

## Configuração de rendição

- Origem da câmera ( $e$ ) =  $(-10, 0, 0)$
- Centro da esfera ( $c$ ) =  $(5, 0, 0)$
- Centro da câmera =  $(0, 0, 0)$
- Raio da esfera = 2
- Posição da luz ( $L_{pos}$ ) =  $(-5, 5, 5)$
- Distância focal ( $d$ ) = 10
- Vetor "para cima" ( $up$ ) =  $(0, 1, 0)$

1º Achar um pixel central para a grade 5x5

$$i_{\text{centro}} = \frac{N-1}{2} \Rightarrow \frac{5-1}{2} \Rightarrow \frac{4}{2} = 2 \quad \text{o pixel central está na}$$

$$j_{\text{centro}} = \frac{M-1}{2} \Rightarrow \frac{5-1}{2} \Rightarrow \frac{4}{2} = 2 \quad \text{linha 2 e coluna 2.}$$

2º Direção do raio ( $dr$ )  $\rightarrow \frac{dv}{\|dv\|}$

$$dv = \text{Centro da câmera} - e \Rightarrow (0, 0, 0) - (-10, 0, 0) \Rightarrow dv = (10, 0, 0)$$

$$\|dv\| = \sqrt{(10)^2 + 0^2 + 0^2} \Rightarrow \sqrt{100} \Rightarrow \|dv\| = 10$$

$$\frac{dv}{\|dv\|} = \frac{(10, 0, 0)}{10} = (1, 0, 0)$$

3º Intersecção Ray-Esfera  $\rightarrow A_2^2 + B_2 + C = 0$

$$\left\{ \begin{array}{l} A = d \cdot d, \Rightarrow (1, 0, 0)(1, 0, 0) \Rightarrow 1+0+0 \Rightarrow A = 1 \\ B = 2d(e-c) \Rightarrow 2(1, 0, 0)((-10, 0, 0) - (5, 0, 0)) \Rightarrow (2, 0, 0)(-15, 0, 0) \\ \Rightarrow -30 + 0 + 0 \Rightarrow B = -30 \\ C = (e-c)(e-c) - r^2 \Rightarrow (-15, 0, 0)(-15, 0, 0) - 9^2 \Rightarrow 225 - 81 = 144 \end{array} \right.$$

$$\Delta = b^2 - 4ac \Rightarrow -30^2 - 4 \cdot 1 \cdot 144 \Rightarrow 900 - 576 = \Delta = 120$$

$\hookrightarrow$  Se  $\Delta > 0$ : 2 intersecções;  $\Delta = 0$ : 1 intersecção;  $\Delta < 0$ : nenhuma

$$t_1, t_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \Rightarrow t_1 = \frac{-(-30) + \sqrt{120}}{2 \cdot 1} \Rightarrow t_1 = \frac{30}{2} = 15 \Rightarrow t_1 = 15$$

$$t_2 = \frac{-(-30) - \sqrt{120}}{2 \cdot 1} \Rightarrow t_2 = \frac{30}{2} = 15 \Rightarrow t_2 = 15$$

$$\min(t_1, t_2) \Rightarrow \min(15, 15) \Rightarrow t = 15 \quad \text{intersecção mais próxima}$$

Ponto de interseção ( $P$ )  $\rightarrow e + zd$

$$P = (-10, 0, 0) + 13(1, 0, 0) \Rightarrow P = (3, 0, 0)$$

4º Iluminação de Phong  $\rightarrow J_{amb} + J_{dif} + J_{esp}$

- Vectors de sombreamento

$$\bullet \text{Vetor normal } (n) = \frac{(P - c)}{R}$$

$$n = (-1, 0, 0)$$

$$\bullet \text{Vetor unitário}^{(I)} = |2\text{pos} - P| \Rightarrow ((-5, 5, 5) - (3, 0, 0)) = (-8, 5, 5)$$

$$\text{normalizado} \Rightarrow \sqrt{(-8)^2 + 5^2 + 5^2} = 10,672 \Rightarrow \frac{(-8, 5, 5)}{10,672} = (-0,7492, 0,4683, 0,4683)$$

$$\bullet \text{Vetor unitário unitário } (v) = (e - p) = ((-10, 0, 0) - (3, 0, 0)) = (-13, 0, 0)$$

$$\text{normalizado} \Rightarrow \sqrt{(-13)^2 + 0^2 + 0^2} = 13 \Rightarrow \frac{(-13, 0, 0)}{13} = (-1, 0, 0)$$

$$\bullet \text{Vetor refletido unitário } (r) = 2(n \cdot v)n - v$$

$$2((-1, 0, 0)(-0,7492, 0,4683, 0,4683)) = (-1, 0, 0) - (-0,7492, 0,4683, 0,4683)$$

$$2(0,7492 + 0 + 0)(-0,2508, 0,4683, 0,4683)$$

$$1,4984(-0,2508, 0,4683, 0,4683)$$

$$r = (-0,7492, -0,4683, -0,4683)$$

- Componentes de intensidade

$$\bullet \text{Luz ambiente} \Rightarrow K_a \cdot L \rightarrow K_a = 0,1 \text{ e } L = 255 = 1 - 2$$

$$L_a = 0,1 \cdot 1 \Rightarrow L_a = 0,1$$

$$\bullet \text{Luz difusa} \Rightarrow K_d \cdot L_d \cdot \max(0, n \cdot l) \rightarrow K_d = 0,6 \circ 2 = 1$$

$$L_d = 0,6 \cdot 1 \cdot 0,7492 \Rightarrow L_d = 0,4496$$

$$\bullet \text{Luz especular} \Rightarrow K_s \cdot L_s \cdot \max(0, r \cdot v)^p \rightarrow K_s = 0,3 \text{ e } L = 1$$

$$r \cdot v = (-0,7492, -0,4683, -0,4683)(-1, 0, 0) \Rightarrow$$

$$r \cdot v = 0,7492 \rightarrow (r \cdot v)^p = 0,0000971$$

$$L_s = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,0000971 \Rightarrow L_s = 0,00002913$$

• intensidade final  $\rightarrow 2\alpha + 2\sigma + 2\delta$

$$0.1 \cdot 0.4496 \cdot 0.0002923$$

$$I_{\text{total}} = 0.5496$$