d \cdot L_{\text{luz}} \cdot \cos \theta = K_d \cdot L_{\text{luz}} \cdot (N \cdot L)$$

\*  $K_d$  = coeficiente de reflexões  $[0.0, 1.0]$ .

\*  $L_{\text{luz}}$  = Intensidade da fonte de luz.

\*  $\theta$  = Ângulo entre a direção da luz e a normal.



→ **Termo especular ( $K_s$ )**: a reflexão especular depende da posição de visualização e é causada por superfícies lisas que dão efeito de suavização. Em superfícies brilhantes, grande parte da luz incidente reflete coerentemente, ou seja, um raio é refletido numa direção única e a direção do raio é definida pela direção de incidência e pela normal. Um espelho é um refletor especular "Perfeito".

↳ **Iluminação especular ( $I_s$ )**:

$$I_s = K_s \cdot L_{\text{luz}} (\cos \phi)^{n_{\text{shiny}}}$$

#  $\phi$  = Ângulo entre raio refletido e observador.

#  $K_s$  = Reflectância especular no intervalo  $[0, 1]$

#  $n_{\text{shiny}}$  = Taxa de decaimento da reflexão (espalhamento).

3. Explique como são definidos os termos referentes a atenuação e outros efeitos?

↳ **Atenuação**: a medida que a fonte de luz se afasta da cena, a intensidade da luz vai diminuindo. Assim, foi adicionado o fator de atenuação, que atenua a luz difusa de acordo com o inverso do quadrado da distância:  $f_{\text{att}} = \frac{1}{d^2}$ .



→ Outros efeitos:

↳ Atenuação atmosférica: usa a distância observador-superfície para dar efeitos extras e tornar a radiância do objeto mais turva e menos definida com fator de cinza, para dar um efeito neblina como exemplo.

↳ Luzes coloridas e superfícies: utiliza-se de equações separadas para os modelos RGB, XYZ, ou qualquer outro para diferenciar a radiação do objeto na cena.

4. Discorra sucintamente sobre a equação completa de iluminação que junta todos os termos especificados no exercício anterior (coloque a equação e defina cada um dos termos).

$$I_{da} = K_a I_a + f_{att} \cdot L_{luz} \cdot (K_d \cdot \cos \theta + K_s \cdot (\cos \phi)^{n_{shiny}})$$

$$I_{da} = K_a I_a + f_{att} \cdot L_{luz} \cdot K_d \cdot (N \cdot L)$$

\*  $K_a$ : Termo ambiente

\*  $I_a$ : Iluminação ambiente

\*  $f_{att}$ : Fator de atenuação

\*  $L_{luz}$ : Intensidade da fonte de luz

\*  $K_d$ : Termo difusa

\*  $\theta$ : Ângulo entre a direção da luz  $L$  e a normal  $N$ .

\*  $K_s$ : Reflectância especular no intervalo  $[0, 1]$ .

\*  $\phi$ : Ângulo entre raio refletido e observador.

\*  $n_{shiny}$ : Taxa de decaimento da reflexão (espalhamento).

5. Como você modelaria a refração numa cena em que ocorre transparência? Ou seja, especifique um modelo matemático para modelar a refração (lembrando das leis da refração).

Vamos começar definindo refração. Refração é a inclinação que a luz sofre para diferentes velocidades em diferentes materiais.

Para uma cena que ocorra a transparência, ou seja, quando um raio de luz passa de um meio transparente para outro, definiremos a Lei de Snell:

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$$

\*  $n_1$  e  $n_2$  são os índices de refração do primeiro e segundo meio.

$\hookrightarrow n = \frac{c}{v}$  -> Velocidade da luz no vácuo  
 $v$  -> Velocidade da luz no meio

\*  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são os ângulos de incidência e refração do meio com a normal (vetor normal).

6. Sabemos que uma luz artificial pontual se encontra no ponto (3,3,3). Sabemos que uma câmera fotográfica digital encontra-se no ponto (2,3,2), sistema MKS, direcionada para o ponto (2,1,0). Sabemos ainda que uma esfera pintada com tinta vermelha, de raio 1m encontra-se centrada no ponto (2,0,0). Dado que o raio da lente fo-



col da câmera em direção ao pixel central da imagem, determine se o raio em questão intersecta a esfera. Caso positivo, calcule os vetores (em coordenadas de mundo - MKS) que representam as direções  $L$  (luz),  $N$  (normal),  $R$  (raio refletido) e  $O$  (observador). Determine a contribuição de iluminação para o ponto em questão ( $R, G, B$ ) na imagem, sabendo-se que a luz ambiente tem intensidade de 200, a fonte de luz tem intensidade 250, o fator de reflexão ambiente é 0,4 e o material possui um misto entre reflexão difusa e especular (são iguais) e o fator de decaimento da reflexão especular é igual a 1. Desconsidere atenuação ou outros efeitos.

\* Esfera:  $(x-2)^2 + y^2 + z^2 = 1^2$

\* Vetor com a direção da câmera:

→ Vetor da câmera:

$$\vec{V}_c = (2-2, 1-3, 0-2) = (0, -2, -2)$$

$$\hat{V}_c = \left( 0, \frac{-2}{\sqrt{2}}, \frac{-2}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\hat{V}_c = \left( 0, \frac{-1}{\sqrt{2}}, \frac{-1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$|\vec{V}_c| = \sqrt{0^2 + (-2)^2 + (-2)^2}$$

$$|\vec{V}_c| = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

$$\hat{V}_c = \left( 0, \frac{-\sqrt{2}}{2}, \frac{-\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$K \hat{V}_c = \left( 0, -\frac{\sqrt{2}}{2}K, -\frac{\sqrt{2}}{2}K \right)$$

\* Ponto inicial da câmara em (2, 3, 2), logo, o raio da câmara:

$$\left( 2+0, 3-\frac{\sqrt{2}}{2}K, 2-\frac{\sqrt{2}}{2}K \right)$$

Coloca na equação da esfera:

$$(2-2)^2 + \left( 3-\frac{\sqrt{2}}{2}K \right)^2 + \left( 2-\frac{\sqrt{2}}{2}K \right)^2 = 1^2$$

$$0 + 9 - 3\sqrt{2}K + \frac{K}{2} + 4 - 2\sqrt{2}K + \frac{K}{2} - 1 = 0$$

$$K^2 - 5\sqrt{2}K + 12 = 0$$

$$\Delta = (-5\sqrt{2})^2 - 4 \cdot 1 \cdot 12$$

$$\Delta = 50 - 48$$

$$\Delta = 2$$

$$K = \frac{5\sqrt{2} \pm \sqrt{2}}{2 \cdot 1}$$

$$K_1 = 3\sqrt{2}$$

$$K_2 = 2\sqrt{2}$$

MAIS PRÓXIMO. (Intersecta em (2, 1, 0))!

Intersecta no Ponto (2, 1, 0)

Luz artificial (3, 3, 3)

\* Vetor com a direção da luz:

$$\vec{L}^D = (2-3, 1-3, 0-3)$$

$$\vec{L}^D = (-1, -2, -3)$$

Com base no centro da esfera: (2, 0, 0)

\* Vetor normal  $\vec{N}^D$ :

$$\vec{N}^D = (2-2, 1-0, 0-0)$$

$$\vec{N}^D = (0, 1, 0)$$

$$|\vec{L}^D| = \sqrt{(-1)^2 + (-2)^2 + (-3)^2}$$

$$|\vec{L}^D| = \sqrt{14}$$

$$\hat{L} = \left( \frac{-1}{\sqrt{14}}, \frac{-2}{\sqrt{14}}, \frac{-3}{\sqrt{14}} \right)$$

$$I_{d+a} = K_a I_a + I_{luz} (K_d \cos \theta + K_s (\cos \phi)^{n_{shiny}})$$

$$K_a = 0,4 ; K_d = 0,3 ; K_s = 0,3 ; n_{shiny} = 1$$

$$\cos \theta = \frac{2}{\sqrt{14}} ; |K| = \sqrt{14} ; |\vec{O}^*| = \sqrt{(0)^2 + (-2)^2 + (-2)^2}$$

$$|\vec{O}^*| = 2\sqrt{2}$$

$$\cos \phi = \frac{\vec{K} \cdot \vec{O}^*}{|\vec{K}| |\vec{O}^*|} = \frac{2}{\sqrt{14} \cdot 2\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{28}} = \frac{1}{2\sqrt{7}}$$

$$I_a = 200 ; I_{luz} = 250$$

$$I_{d+a} = 0,4 \cdot 200 + 250 \left( 0,3 \cdot \frac{2}{\sqrt{14}} + 0,3 \cdot \frac{1}{2\sqrt{7}} \right)$$

$$I_{d+a} \approx 134,26$$