

Desenvolvimento com Motores de Jogos II

Aula 09 - Materials - Parte 1

Apresentação

Estamos iniciando hoje a aula 09, sejam bem-vindos! Na aula anterior, aprendemos sobre o processo de iluminação e como executá-lo em nosso jogo. Hoje, daremos um importante passo para desenvolvê-lo ainda mais. O tema da aula será: **Computação gráfica**.

A **computação gráfica** é a área da computação destinada à geração de imagens. No Unity, é o processo de exibir gráficos na tela chamado de renderização, ou Rendering, em inglês. Todo o processo de Rendering no Unity é tratado por Materials e Shaders.

Nesta aula, aprenderemos a criar e utilizar esses elementos, permitindo que você adicione cores e texturas no seu jogo, dando-lhe muito mais vida.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Criar e modificar Materials no Unity;
- Modificar cores em Materials;
- Aplicar Materials em objetos no Unity.

Introdução

No Unity, **Materials** são definições acerca de como uma superfície de um objeto 3D (Mesh) deve ser exibida no jogo (processo de Rendering). Isso inclui qual textura será utilizada, informações sobre como é a repetição da textura na superfície (Tiling), cores, etc.

As opções que são disponíveis para serem configuradas em um Material depende de qual Shader ele utiliza.

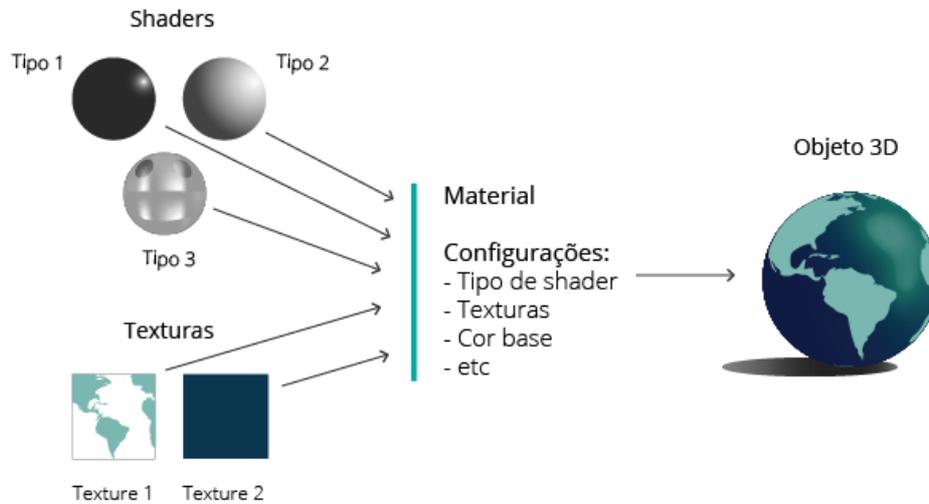
Shaders são pequenos programas que contêm os cálculos matemáticos e os algoritmos utilizados para determinar a cor de cada pixel exibido na tela, baseado nas configurações do Material ao qual ele está associado, assim como nas informações de entrada de luz recebidas por ele.

Textures, em português “texturas”, são simplesmente imagens. Um Material pode conter determinadas referências para Textures e uma outra referência para um Shader, então esse Shader pode utilizar a textura como base para os cálculos das cores da superfície de um objeto. Além da cor base de um objeto, chamada de **Albedo**, texturas podem representar vários outros aspectos da superfície dele, como a sua refletividade (Reflectivity) ou rugosidade (Roughness).

Um Material especifica um Shader que será utilizado e esse Shader determina quais opções são disponíveis para a configuração do Material. Um Shader especifica uma ou mais propriedades do tipo Texture que ele usará e, no Inspector do Material do Unity, você poderá atribuir suas próprias imagens nessas propriedades.

A **Figura 1** representa um modelo simplificado das relações entre um Objeto, Materials, Textures e Shaders.

Figura 01 - Relação entre Material, Shader, Textures e Objetos.



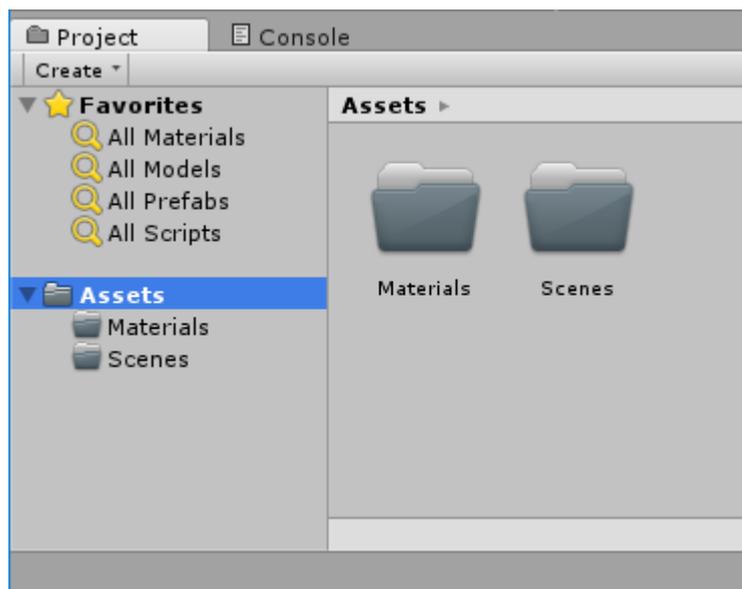
Fonte: Elaborada pelo autor.

Nos casos mais comuns em que você deseja adicionar cores e texturas em personagens, rochas, portas, paredes, objetos de cor sólida, transparente, etc., o Shader chamado de **“Standard Shader”** é o mais indicado, além de ser o padrão de cada novo Material criado no Unity. Ele é muito flexível e pode ser configurado de diversas formas, portanto, será ele que estudaremos nesta aula.

Preparando o Projeto

Antes de continuar com nossos estudos sobre Materials, crie um novo projeto chamado de “MaterialsTests” e faça alguns ajustes nele para adequá-lo ao padrão com o qual trabalhamos. Na janela Project, adicione uma nova pasta em Assets chamada “Scenes” e outra chamada de “Materials”. Veja a **Figura 2**.

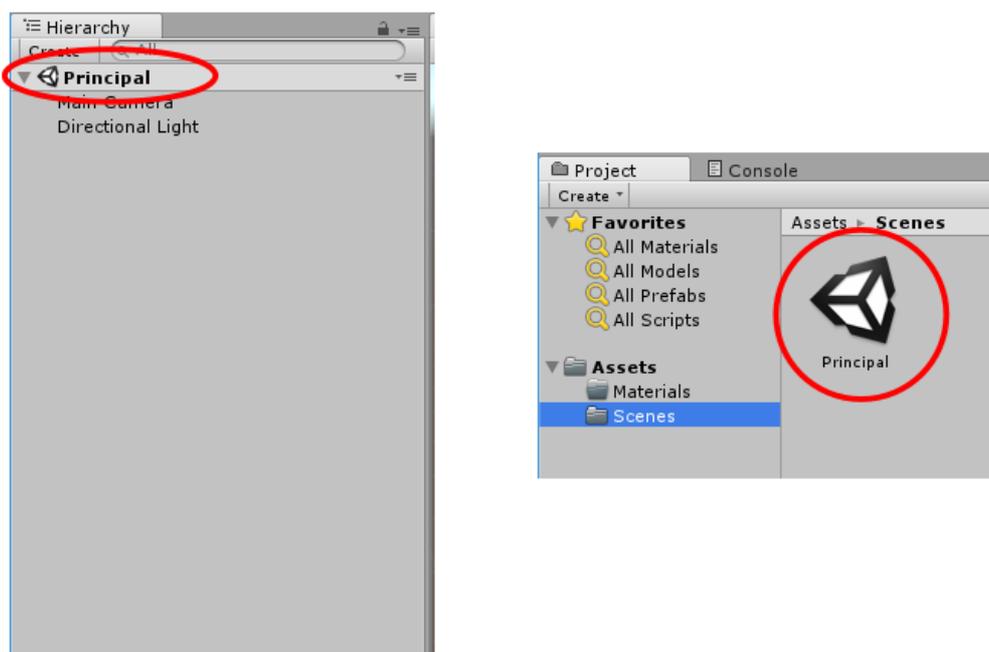
Figura 02 - Pastas criadas para o projeto MaterialsTests.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Salve a cena atual (Menu: File -> Save scenes) dentro da pasta Scenes que você criou, nomeando essa cena de “Principal”. Depois de salvá-la, observe que, no Hierarchy, a sua cena agora está com o nome “Principal” e também na pasta Scenes. Ela se encontra lá como um asset de mesmo nome, como mostra a **Figura 3**.

Figura 03 - Cena Principal no editor.

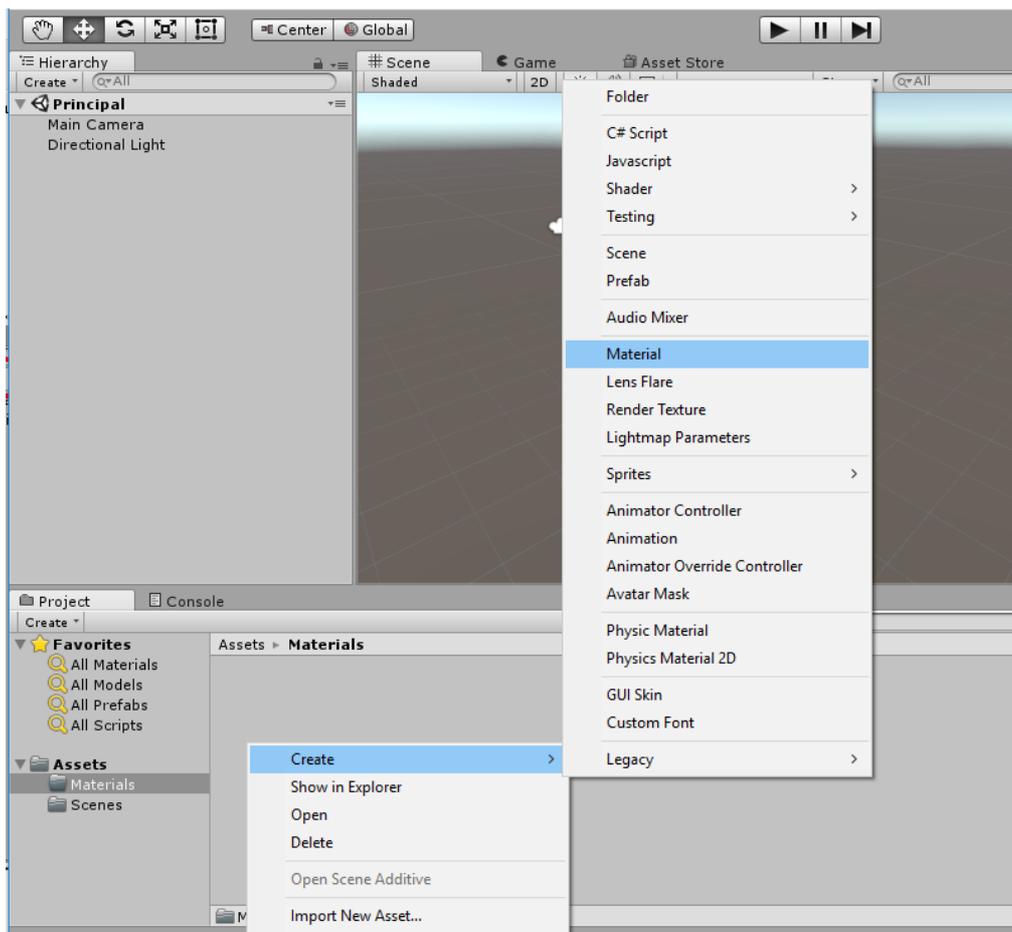


Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Agora, criaremos dois Materials bem simples, ambos utilizando o Standard Shader e com as cores de base Verde e Vermelho, respectivamente. Após essa etapa, uma pouco mais à frente utilizaremos as texturas.

Clique na pasta Materials e, dentro dela, adicione um novo Material clicando com o botão do mouse em um espaço vazio, no seu conteúdo, e escolhendo a opção Create -> Material, conforme exibe a **Figura 4**.

Figura 04 - Criando um novo Material no projeto.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

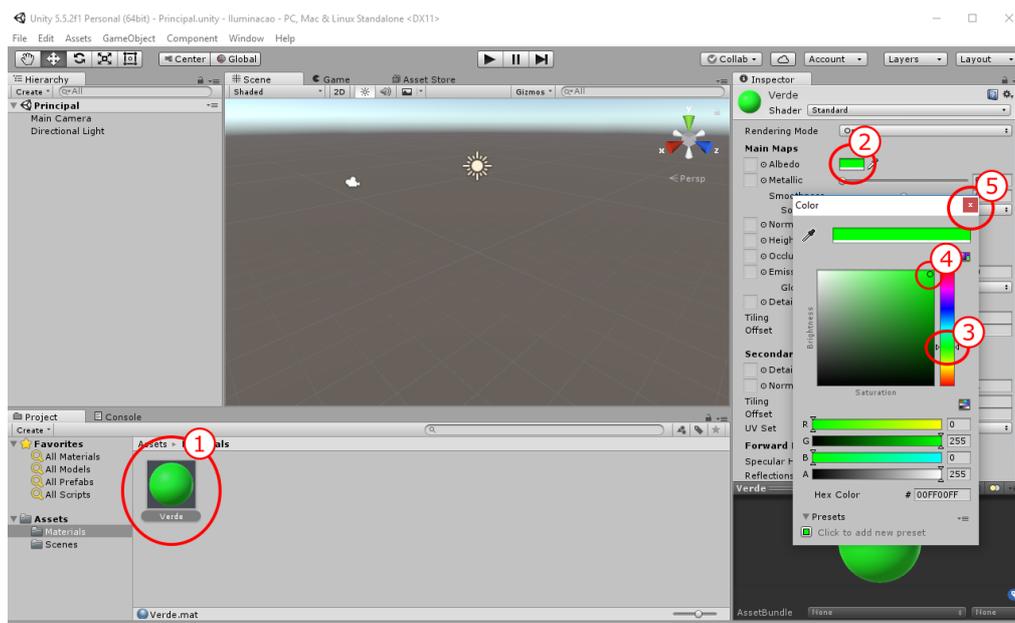
No Material, dê o nome “Verde” e pressione Enter. A fim de configurar a cor verde para ele, repita os passos:

1. Com o conteúdo da pasta Materials sendo mostrado na janela Project, clique no Material nomeado de “Verde”, exibindo suas configurações no Inspector.

2. Na propriedade Albedo, clique no ícone de seleção de cor , a fim de ser exibida uma janela chamada "Color", a qual você usará para selecionar uma cor para esse Material.
3. Na barra Tom Cores Vertical (chamada Hue), selecione um tom verde, de maneira a modificar a área de seleção de cor para tons de verde, variando de mais claro/escuro.
4. Na área de cores chamada de "Brightness / Saturation", do inglês "Brilho / Saturação", selecione o tom de verde que está mais próximo ao canto superior direito. Isso significa que você está selecionando um verde no qual há o máximo de brilho e de saturação.
5. Feche a janela Color.

Esses passos estão indicados na **Figura 5**.

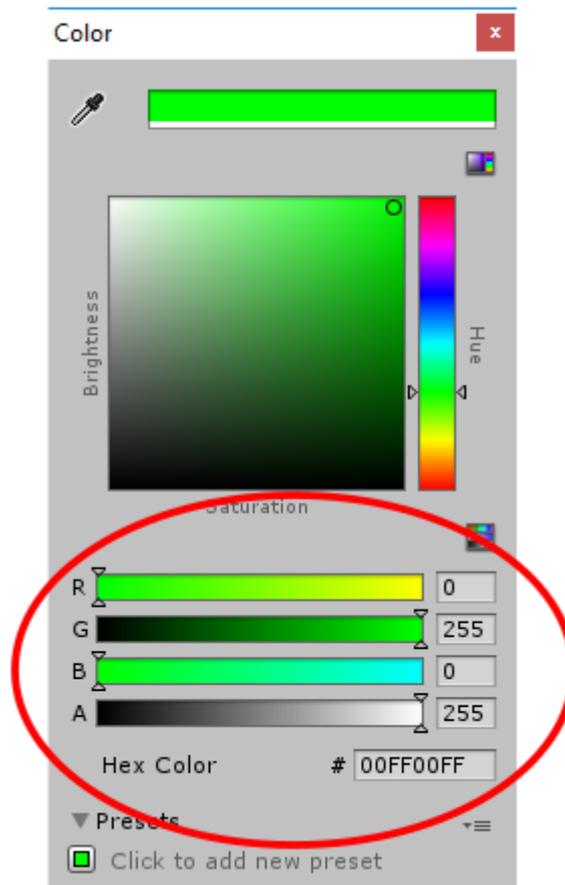
Figura 05 - Passos para a seleção da cor verde para um Material.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Observe que, na janela Color utilizada, é possível selecionar uma cor por meio da utilização da área de cores (Hue, Brightness, Saturation) e por meio da utilização do padrão RGB (Red Green Blue).Veja a **Figura 6**.

Figura 06 - Seleção de cor por meio do padrão RGB.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

No padrão **RGB**, você define o quanto de vermelho (R), verde (G) e azul (B) sua cor terá. As iniciais **RGB** vem do inglês Red, Green, Blue, que são os nomes dessas cores respectivamente. Além das cores, você pode definir o valor do Alpha (A), ou seja, da opacidade da cor, no qual o valor máximo indica uma cor totalmente opaca, o valor mínimo indica uma cor totalmente transparente e qualquer valor intermediário indica níveis de transparência.

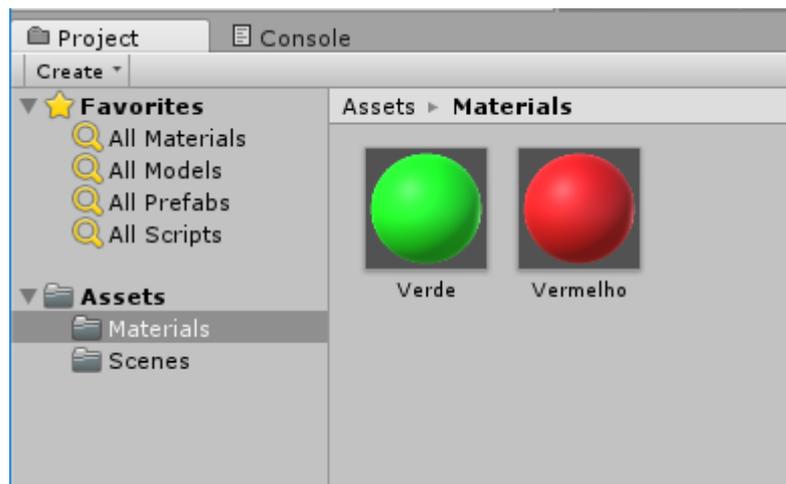
Na verdade, o nome técnico do padrão de cores é **RGBA** (com a inicial do canal Alpha no fim), mas é bem comum você também ouvir as pessoas referindo-se a ele somente como padrão **RGB**.

Se você está curioso para saber o significado do “Hex Color” que aparece na parte inferior da janela Color, ele é uma representação em hexadecimal da cor selecionada. Essa representação é muito utilizada por pessoas que criam páginas

para a Internet em HTML, por exemplo, mas você não precisa entender esse padrão para criar seus jogos. Os valores de R, G, B e A podem ser de 0 até 255, ou seja, 256 possibilidades.

Com o seu Material Verde criado, faça o mesmo procedimento para adicionar um novo Material chamado “Vermelho”, utilizando a cor vermelha, naturalmente. Ao final do processo, sua pasta Materials deve conter dois (Verde e Vermelho), assim como mostra a **Figura 7**.

Figura 07 - Materials Verde e Vermelho criados para o projeto.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Pronto, nosso projeto já está configurado com uma cena e com dois Materials simples criados.

Ele será utilizado como base para nossos estudos. Agora, faça a Atividade 1 para testar seus conhecimentos, antes de partir para as próximas etapas. Lembrando: qualquer dúvida, não esqueça de tirá-la com seu tutor presencial.

Atividade 01

1. Crie uma nova cena para esta atividade e adicione alguns objetos 3D nela. Depois, arraste qualquer um dos Materials (Verde ou Vermelho) para alguns desses objetos. O que aconteceu? Que propriedade dos objetos mudou depois que você realizou esse processo?

2. Escolha um objeto que está com o Material Verde e arraste o Material Vermelho por cima desse objeto. O que acontece? Ele consegue ficar com os dois Materials configurados?

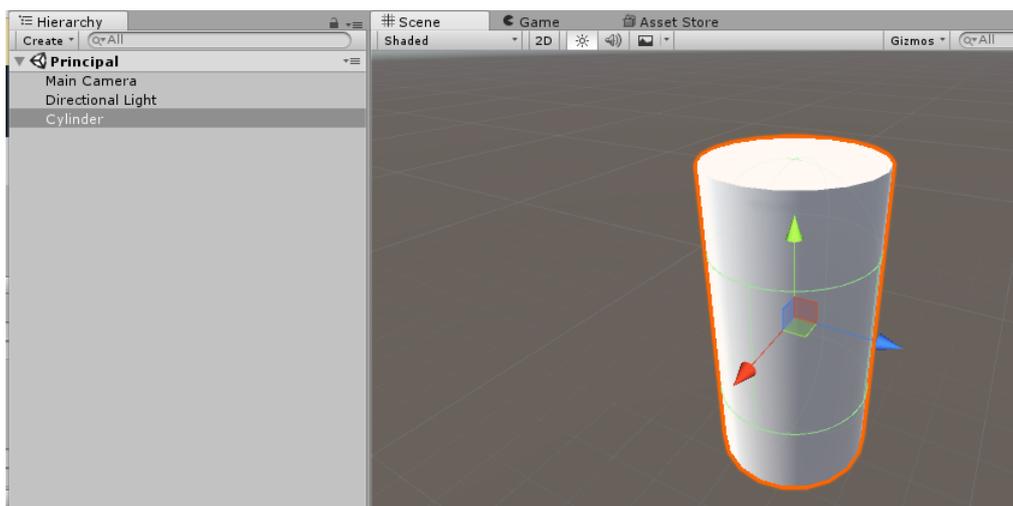
Materials

Já criamos dois Materials no nosso projeto, chamados de Verde e Vermelho, ambos utilizando o **Standard Shader** e com a propriedade Albedo, a qual representa a cor base e foi configurada com a cor correta indicada pelo seu nome.

Uma vez que o Material está criado, você pode aplicá-lo a vários GameObject da sua cena, além de realizar mudanças na sua configuração.

Para atribuir um Material a um objeto da sua cena, primeiro adicione um novo GameObject nela, digamos um Cylinder. Observe a **Figura 8**.

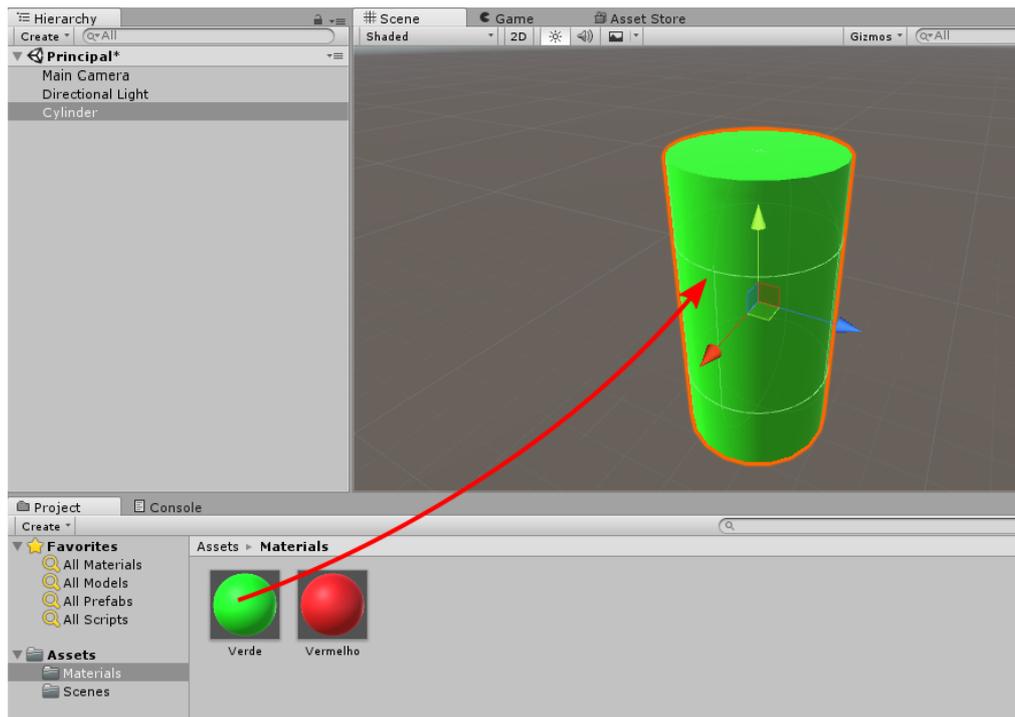
Figura 08 - Cylinder adicionado na cena ainda sem um Material.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Agora, na janela Project, entre na pasta Materials e arraste o Material “Verde” para cima do Cylinder, como mostra a **Figura 9**.

Figura 09 - Material Verde adicionado em um Cylinder.



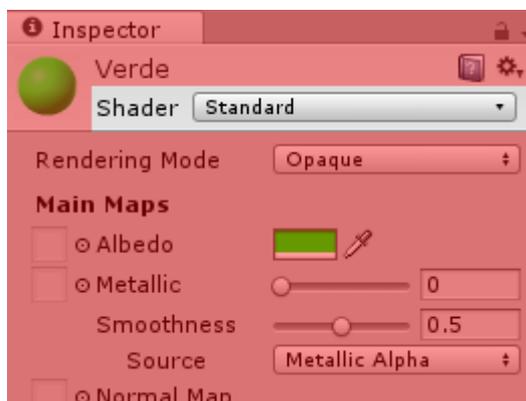
Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017



As mudanças realizadas em um Material afetam imediatamente todos os objetos da cena aos quais ele está associado. Isso significa que se você alterar o Material "Verde", mudando, por exemplo, sua cor, todos os objetos associados a esse Material terão sua cor modificada. Caso você deseje que dois ou mais objetos tenham cores diferentes, então é necessário criar um Material para cada um desses objetos.

Você deve ter observado que os Materials criados usam o **Standard Shader**, como pode ser visto no Inspector (Ver **Figura 10**). Apesar de podermos usar vários outros tipos de Shaders, nesta aula estudaremos o **Standard Shader**, por ele ser bastante completo.

Figura 10 - Material configurado para utilizar o Standard Shader.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

As propriedades que podem ser configuradas no Material (além de sua cor base) são determinadas pelo Shader utilizado. Nós estudaremos essas propriedades na próxima seção desta aula.

Standard Shader

No Unity, o **Standard Shader** é o Shader padrão de um Material e nos fornece uma série de opções. Ele pode ser utilizado para exibir (Render) objetos com um aspecto realista, como o de madeira, pedra, plástico e metal.

O **Standard Shader** integra um modelo de iluminação avançado chamado Physically Based Shading, o qual simula, em jogos em tempo real, as interações entre o material e a luz de uma forma realista. Esse sistema permite que o programador de jogos obtenha facilmente uma aparência real nos jogos, mesmo quando executados em um hardware convencional.

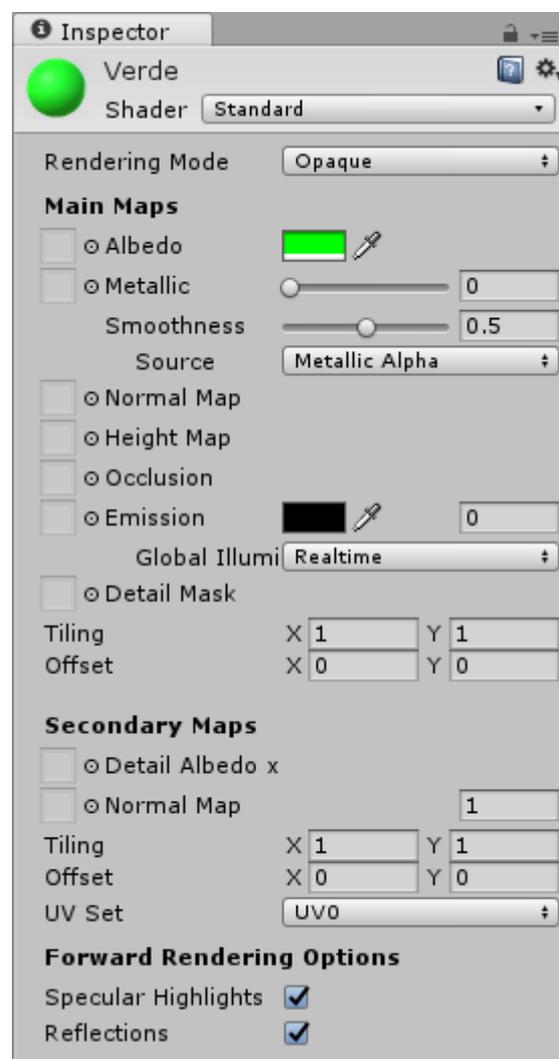
O **Standard Shader** dá ao Material ao qual está associado uma série de opções de configuração. As opções de configuração do **Standard Shader** ficam disponíveis no Inspector quando um Material que o utiliza é selecionado na janela Project.

Textures

Uma das funcionalidades básicas de um Material é permitir a exibição de **texturas** (imagens) na superfície de um objeto na cena. Até então, só criamos Materials de cor sólida, porém, aprenderemos a adicionar **texturas** em um Material e a aplicá-las em um objeto de sua cena.

Na pasta Materials, clique no Material Verde e observe suas propriedades no Inspector. Você deve ver algo como mostra a **Figura 11**.

Figura 11 - Configurações do Material "Verde".



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Repare que, na propriedade Albedo, você já escolheu a cor sólida Verde. Isso permitiu aos objetos que estão na cena com esse Material ficarem com essa cor. Agora, adicionaremos, no lugar dessa cor sólida, uma textura de grama verde no nosso Material.

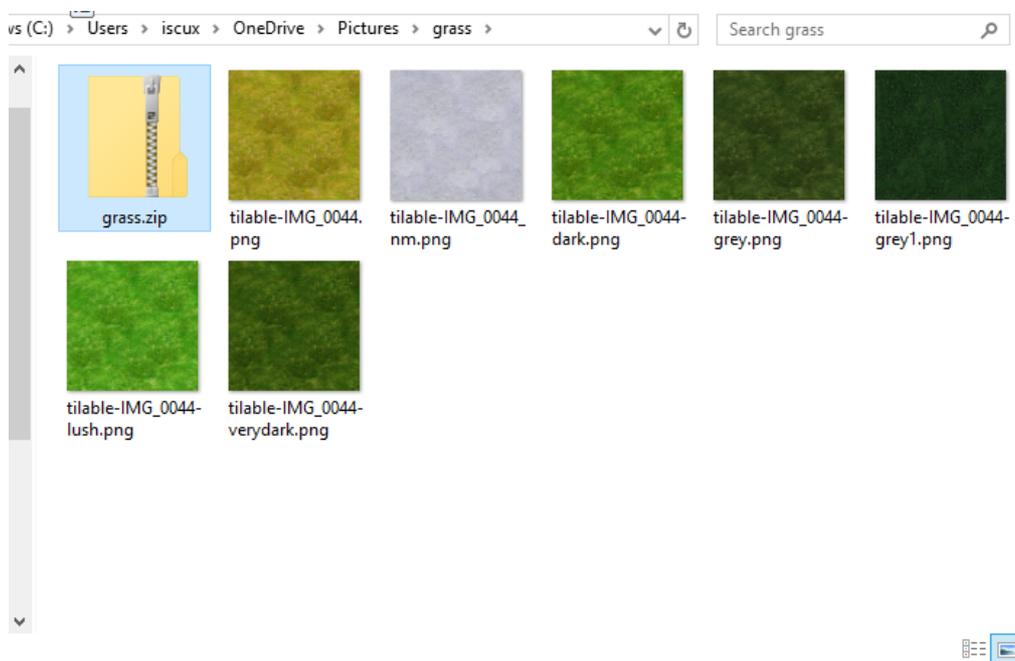
Primeiro, precisamos de uma textura de grama e, para isso, baixaremos o arquivo: [grass.zip](#)

O “ARQUIVO: grass.zip” contém um pacote de texturas de grama e foi obtido no site <http://opengameart.org>.

Nesse site, é possível encontrar diversos assets que podem ser utilizados no seu jogo gratuitamente, porém você deve informar no seu jogo a fonte deles. Sempre que for utilizar qualquer tipo de asset (imagens, sons, vídeos, modelos, etc.) de outra pessoa, se certifique de verificar a sua licença e direitos de uso.

Crie uma pasta com o nome “grass” e arraste esse arquivo para dentro. Descompacte o arquivo grass.zip e você verá uma lista de imagens, como a exibida na **Figura 12**.

Figura 12 - Lista de imagens do arquivo grass.zip



Fonte: Elaborado pelo autor

Utilizaremos, por enquanto, somente uma dessas imagens, a chamada “tilable-IMG_0044-dark.png”, como detalhado na **Figura 13**.

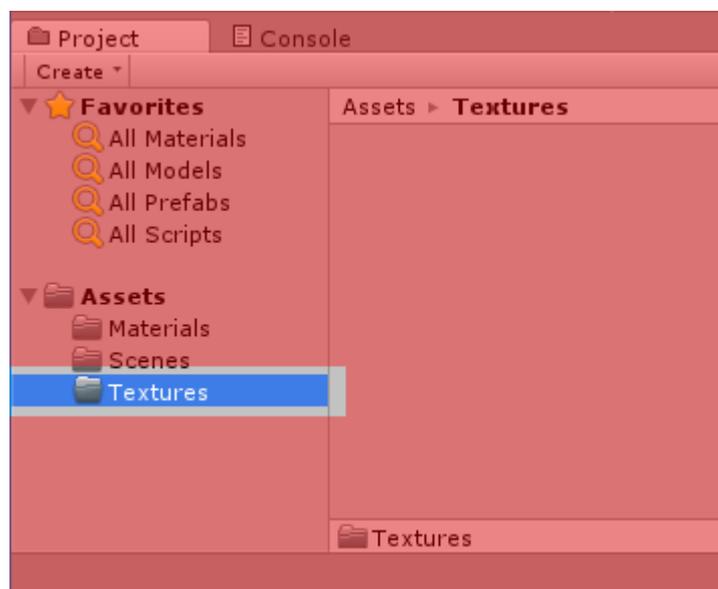
Figura 13 - Imagem “tilable-IMG_0044-dark.png” destacada.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para utilizar essa imagem no seu Material, você precisa primeiramente importá-la no projeto do seu jogo. Para isso, volte ao Unity e crie uma nova pasta, chamada “Textures”, na raiz do seu projeto. Veja a **Figura 14**.

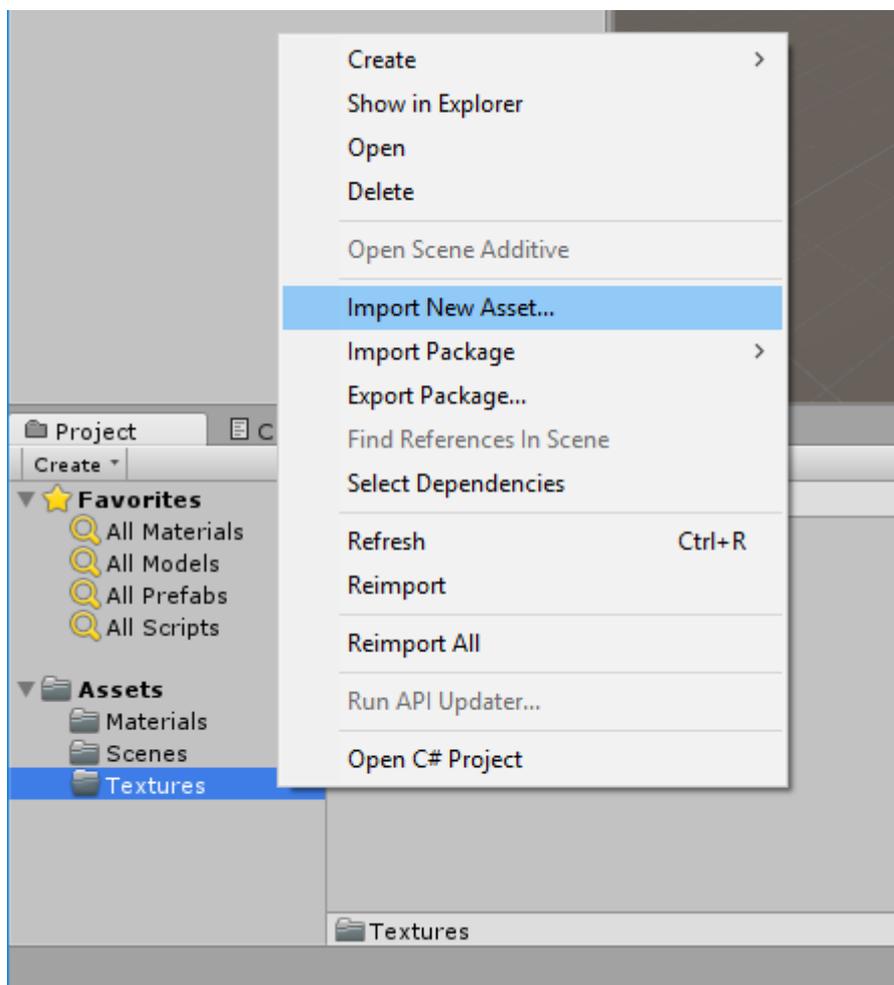
Figura 14 - Pasta “Textures” criada no projeto.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Agora, clique com o botão direito sobre a pasta Textures e clique na opção “Import New Asset”, conforme a **Figura 15**.

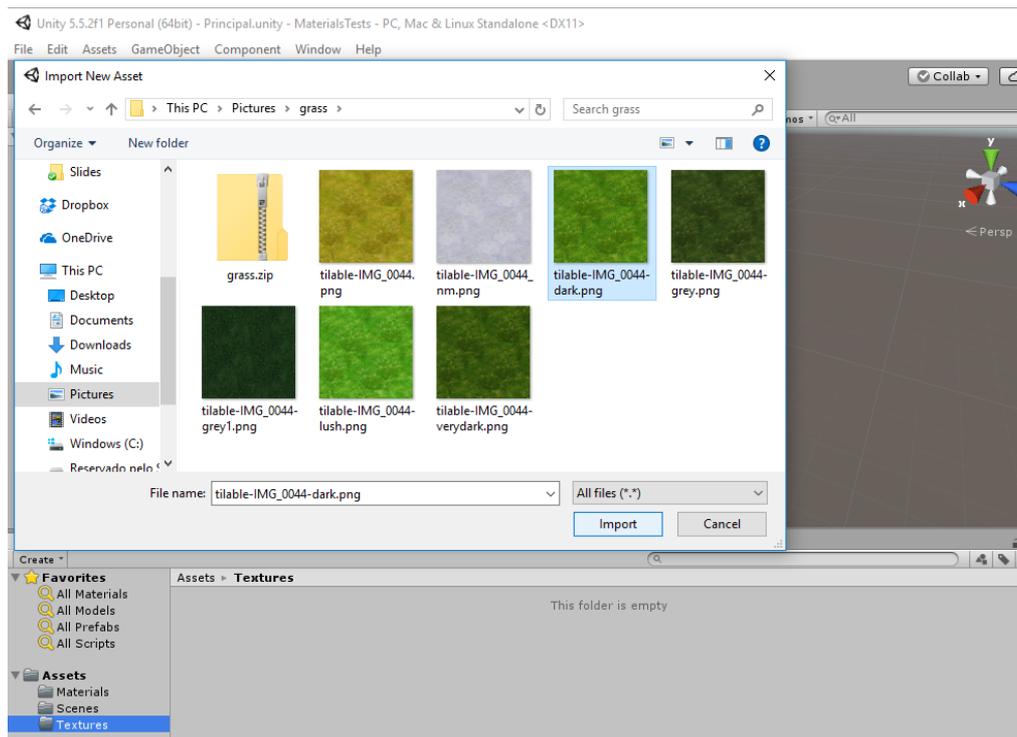
Figura 15 - Opção de importar um novo asset para a pasta Textures.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Uma janela chamada “Import New Asset” aparecerá para você selecionar a textura desejada, a qual, no nosso caso, diz respeito ao arquivo “tilable-IMG_0044-dark.png” que estava dentro do arquivo grass.zip baixado anteriormente. Localize esse arquivo no seu computador através dessa janela, selecione-o e pressione o botão “Import”. Observe a **Figura 16**.

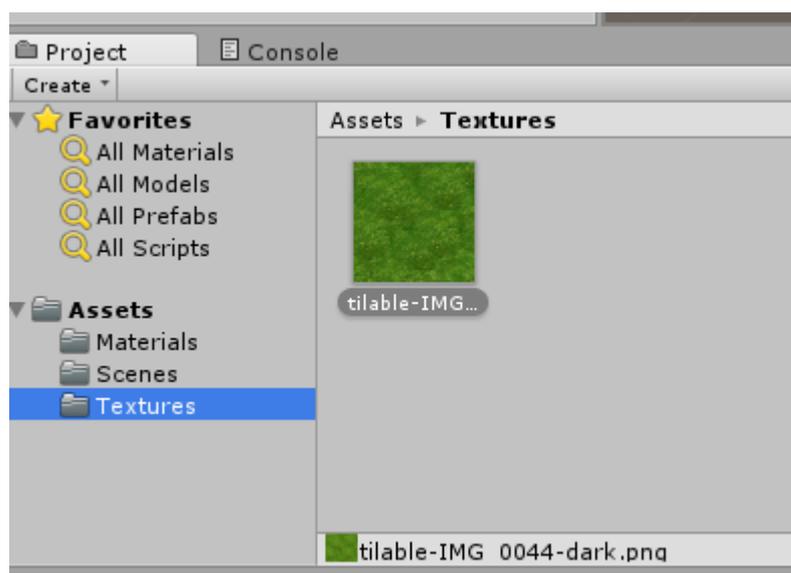
Figura 16 - Localizando e importando o arquivo “tilable-IMG_0044-dark.png” através da janela de importação de assets.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

O Unity acabou de criar uma cópia do arquivo com a imagem da grama para o seu projeto dentro da pasta Textures criada por você. Veja, na **Figura 17**, que essa pasta tem um novo asset dentro dela com o mesmo nome do arquivo.

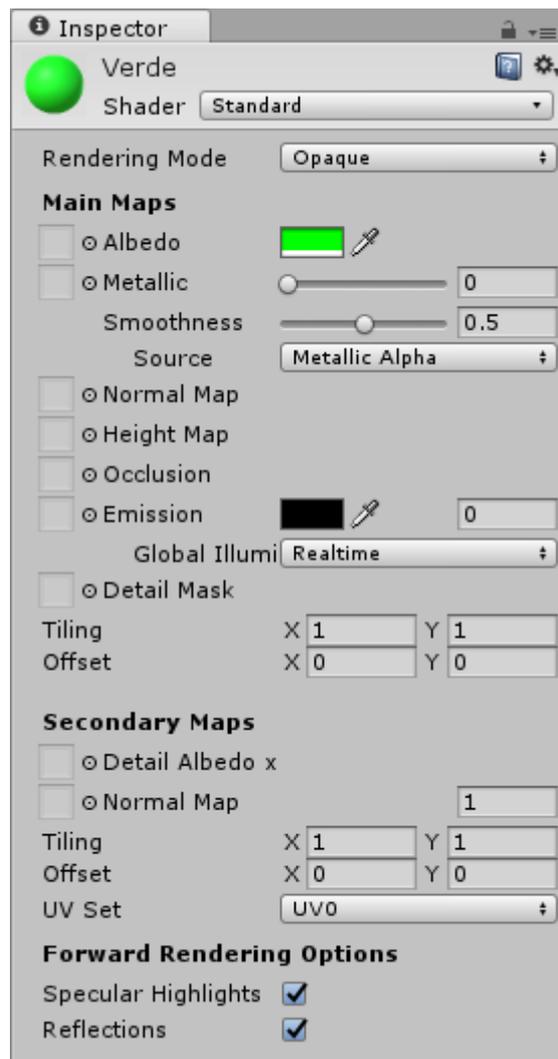
Figura 17 - Asset de textura de grama importado para o projeto.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

A primeira parte já foi feita, agora vamos importar a imagem a ser utilizada no nosso Material com a textura. Para isso clique na pasta “Materials” e selecione o Material Verde novamente, exibindo suas propriedades no Inspector, conforme a **Figura 18**.

Figura 18 - Material Verde no Inspector.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Para escolher a textura do Material, na opção “Albedo” clique no pequeno círculo  ao lado esquerdo do seu nome, veja a demonstração na **Figura 19**.

Figura 19 - Opção de selecionar uma textura para o Albedo do Material.

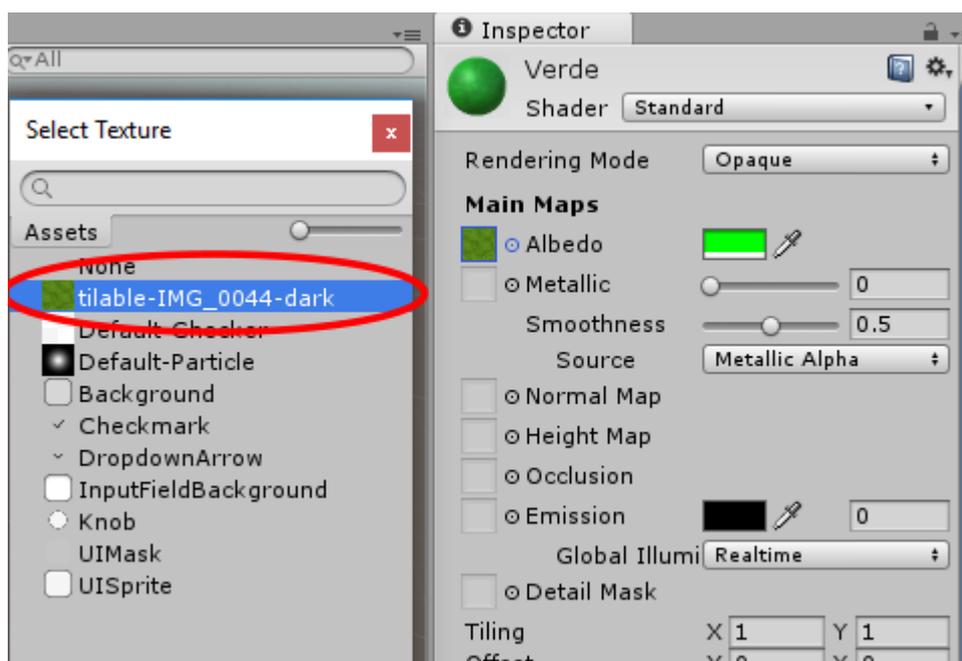


Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Uma nova janela chamada “Select Texture” aparecerá com uma lista de texturas presentes no seu projeto. Você deverá ver a textura importada anteriormente nessa lista.

Selecione a textura como mostra a **Figura 20** e feche a janela “Select Texture”.

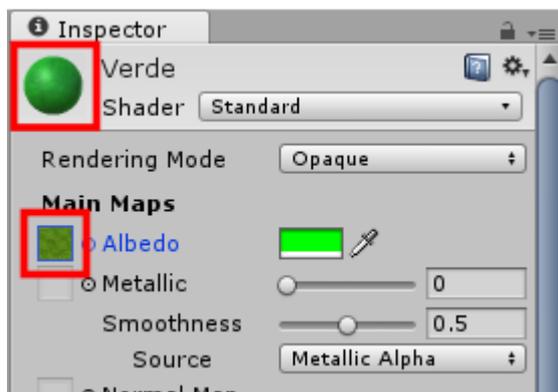
Figura 20 - Janela de seleção de textura com a lista de todas as texturas do projeto.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Pronto, seu Material já está utilizando a textura de grama que você importou. Observe na **Figura 21** que o ícone geral do Material, assim como o ícone do Albedo agora mostram uma imagem miniatura da textura selecionada.

Figura 21 - Miniatura da textura de grama no ícone do Material e do Albedo em destaques.

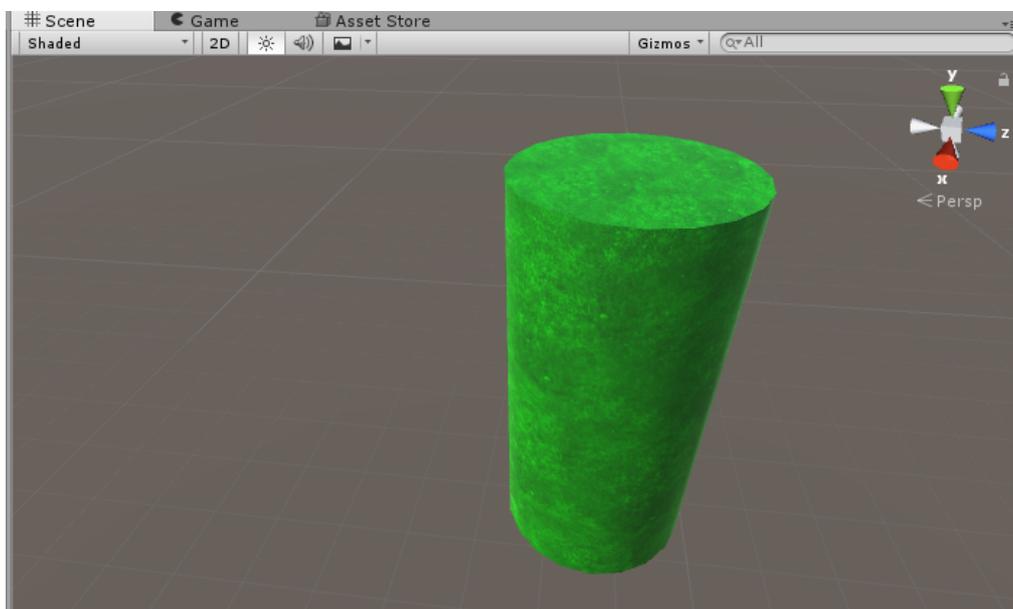


Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017

Se existe algum objeto na sua cena com o Material Verde aplicado, esse objeto já deve ter sua aparência mudada, mostrando uma textura de grama no lugar da cor verde. Se não existe, selecione um objeto do tipo Cylinder (ou crie caso não exista) e arraste o Material Verde para ele.

Você terá um resultado como mostra a **Figura 22**:

Figura 22 - Cylinder com o Material Verde com a textura de grama aplicada.



Fonte: Captura de tela do Unity – Game Engine. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Acesso em: 28 de março de 2017



Tudo bem até aqui?
Preparem-se para as próximas etapas, ainda existem muitas opções para estudar sobre Materials, estamos só no começo.

Você pode encontrar várias texturas na Internet para utilizar em seus projetos, mas é preciso ter cuidado, pois grande parte delas são licenciadas e isso impede que sejam utilizadas gratuitamente. Existe uma licença chamada de Creative Commons, ao ser aplicada a algum material permite a utilização gratuita em seus jogos com algumas restrições leves. Conheça mais sobre a Creative Commons no site: <https://br.creativecommons.org/>

Para encontrar mais texturas no site <http://opengameart.org>, acesse-o no seu navegador e digite um termo de busca qualquer na caixa de busca que fica localizada no canto superior direito do site, conforme a **Figura 23**. Digite o termo “sand”, por exemplo, que significa areia em português, e clique em “Search” para buscar.

Figura 23 - Caixa de busca do site OpenGameArt.



Fonte: Captura de tela do site OpenGameArt. Disponível em: <http://opengameart.org/>. Acesso em: 30 de março de 2017

O resultado da busca deve exibir algo parecido como na **Figura 24**.

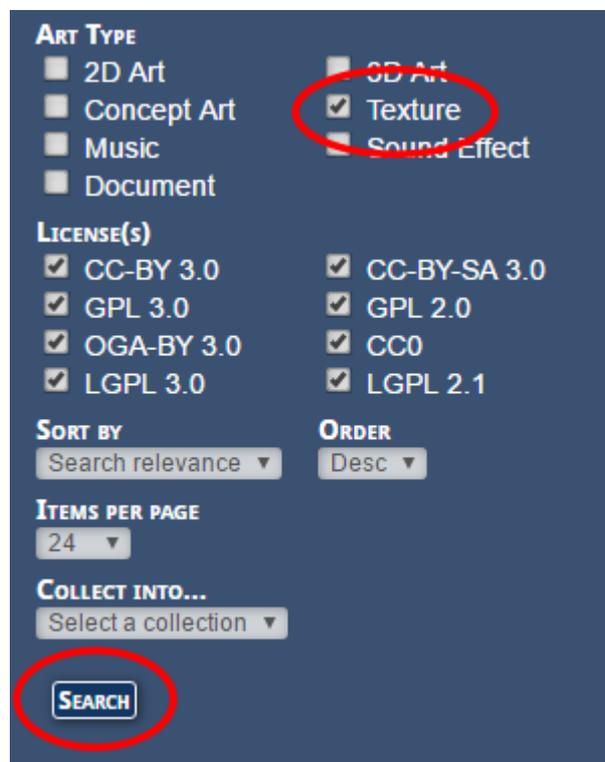
Figura 24 - Resultado de busca por "sand" no site OpenGameArt.



Fonte: Captura de tela do site OpenGameArt. Disponível em: <http://opengameart.org/>. Acesso em: 30 de março de 2017

No lado esquerdo você pode ver uma série de filtros na seção "Art Type" os quais podem ser marcados ou desmarcados, refinando sua busca. Como estamos buscando por texturas, deixe marcado somente "Texture" e clique em Search logo abaixo. Observe a **Figura 25**.

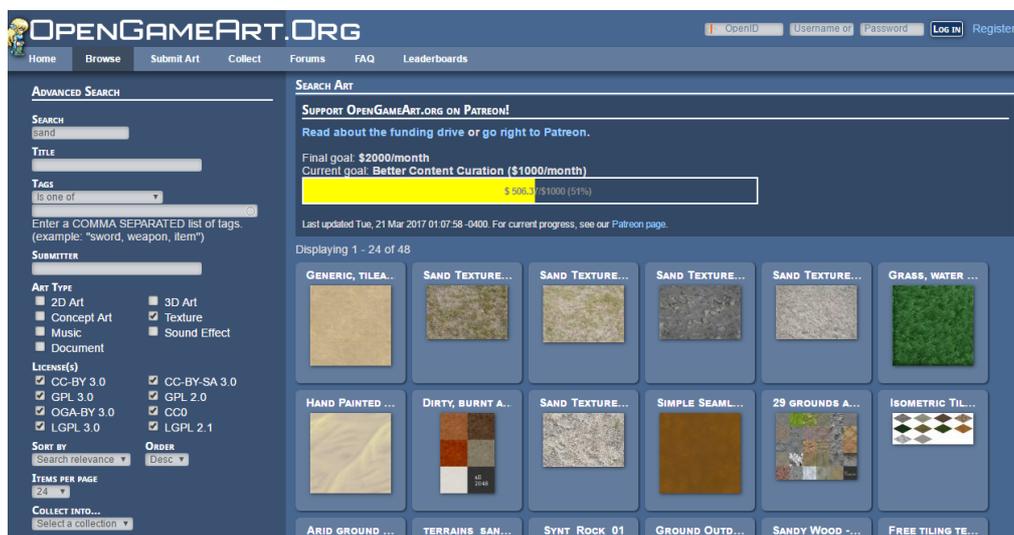
Figura 25 - Filtro de texturas aplicado na busca no OpenGameArt.



Fonte: Captura de tela do site OpenGameArt. Disponível em: <http://opengameart.org/>. Acesso em: 30 de março de 2017

Agora o seu resultado deve exibir somente texturas com o termo “sand” (areia) buscado, conforme mostra a **Figura 26**.

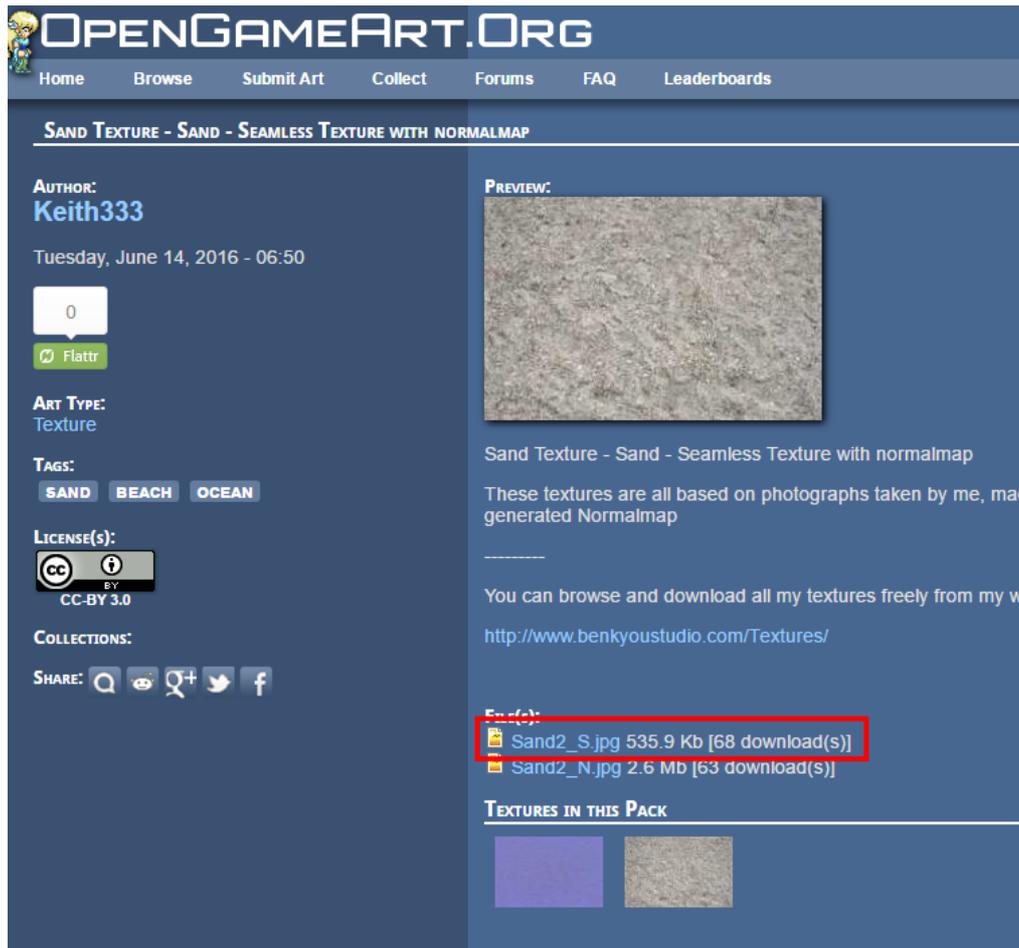
Figura 26 - Resultado da busca de texturas com o termo “sand”.



Fonte: Captura de tela do site OpenGameArt. Disponível em: <http://opengameart.org/>. Acesso em: 30 de março de 2017

Selecione o que desejar e clique sobre a imagem para detalhar. Na página de detalhe da textura, na seção Files, certifique que a textura fornece um arquivo com a extensão .jpg ou .png para facilitar seu trabalho e baixe o arquivo clicando sobre ele, como detalhado na **Figura 27**.

Figura 27 - Arquivo .jpg disponível para baixar em uma textura do site OpenGameArt.



Fonte: Captura de tela do site OpenGameArt. Disponível em: <http://opengameart.org/>. Acesso em: 30 de março de 2017

Bem, agora você pode procurar várias texturas para adicionar no seu jogo. Não esqueça de conferir também em outras fontes, mas certificando-se de que não há restrições no material a ser utilizado.

Atividade 02

1. Crie um novo Material no seu projeto chamado de "Areia" e salve-o na pasta correta em que estão os outros Materials.
2. Utilize o site <http://opengameart.org> para localizar uma textura de areia, buscando pelo termo "sand" (areia em inglês), visto na aula.
3. Baixe para o seu computador uma das texturas encontradas e repita o processo realizado com a grama, porém de modo a adicionar a textura de

areia que você baixou no Material "Areia".

4. Crie um cubo na sua cena e adicione esse material. Como ficou sua aparência?

Opções de um Material

Um Material com o **Standard Shader** aplicado tem diversas opções. Você já aprendeu a configurar algumas delas, como a cor e a textura. Vamos agora listar outras opções muito importantes:

- **Rendering Mode:** Permite determinar se o objeto utiliza transparência e qual tipo;
- **Albedo:** Determina a cor base de um Material, que pode ser uma cor sólida ou uma textura (Imagem);
- **Metalic:** Determina a refletividade da superfície do Material, não necessariamente para objetos metálicos;
- **Smoothness:** Determina o quanto a superfície é mais ou menos rugosa. Um espelho, por exemplo, tem um valor elevado tanto na propriedade Metalic quanto em Smoothness.
- **Normal Map:** Permite escolher uma imagem especial que representa detalhes de superfície de um objeto;
- **Height Map:** Similar ao Normal Map, porém mais utilizado para indicar, por meio de uma imagem especial, as maiores protuberâncias de uma textura. Imagine uma textura que é uma fotografia de uma areia de praia com uma pegada. Nesse caso o Normal Map seria outra imagem detalhando todos os grãos de areia e o Height Map seria outra imagem indicando que o local da pegada é mais baixo que o restante da textura. Isso ajuda no realismo da exibição da textura, simulando um aspecto 3D da superfície;
- **Occlusion Map:** Uma imagem em escala que determina quais regiões da textura do Material recebem mais ou menos luz indireta. Isso cria regiões no seu Material que são naturalmente mais escuras

e outras mais claras, ajudando ao Unity calcular melhor as sombras e melhorando o realismo da cena.

- **Emission:** Controla a cor e a intensidade da luz emitida pelo Material. Com esse parâmetro configurado seu material é autoiluminado, ou seja, não necessita de outra fonte de luz para que seja visto na cena, além disso afeta os outros objetos ao redor.

Vocês devem ter percebido que o assunto de Materials é bastante extenso, mas como somos dedicados e pacientes aprenderemos mais detalhes de cada propriedade vista até aqui. Não esqueçam de recobrar as forças e até a próxima aula!

Resumo

Nesta aula aprendemos a criar e a modificar Materials no Unity, permitindo que sejam adicionados em objetos da cena, dando a eles um aspecto visual distinto. Também vimos como encontrar texturas gratuitas na Internet no site opengameart.com e como configurar um Material para que utilize essas texturas com a sua cor padrão. Aprendemos também o significado de opções avançadas de um Material, como Normal Map e Metallic, as quais permitem mais personalização.

Leitura Complementar

Por Materials e Shaders se tratar de um assunto bastante extenso, é importante estar em constante aperfeiçoamento no mundo de desenvolvimento de jogos. Seguem algumas fontes de estudo:

- <https://docs.unity3d.com/Manual/Materials.html>
- <https://docs.unity3d.com/Manual/shader-StandardShader.html>

Autoavaliação

1. Selecione o Material Verde e troque sua cor para Amarelo. Observe o que aconteceu com os objetos da cena que estavam associados com esse Material.
2. Troque o nome do Material Verde para "Amarelo", refletindo sua nova cor. Os objetos com esse Material associado perderam a referência a ele ou não?

Referências

UNITY TECHNOLOGIES. 2016 (C). Unity 3D Online Tutorials [online]. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/learn/tutorials> [Acessado em 16 de novembro de 2016].

UNITY TECHNOLOGIES. 2016 (C). Unity Manual - Prefabs [online]. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html> [Acessado em 16 de novembro de 2016].

STOY, C. 2006. Game object component system. In Game Programming Gems 6, Charles River Media, M. Dickheiser, Ed., Páginas 393 a 403.

MARQUES, Paulo; PEDROSO, Hernâni - C# 2.0 . Lisboa: FCA, 2005. ISBN 978-972-722 208-8

UNITY TECHNOLOGIES. 2016 (C). Unity 3D Manual [online]. Disponível em: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> [Acessado em 16 de novembro de 2016].