


Shading - Parte III

1. UV Unwrap


Tal como referido, para se aplicar uma textura a um modelo 3D, tem que se fazer uma correspondência entre o elemento 2D (a imagem que constitui a textura) e o modelo tridimensional (à semelhança da projeção do globo terrestre num planisfério). O processo de “desembrulhar” (ou planificar) a malha poligonal para um plano bidimensional tem a designação de **UV Unwrap**, em que U e V são as designações dos eixos da textura bidimensional (da mesma forma que se tem os eixos X, Y e Z para o espaço tridimensional).


- Abrir o projeto *FCG_05_Shading_C.blend*;
- Com o objeto “Dado” selecionado, em *Properties*→*Material Properties* () , adicionar um material com o nome de “Dado”;
- No *Shader Editor* adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→*Image Texture*) e, clicando em **Open**, carregar o ficheiro de imagem “*dado.jpg*”;
- Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** ao **input Base Color** do nodo **Principled BSDF**;
- Verificar que a textura da imagem (visualizar ficheiro “*dado.jpg*” no **Image Editor**) não é aplicada corretamente no modelo;

- Para resolver este tipo de situações tem que se fazer uma correção no **UV Map**, pois o mapeamento que está a ser feito é o **UV Mapping** (mapeamento por omissão para qualquer malha poligonal pré-definida no *Blender*, neste caso o cubo, ao qual corresponde um **UV Map**). Assim,

- Mudar o *workspace* para *UV Editing* e confirmar que, no *UV Editor*, o “Dado” já tem um **UV Map** atribuído (por ser a primitiva cubo). Observar que a razão para a textura não estar a ser corretamente aplicada, apesar de estar a ser usado o mapeamento certo (**UV Mapping**), deve-se ao facto de o **UV Map** não estar bem ajustado (a textura que tem as faces do dado não está sobreposta com as faces do cubo planificado);
- No editor *UV Editor*, seleccionar todas as faces (**A**) do cubo planificado e ajustá-las à imagem (usar translações, rotações e redimensionamentos);
- No *workspace Shading*, verificar que o mapeamento da imagem já surge corretamente.

Quando a malha poligonal não é uma das pré-definidas no *Blender*, tem que se criar o **UV Map** (processo conhecido como **UV unwrapping manual**). Para explicar esse procedimento, imaginando que o cilindro seria essa malha não pré-definida, fazer o seguinte:

- Seleccionar o objeto “ConeTransito” e em *Properties*→*Material Properties* () , adicionar um material com o nome de “ConeTransito”;
- No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→*Image Texture*) e, clicando em **Open**, carregar o ficheiro de imagem “*cone.jpg*”;
- Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** ao **input Base Color** do nodo **Principled BSDF**;

- Mudar o *workspace* para *UV Editing* observar o **UV Map** criado por omissão (para a primitiva cilindro), no lado esquerdo do **UV Editor**;
- No editor *3D Viewport*, selecionar uma aresta vertical qualquer e pressionar o botão direito do rato, de maneira a poder escolher a opção **Mark Seam** (a **Seam**, ou costura, deverá aparecer marcada num tom avermelhado. Estas costuras serão os locais onde o modelo 3D será “cortado” para planificar o objeto. Se for necessário corrigir alguma **Seam** marcada por engano, pode-se selecionar a **Seam** em questão e, pressionando o botão direito do rato, escolher a opção **Clear Seam**);
- Selecionar a face de cima e a face de baixo do cilindro e, no modo de seleção de arestas (), pressionar o botão direito do rato e escolher **Mark Seam**;
- Selecionar toda a malha (**Tecla A**) e pressionar a **Tecla U**, escolhendo a opção **Unwrap** (ou, no *Header* do editor *3D Viewport*, escolher **UV→Unwrap**);
- Verificar que no editor *UV Editor* a planificação do objeto se alterou;
- No editor *3D Viewport*, selecionar as faces de cima e de baixo do cilindro;
- No *UV Editor*, pressionar a **Tecla A** para selecionar os dois círculos e fazer escalonamentos e translações de maneira a que os círculos fiquem numa das tiras laranjas da imagem;
- No editor *3D Viewport*, selecionar todas as faces do cilindro, com exceção das faces de cima e de baixo;
- No *UV Editor*, pressionar a **Tecla A** para selecionar todas as faces e fazer escalonamentos e translações de maneira a que o que está selecionado envolva toda a imagem e as faces estejam perpendiculares às tiras branca e laranja da imagem;
- No *workspace Shading* e no modo de edição, selecionar a face de cima do cilindro e aplicar-lhe um escalonamento de 0 (**Tecla S + 0 + ENTER**);
- Selecionar a face de baixo do cilindro e aplicar-lhe um escalonamento de 0.5 (**Tecla S + 0.5 + ENTER**);
- Verificar que se obteve o modelo de um cone de trânsito.

Em vez de se usar o **UV Mapping** manual, pode fazer-se um **UV Unwrap** automático. Assim,


- Selecionar o modelo “Garfo” e mudar o *workspace* para *UV Editing*;
- Entrar em modo de edição e selecionar todas as faces (**Tecla A**) e, no *UV Editor*, verificar o **UV Map** existente;
- Utilizar o atalho **U** para abrir o menu **UV Mapping** e selecionar a opção **Smart UV Project**.
- A opção **Smart UV Project** pode ser usada para agilizar o processo de **UV unwrapping**. Contudo, poderá resultar num menor grau de controlo quando comparado com o **UV unwrapping manual**. Através do **Smart UV Project** podem ser definidos os parâmetros:
 - **Angle Limit**: um valor mais baixo neste campo conduz a um maior número de ilhas (conjuntos de faces isoladas) no **UV Map**, enquanto valores mais altos (até um máximo de 89°) reduz o número de ilhas, mas aumenta as distorções;
 - **Island Margin**: define o tamanho do espaço livre em torno das ilhas no **UV map**;
 - As opções **Correct Aspect** e **Scale to Bounds** determinam se o **UV Map** deve ter em conta o rácio da imagem e se as ilhas deverão ser distorcidas de forma a preencher toda a área do **UV Map**.

- Carregar no botão **OK**;
- No painel *Adjust Last Operation*, que surge no canto inferior esquerdo do editor *3D Viewport*, com o nome de **Smart UV Project**, ver as diferenças no **UV Map**, definindo o **Angle Limit** a 10°, 60° e 89°;
- Alterar o valor de **Island Margin** para 0.05;
- Confirmar que a opção **Scale to Bounds** está desativada;
- Observar o **UV Map** final e voltar ao *workspace Shading*.


2. Bump Mapping

A técnica denominada **Bump Mapping** permite dar a ilusão de relevo nos objetos, sem realmente mudar a geometria da superfície. Essa técnica, recorre aos vetores normais existentes em cada face pertencente à superfície do modelo 3D, criando a aparência de relevo através da adição de sombras e luzes na superfície. Isso faz com que os objetos pareçam mais detalhados e realistas, sem aumentar o tempo de processamento.

Uma demonstração do uso desta técnica, recorrendo a texturas procedimentais, é a seguinte:

- Selecionar o objeto “Laranja” e em *Properties*→*Material Properties* () , adicionar um material com o nome de “Relevo”;
- No nodo **Principled BSDF**, alterar o campo **Base Color** para (R=0.8, B=0.3, B=0), o campo **Specular** para 0 e o campo **Roughness** para 1;
- No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Noise Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→**Image Texture**), com o campo **Scale** a 50, o campo **Detail** a 1, e o campo **Roughness** a 1;
- Ligar o output **Color** do nodo **Noise Texture** ao input **Normal** do nodo **Principled BSDF**;
- No *Shader Editor*, adicionar um nodo do tipo **Texture Coordinate** (Teclas **SHIFT+A**→*Input*→**Texture Coordinate**);
- Ligar o output **Generate** do nodo **Texture Coordinate** ao input **Vector** do nodo **Noise Texture**;
- Verificar que a textura está a criar um relevo na superfície do objeto.




Uma demonstração do uso desta mesma técnica, recorrendo a texturas do tipo imagem, é a seguinte:

- Selecionar o objeto “Chão” e em *Properties*→*Material Properties* () , adicionar um material com o nome de “Bronze_oxidado”;
- No *Shader Editor* adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→**Image Texture**) e, clicando no botão **Open**, carregar o ficheiro de imagem com o nome “bronze_oxidado.jpg”;
- Ligar o output **Color** do nodo **Image Texture** ao input **Base Color** do nodo **Principled BSDF**;
- No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Bump** (Teclas **SHIFT+A**→*Vector*→**Bump**), com o campo **Strength** a 0.9;
- Ligar o output **Color** do nodo **Image Texture** ao input **Height** do nodo **Bump**;
- Ligar o output **Normal** do nodo **Bump** ao input **Normal** do nodo **Principled BSDF**;
- Ver que o objeto “Chão” é feito de cobre corroído pela oxidação (parecendo que tem relevo).

3. Displacement Mapping

O **Displacement Mapping** é uma outra técnica para simular relevo, neste caso, alterando a geometria da superfície através da adição de mais detalhes e deformações. Essa técnica usa uma textura para criar informações de altura que serão aplicadas diretamente ao modelo 3D. Para tal, usa-se o **input Displacement** do nodo **Material Output**. O resultado pode ser mais realista devido à introdução de mais polígonos e detalhes (tornando, assim, a renderização mais pesada).


A principal diferença da técnica de **Displacement Mapping** em relação à de **Bump Mapping**, é que a segunda adiciona apenas informações visuais à superfície, enquanto que a primeira altera a geometria da superfície para criar detalhes mais complexos. Para se verificar essa diferença, por exemplo, fazer o seguinte exercício:

- Selecionar o objeto “Laranja” e duplicá-lo (Teclas **SHIFT+D**);
- Selecionar o material “Relevo” e pressionar o ícone **New Material**, localizado imediatamente antes do botão **X** ( **Relevo**  ). Este processo permite criar um novo material a partir do que já existia (neste caso, o “Relevo”);
- Desligar o **output Color** do nodo **Noise Texture** do **input Normal** do nodo **Principled BSDF**;
- Ligar o **output Color** do nodo **Noise Texture** ao **input Displacement** do nodo **Material Output**;
- Comparar os dois modelos da laranja e verificar que o **Displacement Mapping** cria um relevo mais acentuado na superfície do objeto.

4. Normal Map

Normal map é uma textura para representar a aparência de superfícies complexas de maneira eficiente. Para isso, armazena informações de orientação de superfície para cada coordenada da textura, em relação à sua posição na malha 3D, permitindo que um objeto com geometria simplificada pareça ter detalhes de superfície mais complexos quando renderizado em 3D. Essas informações são usadas pelos motores de renderização para calcular a interação de luz com a superfície e produzir um resultado mais realista. Em vez de modelar a geometria completa da superfície, que pode ser muito cara em termos de desempenho, um **normal map** pode ser aplicado à superfície para dar a ilusão de detalhes, como rugas, saliências e irregularidades, sem aumentar a complexidade da malha 3D.

Para mostrar como usar um **normal map**, pode fazer-se, por exemplo, o seguinte exercício:

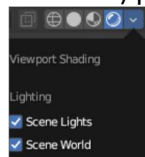
- Selecionar o objeto “Parede” e em **Properties**→**Material Properties** () , adicionar um material com o nome de “Tijolos”;
- No **Shader Editor** adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→**Texture**→**Image Texture**) e, clicando em **Open**, carregar o ficheiro de imagem “tijolos.jpg”;
- Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** ao **input Base Color** do nodo **Principled BSDF**;
- Para ajustar a dimensão dos tijolos, adicionar um nodo **Texture Coordinate** (**SHIFT+A**→**Input**→**Texture Coordinate**) e colocá-lo à esquerda no **Shader Editor**;
- De seguida, adicionar um nodo **Mapping** (**SHIFT+A**→**Vector**→**Mapping**) e, no campo **Scale**, alterar o valor no eixo X para 3.0 e no eixo Y para 20.0;
- Ligar o **output Generated** do nodo **Texture Coordinate** ao **input Vector** do nodo **Mapping**;

- Ligar o **output Vector** do nodo **Mapping** ao **input Vector** do nodo **Image Texture**;
- Verificar que apesar da dimensão dos tijolos estar mais realista, a “Parede” não parece ter relevo;
- No **Shader Editor**, adicionar um nodo do tipo **Bump** (Teclas **SHIFT+A**→**Vector**→**Bump**);
- Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** ao **input Height** do nodo **Bump**;
- Ligar o **output Normal** do nodo **Bump** ao **input Normal** do nodo **Principled BSDF**;
- Verificar que agora a “Parede” já apresenta algum relevo distribuído por toda a superfície;
- Para, em alternativa, testar a utilização do **normal map** na criação de relevo, desligar a ligação anteriormente criada entre o nodo **Bump** e o nodo **Principled BSDF**;
- No **Shader Editor** adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→**Texture**→**Image Texture**) e, clicando em **Open**, carregar o ficheiro de imagem “**tijolos_bump.jpg**”;
- Ligar a saída **Vector** do nodo **Mapping**, à entrada **Vector** deste novo nodo;
- No **Shader Editor** adicionar um nodo **Normal Map** (Teclas **SHIFT+A**→**Vector**→**Normal Map**), com um valor de **Strength** de 0.9;
- Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** (o da imagem “**tijolos_bump.jpg**”) ao **input Color** do nodo **Normal Map**;
- Ligar o **output Normal** do nodo **Normal Map** ao **input Normal** do nodo **Bump**;
- Voltar a ligar o **output Normal** do nodo **Bump** ao **input Normal** do nodo **Principled BSDF**;
- Verificar que os contornos dos tijolos ficam mais definidos, ou seja, as junções parecem mais “escavadas” (devido ao que está pintado a preto na imagem “**tijolos_bump.jpg**”).

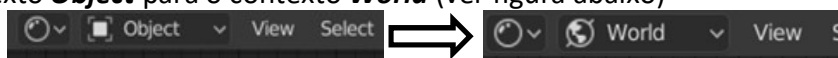
5. Ambiente HDRI

Tal como já foi dito num tutorial anterior, o ambiente HDRI (*High Dynamic Range Image*) é uma técnica de iluminação baseada em imagens de alta qualidade, onde a informação de iluminação da cena advém, também, de uma imagem desse tipo. Apesar de o *Blender* vir com ambientes HDRI pré-definidos, é possível adicionar novas imagens HDR à cena. Para ver essa possibilidade, fazer o seguinte exercício:

- No editor **Properties** seleccionar o separador **World Properties** (🌐) e no campo **Color**, pressionar no círculo amarelo (Color ●);
- No menu que se abre, escolher a opção **Environment Texture** da coluna **Texture**;
- Clicar em **Open** (📁) e carregar o ficheiro “**palermo_sidewalk_4k.hdr**”;
- Ativar a opção **Scene World** (ver figura abaixo) para se passar a usar a imagem escolhida;

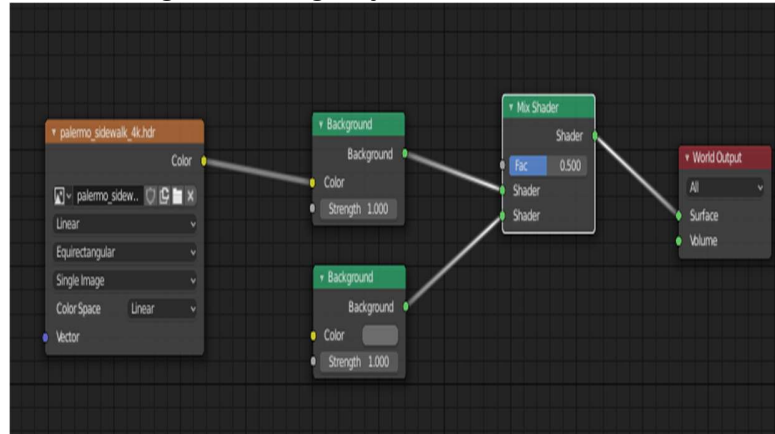


- No **3D Viewport**, entrar no modo **Rendered** (🔍), observar o ambiente HDRI em redor da cena e perceber que este está a fornecer a iluminação geral;
- Para aceder aos nodos associados à imagem do ambiente HDRI, no **Shader Editor** passar do contexto **Object** para o contexto **World** (ver figura abaixo)



- Duplicar o nodo **Background** (Teclas **SHIFT+D**);

- Adicionar um nodo **Mix Shader** (Teclas **SHIFT+A**→**Shader**→**Mix Shader**);
- Ligar ambos os nodos **Background** ao **Mix Shader** e ligar o **Mix Shader** ao **World Output**, de maneira a obter a seguinte configuração:



- Verificar que a iluminação ambiente da cena ficou um pouco mais ténue (ou seja, a imagem **HDR** afeta a cena de forma diferente);
- Para que a imagem **HDR** desapareça do **render**, sem deixar de influenciar a iluminação, adicionar um nodo **Light Path** (Teclas **SHIFT+A**→**Input**→**Light Path**);
- Ligar o campo **Is Camera Ray** ao input **Fac** do nodo **Mix Shader**;
- Confirmar que a imagem **HDRI** desaparece, sendo substituída por uma cor cinzenta;
- Alterar essa cor de fundo no campo **Color** do nodo **Background** que não tem **inputs**;
- Caso se pretenda “pintar” o fundo com uma imagem, no **Shader Editor**, adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→**Texture**→**Image Texture**), pressionar em **Open** e carregar o ficheiro de imagem “**fundo.jpeg**”, e ligar o output **Color** do nodo **Image Texture** (o da imagem “**fundo.jpeg**”) ao input **Color** do nodo **Background**;
- No **Shader Editor**, adicionar um nodo do tipo **Texture Coordinate** (Teclas **SHIFT+A**→**Input**→**Texture Coordinate**) e ligar o output **Window** do nodo **Texture Coordinate** ao input **Vector** do nodo **Image Texture**;
- Verificar que o fundo do cenário ficou “pintado” com a imagem.

6. Materiais PBR


Em computação gráfica, pode obter-se um resultado mais realista utilizando **Physically Based Rendering** (ou **PBR**). O objetivo desta metodologia é conseguir uma reprodução mais fiel do comportamento da luz ao incidir nas diversas superfícies, tendo em conta as propriedades físicas dos diversos materiais.

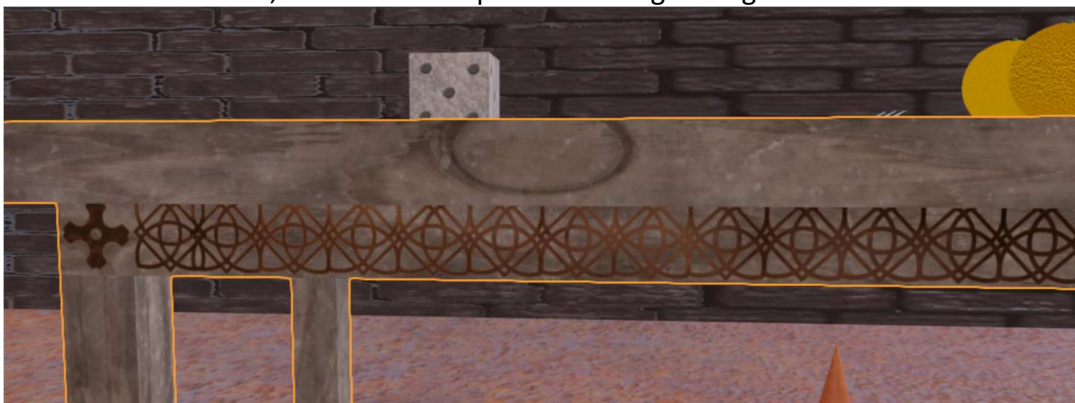
Um material PBR é composto por vários mapas, que são combinados através de um **shader** (como, por exemplo, o **Principled BSDF**). Da interação destes diferentes mapas surge o aspeto final da superfície. Alguns dos principais mapas que se podem encontrar são:

- **Base Color**: fornece a informação de cor sobre o material;
- **Metallic Map**: mapa em escala de cinzentos que define que zonas da superfície são ou não metálicas – as partes do **UV Map** a branco terão um valor metálico, enquanto que as partes a preto serão não-metálicas;

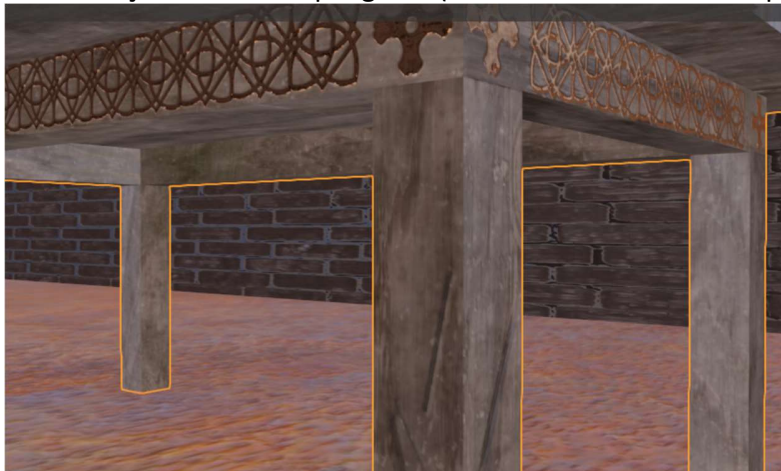
- **Roughness Map**: mapa em escala de cinzentos que define os diferentes graus de rugosidade nas diversas partes da superfície;
- **Bump / Height Map**: mapa em escala de cinzentos que simula relevos na superfície sem alterar a geometria;
- **Normal Map**: mapa com informação *RGB* que simula relevos e imperfeições na superfície sem alterar a geometria. Ao contrário do **Bump Map**, que apenas simula a altura de uma face, o **Normal Map** indica também a orientação dessa face.

Para compreender melhor o funcionamento destes mapas, fazer o seguinte exemplo (aplicação de uma textura PBR já preparada ao objeto “Mesa”):

- No *workspace UV Editing*, seleccionar a “Mesa”, e no *Edit Mode*, seleccionar todas as faces (**A**) para verificar que o modelo já tem um **UV Map** associado, estando pronto para receber as texturas criadas;
 - No *workspace Shading*, colocar o *Viewport Shading* no modo *Material Preview* ();
 - No *Shader Editor*, mudar para o contexto **Object** (ver figura abaixo);
- 
- No editor *Properties*, separador *Material Properties*, adicionar ao objeto “Mesa” um material com o nome de “*mesa_pbr*”;
 - No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→**Image Texture**) e, pressionando **Open** (), abrir o ficheiro “*BaseColor.jpg*”;
 - Ligar o *output Color* do nodo **Image Texture** ao *input Base Color* do nodo *Principled BSDF*;
 - Adicionar um novo nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→**Image Texture**) e carregar o **Metallic Map**, através do ficheiro “*Metallic.jpg*”;
 - Neste último nodo, alterar o campo **Color Space** para **Non-color** e ligar o *output Color* ao *input Metallic* do nodo *Principled BSDF*;
 - No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→*Texture*→**Image Texture**) e carregar o **Roughness Map**, através do ficheiro “*Roughness.jpg*”;
 - Ligar o *output Color* deste último nodo ao *input Roughness* do nodo *Principled BSDF*;
 - Observar, no **3D Viewport**, que os elementos decorativos metálicos sob o tampo da mesa passaram a ter um aspeto metálico brilhante, enquanto o resto da superfície de madeira continuou inalterada, conforme se representa na figura seguinte:



- No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A**→**Texture**→**Image Texture**) e carregar o **Normal Map**, através do ficheiro “*Normal.jpg*”;
- Adicionar um nodo **Normal Map** (Teclas **SHIFT+A**→**Vector**→**Normal Map**);
- Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** ao **input Color** do nodo **Normal Map**;
- Ligar o **output Normal** do nodo **Normal Map** ao **input Normal** do nodo **Principled BSDF**;
- Verificar, no editor *3D Viewport*, que os elementos metálicos parecem estar embutidos na madeira, criando a ilusão de relevo. Pode, também, observar-se que uma das pernas da mesa apresenta agora uma série de cortes e entalhes (ver figura seguinte), apesar de não ter havido alterações na malha poligonal (alternar com *Solid Mode* para confirmar);





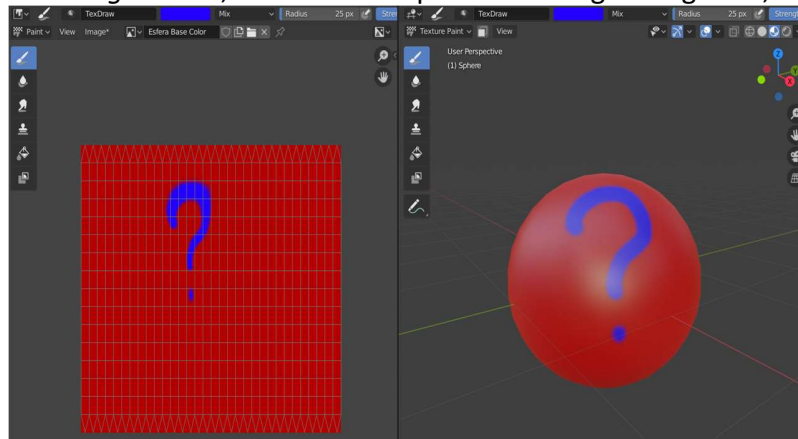
- O campo **Strength**, do nodo **Normal Map**, permite mudar a intensidade das alterações efetuadas com o **Normal Map** carregado. Para confirmar, aumentar o valor para 5 e ver as diferenças.

7. Exercícios


- a) A criação de materiais e texturas PBR é complexa e pode ser realizada com ferramentas externas ao Blender. Contudo, o Blender oferece, também, algumas ferramentas para a criação destes materiais. Assim, de maneira a reforçar os conhecimentos sobre a criação de um material PBR, seguir as instruções abaixo.

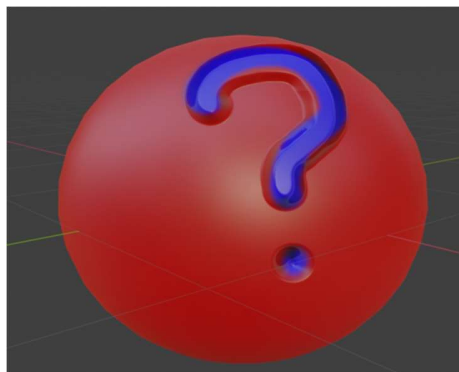
- Abrir um novo projeto de Blender;
- Apagar o Cubo e adicionar uma **UV Sphere** (Teclas **SHIFT+A**→**Mesh**→**UV Sphere**);
- Selecionar a esfera, pressionar o botão direito do rato e selecionar a opção **Shade Smooth**;
- Alterar o **workspace** para **Texture Paint** e mudar o **Viewport Shading** do **3D Viewport** para **Material Preview**;
- No editor *Properties*, separador **Active Tool** (🔧), confirmar que o painel **Texture Slots** tem definido o modo **Material**;
- No **Texture Slots**, clicar no botão + para adicionar um **Paint Slot**, e escolher **Base Color**;
- No menu que se abre, atribuir o nome “*Esfera Base Color*” e uma resolução de 2048 x 2048 px (optar sempre por usar potências de 2);
- Atribuir cor (R=0.7, G=0.0, B=0.0) à **Base Color**;

- Carregar no botão **OK** para que o **Paint Slot** criado apareça no *Image Editor* ();
- No painel **Brush Settings** reduzir o tamanho do pincel (**Radius**) para 25 px;
- No sub-painel **Color Picker**, pressionar sobre a cor branca e escolher a cor azul (R=0.0, G=0.0, B=1.0);
- No editor *3D Viewport*, fazer *zoom in* à “Esfera” e desenhar um ponto de interrogação na “Esfera”, utilizando a ferramenta **Draw** (.
- Entrar e sair do modo de edição e ver que o ponto de interrogação também aparece desenhado no *Image Editor*, conforme se apresenta na figura seguinte;







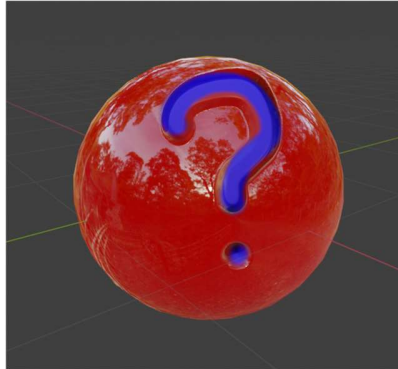
- Num **Bump Map** utiliza-se uma escala de cinzentos para simular relevos na superfície. Quanto mais perto do branco for o valor, mais alto será o relevo, e quanto mais perto do preto, mais baixo será o relevo.

- No separador **Active Tool** () do editor *Properties* e, em **Texture Slots**, clicar no botão + para adicionar mais um **Paint Slot**, escolhendo a opção **Bump**;
- Atribuir a esse **Paint Slot** o nome “Esfera Bump”, manter a resolução em 2048 x 2048 px e ativar *32 Bit Float*.
- Em **Properties**→**Active Tool**→**Brush Settings**→**Color Picker**, escolher um tom branco e, sobre a parte azul do ponto de interrogação, desenhar o mesmo ponto de interrogação, vendo que este parece ficar em relevo (saliente);
- Depois escolher um tom preto e pintar sobre o ponto do ponto de interrogação, observando que este parece ter sido “escavado” na superfície do modelo, conforme se apresenta na figura seguinte:






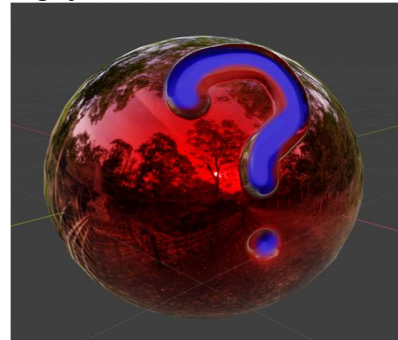
- Num **Roughness Map** é, também, utilizada uma escala de cinzentos, onde as áreas da superfície são mais rugosas para a cor branca e as mais lisas para a cor preta.

- No separador **Active Tool** () do editor **Properties** e, em **Texture Slots**, clicar no botão + para adicionar mais um **Paint Slot**, escolhendo a opção **Roughness**;
- Atribuir o nome “**Esfera Roughness**”, manter a resolução em 2048 x 2048 px e ativar 32 **Bit Float**;
- No **3D Viewport**, escolher a ferramenta **Fill** () para pintar toda a superfície do modelo;
- Em **Properties**→**Active Tool**→**Brush Settings**→**Color Picker**, escolher o branco, pressionar o botão esquerdo do rato sobre a “**Esfera**” e ver a alteração na rugosidade;
- Escolher agora um tom preto, pressionando no botão , do **Color Picker**, pressionar o botão esquerdo do rato sobre a “**Esfera**”, e observar, novamente, a alteração produzida;
- Voltar a escolher o tom branco e utilizar a ferramenta **Draw** () para desenhar por cima do ponto de interrogação, obtendo um resultado semelhante ao seguinte;

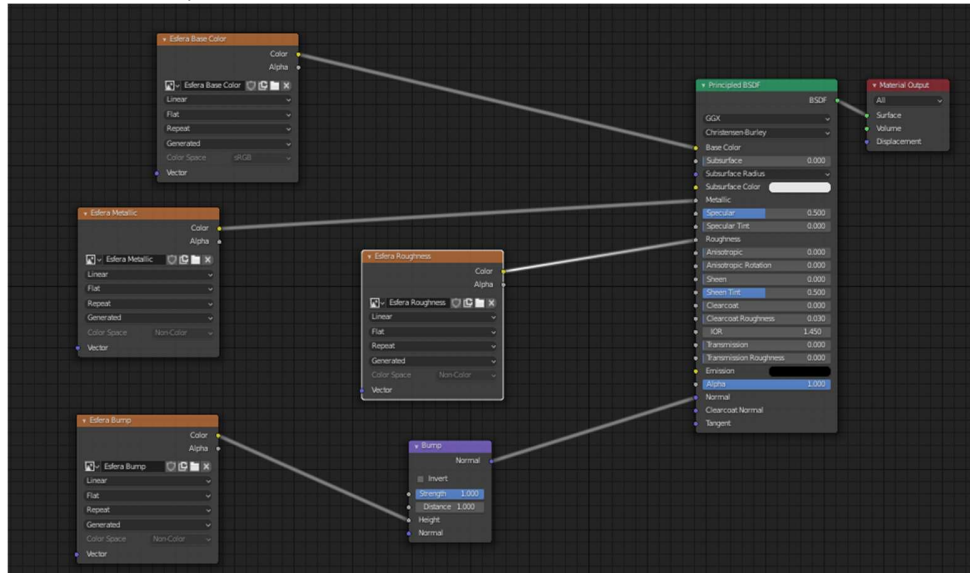


- O mesmo princípio deve ser seguido para o **Metallic Map**, onde é usada uma escala de cinzentos para definir quais as áreas metálicas (branco) e quais as que não são (preto).

- No separador **Active Tool** () do editor **Properties** e, em **Texture Slots**, clicar no botão + para adicionar mais um **Paint Slot**, escolhendo a opção **Metallic**;
- Atribuir o nome “**Esfera Metallic**”, manter a resolução em 2048 x 2048 px e ativar 32 **Bit Float**;
- No **3D Viewport**, escolher a ferramenta **Fill** ()
- Em **Properties**→**Active Tool**→**Brush Settings**→**Color Picker**, escolher o branco, pressionar o botão esquerdo do rato sobre a “**Esfera**” e observar as alterações produzidas;
- Selecionar a ferramenta **Draw** () no editor 3D Viewport;
- Em **Properties**→**Active Tool**→**Brush Settings**→**Color Picker**, escolher o preto e desenhar por cima do ponto de interrogação, obtendo um resultado semelhante ao seguinte:



- Em **Properties**→**Active Tool**→**Texture Slots**, pressionar no botão **Save All Images** para gravar os mapas criados no projeto;
- Alterar o *wokspace* para *Shading* e, no *Shader Editor*, observar os nodos correspondentes ao material criado;

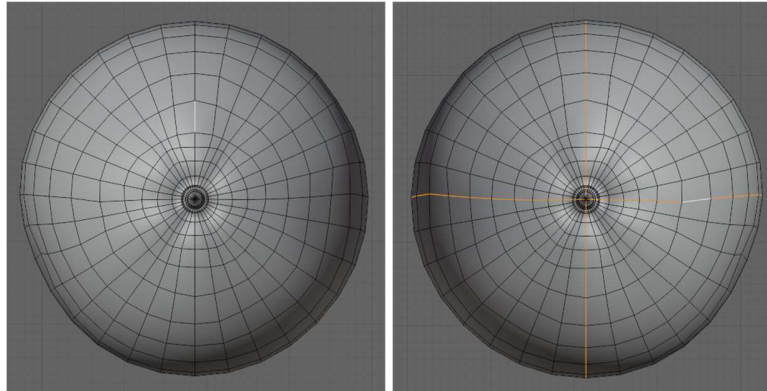


- No topo do *Shader Editor*, alterar o nome do material para “*Esfera_PBR*” (*Esfera_PBR*).

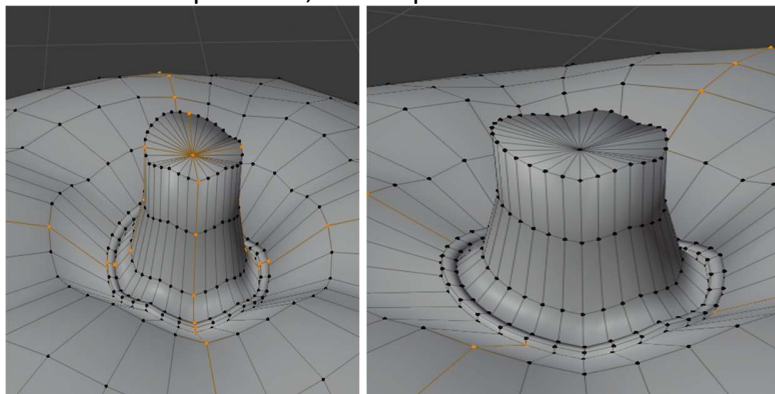
b) Fazer de raiz a textura da laranja

- Abrir o ficheiro “*Laranja.blend*” e, com o objeto “*Laranja*” selecionado, verificar (no *Object Properties*, do editor *Properties*) que a escala do modelo não é 1;
- No **Object**→**Apply**, do editor *3D Viewport* (ou pressionar as **teclas CTRL+A**), escolher a opção **Scale**.
- Em seguida, é necessário criar o UV map:
- Mudar o *workspace* para *UV Editing* e, no modo de edição, selecionar todas as faces da “*Laranja*” (**tecla A**);
- Observar no UV Editor que a *Laranja* tem já um **UV Map** atribuído. Isto acontece porque a *Laranja* foi criada a partir de uma *UV Sphere* e qualquer malha poligonal pré-definida no Blender tem já um **UV Map** atribuído.
- No entanto, vai criar-se manualmente um **UV Map**, para a “*Laranja*”, que seja mais adequado para se trabalhar a textura;
- Pode-se observar que, ao se selecionar um conjunto de vértices do modelo, apenas os vértices correspondentes aparecem no *UV Editor*. Caso se selecionem todos os vértices (**tecla A**), surge o **UV Map** completo. Para simplificar o trabalho, no canto superior esquerdo do *UV Editor* pode-se ativar a opção o **UV Sync Selection** (), de forma a sincronizar o que é selecionado e apresentado no *UV Editor* e no *3D Viewport*.
- Para indicar ao software como deve “desembrulhar” (ou *unwrap*, em inglês) a superfície do modelo, tem que se definir quais são as arestas que irão funcionar como “costuras” (ou *seams*, em inglês);

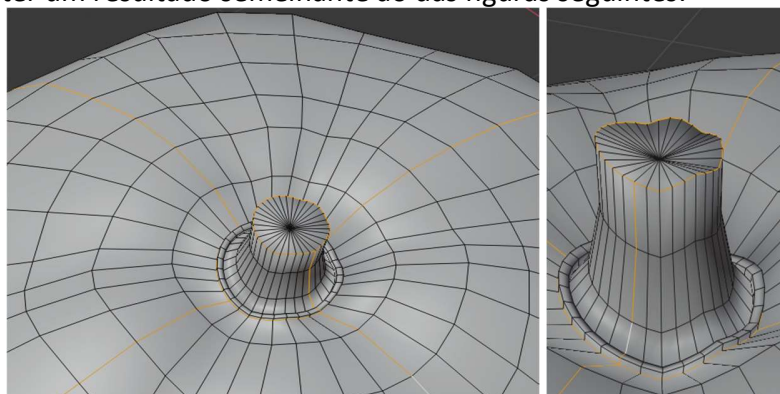
- No editor 3D Viewport, mudar para a vista de topo ortográfica;
- Remover todas as seleções (**Tecla ALT+A**);
- Selecionar uma aresta (ver figura da esquerda) e pressionar **Select→Select Loops→Edge Loops**, no editor 3D Viewport;
- Repetir a operação anterior (mantendo a **Tecla SHIFT** pressionada) para criar mais três **Edge Loops**, dividindo o modelo em quadrantes mais ou menos com a mesma dimensão (ver figura da direita);




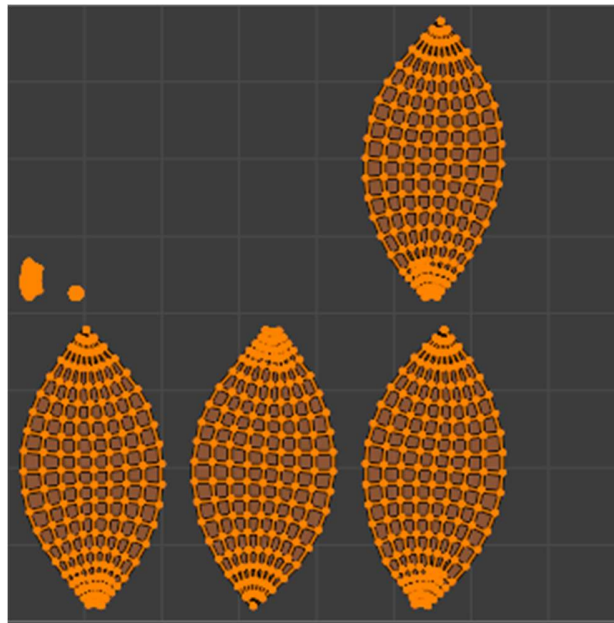
- Na vista de perspectiva, fazer **zoom in** na zona do caule (topo da “Laranja”) e eliminar os vértices selecionados (ver figura da esquerda). O resultado deverá ser o que se apresenta na figura da direita. Neste processo, não esquecer de manter a **Tecla SHIFT** pressionada;





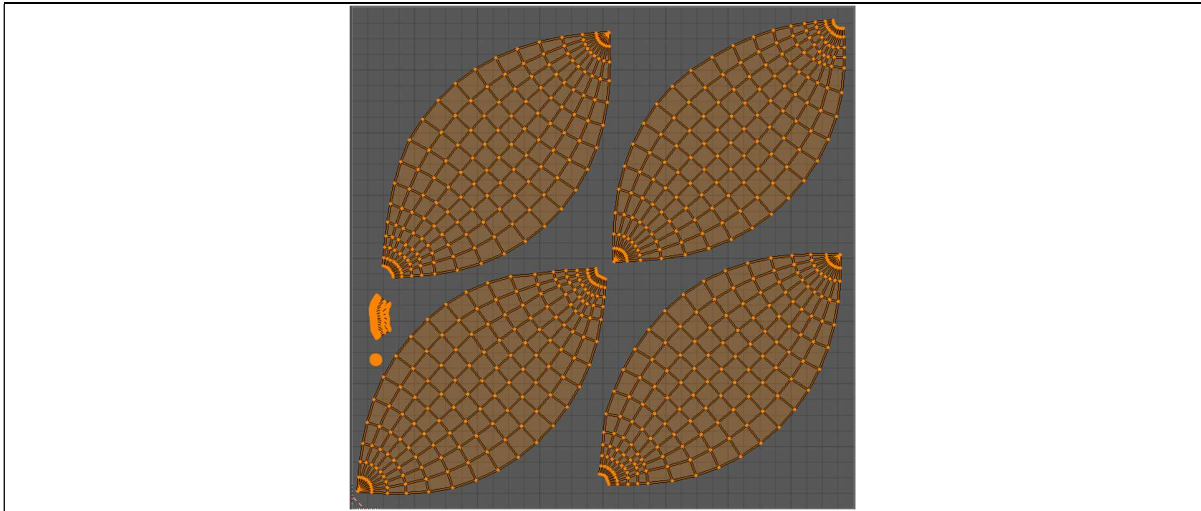
- Mantendo ainda a **Tecla SHIFT** pressionada, criar um **Edge Loop** em torno da base do caule, um **Edge Loop** no topo do caule e um **Edge Loop** dividindo o caule na vertical, de forma a obter um resultado semelhante ao das figuras seguintes:



- Ainda em modo de edição de arestas (), pressionar o botão direito do rato e selecionar **Mark Seam**. As *seams* deverão aparecer marcadas num tom avermelhado. Se for necessário corrigir alguma *seam*, marcada por engano, pode-se selecionar a *seam* em questão, pressionar o botão direito do rato e escolher **Clear Seam**;
- Selecionar toda a malha (**Tecla A**) e, no editor *3D Viewport*, selecionar **UV→Unwrap** (em alternativa, usar a **Tecla U** para abrir o menu **UV Mapping** e selecionar **Unwrap**);
- Pode-se observar o novo **UV Map** criado, no *UV Editor* (lado esquerdo);
- Se for alterado o valor de **Margin**, do painel **Unwrap**, que surge no canto inferior esquerdo do *3D Viewport*, pode-se ver que a distância entre as “ilhas” (*islands*) do **UV Map** se altera. Assim, definir o valor **Margin** como 0.2, obtendo um **UV Map** semelhante ao da figura seguinte:




- Desativar o **UV Sync Selection** () de maneira a observar que existem diversos modos de seleção no *UV Editor*, incluindo a seleção por ilhas ();
- Se for selecionada uma ilha, verifica-se que, à semelhança do que acontece com uma malha, pode-se editar a sua posição, rotação ou escala utilizando as teclas G, R e S, respetivamente. Contudo, alterar a escala de uma ilha isoladamente não é recomendável, pois, neste momento, todas as ilhas do **UV Map** têm dimensões proporcionais à área que ocupam no modelo. Alterando a escala de uma ilha, vai criar-se discrepâncias a nível da resolução da textura nas diversas partes do modelo. Para se alterar a escala das ilhas, deve-se sempre ter todas as ilhas selecionadas. Convém, ainda, que as ilhas ocupem a maior área possível do **UV Map** (reduzindo ao mínimo os espaços vazios), de forma a otimizar a resolução da textura;
- No *UV Editor*, selecionar todas as ilhas (**Tecla A**) e ampliar ligeiramente a escala (**Tecla S**);
- Arrumar individualmente as ilhas de forma a obter um aproveitamento eficiente do **UV Map**, utilizando as **Teclas G e R**, chegando a um resultado semelhante ao da figura seguinte (é importante garantir que não existe sobreposição entre as ilhas e que estas se encontram completamente dentro do UV map):



- Após a realização do **UV Unwrap**, pode-se começar a pintar a textura no nosso modelo recorrendo ao modo **Texture Paint**;

- Selecionar o *workspace* **Texture Paint**, ficando o espaço de trabalho dividido entre o editor **3D Viewport** (no lado direito) e o **Image Editor** (no lado esquerdo);
- No **3D Viewport** pode-se observar que se está a trabalhar no modo **Texture Paint** e que o modelo apresenta uma cor roxa (indica que não se encontra atribuída nenhuma textura);
- Para se poder pintar a textura de um objeto, tem que se partir de uma imagem de base. No **Image Editor** pressionar no botão **+New**;
- No menu que aparece, inserir no campo **Name** "**Laranja_textura**", alterar a resolução da imagem para 2048 x 2048 px, no campo **Color**, definir uma cor-base em tons alaranjado e pressionar no botão **OK**;
- Verificar que o **UV Map** aparece pintado a cor-de-laranja;
- Para fazer a ligação entre a textura e o modelo, tem que se seleccionar o ícone **Active Tool and Workspace Settings** (🔧), do editor **Properties** e, no painel **Texture Slots**, alterar o **Mode** para **Single Image**;
- De seguida, clicar no ícone da imagem (🖼️), ao lado do botão **+New** e seleccionar "**Laranja_textura**", ficando agora o modelo pintado de cor-de-laranja;

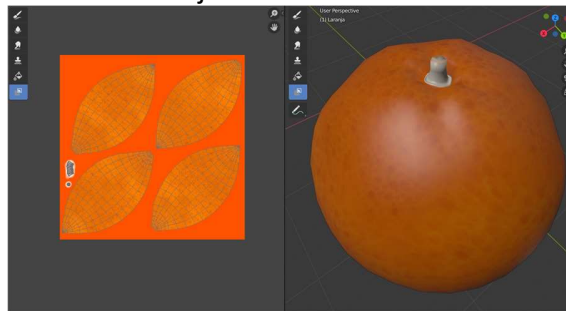
- Para se controlar o tamanho do pincel com que se vai pintar o modelo, pode-se definir o raio no painel **Brush Settings**→**Radius** (em alternativa, no editor **3D Viewport** pode-se pressionar a tecla **F**, ajustar o tamanho movendo o rato e confirmar com o botão esquerdo do rato);

- No painel **Brush Settings**, colocar o valor de **Strength** no máximo (1.000), caso não esteja;
- No ícone **Texture Properties** (🔲), do editor **Properties**, clicar em **New** para adicionar uma nova imagem;
- No campo  **Texture** alterar o nome para "**Laranja**";
- No sub-painel **Settings**, do painel **Image**, carregar em **Open** e seleccionar o ficheiro "**Laranja_text.jpg**";
- No separador **Active Tool and Workspace Settings** (🔧), do editor **Properties** e, no sub-painel **Texture**, do painel **Brush Settings**, no campo **Mapping**, seleccionar a opção **Stencil**;
- Pode-se observar que a imagem da textura aparece no **3D Viewport**;

- Mudar para a vista frontal ortográfica e arrastar a imagem para cima da “Laranja” com ajuda do botão direito do rato e roda do rato, de maneira a ter o que se apresenta na figura seguinte:



- Utilizar o botão esquerdo do rato pressionado enquanto o vai arrastando pela textura do modelo (como se estivesse a pintar);
- Observar que esta textura também aparece aplicada ao **UV Map** do *Image Editor*;
- Repetir este procedimento para todas as outras vistas;
- Na vista de perspetiva, garantir que a totalidade da superfície do modelo se encontra pintada corretamente e corrigir caso se encontre algum defeito;
- No *Image Editor* selecionar a opção **Mask** (ícone de máscara) e eliminar a textura nas duas ilhas correspondentes ao caule da Laranja:



- Após se ter criado a textura da casca da laranja, pode-se aplicá-la ao modelo mediante a criação de um material. Assim,
- Mudar o *workspace* para *Shading* que, por omissão, tem o modo Material Preview selecionado no Viewport Shading (ícone de olho);
 - Com a “Laranja” selecionada, no editor *Properties*, selecionar o separador *Material Properties* (ícone de material), escolher **+ New** e alterar o nome do material para “Laranja”;
 - Atribuir ao material “Laranja” uma **Base Color** igual a cor-de-laranja;
 - No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Image Texture** (Teclas **SHIFT+A** → *Texture* → *Image Texture*);
 - No nodo adicionado, selecionar o ícone da imagem (ícone de imagem) e escolher a textura “Laranja_textura”;
 - Ligar o **output Color** do nodo **Image Texture** ao **input Base Color** do nodo *Principled BSDF* e ver que a textura é aplicada ao modelo no *3D Viewport*;
 - No ícone *Material Properties* (ícone de material), adicionar um segundo material carregando no botão + junto ao topo;
 - De seguida carregar em **+ New** e mudar o nome do novo material para “Caule”;

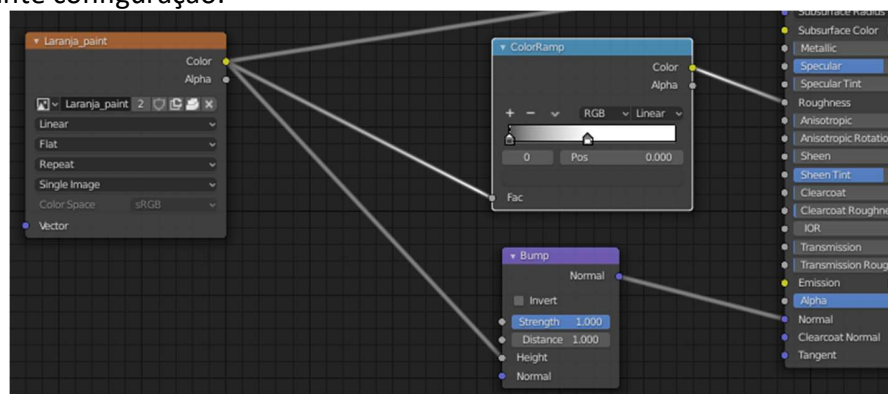
- Entrar no modo de edição e, em modo de seleção de faces, selecionar as faces do caule que não têm um material atribuído (visto de topo e **Tecla C** poderão ser úteis);
- Selecionar o material “*Caule*” e carregar em **Assign**;
- De seguida, mudar a Base Color para uma tonalidade verde e sair do *Edit Mode*.

- Para adicionar rugosidade à “*Laranja*”, poder-se-ia criar um **Roughness Map** recorrendo a ferramentas externas ao Blender. No entanto, o Blender disponibiliza formas de simular um **Roughness Map** de forma rápida e com um resultado final satisfatório;

- Selecionar o material “*Laranja*”;
- Adicionar, no *Shader Editor*, um nodo **ColorRamp** (**Add**→**Converter**→**ColorRamp**);
- Ligar o campo **Color** da textura “*Laranja_textura*” ao campo **Fac** do nodo **ColorRamp**;
- Ligar o campo **Color** do nodo **ColorRamp** ao campo **Roughness** do nodo **Principled BSDF**;
- Ao mover-se os controladores do gradiente do nodo **ColorRamp**, pode observar-se as variações na superfície do modelo. Assim, mover o controlador branco (clicando na barra de cor) para **Pos** igual a 0.4;

- Neste exemplo, está a utilizar-se o nodo **ColorRamp** para controlar a rugosidade da superfície através de um gradiente (neste caso em escala de cinzentos). O valor 0 corresponde ao preto e o valor 1 corresponde ao branco. Tendo esta informação ligada à textura e ao campo **Roughness**, vai-se indicar ao software que a rugosidade da superfície não é homogênea, criando diferenças de rugosidade entre as áreas mais escuras e as mais claras da textura (ou seja, um valor mais perto do 0 na informação de cor converte-se num valor mais perto do 0 na informação sobre a rugosidade, e vice-versa). Esta variação contribui para a obtenção de um resultado final mais realista;
- Para se adicionar imperfeições à superfície da “*Laranja*” pode-se usar um **Bump Map**, uma vez mais com recurso a ferramentas fora do Blender. No entanto, tal como para o **Roughness Map**, também, se pode simular um **Bump Map** no Blender. Um **Bump Map** é uma imagem em escala de cinzentos, indicando ao software que os pontos mais próximos do branco devem ser puxados para fora da superfície, enquanto os pontos perto do preto devem ser empurrados para dentro desta, criando a ilusão de imperfeições e micro-relevos na superfície.

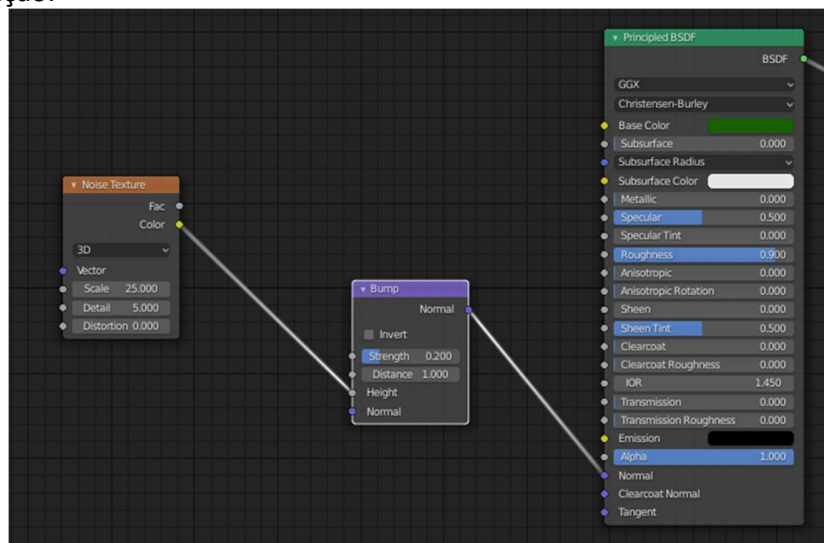
- No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Bump** (**Add**→**Vector**→**Bump**);
- Ligar o **output Color** da textura “*Laranja_textura*” ao **input Height** do nodo criado;
- Ligar o **output Normal** do nodo **Bump** ao **input Normal** do **Principled BSDF**, ficando com a seguinte configuração:



- Desta forma o software calcula uma altura (**Height**) diferente para cada pixel da textura com base na sua cor, simulando os micro-relevos da superfície. Contudo, pode-se observar que o resultado obtido não é realista, uma vez que a deslocação destes pontos está muito exagerada. Assim, no nodo **Bump** reduzir o valor de **Strength** para 0.15, de forma a se conseguir atingir assim um aspeto mais realista;

Tendo conseguido um aspeto semi-realista para a casca da Laranja, pode-se rapidamente usar uma textura de tipo **Noise Texture** para simular um **Bump Map** e quebrar o aspeto homogéneo do material do “Caule”, que neste momento é constituído apenas por uma cor verde. Assim,

- Em *Material Properties*, seleccionar o material “Caule”;
- No *Shader Editor*, adicionar um nodo **Noise texture** (**Add**→**Texture**→**Noise Texture**) e alterar os valores de **Scale** para 25 e de **Detail** para 5;
- Adicionar um nodo **Bump** (**Add**→**Vector**→**Bump**) e colocar a **Strength** a 0.2;
- Ligar o output **Color** do nodo **Noise Texture** ao input **Height** do nodo **Bump**;
- Ligar o output **Normal** do nodo **Bump** ao input **Normal** do **Principled BSDF**;
- No **Principled BSDF**, colocar o valor de **Roughness** a 0.9 e ficar com a seguinte configuração:



- O resultado final será o seguinte:

