2. Considere uma cena com uma única fonte de luz puntual, sem atenuação, descrita pelos seguintes parâmetros:

Posição	$\mathbf{P}_{source} = (5.0, 0.0, 5.0)$
Emissão ambiente	$I_a = (0.1, 0.1, 0.1)$
Emissão difusa	$I_d = (0.0, 1.0, 1.0)$
Emissão especular	$I_s = (1.0, 1.0, 1.0)$

Considere a direção de visão (posição da câmera) $\mathbf{P}_0 = (1.0, 1.0, 0.0)$, e uma superfície especificada pelos seguintes parâmetros de material:

Coeficiente de reflexão ambiente	$k_a = (1.0, 1.0, 1.0)$
Coeficiente de reflexão difusa	$k_d = (0.0, 0.0, 0.5)$
Coeficiente de reflexão especular	$k_s = (0.9, 0.9, 0.9)$
Expoente de reflexão especular	$n_s = 1$

Dado um triângulo definido pelos seguintes vértices $\mathbf{v}_1 = (0, 1, 0)$, $\mathbf{v}_2 = (1, 0, 1)$ e $\mathbf{v}_3 = (1, 0, -1)$, com normais definidas em cada vértice $\mathbf{n}_1 = (0, 1, 0)$, $\mathbf{n}_2 = (0, 0, 1)$ e $\mathbf{n}_3 = (0, 0, -1)$.

(a) Calcule a cor (componentes RGB) definida em cada um dos vértices, aplicando o modelo simplificado de iluminação de *Phong* (o que emprega o vetor intermediário $\mathbf{H}$) ?

(b) Suponha que os vértices desse triângulo tenham sido mapeados para as respectivas coordenadas de tela $\mathbf{v'}_1 = (5, 5)$, $\mathbf{v'}_2 = (15, 5)$ e $\mathbf{v'}_3 = (15, 15)$, dentro de uma *viewport* com tamanho $(0, 0)$ e $(20, 20)$. Aplicando-se o modelo de *shading* de *Gouraud*, informe a cor do pixel localizado na posição $(12, 8)$, supondo que as cores em cada um dos vértices são conhecidas, e iguais a $\mathbf{c}_1 = (1.0, 1.0, 0.0)$, $\mathbf{c}_2 = (0.0, 1.0, 1.0)$, e $\mathbf{c}_3 = (0.0, 0.0, 1.0)$, respectivamente ?

$$\mathbf{V} = \mathbf{P}_2 - \mathbf{P}_1 = (x, y, z) = (x'_2 - x'_1, y'_2 - y'_1, z'_2 - z'_1)$$

$$|\mathbf{V}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\mathbf{V}_1 \cdot \mathbf{V}_2 = |\mathbf{V}_1||\mathbf{V}_2| \cos\theta = x_1 x_2 + y_1 y_2 + z_1 z_2$$

$$\mathbf{V}_1 \times \mathbf{V}_2 = \mathbf{u}|\mathbf{V}_1||\mathbf{V}_2| \sin\theta = (y_1 z_2 - z_1 y_2, z_1 x_2 - x_1 z_2, x_1 y_2 - y_1 x_2)$$

$$I = k_a\ I_a + k_d\ I_d\ (\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}) + k_s\ I_s\ (\mathbf{N} \cdot \mathbf{H})^{n_s}$$