

# Atividade Prática 5 - Ray Tracing

---

João Victor Rodrigues Galvão - 20190172620

Yvson Nunes Figueiredo - 20190019716

## Introdução

O Trabalho desenvolvido aqui teve como objetivo o estudo e implementação de técnicas de Ray Tracing no Rendering de formas geométricas como a esfera e o triângulo bem como estender o template fornecido pelo professor adicionando o modelo completo de iluminação de Phong ao projeto.

## Exercício 1: Inclusão do termo especular no modelo de iluminação local do ray tracer.

O exercício demandou a implementação do termo especular no cálculo da Intensidade luminosa. Em primeiro plano foi necessário estabelecer o vetor **V** que representaria a visão do observador sobre o brilho da superfície, assim, para determinar o vetor, foi necessário fazer o valor da intersecção do raio com o objeto menos a origem do raio. Por conseguinte, o vetor **R** foi obtido refletindo o vetor **L** (obtido previamente no termo difuso pela posição da luz menos a intersecção com o objeto) em relação a normal sobre o ponto de intersecção. Por fim, levando em consideração o **Ks**, a cor da luz, o expoente de phong (fornecido no trabalho como **n = 32**) o vetor **R** e **V**, o termo especular foi calculado.

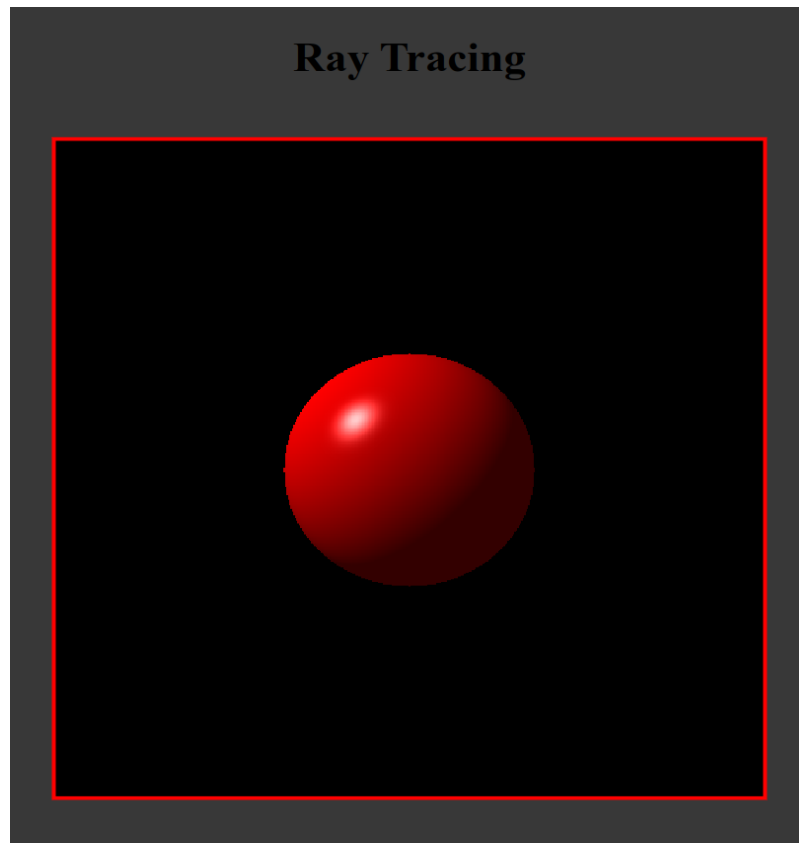
Desse modo, o cálculo se seguiu:

```
let tE =  
(Ip.clone().multiply(ks)).multiplyScalar(Math.pow(Math.max(0.0, r.dot(v)), n)  
);
```

Finalmente, bastou então se calcular o valor de **I**

```
let I = termoAmbiente.add(termoDifuso).add(termoEspecular);
```

Imagem da esfera calculada a partir da inclusão do termo especular



**Figura 01: Esfera Phong**

Exercício 2: Inclusão do suporte ao rendering de triângulos.

### **Abordagem Ingênua**

Para a implementação do rendering de triângulos inicialmente foi utilizada a abordagem ingênua. A ideia se dividiu em duas etapas.

#### **Etapa 1: Colisão do raio com o plano que contém o triângulo.**

Matematicamente, utilizando 3 pontos podemos construir um plano. Ademais, é possível modelar o comportamento de um raio pela equação da reta  $\mathbf{r}(\mathbf{t}) = \mathbf{O} + \mathbf{t} \cdot \mathbf{d}$  em que  $\mathbf{t}$  é um escalar que multiplica o vetor  $\mathbf{d}$  de direção e  $\mathbf{O}$  é a origem do raio. De posse de tais premissas, contruímos a seguinte dedução que fornece o valor de  $\mathbf{t}$ :

Vetor normal ao plano:

$$\vec{n} = \frac{(C - A) \times (B - A)}{\|(C - A) \times (B - A)\|}$$

Equação do plano:

$$\vec{r} \cdot \vec{n} - \vec{A} \cdot \vec{n} = 0$$

Equação do raio:

$$r(t) = O + t\vec{d}$$

Combinando as equações:

$$(O + t\vec{d}) \cdot \vec{n} - \vec{A} \cdot \vec{n} = 0$$

Valor do t:

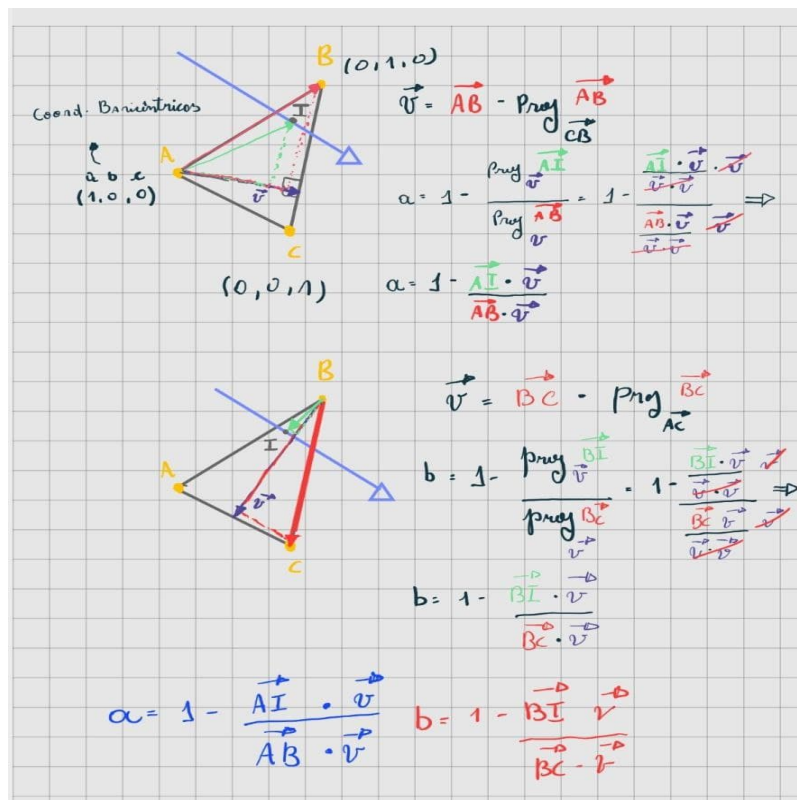
$$t = \frac{\vec{A} \cdot \vec{n} - \vec{O} \cdot \vec{n}}{\vec{d} \cdot \vec{n}}$$

## Figura 02: Dedução do valor de t

Caso de o produto interno de  $\vec{d}$  por  $\vec{n}$  ser 0, implica-se que o plano que contém o triângulo é paralelo ao raio.

### Etapa 2: Verificar se intersecção com o triângulo.

Para identificar se intersecção está contida no triângulo foi utilizada coordenadas baricêntricas. Em primeiro plano, foi necessário dado a intersecção com o triângulo identificar pelo menos suas duas coordenadas baricêntricas em relação ao triângulo. Isso foi feito utilizando as fórmulas deduzidas abaixo para  $a$  e  $b$  (coordenadas) considerando o triângulo ABC e a intersecção  $I$  do raio.



**Figura 03: Dedução das coordenadas baricêntricas a e b**

De posse das coordenadas, utilizamos as restrições de **a** e **b** serem **números positivos** e sua soma ser **menor ou igual 1** para identificar se o raio intercepta o triângulo.

Imagem do triângulo gerado por meio do algoritmo descrito



**Figura 4: Triângulo segundo abordagem ingênua**

Construção e renderização de uma ou mais cenas.

A seguir segue o simbolo do jogo Resident Evil. A imagem foi feita levando em consideração os seguintes dados que manipulam a iluminação:

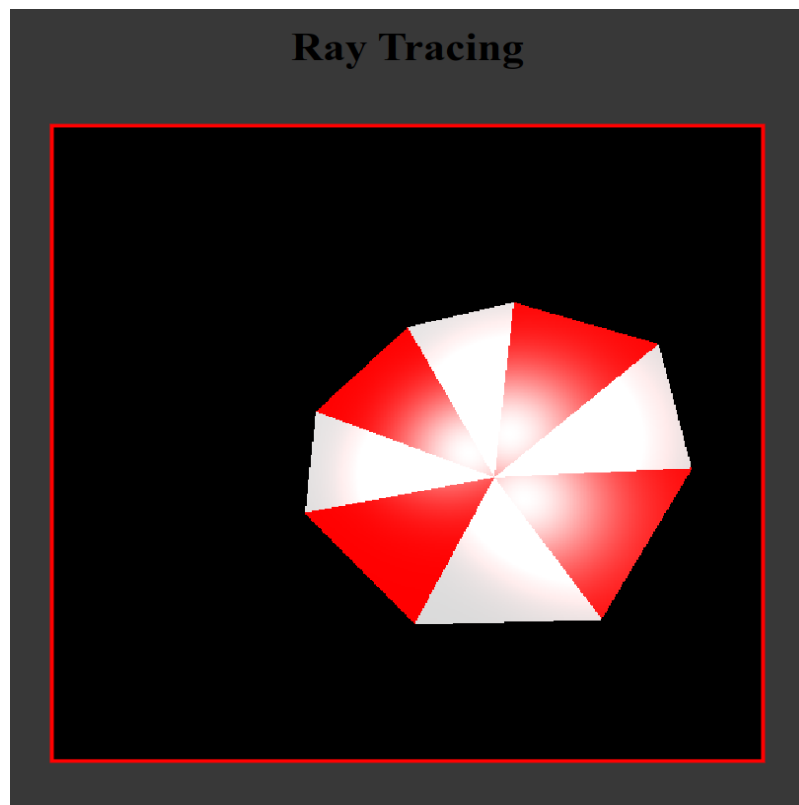
```
// Luz

cor_da_luz = (1.0,1.0,1.0)// branco
posicao_da_luz = (-6.0,5.0,4.0)

// Triângulo vermelho ou branco de acordo com a
//posição na cena
ka = (1.0,0.0,0.0) ou (1.0,1.0,1.0)
kd = (1.0,0.0,0.0) ou (1.0,1.0,1.0)

ks = (1.0,1.0,1.0);
Ia = (0.2,0.2,0.2);
```

```
n_phong = 28;
```



**Figura 5: Símbolo Umbrella Coporation**

A seguir segue o robô do Star Wars BB-8 "simplificado". A imagem foi feita levando em consideração os seguintes dados que manipulam a iluminação:

```
// Luz

cor_da_luz = (1,0.8,0.1)// amarelado
posicao_da_luz = (-10.0,10.0,4.0)

// Configurações caso seja uma esfera

// Esfera cinza claro, cinza escuro ou cinza mais escuro de acordo com a
//posição na cena
ka = (0.75,0.75,0.75) ou (0.3,0.3,0.3) ou (0.25,0.25,0.25)
kd = (0.75,0.75,0.75) ou (0.3,0.3,0.3) ou (0.25,0.25,0.25)

// Configurações caso seja um Triângulo

ka = (1.0,0.3,0.0) ou (0.3,0.3,0.3)

// Triângulo laranja ou cinza escuro de acordo com a
//posição na cena
```

```
// Outras configurações

ks = (1.0, 1.0, 1.0);
Ia = (0.2, 0.2, 0.2);
n_phong = 64;
```

É válido salientar que os triângulos foram modelados levando em consideração apenas o termo ambiente.



Figura 6: BB-8 "simplificado"

## Referências

<https://www.youtube.com/watch?v=w7bje9GvWEE&t=542s> (Ray plane intersection)

<https://www.youtube.com/watch?v=EZXz-uPyCyA> (Math for Game Developers - Ray Triangle Intersection)