



# Shading – Parte I

## 1. Modelo de cor RGBA

Existem várias formas para definir as cores num sistema gráfico. O modelo de cores mais conhecido na área da computação gráfica, e que se vai usar sempre nas aulas práticas, é o RGB. Este modelo define qualquer cor através da combinação de três cores primárias, o vermelho (ou Red, R), o verde (ou Green, G) e o azul (ou Blue, B). Cada uma dessas cores primárias recebe um valor de intensidade que varia entre 0 e 1. A cor branca é quando se tem o valor 1 para as três componentes (R=1, G=1, B=1). A cor vermelha é quando se tem o valor 1 na componente R (R=1, G=0, B=0). A cor verde é quando se tem o valor 1 na componente G (R=0, G=1, B=0). A cor azul é quando se tem o valor 1 na componente B (R=0, G=0, B=1). Finalmente, a cor preta é formada quando se tem o valor 0 para as três componentes (R=0, G=0, B=0). Além das três componentes de cor, existe o canal alfa (ou Alpha channel, A), o qual define o grau de transparência, onde o valor 0 corresponde a totalmente transparente e 1 a totalmente opaco. Apesar de às vezes não se mexer neste parâmetro aquando da definição da cor, isso não quer dizer que internamente ele não seja alterado.

## 2. Materiais


Depois das fases de modelação e iluminação, segue-se a fase de *shading*, que é o processo de atribuir ao objeto, um material (ou materiais) para que ele reaja à luz de forma realista. De facto, os materiais controlam a aparência dos objetos, definindo a substância de que estes são feitos, a sua cor e textura, bem como a forma como a luz interage com os mesmos. Os materiais têm uma **componente difusa**, a qual define a cor intrínseca do objeto e uma **componente especular**, que define se o objeto é mais ou menos brilhante. Os brilhos especulares são o reflexo das luzes que existem na cena onde se encontra o objeto.

- Abrir o ficheiro do FCG\_05\_Shading\_A.blend;
- Mudar o *workspace* para *Shading* que, por omissão, tem o modo *Material Preview* selecionado no *Viewport Shading* (
- Pode-se observar que, para além dos editores **3D Viewport**, **Outliner** e **Properties**, o *workspace* está dividido no **Shader Editor** (abaixo do **3D Viewport**), **Image Editor** (canto inferior esquerdo) e **File Browser** (canto superior esquerdo);
- Com o objeto “*Esfera1*” selecionado, no editor **Properties**, selecionar o separador **Material Properties** (
- Criar um material pressionando o botão **+ New**;
- Observa-se que foi atribuído um material ao modelo, aparecendo um sistema de *nodes* (o *shader Principled BSDF*) no **Shader Editor**. Pode-se alterar os valores das propriedades deste material diretamente no *node* ou no painel **Surface**, do editor **Properties**.

*BSDF* (*Bidirectional scattering distribution function* ou função de distribuição de dispersão bidirecional), é a função matemática utilizada para descrever a forma como a luz interage com uma superfície (como se reflete e como é absorvida).

O *shader Principled BSDF* apresenta múltiplos parâmetros que podem ser utilizados para configurar o material a criar, e que são igualmente usados noutros *shaders*, dos quais podemos salientar os seguintes:

- O campo **Base Color** controla a cor da superfície do material, ou seja, a sua componente difusa (esta cor é resultado da quantidade de luz que é absorvida e refletida pelo objeto);
- O campo **Metallic** regula o aspeto metálico (refletivo) do material (o valor 0 corresponde a totalmente não-metálico e o valor 1 corresponde a totalmente metálico);
- O campo **Specular** controla o brilho de um objeto (o valor 0 corresponde a um objeto sem brilho);
- O campo **Roughness** controla a rugosidade (ou aspereza) do material (o valor 0 corresponde a totalmente liso e o valor 1 a totalmente rugoso) e está correlacionado com o campo **Normal** (quanto mais liso for o objeto, melhor se nota a refletividade e brilho);
- O campo **Transmission** controla o nível de opacidade do material (o valor 0 corresponde a totalmente opaco e o valor 1 a totalmente transparente).

- Atribuir ao material uma **Base Color** de R=0.0, G=1.0 e B=0.0;
- Alterar o valor do campo **Specular** para 0.0, obtendo um material difuso (sem brilho);
- Alterar o nome do material para “Verde\_Difuso”. Para isso, no **Shader Editor**, pressionar com o botão esquerdo do rato sobre o nome atribuído por defeito, neste caso “Material” (  ) e escrever o novo nome;
- Com o objeto “Esfera2” selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor **Properties**);
- Atribuir ao material uma **Base Color** de R=0.0, G=1.0 e B=0.0;
- Alterar o valor do campo **Specular** para 1.0;
- Alterar o nome do material para “Verde”;
- Comparando os dois objetos, percebe-se que, sendo o valor da componente especular a única diferença entre os dois, um deles tem um material brilhante e o outro não tem;
- Com o objeto “Esfera3” selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor **Properties**);
- Atribuir ao material uma **Base Color** de R=0.0, G=1.0 e B=0.0;
- Alterar o valor do campo **Specular** para 1.0;
- Baixar o valor do **Roughness** para 0.1;
- Alterar o nome do material para “Verde\_Brilhante\_Liso”;
- Comparando a “Esfera2” com a “Esfera3”, percebe-se que, sendo o valor da rugosidade a única diferença entre o material dos dois objetos, num deles notam-se mais a refletividade e o brilho.

O *shader Principled BSDF* é uma mistura de *shaders* e para se comprovar este facto, pode fazer-se o seguinte:

- Com o objeto “*Esfera2*” selecionado, alterar o *shader* que se está a usar para *Diffuse BSDF*, no campo *Surface*, do painel *Surface*;
- Atribuir ao material uma **Color** de R=0.0, G=1.0 e B=0.0;
- Verificar que o material ficou igual ao “*Verde\_Difuso*” (que usa o *shader Principled BSDF*), ou seja um material difuso (sem brilho ou componente especular);
- No **Shader Editor**, adicionar um novo *shader* do tipo *Mix Shader* (**Add → Shader → Mix Shader**) e colocá-lo entre os nodos *Diffuse BSDF* e *Material Output* (verificar que as ligações entre os nodos são feitas automaticamente);
- No **Shader Editor**, adicionar um novo *shader* do tipo *Glossy BSDF* (**Add → Shader → Glossy BSDF**) e colocá-lo logo abaixo do *Diffuse BSDF*. O *shader Glossy BSDF* permite, também, manipular o brilho dos objetos;
- Baixar o valor do campo **Roughness** do *shader Glossy BSDF* para 0.13;
- Ligar a saída *BSDF* do *Glossy BSDF* à segunda entrada *Shader* do *Mix Shader*;
- Verificar que o material da “*Esfera2*” é semelhante ao material da “*Esfera3*”;
- O campo **Fac** do *Mix Shader*, permite balancear a influência de cada um dos *shaders* no resultado final;
- Colocar o valor do campo **Fac** a 0 e verificar que o material ficou completamente difuso;
- Colocar o valor do campo **Fac** a 1 e verificar que o material ficou completamente especular (tipo um espelho);
- Voltar a colocar o campo **Fac** a 0.5.

Para dar a ideia de que um objeto é metálico pode fazer-se o seguinte:





- Com o objeto “*Macaca*” selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor **Properties**);
- Alterar o nome do material para “*Cinza\_Metal*”;
- No **Shader Editor**, alterar os valores RGB de **Base Color**, no *Principled BSDF*, para (0.5, 0.5, 0.5);
- Alterar o valor **Metallic** para 1 e baixar o valor **Roughness** para 0.2;
- Como se pode verificar, este material é refletivo e brilhante (com um brilho e refletividade diferente do que apresenta o material “*Esfera3*”, por exemplo).

Uma conclusão a retirar dos exercícios anteriores é a de que, para se obter materiais com:


- brilho diferente, tem que se alterar a componente especular (**Specular**);
- refletividade diferente, pode alterar-se as componentes metálica (**Metallic**), especular (**Specular**) e de rugosidade (**Roughness**).

Para se criar um material que simula a emissão de luz a partir do seu interior, pode-se, por exemplo, fazer o seguinte:

- Pressionando a **Tecla Z**, escolher a opção **Rendered**;
- Com o objeto “*Star*” selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor **Properties**);

- Atribuir ao material uma **Emission** de R=1.0, G=1.0 e B=0.0 e uma **Emission Strength** de 25, verificando que a estrela parece ter uma luz interna;
- Para acentuar este efeito, no **Render Properties**, ativar o painel **Bloom**;
- Para melhor observar o resultado, esconder a luz do tipo *Sun* no editor *Outliner*, pressionando o botão em forma de olho (  Sun  
- Repor a luz do tipo *Sun*, pressionando o mesmo botão.

É possível atribuir mais do que um material ao mesmo modelo, aplicando-os a diferentes partes da malha poligonal. Um exemplo de como se faz isso é o seguinte:


- Adicionar um cubo na localização (6.0, -7.3, 4.0);
- Aplicar ao cubo um escalonamento de 3 (**Teclas S + 3 + Enter**);
- No editor *Properties*, selecionar o separador **Modifier Properties** e, depois, pressionar o botão **Add Modifier**, escolhendo o modificador **Bevel**. Com o valor de 16 no campo **Segments**, aplicar o modificador;
- Com o objeto selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor *Properties*);
- Alterar o nome desse material para “*Castanho\_Difuso*” e atribuí-lhe a **Base Color** R=0.025, G=0.07 e B=0.0. Perceber que esse material é aplicado a todo o objeto;
- Entrar no modo de edição e selecionar as faces principais do cubo;
- No **Material Properties** () adicionar um segundo material carregando no botão + junto ao topo (ao lado da lista de materiais) – aparece um segundo item na lista de materiais;
- De seguida carregar em + **New** e mudar o nome do novo material para “*Transparente*”;
- Alterar o *shader* a usar, no campo *Surface*, do painel *Surface*, para **Transparent BSDF**;
- No painel **Settings**, alterar o campo **Blend Mode** para **Alpha Blend**, de maneira a que a transparência seja processada corretamente;
- Com o material “*Transparente*” selecionado, carregar em *Assign* (o novo material será atribuído às faces que estão selecionadas);
- Sair do modo de edição;
- De seguida, alterar a **Color** para R=0, G=0.8 e B=0;
- Verificar que a “*Macaca*” consegue ver-se através de algumas faces do cubo (as que têm o material transparente) e que o material transparente não tem em conta a refração dos raios de luz quando atravessam as faces formadas por esse material (ou seja, não existe distorção do que se vê);
- No **Material Properties**, painel **Settings**, mudar o campo **Shadow Mode** para **Alpha Hashed** e verificar que desta forma o processamento das sombras tem em conta a transparência.

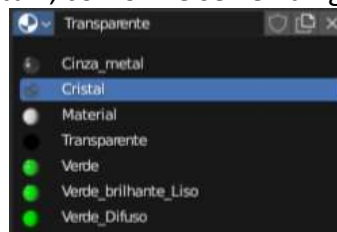
No entanto, a utilização de materiais transparentes pode ter em conta a refração dos raios de luz quando atravessam os objetos formados por esse tipo de material. Para se obter esse efeito deve-se, por exemplo, fazer o seguinte:

- Pressionando a **Tecla Z**, escolher a opção **Material Preview**;
- Com o objeto “*Copo*” selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor *Properties*), nomeando-o “*Cristal*”;

- No *Principled BSDF*, alterar o valor de **Transmission** para 1 e reduzir o valor **Roughness** para 0;
- Verificar que apesar da componente **Transmission** ser 1, não se consegue ver através do copo;
- No **Material Properties**, painel **Settings**, ativar o campo **Screen Space Refraction**;
- No **Render Properties**, ativar o painel **Screen Space Reflections** e o campo **Refraction** (dentro do painel);
- Verificar que já o material já está mais realista, vendo-se o efeito da distorção da luz quando passa através do copo;
- Para adicionar ainda mais realismo, pode alterar-se o valor do campo **IOR (Index of Refraction)** do *Shader* para 2.0 que é o índice de refração do cristal.

Para atribuir o material de um objeto a outro objeto diferente deve-se fazer, por exemplo, o seguinte:

- Selecionar o objeto “*BolaCristal*”;
- No separador **Material Properties** do editor **Properties**, em vez de pressionar o botão **+ New**, pressionar com o botão esquerdo do rato sobre o ícone  e escolher o material “*Cristal*”, conforme se vê na figura seguinte:



- Verificar que o objeto ficou com as mesmas características do “Copo”.

Ao tentar ver-se a “*BolaCristal*” através do “*Copo*”, percebe-se que não é possível. Para se corrigir este problema deve-se fazer, por exemplo, o seguinte:

- Selecionar o objeto “*BolaCristal*” ou “*Copo*”, pois como o material de ambos é o mesmo, qualquer alteração no material de um afeta imediatamente o outro;
- No **Shader Editor**, adicionar um *shader Mix Shader* (**Add → Shader → Mix Shader**), colocando-o entre os *nodos Principled BSDF* e *Material Output* (verificar que as ligações entre os nodos são feitas automaticamente);
- Adicionar um *shader Transparent BSDF* (**Add → Shader → Transparent BSDF**);
- Ligar a saída BSDF do *Transparent BSDF* à segunda entrada do *Mix Shader*;
- No **Material Properties**, painel **Settings**, mudar o campo **Blend Mode** para **Alpha Blend** e o campo **Shadow Mode** para **Alpha Hashed**;
- No **Material Properties**, painel **Settings**, desseleccionar a opção **Show Backface**;
- Rodar a imagem no **3D Viewport** de forma a constatar que o problema foi corrigido.

Para se criar um material do tipo espelho, deve-se, por exemplo, fazer o seguinte:

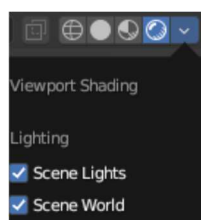
- Com o cursor do rato em cima do editor **3D Viewport**, pressionar a tecla **Z** e escolher a opção **Rendered**;
- Com o objeto “*Moldura*” selecionado, criar um novo material (**+ New**, no separador **Material Properties** do editor **Properties**), nomeando-o “*Moldura\_Espelho*”;

- Com o objeto “Espelho” selecionado, criar um novo material (+ **New**, no separador **Material Properties** do editor **Properties**), nomeando-o “Mat\_Espelho”;
- Alterar o **Metallic** para 1 e o **Roughness** para 0 (características de um espelho);
- No **Render Properties**, ativar o painel **Screen Space Reflections** (caso não esteja) e o desativar o campo **Half Res Trace** (dentro do painel) para obter melhores reflexões no espelho;
- Ver que o espelho não está perfeito, pois partes dos objetos não são refletidos;
- Para resolver esse problema tem que se recorrer a um **Reflection Plane**. A sua localização tem que ser bem definida, devendo sempre intersestar o objeto que terá o material “espelhado”.
- Assim, adicionar um **Reflection Plane** (Teclas **SHIFT + A → Light Probe → Reflection Plane**), localizado em (0.0, 19.5, 10), com uma rotação de (90.0°, 0.0°, 0.0°) e uma escala de (20.0, 10.0, 10.0);
- Verificar que as reflexões dos objetos deixaram de se ver;
- Alterar novamente a localização do **Reflection Plane** para (0.0, 19.3, 10) para verificar que as reflexões dos objetos não ficam bem definidas;
- Colocar a localização do **Reflection Plane** em (0.0, 19.45, 10) e verificar que o espelho já reflete como deve ser.

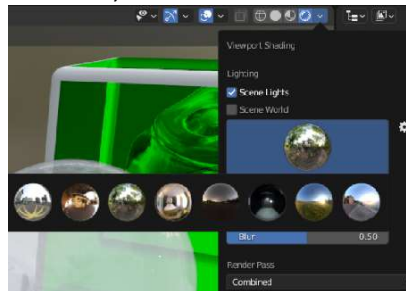
### 3. Ambiente HDRI

O ambiente HDRI (High Dynamic Range Image) é uma técnica de iluminação baseada em imagens de alta qualidade. É frequentemente usado em cenas de renderização foto realista, como filmes de animação. Em termos simples, o ambiente HDRI é um mapa esférico em 360 graus que envolve completamente a cena 3D, contendo informações sobre a intensidade da luz e a cor em diferentes pontos do ambiente. É possível usar um ambiente HDRI como fonte de luz para a cena, ao invés de adicionar luzes artificiais. Isso permite que o ambiente HDRI forneça iluminação realista para a cena, com sombras e reflexos precisos que se adaptam à geometria da mesma. O Blender vem com ambientes HDRI pré-definidos, mas permite adicionar novas imagens HDR à cena.

- No painel **Viewport Shading** (ver figura), a opção **Scene Lights** ativa faz com que sejam usadas as luzes da cena durante a renderização. Por outro lado, a opção **Scene World** ativa, faz com que o mundo da cena seja usado na renderização. Quando esta última opção está inativa, será criado um mundo com base num ambiente **HDRI** pré-definido, o qual pode ser configurado através dos parâmetros **Rotation**, **Strength**, **World Opacity** e **Blur**;
- Com as duas opções selecionadas por omissão, ver o resultado da renderização (**Render → Render Image**).



- Para explorar a segunda alternativa anteriormente referida, desativar a opção **Scene World** e, conforme se exemplifica na figura abaixo, selecionar os vários ambientes *HDRI* pré-definidos e verificar o resultado dessa escolha no comportamento dos materiais;



- Verificar o resultado da renderização (**Render → Render Image**).