

M13. Projecto 4.

1. Modelo Automóvel.

(Iluminação e Composição).

Vamos começar por ver neste módulo alguns exemplos de instalações adequadas a obter renderizações com o grau de foto realismo adequado à valorização da qualidade do modelo.

Na segunda parte do módulo veremos alguns exemplos de aplicação do compositor de nós, visto nos Módulos 11 e 12, no pós-processamento da imagem renderizada.

1.1. Iluminação.

Começamos por fazer alguns considerandos sobre os procedimentos convenientes para encontrar um bom ponto de equilíbrio entre a qualidade da imagem renderizada e o tempo de processamento envolvido no processo.

Embora esteja aqui em causa apenas a obtenção de uma imagem, a complexidade do modelo e profusão de materiais transparentes e reflectores facilmente elevam os tempos de renderização para valores incontroláveis.

1.1.1. Tempos de Renderização.

Primeiro uma nota sobre a manipulação do modelo na janela 3D.

Finda a fase de modelação, não faz mais sentido manter a representação na janela 3D de níveis elevados de subdivisão da malha.

É natural que, para um nível de subdivisão 3, o modelo tenha neste momento um valor aproximado de 5 milhões de vértices.

Mesmo para os elevados níveis de processamento dos actuais GPU's, a manipulação de um modelo com este número de vértices traduz-se numa processo de trabalho lento e pouco fluido.

Seleccione todas as malhas do modelo com um modificador Subdivision Surface associado e reduza o nível de representação na janela 3D para 1.

Para além desta medida, que certamente tornará a manipulação do modelo bastante mais célere, não especifique um nível de subdivisão em tempo de renderização superior a 3, figura 13.1.

1.1.1.1. CONTEXTO MATERIAL.

Conforme enunciado no Módulo 7, existem imensas especificações nos painéis do contexto material, praticamente todas elas associadas ao Raytracer, que, quando activas, aumentam significativamente o tempo de renderização.

No entanto, a única verdadeira opção é a da utilização da Z Transparency, em alternativa à Raytraced Transparency. Relativamente a todas as outras opções a questão é bastante simples: será que para o nível de detalhe da imagem que se pretende obter a activação da opção introduz alguma mudança significativa?

1.1.1.2. CONTEXTO SCENE.

No contexto Scene, o painel Simplify, que na configuração padrão não está activo, tem um conjunto de opções que pode alterar muito significativamente o tempo de renderização.

Na figura 13.2 pode ver o painel Simplify com as opções padrão.

A activação de Simplify e a redução da exigência dos parâmetros nele contidos deve ser feita na fase de testes de atribuição de materiais e condições de iluminação da cena. Para obtenção da renderização final desactive Simplify.

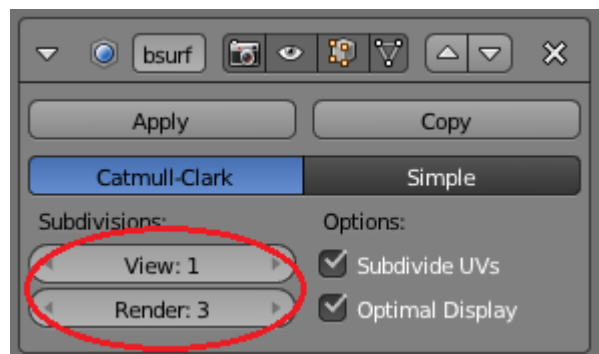


Figura 13.1

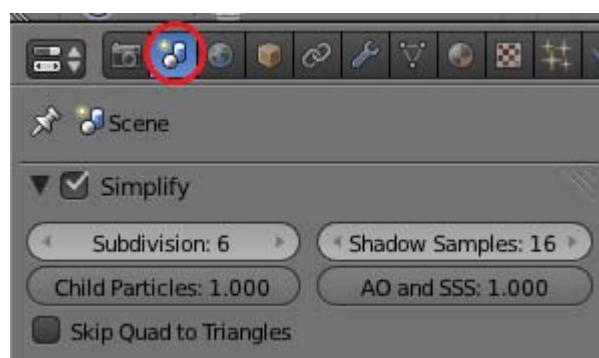


Figura 13.2

Subdivision.

Condiciona todos os modificadores Subdivision Surface existentes em cena. Especifique, no máximo, o valor **2**.

Shadow Samples.

Condiciona o número de amostras do método Shadow Buffer, só sendo relevante a sua redução quando existe em cena um grande número de fontes do tipo Spot.

Uma instalação muito popular consiste na utilização de uma hemisfera com dezenas de fontes Spot distribuídas uniformemente sobre a sua superfície. Essa técnica não é analisada na presente exposição, pelo que, relativamente às instalações que se descrevem nas secções seguintes, a redução do parâmetro Shadow Samples não tem qualquer impacto no tempo de renderização.

Child Particles.

Associado à utilização de sistemas de partículas, não é aqui relevante.

AO and SSS.

Os parâmetros de Sursurface Scattering não são relevantes no presente projecto. Pelo contrário, a activação de Ambiente Occlusion no contexto World é praticamente inevitável quando se pretende uma renderização que simule uma imagem fotorrealista.

Dependendo das especificações dos painéis AO no contexto World, a redução do parâmetro AO and SSS pode conduzir a uma redução do tempo de renderização de duas a centenas de vezes, constituindo uma excelente opção em fase de testes à desactivação de AO no contexto World.

Tendo consciência que a alteração do parâmetro tem impacto directo na qualidade da renderização, considere a hipótese de, em fase de testes, reduzir AO and SSS para **0.5** ou **0.1**.

Skip Quad to Triangles.

A redução da qualidade da renderização resultante da activação deste parâmetro não é relevante em fase de testes e poderá ter impacto significativo no tempo de renderização. Active esta opção.

Resumindo, e tendo em devida atenção os considerandos acima, considere a hipótese de, em fase de testes, activar Simplify e configurar os parâmetros conforme se mostra na figura 13.3, aliás, se sentir confortável relativamente à relação qualidade da imagem versus conclusões possíveis dos testes, considere a hipótese de reduzir ainda mais os parâmetros.

1.1.1.3. CONTEXTO RENDER.

Durante a fase de testes, não se deixe deslumbrar pela qualidade das imagens. Para o caso de ainda não ter pensado no assunto, recorde-lhe a diferença entre uma renderização que demora um minuto e uma renderização que demora uma hora é de um factor de "apenas" 60.

Enquadramento.

Tenha em permanente atenção que para o estudo de atribuição de materiais e condições de iluminação de partes do modelo é desnecessário o enquadramento de todo o modelo e a presença na cena renderizada de todas as partes do modelo.

Note, por exemplo, e em concreto para o modelo em desenvolvimento, que o número de vértices associado às jantes e pneus é igual ou mesmo superior ao número de vértices na restante malha do modelo.

Dimensions.

No painel Dimensions, reduza a dimensão da imagem ao estritamente necessário à tomada de conclusões dos ensaios que está a realizar, figura 13.4.

Anti-Aliasing.

Desactive este parâmetro em fase de testes, figura 13.5.

Em fase de testes das condições de iluminação a activação deste parâmetro é absolutamente desnecessária, e a sua desactivação pode levar a uma poupança de tempo de renderização bastante significativa.

Na fase de estudo de materiais tenha em atenção que o parâmetro pode ter impacto significativo no processamento das texturas associadas aos materiais.

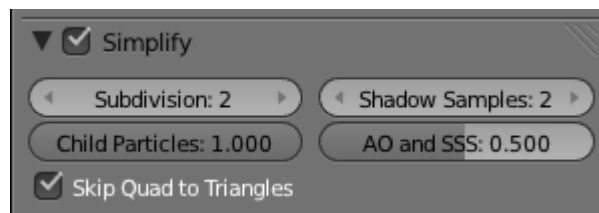


Figura 13.3

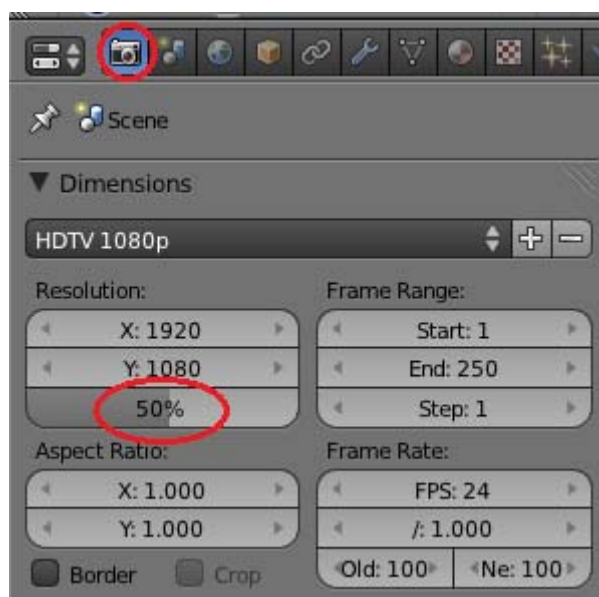


Figura 13.4



Figura 13.5

Shading.

As opções do painel Shading, figura 13.6, têm um enorme impacto nos tempos de renderização, pelo que, se as suas acções não têm influência nos testes específicos que possam estar a ser feitos, devem ser desactivadas.

No entanto tratar-se-á sempre de uma intervenção temporária. Quando se ambiciona uma imagem fotorrealista é inevitável contar com a texturização, cálculo de sombra, e todos os processos dependentes do Raytracer em geral.

Desactive as opções Subsurface Scattering e Environment Map. No presente trabalho não têm qualquer relevância.

Desactive Color Management. Veremos nas secções relativas ao pós-processamento da imagem renderizada como fazer um tratamento premeditado da cor da imagem.

Performance.

Certifique-se que Auto-detect está activo, para que todos os processadores do seu computador estejam a ser utilizados no processo de renderização, figura 13.7.

Embora de impacto menor, garanta um número suficientemente grande de subdivisões da imagem, para que não haja processadores não utilizados no fim do processo de renderização.

Na opção Acceleration structure verifique se uma das opções específicas não conduz no seu caso a tempos de renderização mais reduzidos do que a opção padrão.

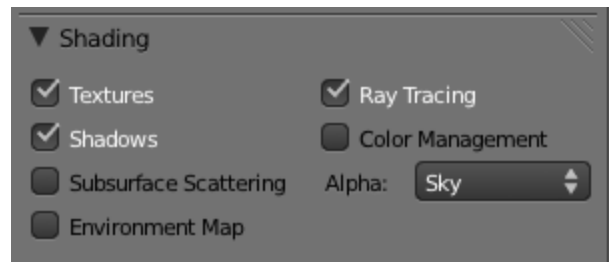


Figura 13.6

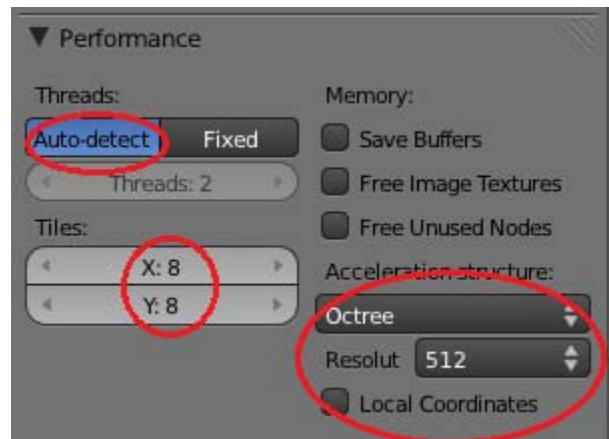


Figura 13.7

1.1.1.4. CONTEXTO WORLD.

No presente trabalho, tal como a utilização do Raytracer, e apesar de exponenciar os tempos de renderização, a utilização de Ambient Occlusion (AO) é inevitável.

Apesar de associado um algoritmo que não é tradução directa de um fenómeno físico de tratamento da luz, a sombras resultantes da AO são de tal modo credíveis, que qualquer ambição de obtenção de um ambiente fotorrealista passa obrigatoriamente pela sua utilização.

Qualquer instalação baseada em fontes de luz localizadas será bastante mais complexa de conceber, parametrizar, e exigirá um tão grande número de fontes com produção de zonas de transição de sombra suaves que acabará por conduzir a tempos de renderização também muito elevados.

Assim, como veremos nas próximas secções, optaremos pela activação, no contexto World, de Ambient Occlusion. Certifique-se que a opção **Multiply** está seleccionada, figura 13.8.

Também, e pelas razões que serão expostas nas próximas secções será inevitável a activação de Environment Lighting com a opção **Sky Texture** seleccionada.

A verdadeira opção em termos de redução do tempo de redução está no painel Gather.

A utilização do Raytracer é praticamente impensável, numa fase de teste. A selecção de Approximate, e parametrização conforme exposto na figura 13.8 conduz a uma aproximação muito boa e a um processo de renderização muitíssimo mais rápido.

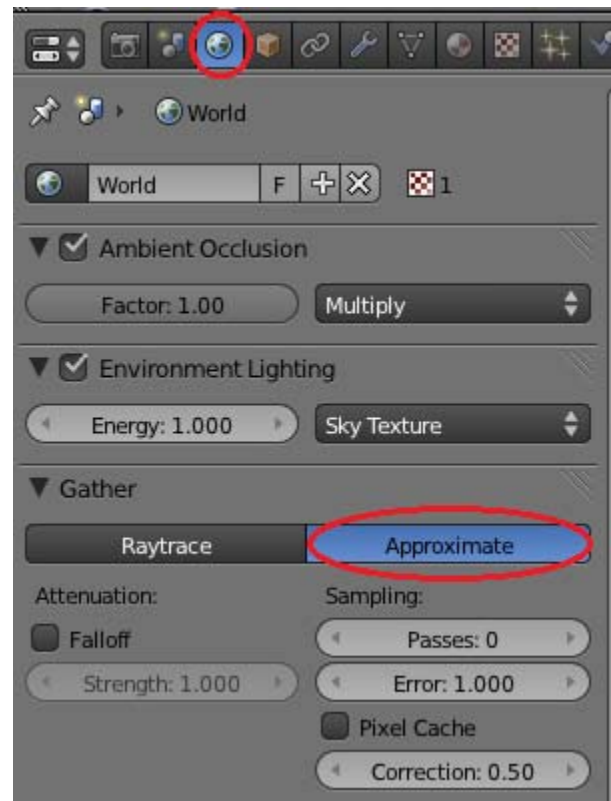


Figura 13.8

1.1.1.5. CONTEXTO OBJECT DATA.

Reveja os considerandos feitos no Módulo 6 - Iluminação sobre as implicações que as opções feitas na parametrização das fontes de iluminação têm nos tempos de renderização.

1.1.2. Area 3 Pontos.

Vimos no Módulo 6 uma instalação tradicional de estúdio com 3 fontes do tipo Area. Podemos utilizar a instalação aí desenvolvida com um mínimo de alterações.

A partir da janela Info, importe as 3 fontes, a câmara e o plano de fundo, **File > Append > Object > ...**, e adapte a instalação ao modelo, colocando convenientemente as 3 fontes e a câmara relativamente ao modelo, figura 13.9, e especificando os valores convenientes de Energy e Distance de cada uma das fontes Area. Recorde que não deve escalar as fontes.

Como se disse, por um lado, a utilização de fonte do tipo Area constitui o modo mais simples de produzir sombras de transição suave, mas por outro, os tempos de renderização envolvidos são extremamente elevados. Na fase de teste especifique um valor confortável (1?) para o parâmetro Sampling Samples do painel Shadow.

Pode ver na figura 13.10 uma renderização da cena iluminada apenas pelas 3 fontes do tipo Area.

Para não tornar a renderização excessivamente demorada, foi especificado apenas o valor 5 para o parâmetro Sampling Samples do painel Shadow.

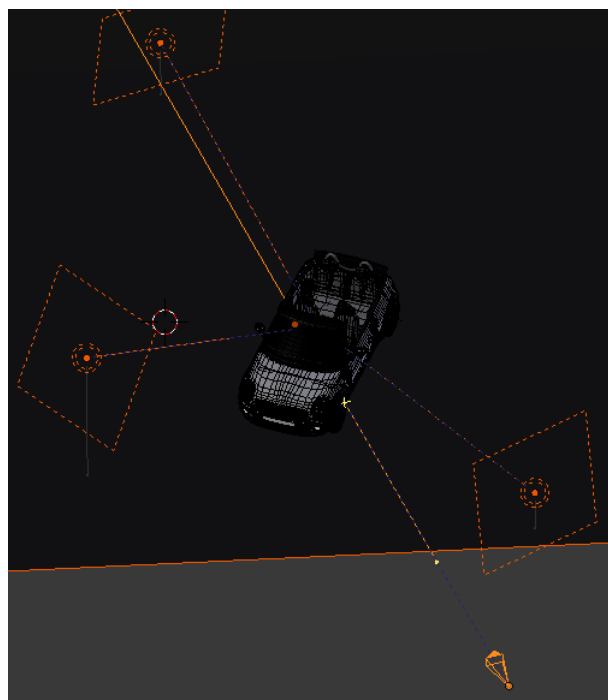


Figura 13.9



Figura 13.10. Area 3 pontos.

Relativamente à instalação descrita na secção 6 do módulo 6, para além da configuração conveniente das distancias e intensidades, a cor das fontes foi alterada para branco e para o plano de fundo foi especificada uma cor difusa e especular conforme se mostra na figura 13.11.

Como já foi salientado por diversas vezes, e se deve ter apercebido na execução do Tutorial 11, Módulo 7, os materiais com factor de espelhamento elevado, como é o caso dos materiais cromados do modelo, tem um sombreamento extremamente dependente das características envolventes.

Na cena renderizada da figura 13.10 foi especificado, no contexto Wold, [0.5 0.5 0.5] para Horizon Color, [0.7 0.7 0.7] para Zenith Color, e activada a opção Blend Sky, figura 13.12.

Note que estas especificações determinam fortemente o sombreamento, e constituem uma decisão importante relativamente a todos os aspectos da caracterização cromática da imagem resultante.

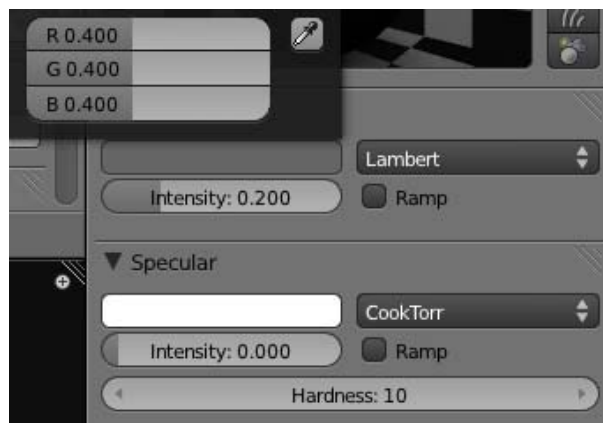


Figura 13.11

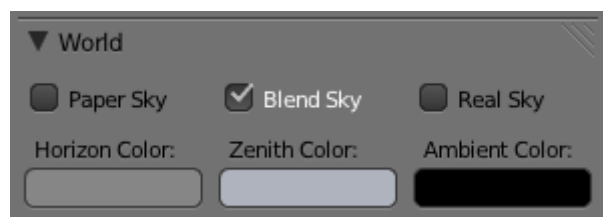


Figura 13.12

1.1.3. Area 3 Pontos + EL + AO.

Para obter um maior controle sob a influência que a caracterização de World tem no sombreamento do modelo vamos activar a opção Environment Lighting.



Figura 13.13. Area 3 pontos + EL + AO.

Para além disso vamos enriquecer a qualidade das sombras, activando Ambient Occlusion.

O tempo de renderização está a ser fortemente determinado pela utilização do Raytracer nas fontes Area. De modo a minimizar o acréscimo do tempo de renderização sem comprometer significativamente a qualidade da renderização vamos optar pela especificação do painel Gather como se mostra na figura 13.14.

Tenha em atenção que foram seleccionadas as opções Multiply no painel Ambient Occlusion e Sky Color no painel Environment Lighting.

A figura 13.13 mostra o resultado da renderização da cena em resultado das condições de iluminação como acima referidas. Compare-a com a figura 13.10, assim como os respectivos tempos de renderização.

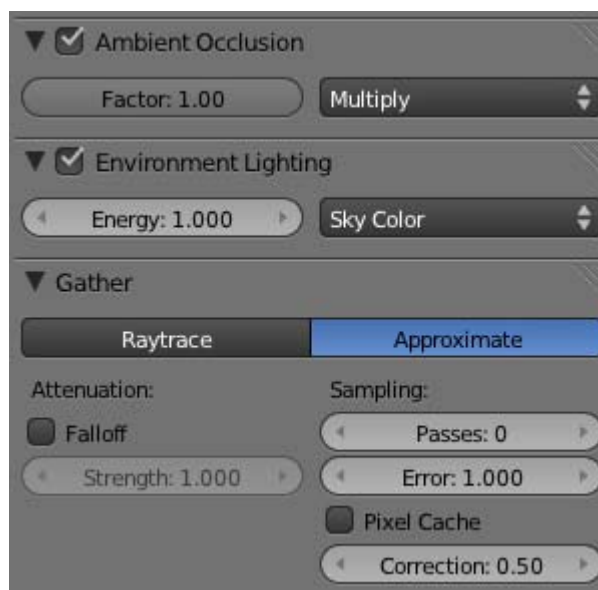


Figura 13.14

1.1.4. Hemi + EL + AO.

O maior controle sobre a influência da caracterização de World levou-nos à activação de Environment Lighting e de tal decorre a activação de Ambient Occlusion, já que tal não se traduz num acréscimo do tempo de renderização.



Figura 13.15. Hemi + EL + AO.

A verdade é que, para o tipo de enquadramento que nos está a servir de exemplo, as sombras geradas apenas por Ambient Occlusion são suficientemente verosímeis, dispensando a utilização das fontes Area.

Assim, vamos eliminar as 3 fontes Area e introduzir em cena uma fonte do tipo Hemi, figura 13.16. Recorde que é irrelevante a distância ao modelo, apenas sendo necessário controlar a sua energia.

A figura 13.15 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da utilização de uma fonte Hemi, mantendo a caracterização de World conforme especificado na secção anterior.

Compare-a com a figura 13.13, assim como os respectivos tempos de renderização. Embora a relação quantitativa dependa do seu modelo e das especificações por que tenha optado para as fontes Area, deve registar aqui uma diminuição muito significativa do tempo de renderização.

1.1.5. Hemi + EL + AO + Planos Emissores.

Uma constatação imediata resultante da observação de qualquer das imagens das figuras 13.10, 13.13 ou 13.15, é a da fraca complexidade dos brilhos especulares.

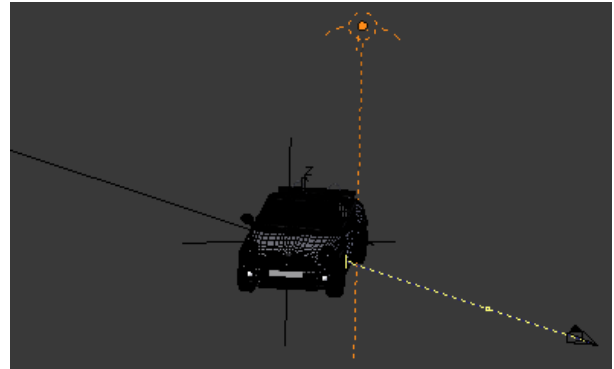


Figura 13.16



Figura 13.17. Hemi + EL + AO + Plano emissor.

É natural que assim seja, dado que apenas existe uma fonte de luz em cena, a fonte Hemi, e World foi caracterizado por um gradiente cinzento.

Se desejado, a complexidade especular da cena pode ser aumentada através da introdução de fontes de luz pontuais que apenas contribuam para o sombreamento especular, ou através da texturização de world, como veremos na secção seguinte. Uma terceira opção, aqui apresentada, e especialmente indicada para realçar as características reflectoras da pintura da carroçaria do modelo, é a da utilização de planos emissores de luz.

Insira um plano imediatamente acima e à direita do modelo, figura 13.18, e associe-lhe um material com um valor do parâmetro **Shading Emit** tão mais elevado quanto a intensidade do brilho que pretenda. No presente exemplo foi especificado o valor **2.0**, figura 13.19,

A figura 13.17 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da utilização de uma fonte Hemi e do plano emissor. Compare-a com a figura 13.15. Note a larga mancha espectral ao longo da carroçaria.

Explore a técnica de utilização de planos emissores conforme o mais conveniente para o seu enquadramento.

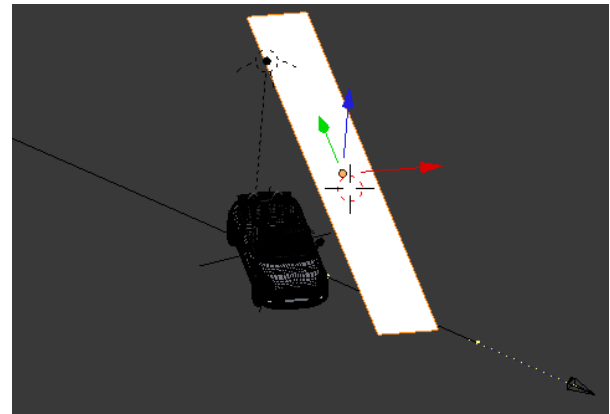


Figura 13.18

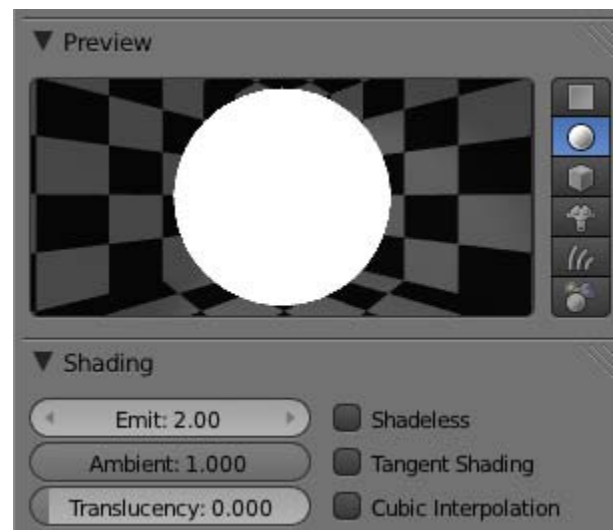


Figura 13.19

1.1.6. Hemi + EL + AO + World Texture.

A texturização de World é, como vimos no Módulo 9, uma excelente técnica para aumentar a complexidade visual da imagem renderizada.

Como se disse, as imagens mais apropriadas para o são do tipo LightProbe, especialmente se forem imagens de elevada gama dinâmica, mas podemos utilizar qualquer outro formato.

Para uma iluminação do estúdio, como a que temos vindo a exemplificar até aqui, é comum a utilização de imagens sintéticas a preto e branco, ou em tons de cinzento, como as das imagens que se mostram nas figuras 13.21 (equirectangular) e 13.22 (lightprobe).

Selecione o contexto e Wolde e active **Real Sky**, figura 13.20.



Figura 13.20

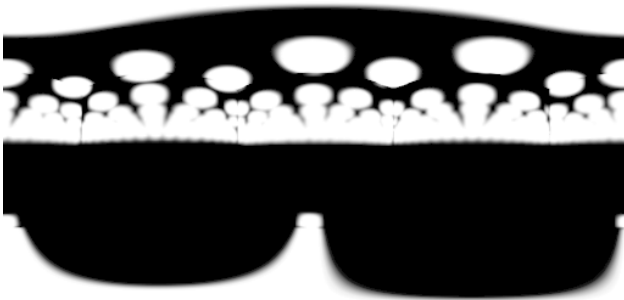


Figura 13.21



Figura 13.22

No painel Environment Lighting, selecione **Sky Texture**.

De seguida, evoque o contexto Texture, crie uma imagem do tipo Image or Movie, selecione a imagem desejada no painel Image, selecione **AngMap** no painel Mapping, e, no painel Influence, desactive Blend e active **Horizon**, figura 13.23.

A figura 13.24 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da texturização em World da imagem da figura 13.22. Compare-a com a figura 13.17.



Figura 13.23



Figura 13.24. Hemi + EL + AO + World Texture.

1.1.7. Hemi + EL + AO + WT + Planos Emissores.

Caso a imagem utilizada na texturização de World, embora contribuindo para a complexidade dos padrões especulares, não seja considerada suficiente, naturalmente que podemos conjugar a sua utilização com planos emissores.

A figura 13.26 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da texturização em World da imagem da figura 13.22, e da utilização de um plano emissor tal como descrito na secção 1.1.5. Compare-a com a figura 13.24.

Para a obtenção da renderização que se mostra na figura 13.27 foi criado um array com 3 planos, a que se associou um material com **Shading Emit 5.0**, que foi colocado sobre o modelo, paralelamente ao plano já existente, figura 13.25.

O eventual excesso de luminosidade em cena em resultante da utilização de planos reflectores destinados a criar manchas especulares específicas poderá ser controlado pelos múltiplos parâmetros disponíveis.

Para a obtenção da renderização que se mostra na figura 13.28 foi utilizada a instalação acima descrita, tendo simplesmente sido reduzida a intensidade da fonte Hemi para **0.5**.

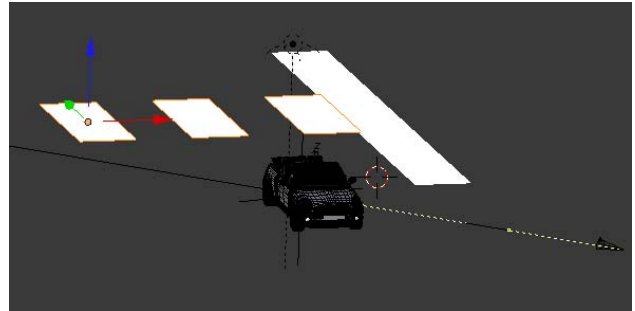


Figura 13.25.



Figura 13.26. Hemi + EL + AO + WT + Planos Emissores.

O efeito resultante da utilização de imagens do tipo da figura 13.22, pode também ser facilmente obtido a partir de imagens reais.

Uma das imagens HDR cuja disponibilidade na web é referenciada no Módulo 9, [Light Probe Image Gallery](#), é a Uffizi Gallery, figura 13.29.



Figura 13.27



Figura 13.28

Esta imagem tem características que permitem uma caracterização cromática da cena praticamente idêntica àquela que nos tem servido de exemplo.

A figura 13.30 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da texturização em World da imagem da figura 13.29.

A figura 13.31 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da texturização em World da imagem da figura 13.29, e da utilização de um plano emissor tal como descrito na secção 1.1.5.

A figura 13.32 mostra o resultado da renderização da cena em resultado da texturização em World da imagem da figura 13.29, da utilização de um plano emissor tal como descrito na secção 1.1.5 e ainda do array de três planos posicionados tal como descrito na secção 1.1.7.

Neste caso, no entanto, o objectivo da colocação do array de planos foi, não a da criação de manchas especulares, mas sim a da redução da mancha já existente, pelo que no o seu material foi feito **Shading Emit 2.0**. Note que as zonas escuras que aparecem no vidro na figura 13.32, relativamente à figura 13.31, correspondem às zonas brilhantes que aparecem no vidro na figura 13.27, relativamente à figura 13.26.



Figura 13.29



Figura 13.30

A utilização de imagens reais com o intuito de caracterizar cromaticamente a cena tem o inconveniente de, e estamos aqui a partir do princípio de que tal não é desejável, tornar visíveis os seus pormenores nas superfícies com elevados graus de espelhamento.



Figura 13.31



Figura 13.32

Esta questão pode ser resolvida modificando os parâmetros do filtro no painel Image Sampling.

Pode ver na figura 13.33 a imagem para a configuração padrão e na figura 13.34 a imagem para uma alteração do parâmetro **Filter Size** do painel **Image Sampling** para o valor 10.0.

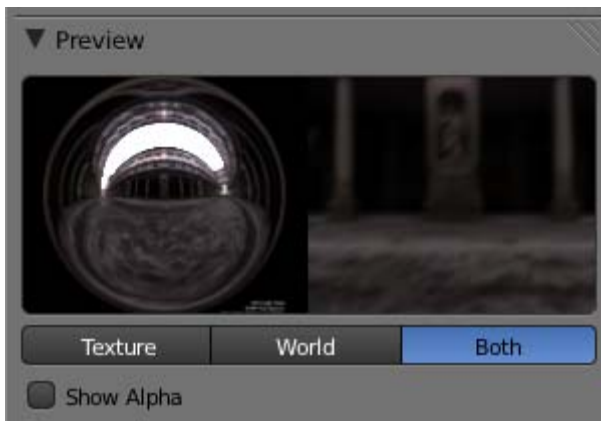


Figura 13.33



Figura 13.34

Ainda sobre esta questão, note que num dos sites referenciados no Módulo 9, [sIBL Archive](#), são fornecidas as duas imagens HDR.

Pode ver um dos exemplos nas figuras 13.35 e 13.36, no caso, mapas equirectangulares.

A utilização da segunda imagem é equivalente ao processamento interno da primeira tal como acima foi descrito, pelo que a sua disponibilidade não é relevante.



Figura 13.35



Figura 13.36

1.1.8. Imagem de Fundo.

A utilização de uma imagem de fundo sem recurso ao compositor de nós é pouco prática, pelo que não nos vamos deter sobre o assunto. Veremos na próxima secção como o fazer recorrendo ao compositor.

A utilização como fundo da imagem mapeada em World levanta vários problemas. Primeiro tem de ser uma imagem com uma muito boa definição para que não haja uma completa discrepância entre a definição do modelo e a do fundo. Em seguida a colocação do modelo tem de ser feita sem que se tenha uma referência, portanto, através de várias tentativas. Depois há uma perda de liberdade relativamente às possíveis aberturas de câmara a utilizar no enquadramento do modelo dado não serem independentes da abertura de câmara com que a imagem de fundo foi obtida. Por fim, é normalmente difícil compatibilizar a profundidade de campo da imagem com o modelo.

A imagem mapeada em World deve ser utilizada apenas para aumentar a complexidade do sombreamento do modelo e definir a gama cromática da imagem, não tendo necessariamente alguma coisa a ver, para além da compatibilidade cromática, naturalmente, com a imagem que é utilizada como fundo.

Ainda assim, vamos ver um exemplo de como poderemos utilizar a imagem mapeada em World como imagem de fundo da renderização.

Vamos utilizar a versão lightprobe, figura 13.37, criada a partir do mapa equirectangular, figura 13.38, [DS360_Free_001_Ref.hdr](#) (21.5 MB) recolhido de [SIBL Archive](#). Pode encontrar no ficheiro em anexo esta e outras imagens utilizadas nos exemplos.

Mape-e a imagem em World seguindo os procedimentos referidos nas secções anteriores.

Sem que esteja seleccionado qualquer Layer que contenha a malha do modelo, proceda a diversas renderizações, rodando a câmara e controlando a sua abertura de modo a enquadrar a imagem de fundo desejada.

No presente exemplo, foi seleccionado o enquadramento que se mostra na figura 13.39, tendo sido especificada uma abertura de câmara de 45 mm.



Figura 13.37



Figura 13.38

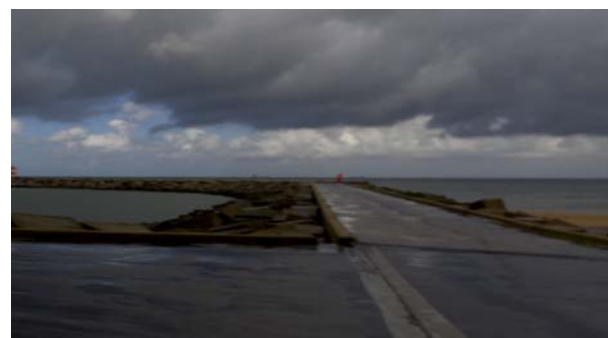


Figura 13.39

Note que é essencial que tenha activado a opção **Real Sky** no painel World do contexto World sem a qual a imagem de fundo enquadrada pela câmara será independente da sua posição.

Como não foi feito o devido controlo da exposição no processo de conversão equirectangular/lightprobe, foi agora considerado conveniente a alteração do valor do parâmetro **Contrast**, do painel Colors do contexto World Texture, para **1.5**, figura 13.40.



Figura 13.40

Selecione agora os Layers que contêm a malha do modelo, selecione-o, e proceda às operações de transformação necessárias a obter o enquadramento desejado, observando a evolução na janela Camera Persp, figura 13.41.

Insira um plano sobre o modelo e associe-lhe um qualquer material, por exemplo o material padrão.

No painel Shadow do contexto Material active **Shadows Only**, figura 13.42, de modo a que apenas sejam renderizadas as sombras projectadas sobre o plano.

Proceda iterativamente à renderização, e ao ajuste do parâmetro **Ambient** do painel Shading, figura 13.42, de modo a dar às sombras o tom considerado conveniente.

Na figura 13.43 pode ver o resultado da renderização, não tendo sido considerada necessária a utilização de qualquer fonte de luz para complementar o sombreamento resultante da activação de Ambient Occlusion e Environment Lighting.



Figura 13.41

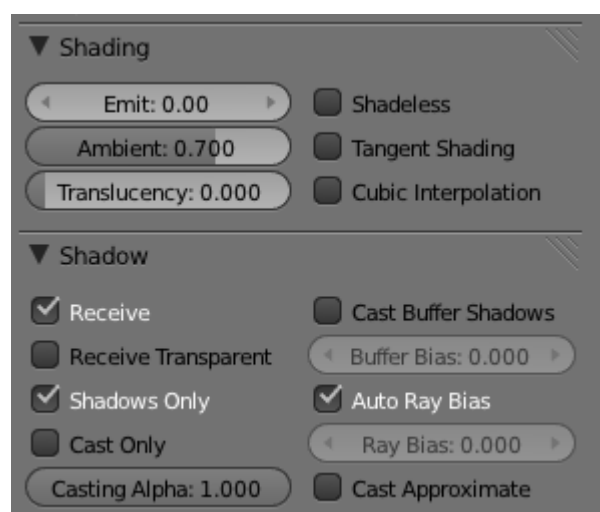


Figura 13.42



Figura 13.43

1.2. Composição.

Vamos ver nesta secção alguns exemplos de aplicação no pós-processamento da renderização do modelo automóvel dos diversos nós do Compositor, vistos nos Módulos 11 e 12.

1.2.1. Background Image.

Existem muito poucos exemplos não comerciais disponíveis na web de imagens HDR no formato lightprobe ou equirectangular em conjunto com imagens de planos da cena retratada.

Pode recolher um bom exemplo em [HDRI-Locations](#). No ficheiro em anexo são fornecidos alguns planos das imagens HDR disponíveis em [sIBL Archive](#).

De qualquer modo, como já foi referido, pode utilizar uma qualquer imagem de fundo, desde que cromaticamente compatível com a imagem responsável pela luz ambiente.

Vamos começar por retomar o exemplo da secção 1.1.8, e ver como inserir uma imagem de fundo recorrendo ao compositor. Vamos utilizar o plano que se mostra na figura 13.44 retirado do mapa equirectangular.

1. No painel Dimensions do contexto Render da janela de propriedades, especifique as dimensões da imagem, figura 13.45.

2. No painel Background Images da tabela de propriedades da janela 3D, coloque a imagem como fundo da janela Camera Persp, figura 13.46.

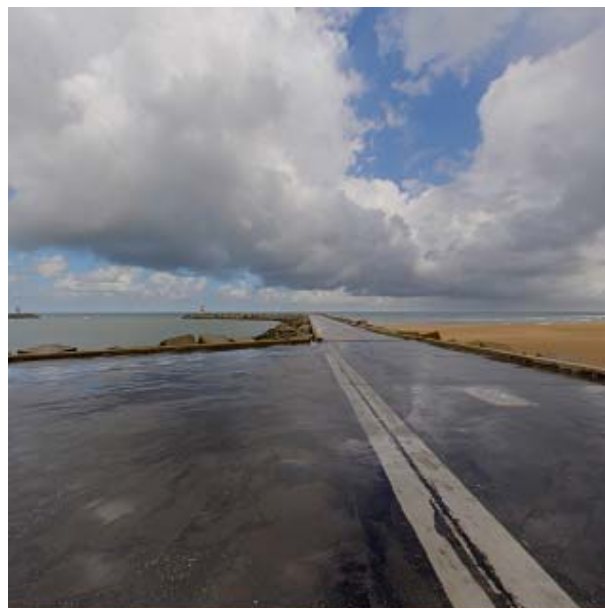


Figura 13.44

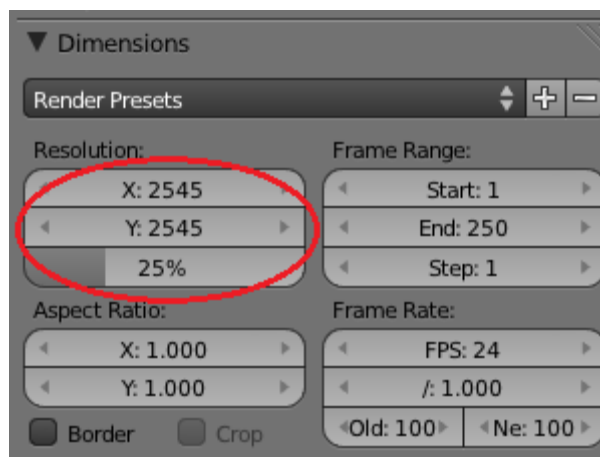


Figura 13.45

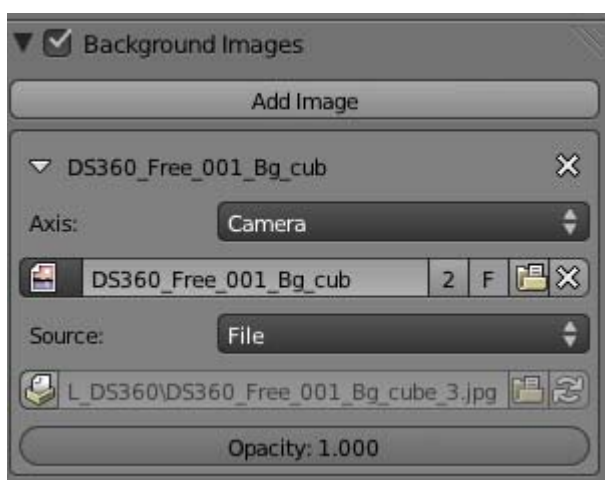


Figura 13.46

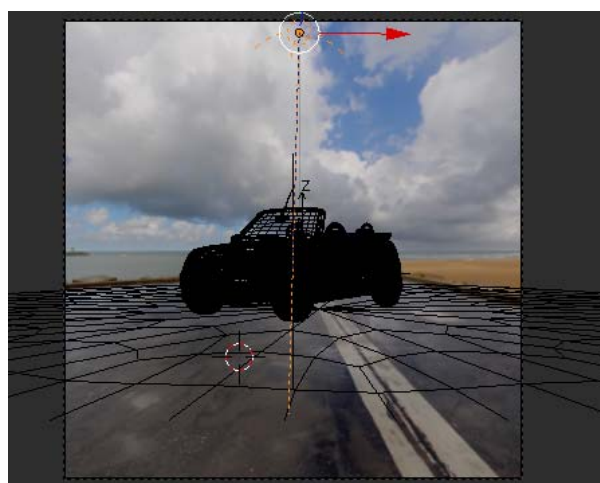


Figura 13.47

Pode ver a vista de câmara na figura 13.47, enquadrando toda a imagem.

Contrariamente aos procedimentos iterativos da secção 1.1.8, podemos aqui posicionar o modelo tendo a imagem como referência.

3. Seleccione o modelo e o plano sobre o qual assenta e posicione-os convenientemente na imagem.

Seguem-se algumas notas importantes sobre a manipulação do modelo e da câmara com o objectivo de posicionar o modelo como desejado.

Seleccione a câmara e desloque-a livremente, **[G]**. Note que, independentemente da sua posição, a câmara enquadrará sempre a imagem que está a ser utilizada.

Embora não seja obrigatório, é boa prática associar um **restritor** à câmara, tendo como alvo uma das malhas do modelo. Seleccione a câmara, seleccione a malha alvo e faça **[Ctrl]+[T] > Track to Constraint**.

Note que, com o restritor associado, a câmara deixou de responder às transformações de rotação (**[R]**) e não é possível evocar Fly Mode (**[Shift] + [F]**).

De novo, seleccione a câmara e desloque-a livremente. Note que, independentemente da posição da câmara, o modelo, ou, mais exactamente, a origem da malha alvo do restritor, ocupará sempre o centro do enquadramento.

Translação.

Para mover o modelo no plano do enquadramento, para cima e para baixo, e para a esquerda e direita, seleccione a câmara e modifique os parâmetros **Shift** do painel Lens do contexto Object Data da janela de propriedades, figura 13.48.

Inclinação.

Para alterar a inclinação do modelo, altere a elevação da câmara. Seleccione a câmara, seleccione o sistema de eixos Local, na barra da janela 3D, e actue sobre o Transformador adequado, no caso do exemplo, figura 13.49, o transformador **Y**, ou fazendo uma transformação local, **[G] > [Y] > [Y]**.

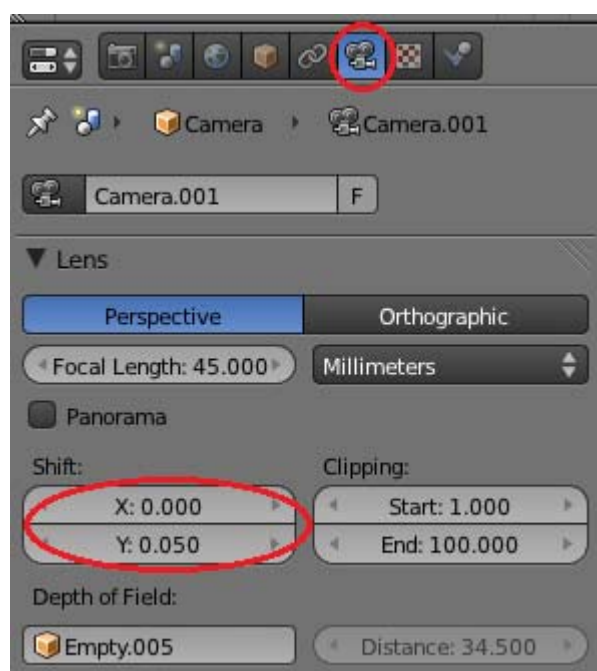


Figura 13.48

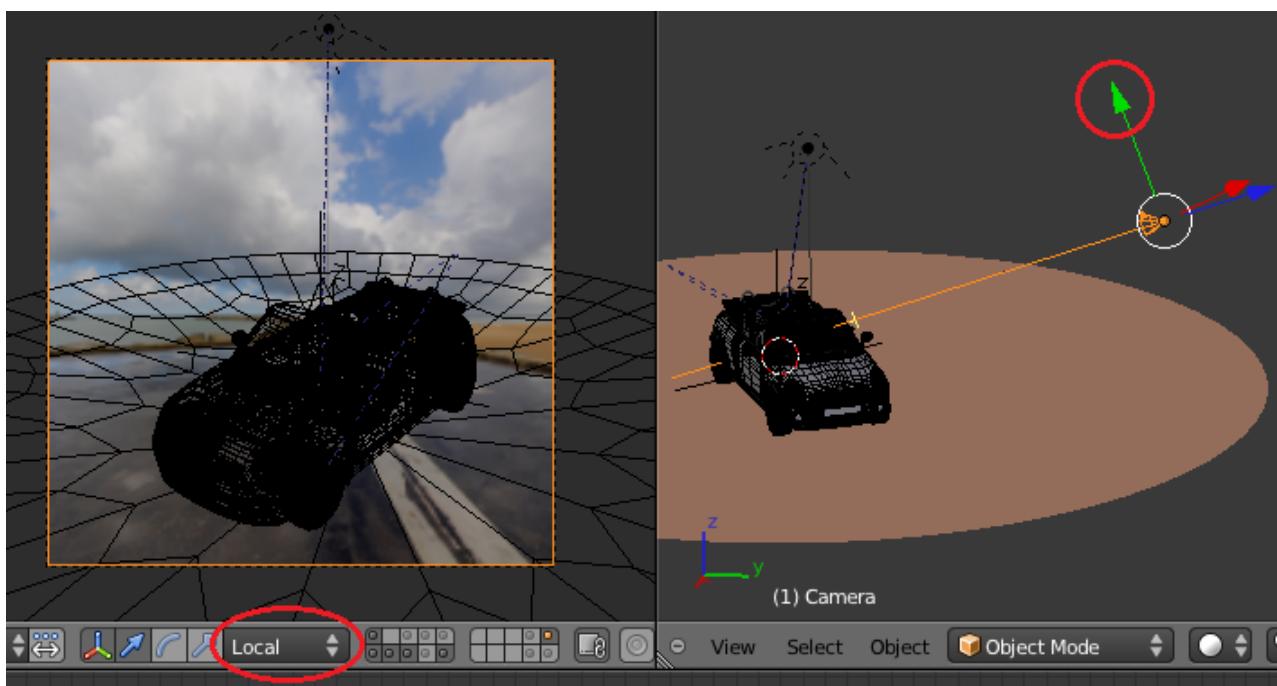


Figura 13.49

Note que, embora haja algum grau de liberdade, é importante garantir as relações de perspectiva, mantendo a coerência do posicionamento do plano em que o modelo assenta relativamente à imagem.

Pode ver na figura 13.50 a renderização correspondente ao posicionamento do modelo representado na figura 13.49. É evidente a discrepância entre a perspectiva do modelo e da imagem. Esta discrepância é detectável por observação na janela 3D da posição do plano em que o modelo assenta, relativamente às referências na imagem, evitando o processo iterativo de posicionamento e renderização.

Escalamento.

Pode alterar a dimensão aparente do modelo, relativamente à imagem, de 3 modos diferentes.

a. Seleccionando o modelo e o plano em que assenta e fazendo um escalamento, [S].

Este é o modo menos recomendado. É bastante menos fluído, dado o número de vértices envolvidos, e, logo, menos preciso, para além de alterar desnecessariamente as dimensões do modelo.

b. Alterando o parâmetro **Focal Length** no painel Lens do contexto Object Data da janela de propriedades, figura 13.51.



Figura 13.50

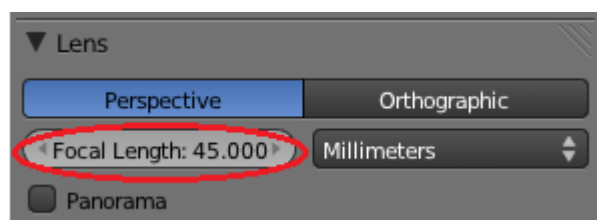


Figura 13.51

Este processo indirecto de escalamento é fluído e preciso mas tem, naturalmente, implicações na deformação da perspectiva do modelo.

Embora seja desejável a utilização de uma distância focal idêntica à utilizada na obtenção da imagem, que na maior parte dos casos não é conhecida, há uma grande amplitude de valores de diferença entre as duas distâncias focais que se traduz em incongruências de perspectiva que escapam a uma observação menos atenta ou experimentada.

Pode ver na figura 13.52 a renderização de um enquadramento com uma distância focal de 75 mm e na figura 13.53 a renderização do enquadramento quando se altera a distância focal para 45 mm.

Na figura 13.54 pode ver a renderização resultante quando se mantém a distância focal de 75 mm e se escala o modelo por um dos outros dois métodos.



Figura 13.52



Figura 13.53



Figura 13.54

c. Alterando a distância da câmara ao modelo, figura 13.55.

Este é o modo mais recomendado sendo um processo fluído e preciso.

Para alterar distância da câmara ao modelo seleccione a câmara, seleccione o sistema de eixos Local, na barra da janela 3D, e actue sobre o Transformador adequado, no caso do exemplo, figura 13.55, o transformador **Z**, ou fazendo uma transformação local, **[G] > [Z] > [Z]**.

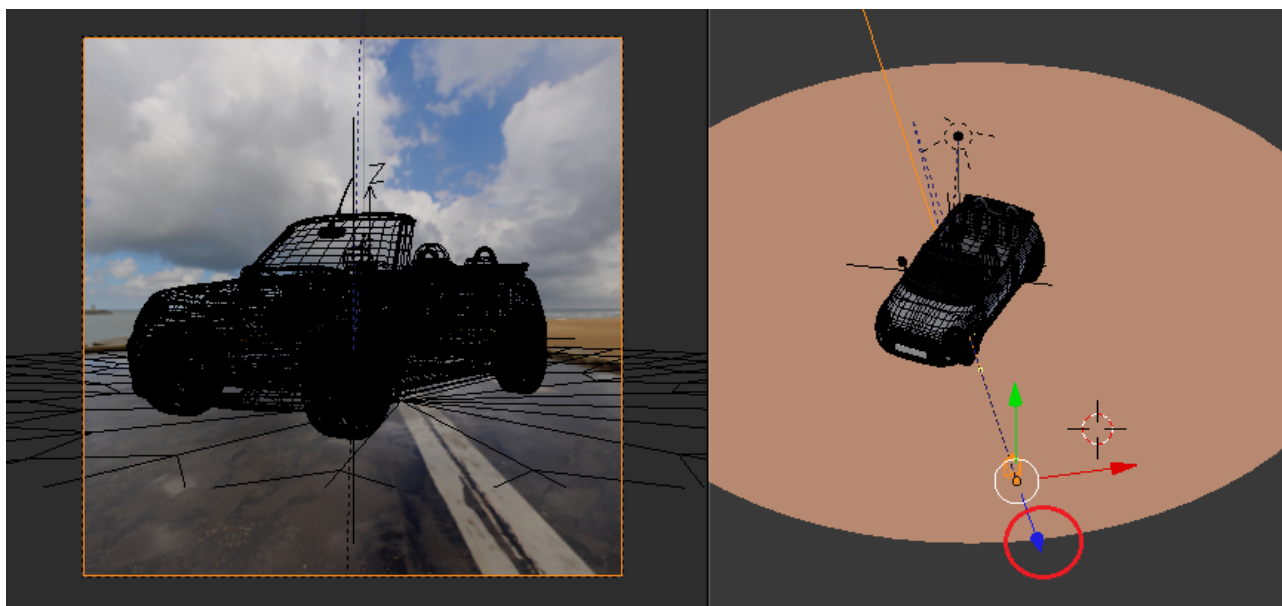


Figura 13.55

Rotação.

Pode rodar o modelo de 2 modos diferentes.

a. Seleccionando o modelo e o plano em que assenta e fazendo um rotação, [C].

Este é um método pouco fluido mas será o único método possível se for relevante o posicionamento do modelo relativamente à imagem mapeada em World, quer devido à diferente luminosidade das diversas áreas da imagem quer devido à projecção de imagens sobre o modelo.

b. Movendo a câmara em torno do modelo.

Feito o enquadramento conforme desejado, vamos agora fazer a composição com a imagem de fundo.

4. Abra uma janela **Node Editor** e, na barra da janela, active **Copositing Nodes** e **Use Nodes**, figura 13.56.

Surgirá na janela o nó **Render Layer** e **Composite**.

5. Quebre a ligação entre os nós, [LMB] sobre a entrada Image, expanda o nó Composite, [LMB] sobre a zona triangular tracejada, e desloque o nó para a direita, [LMB] sobre a barra do nó, figura 13.57.

6. A partir da barra da janela Node Editor, insira um nó **Image**, **Add > Input > Image**, figura 13.58, um nó **Scale**, **Add > Distort > Scale**, e um nó **Z Combine**, **Add > Color > Z Combine**.

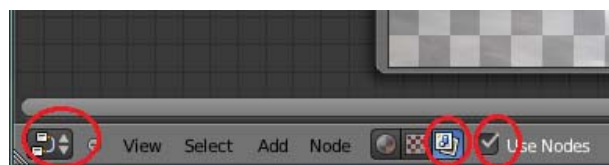


Figura 13.56

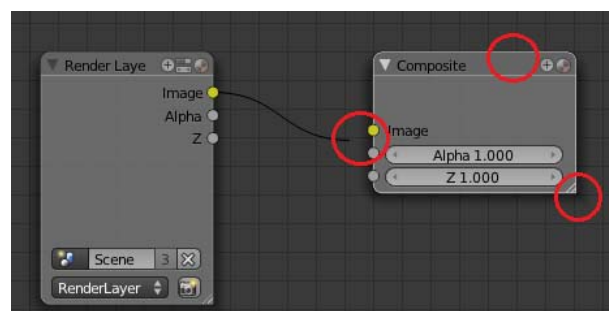


Figura 13.57

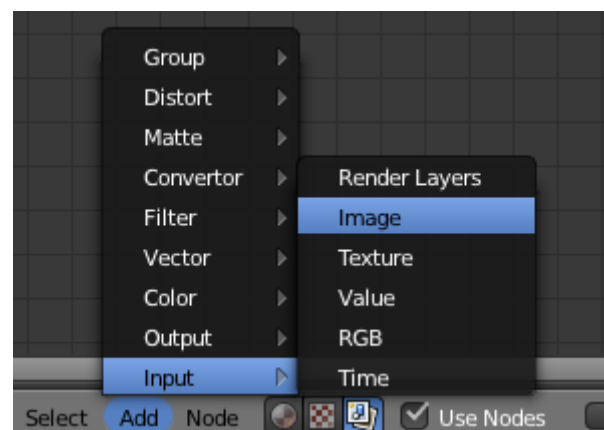


Figura 13.58

7. Interligue os nós como se mostra na figura 13.59.

Para estabelecer uma ligação entre o porto de saída de um nó e o porto de entrada de outro nó, seleccione, **[LMB]**, o porto de saída e arraste a ligação até ao porto de entrada.

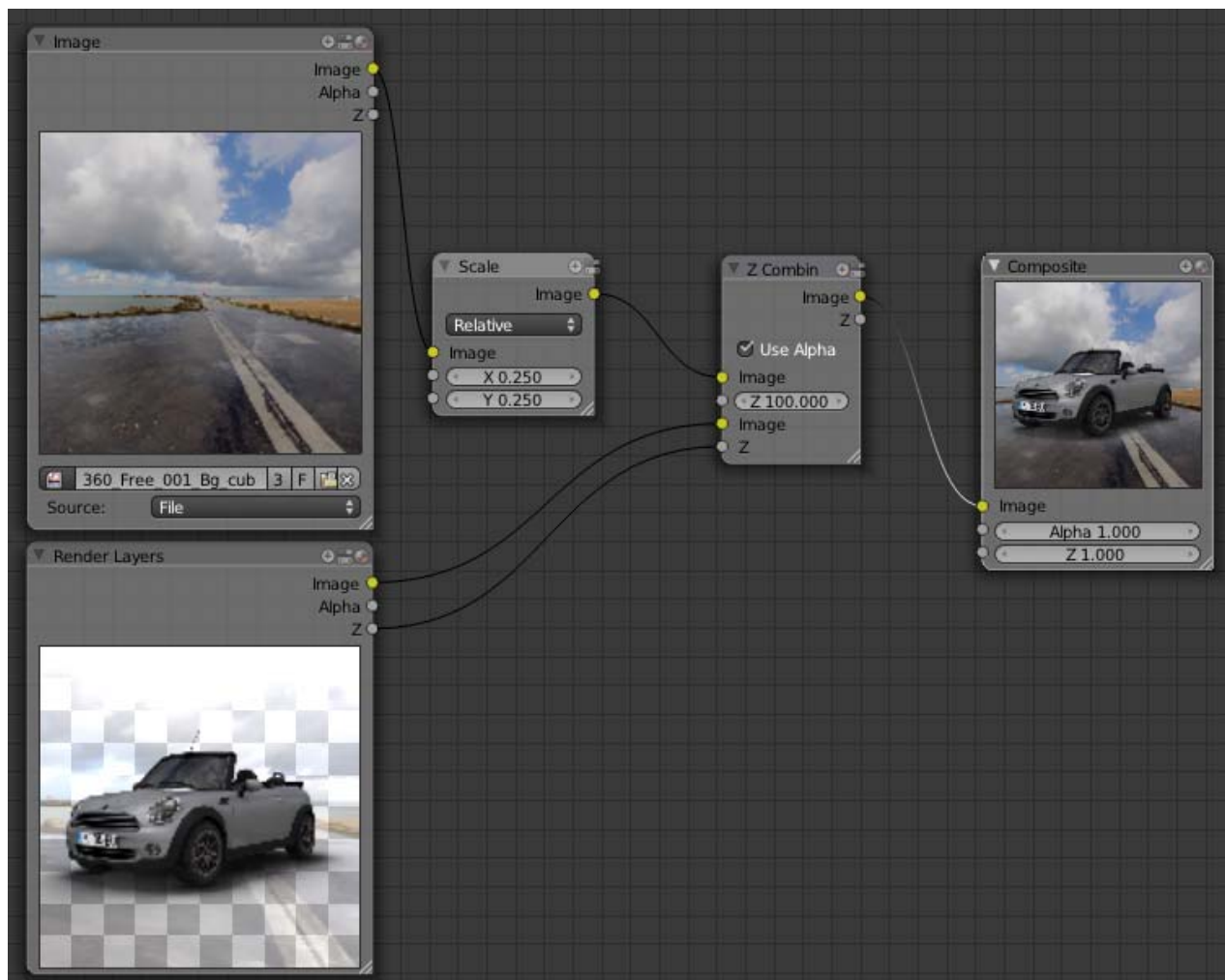


Figura 13.59

8. No nó Image, seleccione a imagem de fundo.

9. No nó Scale especifique em **Image X** e **Image Y** a mesma percentagem que especificou em Resolution do painel Dimensions do contexto Render da janela de propriedades, figura 13.60.

10. No nó Z Combine, active use Alpha, e especifique em **Image Z** um valor suficientemente grande para que a imagem de fundo seja colocada por trás do modelo, no caso do exemplo **100.0**, figura 13.59.

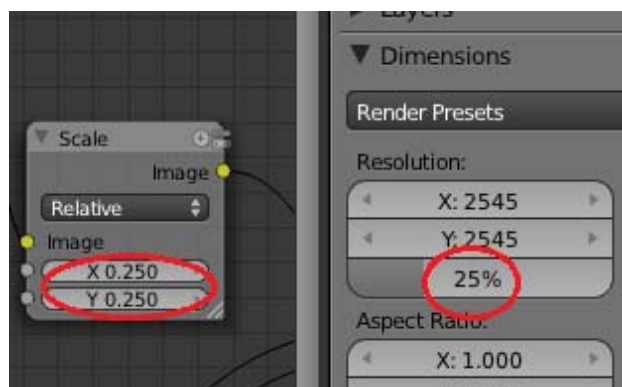


Figura 13.60

Se proceder à renderização e deslocar o rato com [LMB] pressionado sobre a janela onde se encontra a imagem renderizada, pode ver junto à barra da janela informação sobre a posição de cada pixel, e o correspondente valor RGB e distância à câmara, figura 13.61.

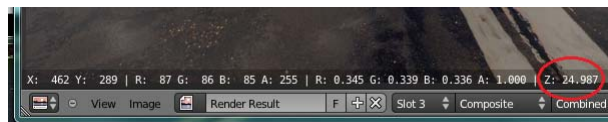


Figura 13.61

11. Active **Compositing** no painel Post Processing do contexto Render da janela de propriedades, figura 13.62, e proceda à renderização, [F12].

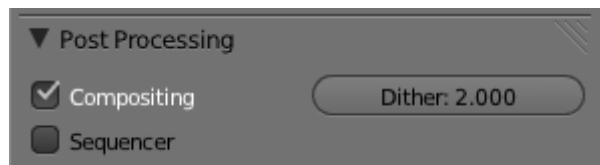


Figura 13.62



Figura 13.63

1.2.2. Defocus.

Vamos utilizar nesta secção o enquadramento e imagem de fundo da secção anterior.

Como se disse no Módulo 3, secção 3.4.1, a especificação da profundidade de campo nos parâmetros da câmara só se torna relevante na renderização quando é utilizada a composição por nós, e, especificamente, quando é utilizado o nó **Defocus**.

1. Com a câmara seleccionada, active **Limits** no painel Display do contexto Object Data da janela de propriedades, figura 13.64, de modo a que o ponto de focagem seja assinalado na janela 3D com uma pequena cruz amarela sobre o eixo da câmara.

2. Insira um Empty e seleccione o seu nome no campo Depth of Field, figura 13.64.

A utilização de um Empty como objecto que especifica o ponto de focagem é uma técnica bastante mais flexível do que a utilização de uma das submalhas do modelo ou a especificação uma distância à câmara no parâmetro Distance.

3. Desloque o Empty na janela 3D de modo a colocar o ponto de focagem onde desejado.

No exemplo, o Empty foi colocado sobre o vidro do farol frontal esquerdo, figura 13.65. Note que o ponto de focagem está sobre o eixo da câmara, que, por ter um restritor associado tendo como alvo a malha do modelo não aponta para o Empty. Sem este restritor o ponto de focagem estaria sobre o Empty.

4. A partir da barra da janela Node Editor, insira um nó Defocus, **Add > Filter > Defocus**.

5. Quebre a ligação entre o nó Composite e o nó Z Combine, coloque o nó Defocus para entre aqueles dois nós e estabeleça as ligações conforme se mostra na figura 13.66.

6. No nó Defocus, desactive Preview, active Use **Z-Buffer**, e especifique o valor de **FStop** adequado, no caso do exemplo **6.0**.

Dependendo do efeito de desfocagem desejado, pode optar por manter Z-Buffer não activo e especificar o valor de Z-Scale. Veja os pormenores sobre o significado dos parâmetros do nó Defocus no Módulo 11.



Figura 13.64

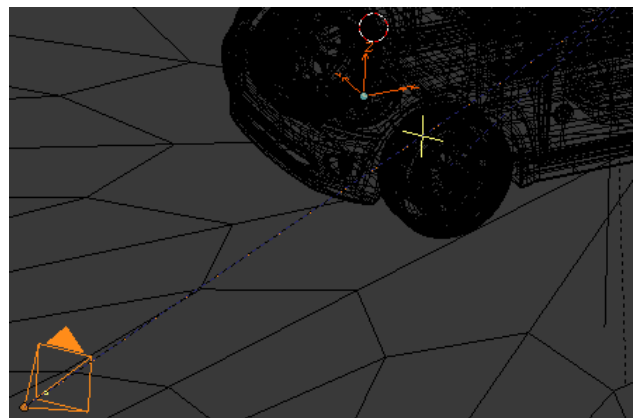


Figura 13.65

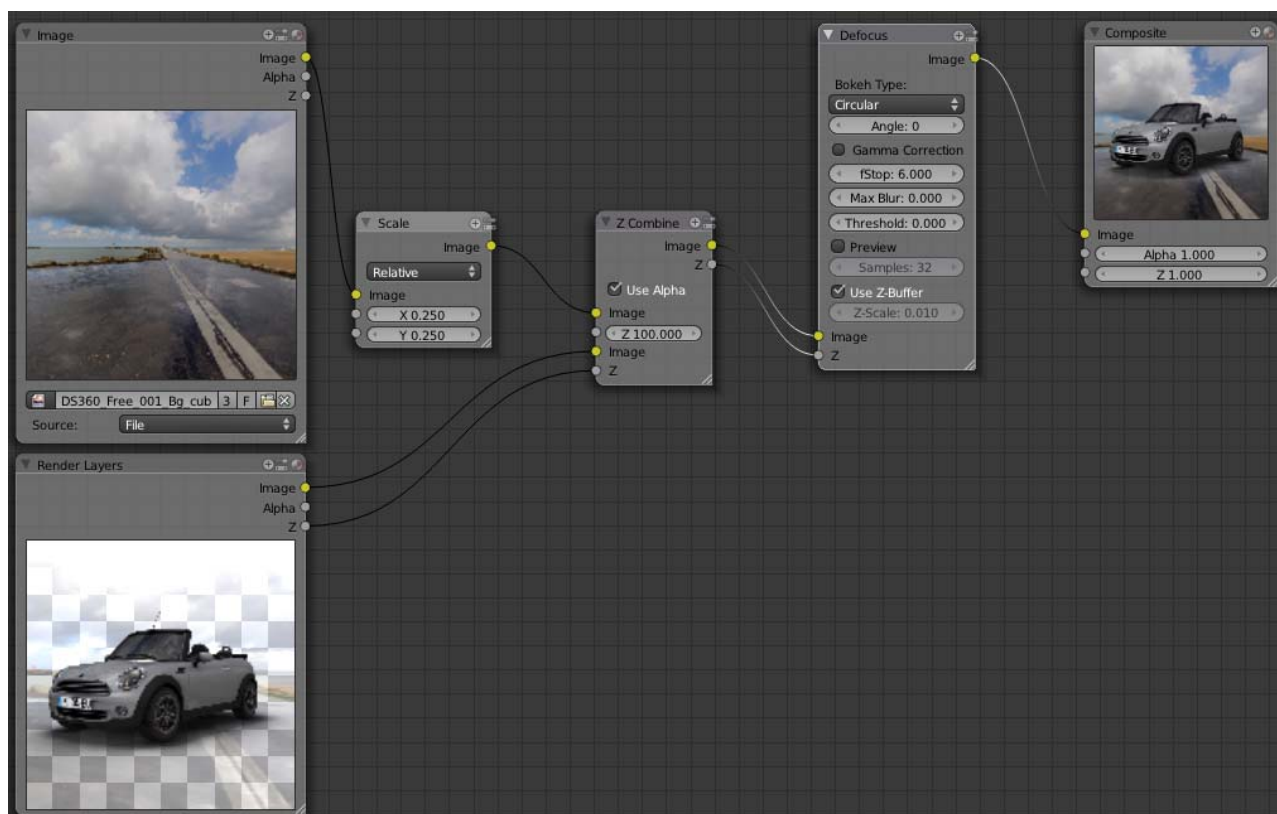


Figura 13.66

Pode ver, a título de exemplo e independentemente da adequação da cena:

- na figura 13.67 o resultado da utilização dos parâmetros Z-Buffer/FStop 2.0, com toda a cena desfocada fora de uma circunferência de raio reduzido centrado no ponto de focagem,



Figura 13.67



Figura 13.68

- e, na figura 13.68 o resultado da utilização dos parâmetros No Z-Buffer/FScale 0.15, com a desfocagem crescente em função da distância à câmara, e independente da especificação do ponto de focagem.

Na figura 13.69 pode ver o resultado do pós-processamento da imagem renderizada pela sequência de nós figura 13.66



Figura 13.69

Note que no processo de desfocagem é importante a informação da distância à câmara associado a cada um dos pixéis da imagem de entrada no nó Defocus, pelo que é relevante o posicionamento de toda a malha enquadrada.

Todos os pixéis a que nenhum ponto da superfície da malha enquadrada se sobrepõe são considerados como estando a uma distância infinita da câmara.

Pode ver na figura 13.69 o enquadramento que tem vindo a ser utilizado mas em que se reduziu a dimensão do plano em que assenta o modelo. É claramente visível na renderização, que se mostra na figura 13.70, o tratamento diferenciado dos pixéis que estão para além do plano.

Veremos numa próxima secção um exemplo mais complexo de tratamento da malha visando a exploração do efeito da profundidade de campo.

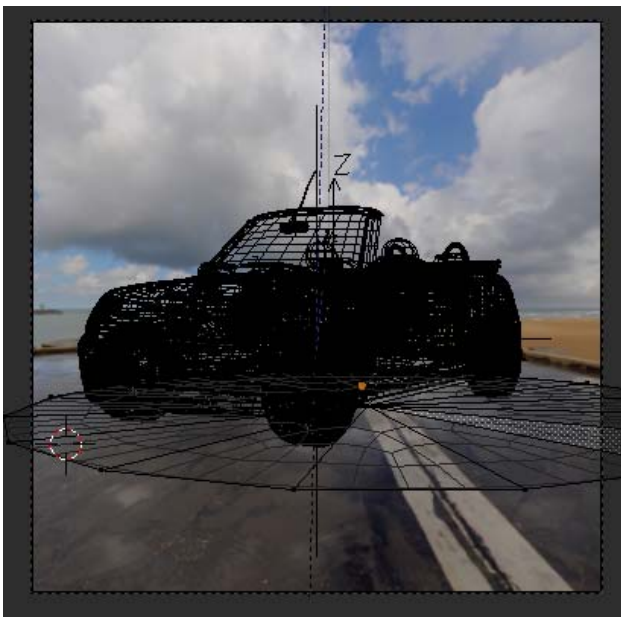


Figura 13.70



Figura 13.71

1.2.3. Vignetting.

Para além da profundidade de campo, uma técnica muito utilizada em fotografia, com o objectivo de centrar a atenção do observador, é designada por **Vignetting** e consiste na alteração das características da periferia da imagem, nomeadamente a diminuição do brilho, da saturação, ou na desfocagem.

Vamos partir nesta secção do enquadramento e conjunto de nós criados nas duas secções anteriores. De modo a diminuir a complexidade visual e facilitar a manipulação de nós na janela Node Editor, vamos começar por agrupar os nós criados nas secções anteriores.

Grupos de Nós.

Selecione os nós Image, Scale, Z Combine e Defocus, **[Shift] + [LMB]**, e agrupe-os, **[Ctrl] + [G]** (ou **Node > Group** a partir da barra da janela). Recorde que pode editar qualquer dos parâmetros dos nós que constituem o grupo editando-o, **[Tab]**, figuras 13.72 e 13.74.

Dê ao grupo de nós um nome sugestivo, activando a tabela de propriedades, **[N]**, e alterando o campo Name da tabela Active Node, 13.73.

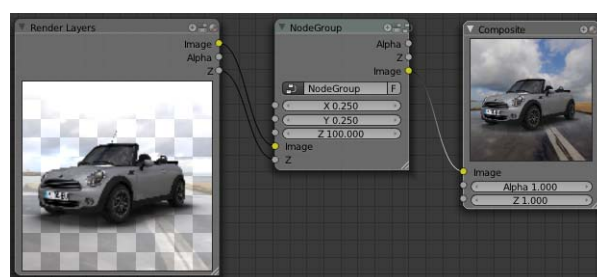


Figura 13.72

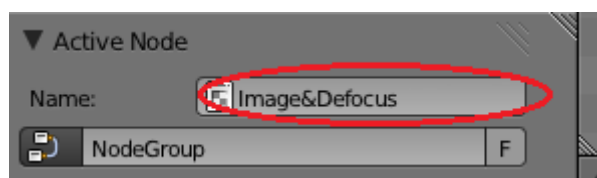


Figura 13.73

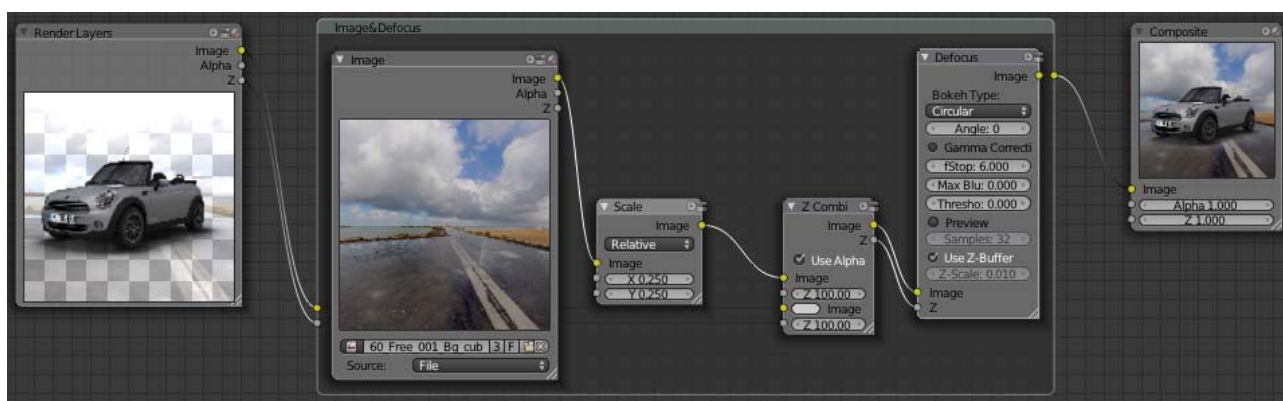


Figura 13.74

Não existe um nó vignette dedicado, mas o efeito é facilmente realizável a partir dos nós disponíveis, consistindo, basicamente, num filtro circular.

1. A partir da barra da janela Node Editor, insira um nó **Lens Distortion**, **Add > Distort > Lens Distortion**, um nó **Math**, **Add > Converter > Math**, um nó **Blur**, **Add > Filter > Blur**, um nó **Mix**, **Add > Color > Mix**, e interligue-os entre si e ao conjunto de nós existentes, como se mostra na figura 13.75.

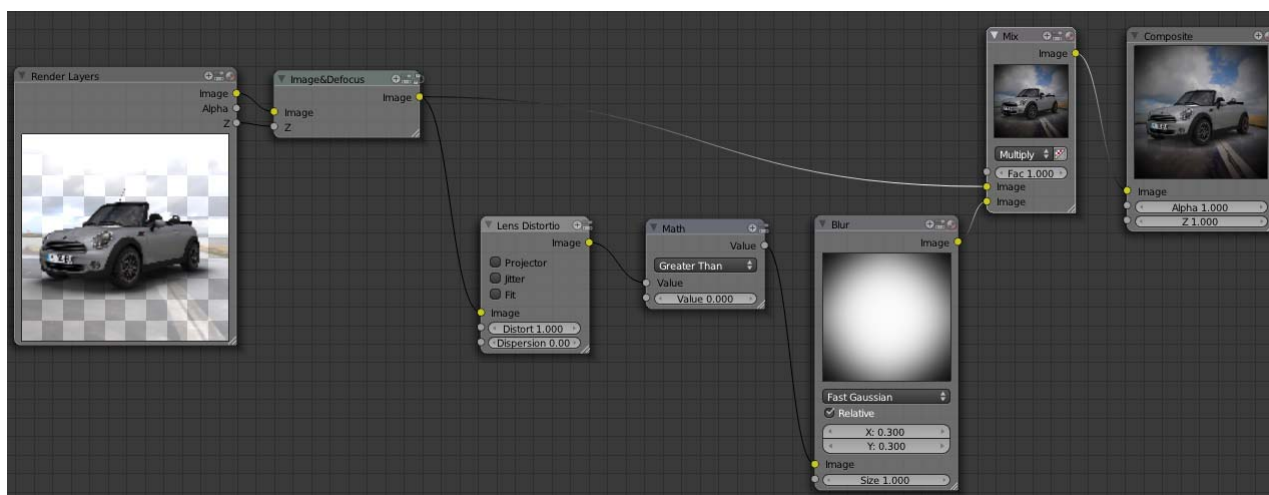


Figura 13.75

O objectivo do nó Lens Distortion é sintetizar uma mancha circular com as dimensões da imagem renderizada, sem ter necessidade de recorrer a uma imagem externa. Pode ver na figura 13.77 a imagem na saída do nó Lens Distortion.

Em seguida, é utilizado um nó Math para descartar a informação contida no interior da circunferência, convertendo a imagem numa imagem binária. Pode ver na figura 13.78 a imagem na saída do nó Math.

Finalmente o nó Blur é utilizado para obter um gradiente suave entre as duas zonas da imagem. Pode ver na figura 13.79 a imagem na saída do nó Blur.

Obtido o filtro com a forma desejada, basta agora multiplicá-la pela imagem original, obtendo o efeito vignetting clássico de escurecimento da periferia da imagem, figura 13.76. Ajuste o nível da mistura no parâmetro Fac do nó Mix.



Figura 13.76



Figura 13.77

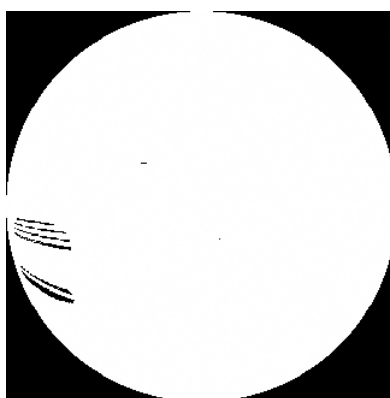


Figura 13.78

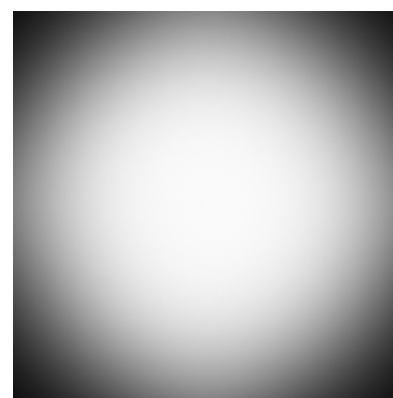


Figura 13.79

O efeito de desfocagem periférica pode ser obtido com base numa mistura da imagem original e de uma sua versão desfocada, utilizando o módulo básico vignetting para fazer o controlo da mistura.

Comece por seleccionar os nós Lens Distortion, Math e Blur, constituintes do bloco vignetting básico, agrupe-os, [Ctrl] + [G], e dê um nome sugestivo ao grupo, figura 13.80.

1. A partir da barra da janela Node Editor, insira um nó um nó **Blur**, **Add > Filter > Blur**, um nó **Mix**, **Add > Color > RGB Curves**, e interligue-os entre si e ao conjunto de nós existentes, como se mostra na figura 13.82.

Pode ver na figura 13.81 os resultado do pós-processamento da malha de nós da figura 13.82.

O nó RGB Curves é opcional, sendo utilizado para flexibilizar a evolução do gradiente do filtro circular, podia aliás ter sido incluído no conjunto de nós vignette básico.

Note que o nó Mix é utilizado, não para multiplicar as duas imagens, como na solução vignette básico, mas sim para misturar a imagem original e desfocada, tendo a saída do módulo vignette básico como função de controlo.

Faça variar a forma da curva do módulo RGB Curves e analise as diversas soluções.

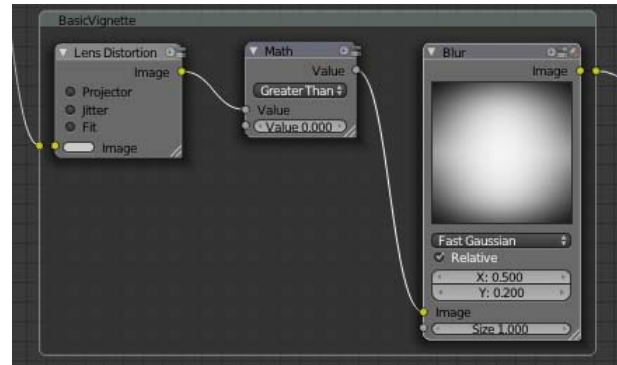


Figura 13.80



Figura 13.81

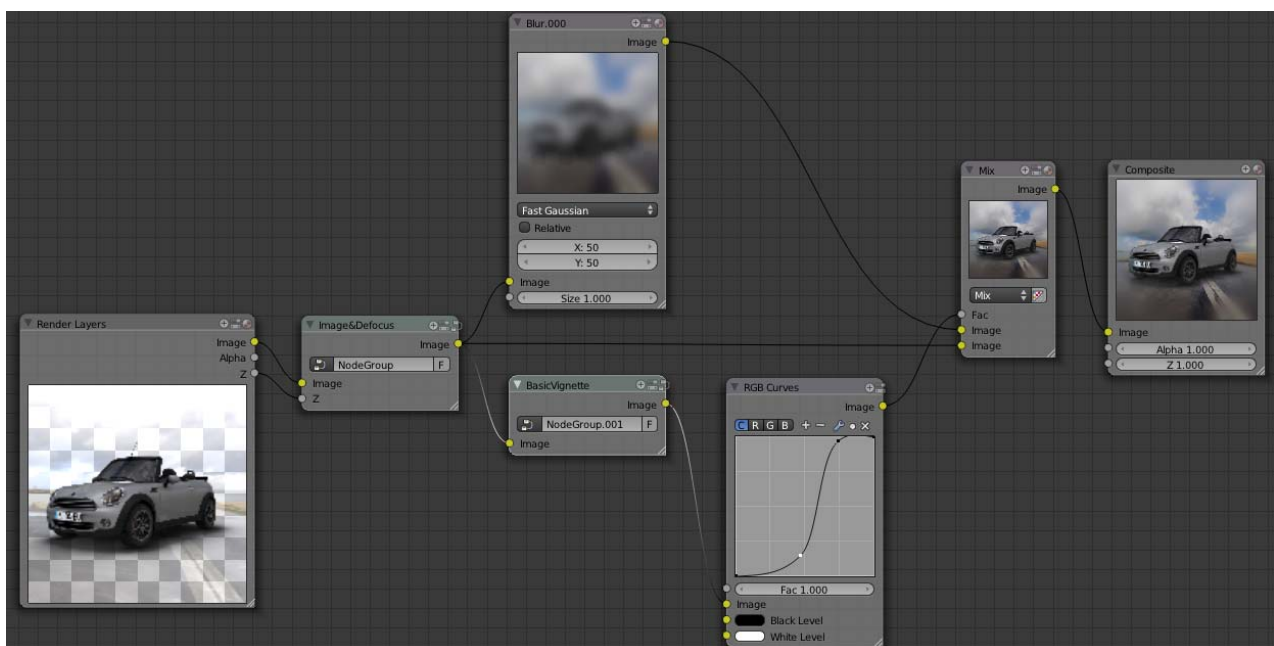


Figura 13.82

Por último vamos ver como sintetizar a terceira solução, baseada na alteração da saturação na periferia da imagem.

1. A partir da barra da janela Node Editor, insira um nó **Invert**, **Add > Color > Invert**, um nó **Hue Saturation Value**, **Add > Color > Saturation Value**, e interligue-os entre si e ao conjunto de nós existentes, como se mostra na figura 13.84.

Pode ver na figura 13.83 os resultado do pós-processamento da malha de nós da figura 13.84.



Figura 13.83

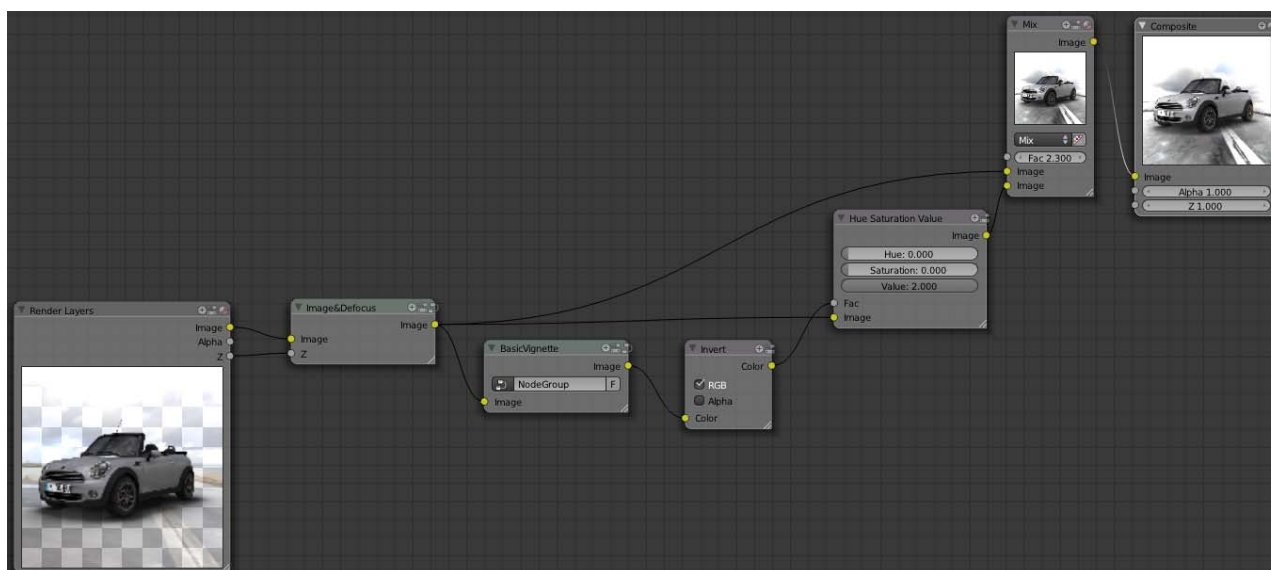


Figura 13.84

Esta cadeia de pós-processamento é extremamente flexível, podendo, para a correcta definição de parâmetros, reproduzir a máscara da vignette básica, figura 13.85.

Faça variar os parâmetros Fac do nó Mix, Saturation e Value do nó Hue Saturation Value, e ainda os parâmetros X e Y do filtro Gaussiano (dentro do grupo BasicVignette) e avalie os resultados.

Desfaça o grupo BasicVignette e agrupe os seus nós e os nós Invert, Hue Saturation Value e Mix num único grupo. e designe-o por Vignette, figura 13.86.



Figura 13.85

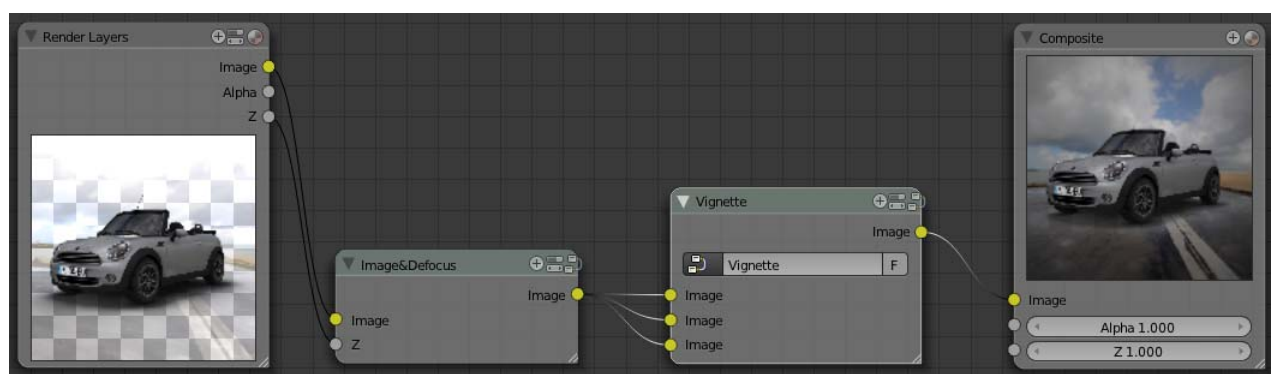


Figura 13.86

1.2.4. Lens Flare.

Vamos ver nesta secção e na seguinte como adicionar efeitos de adulteração da qualidade da imagem que são comuns em fotografia reais, e por isso, e neste sentido, são um contributo importante para o fotorrealismo da imagem renderizada.

Comecemos por fazer um novo enquadramento com base num dos mapas equirectangulares HDR disponíveis em [sIBL Archive](#), figura 13.88.

Pode encontrar a versão lighprobe, figura 13.87, e a imagem utilizada como plano de fundo, figura 13.89, bem como diversos outros planos, no ficheiro em anexo.

1. Seguindo os procedimentos já especificados em secções anteriores, faça o mapeamento da imagem HDR da figura 13.87 em World.



Figura 13.87



Figura 13.88



Figura 13.89

2. No painel Dimensions do contexto Render da janela de propriedades, especifique as dimensões (1600x800) da imagem utilizada como fundo, figura 13.90.

3. No painel Background Images da tabela de propriedades da janela 3D seleccione a imagem e coloque-a como fundo da janela Camera Persp.

4. Seleccione o modelo e o plano sobre o qual assenta e posicione-os convenientemente na imagem, figura 13.91.

5. Faça uma extrusão, ou um escalamento do plano em que assenta o modelo de modo a que este ocupe sensivelmente todo o plano visível da estrada, figura 13.92.

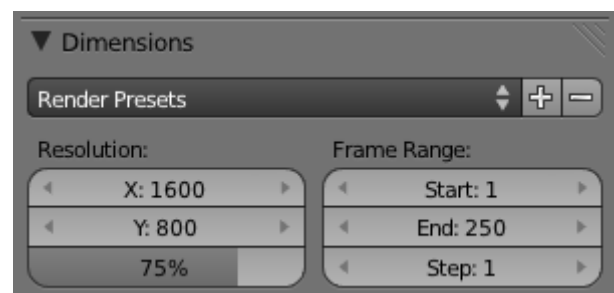


Figura 13.90



Figura 13.91

6. Faça uma extrusão perpendicular ao plano de modo a criar as duas paredes laterais e de fundo, e em seguida insira uma série de contornos que lhe permitam definir aproximadamente a linha do topo do relevo em torno da estrada, figura 13.92.

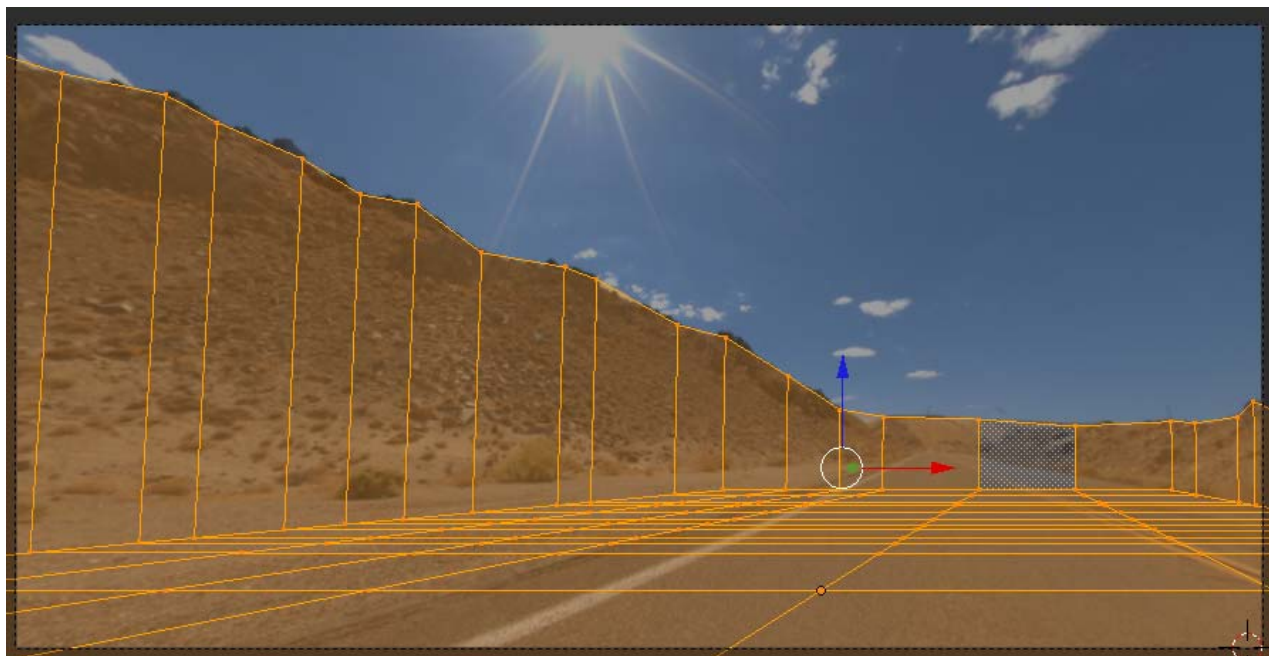


Figura 13.92

Não se preocupe em definir o contorno do topo das elevações com pormenor. Como verá mais à frente vamos tirar partido da não exactidão dos contornos.

7. Abra uma janela Node Editor e, na barra da janela, active Copositing Nodes e Use Nodes. Quebre a ligação entre os nós Render Layer e Composite e afaste-os.

8. Na barra da janela Info, seleccione **File > Append**. Procure na árvore de directorias o ficheiro criado na secção anterior. Seleccione **NodeTree**, figura 13.93, e finalmente os grupos de nós **Image&Defocus** e **Vignette**, figura 13.94.

9. A partir da barra da janela Node Editor, insira os dois grupos, **Add > Group > Image&Defocus**, e **Add > Group > Vignette**.

Embora possamos manter os grupos de nós e proceder à sua edição ([Tab]), é mais prático expandi-los, [Alt]+[G], proceder à alteração de parâmetros, e, se considerado conveniente, proceder novamente à sua agregação, [Ctrl] + [G].

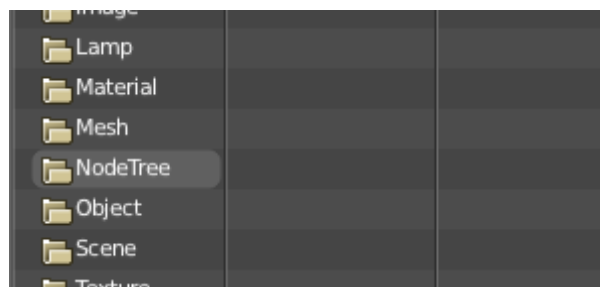


Figura 13.93



Figura 13.94

10. Expanda o grupo, **Image&Defocus**, **[Alt]+[G]**, e faça as ligações necessárias. Selecione a imagem de fundo no nó Image. Altere os factores de escala no nó Scale em concordância com o especificado no painel Dimensions do contexto Render. Especifique a distância à câmara a que é colocada a imagem de fundo no nó Z Combine. figura 13.96.

Em vez de basear a desfocagem na distância ao ponto de focagem, como no exemplo da secção anterior, vamos aqui tirar partido da desfocagem crescente em função da distância à câmara, e independente da especificação do ponto de focagem.

11. No painel Defocus, desactive Use Z-Buffer e especifique **Z-Scale** conforme conveniente. No exemplo, **0.05**, figura 13.96.

12. Para facilitar a avaliação da influência de cada um dos blocos, insira um nó **Viewer**, **Add > Output > Viewer**, após cada um deles, figura 13.95, no painel Render do contexto Render da janela de propriedades, selecione Display **New Window**, e na barra da janela UV/Image Editor selecione **Viewer Node**, figura 13.95. Ao Seleccionar cada um nós Viewer comuta a imagem exposta na janela UV/Image Editor.

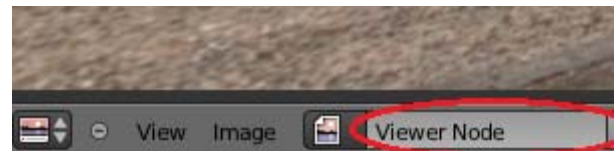


Figura 13.95

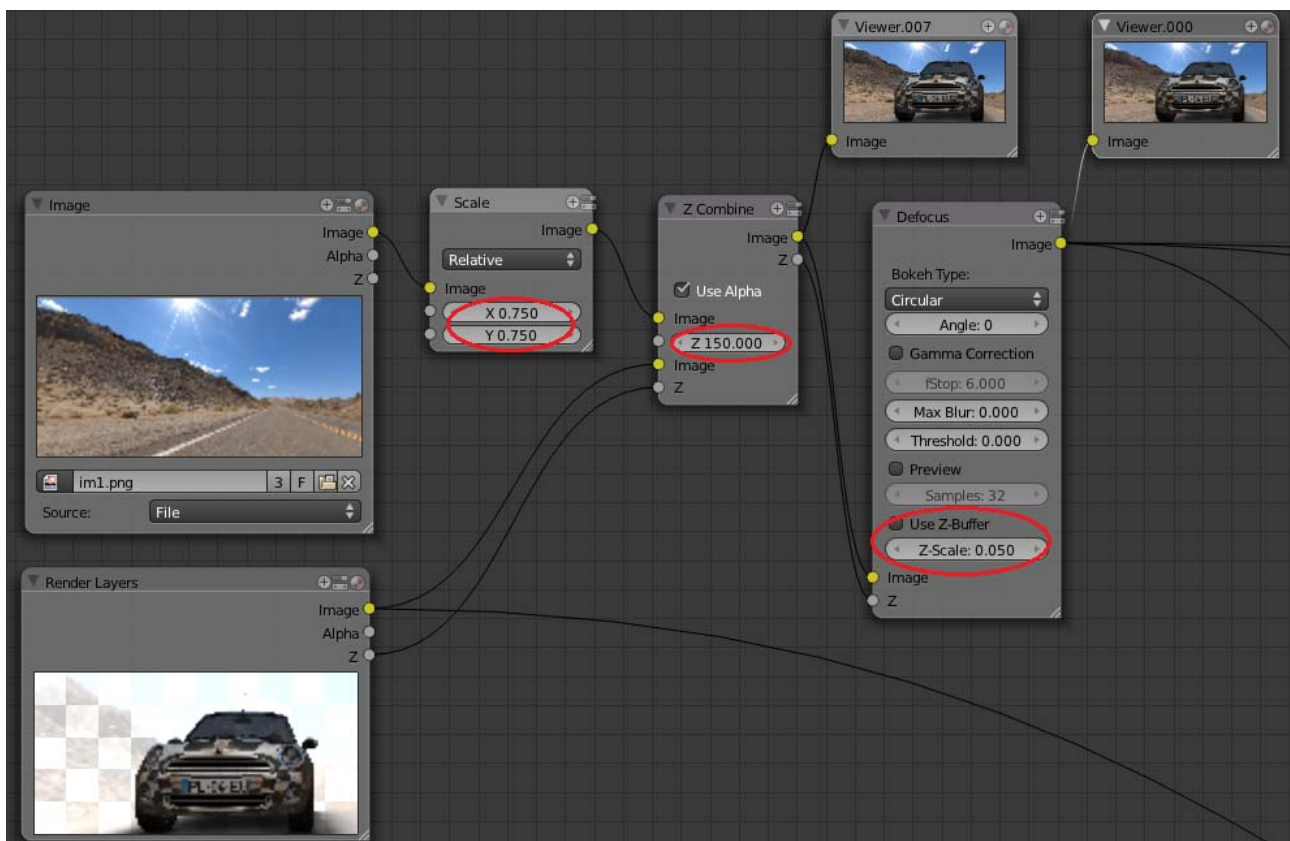


Figura 13.96



Figura 13.97



Figura 13.98

Na figura 13.97 pode ver a imagem na saída do nó Z Combine, e na figura 13.98 pode ver a imagem na saída do nó Defocus.

13. Expanda o grupo, **Vignette**, **[Alt]+[G]**, faça as ligações necessárias, e especifique convenientemente os parâmetros relevantes. figura 13.99.

Na figura 13.100 pode ver a imagem na saída do nó Mix do grupo Vignette.

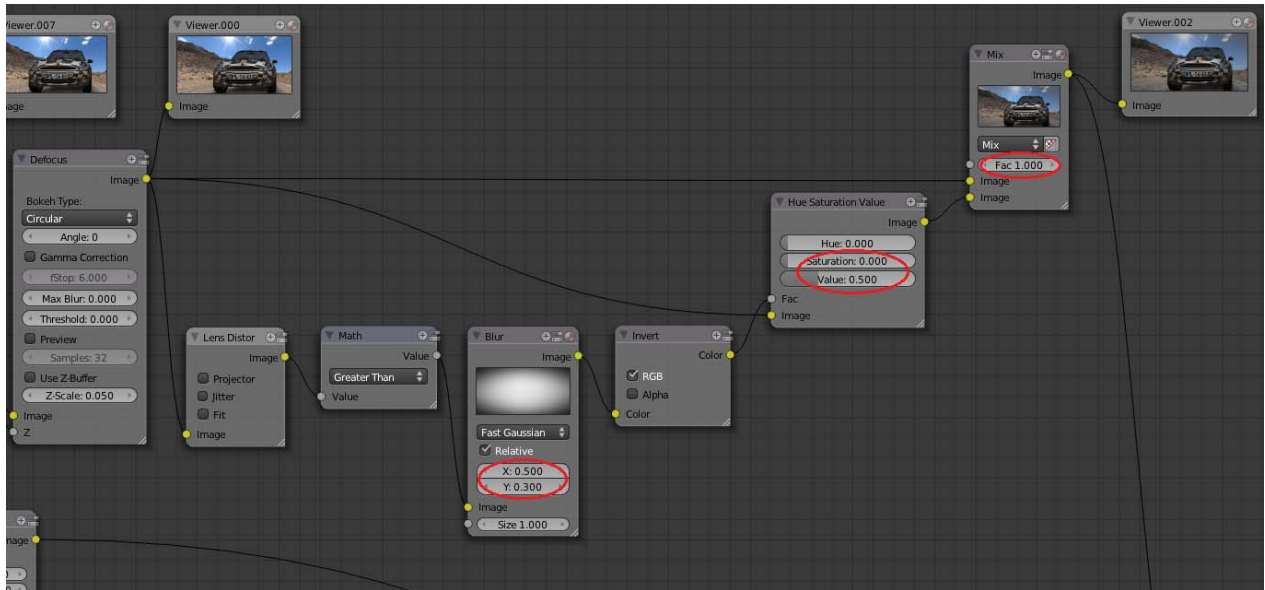


Figura 13.99



Figura 13.100

14. Insira um nó Bright/Contrast, **Add > Color > Bright/Contrast** , e interligue-o e configure os parâmetros como se mostra na figura 13.101. Veremos mais à frente a influência que este nó tem sobre a intensidade do clarão luminoso sobre a carroçaria.

Lens Flare.

Vamos agora inserir o grupo de nós responsáveis pela simulação do efeito de dispersão da luz nas ópticas das máquinas fotográficas

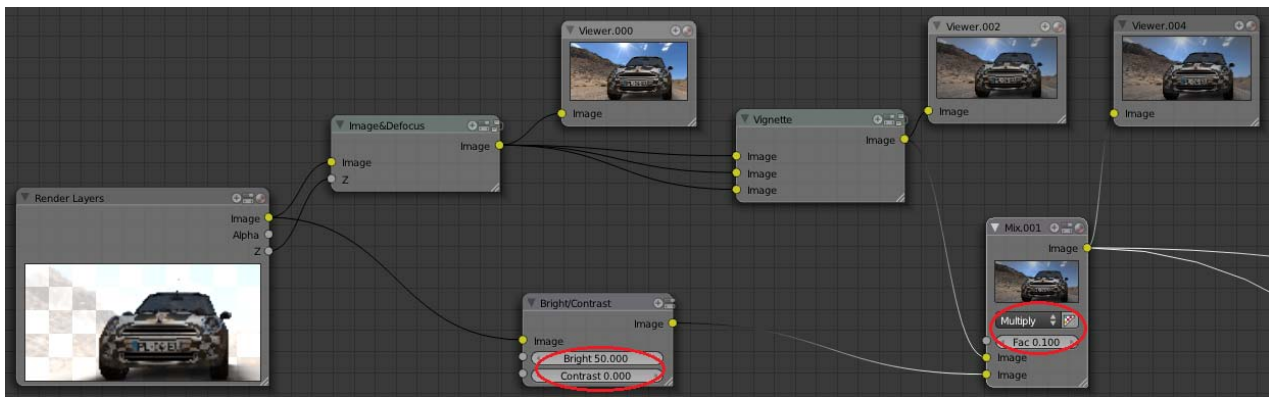


Figura 13.101

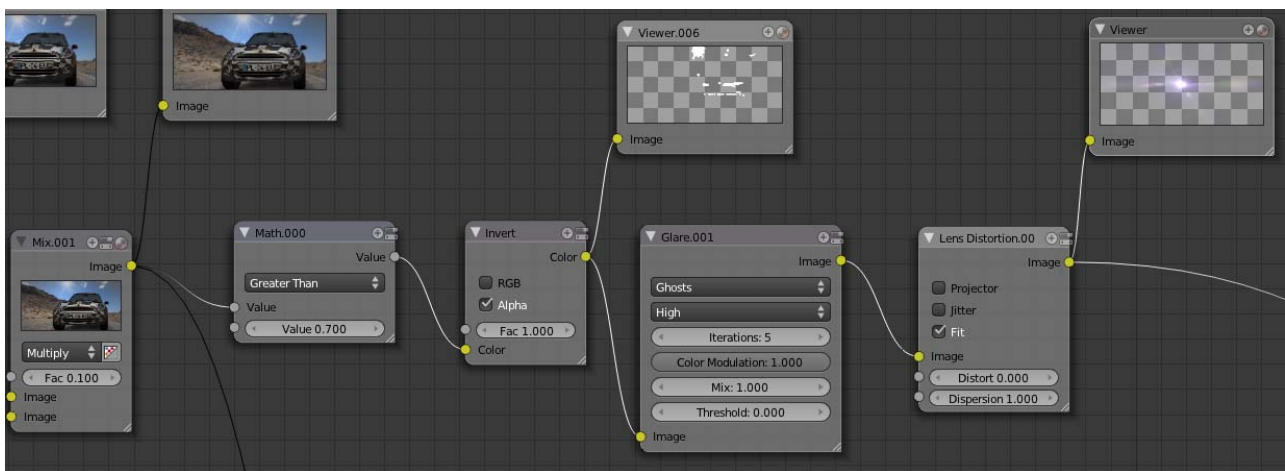


Figura 13.102. Lens Flare.

15. Insira um nó **Math, Add > Converter > Math**, e um nó **Invert, Add > Color > Invert**, e Interligue-os e configure-os como se mostra na figura 13.102.

Este conjunto tem como função a criação de uma imagem apenas com as zonas de brilho mais intenso da imagem original. Varie o parâmetro **Math Value**, no caso de exemplo foi-lhe dado o valor **0.7**, e observe as imagens resultantes na saída do nó Invert, figura 13.103.



Figura 13.103

16. Insira um nó **Glare, Add > Filter > Glare**, e um nó **Lens Distortion, Add > Distort > Lens Distortion**, e Interligue-os e configure-os como se mostra na figura 13.102.

O nó Glare é o responsável pela criação das réplicas brilhantes e o nó Lens Distortion, que é opcional, é utilizado para acentuar o processo de dispersão cromática. Varie os parâmetros destes dois nós e observe as imagens resultantes na saída do nó Lens Distortion, figura 13.104.



Figura 13.104.

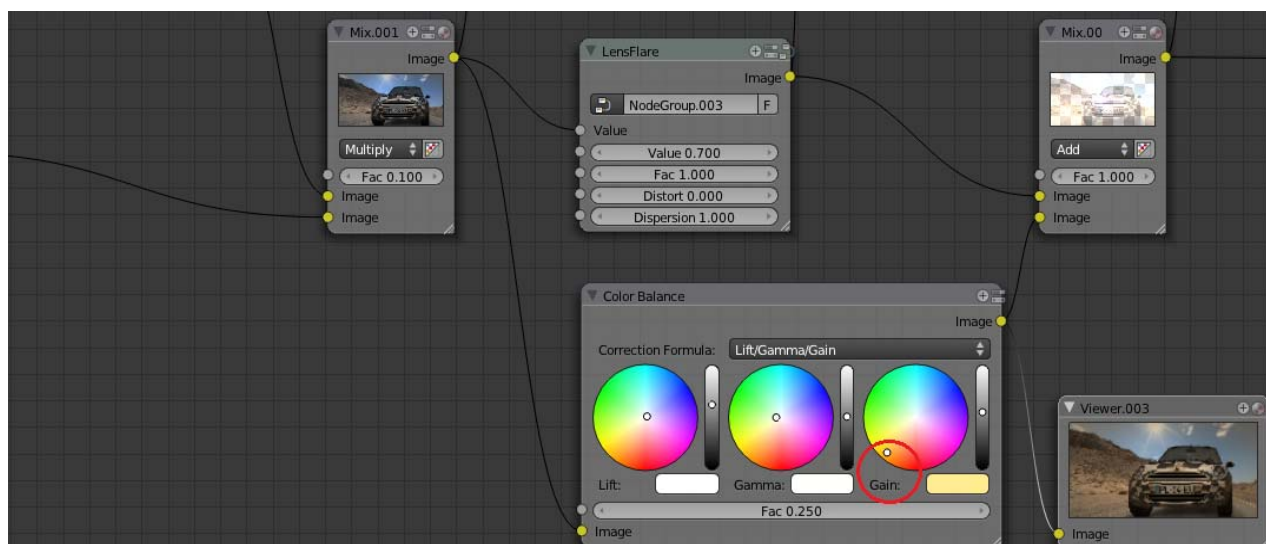


Figura 13.105

Controle o brilho da mancha central variando o parâmetro Bright do nó Bright/Contrast, figura 13.101.

Agrupe os nós Math, Invert, Glare e LensDistortion, e designe o grupo por LensFlare, figura 13.105.

17. Antes de adicionar as imagens à entrada e à saída do grupo LensFlare, insira um nó **Color Balance**, **Add > Color > Color Balance**, e configure os seus parâmetros de modo a provocar um desvio no sentido do amarelo.

Pode ver na figura 13.106 a imagem na saída do nó Color Balance e na figura 13.106 a imagem resultante da mistura com a imagem saída do grupo Lens Flare.



Figura 13.106



Figura 13.107

1.2.5. Chromatic Dispersion.

A dispersão cromática de toda a imagem é conseguida através da utilização de apenas um nó.

18. Insira um nó **Add > Distort > Lens Distortion**, e interligue-o e configure-o como se mostra na figura 13.108.

Pode ver na figura 13.109 a imagem na saída do nó Lens Distortion.

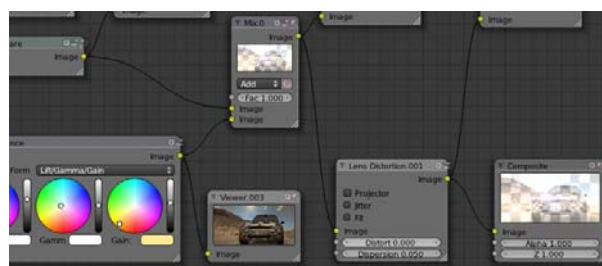


Figura 13.108



Figura 13.109

1.2.6. Reflecting Glare.

Neste exemplo de utilização do compositor, mostra-se como simular as pequenas estrelas brilhantes resultantes da incidência de luz intensa sobre superfícies muito reflectoras. Vamos para isso fazer um novo enquadramento, em que se mostra como simular a ocultação do modelo por artefactos existentes na imagem.

1. Seguindo os procedimentos já especificados em secções anteriores, faça o mapeamento da imagem HDR da figura 13.110 em World.

2. No painel Dimensions do contexto Render da janela de propriedades, especifique as dimensões (600x600) da imagem utilizada como fundo, figura 13.111.

Pode encontrar as imagens utilizadas no ficheiro em anexo. A imagem de fundo foi recolhida da web e a imagem HDR pertence ao conjunto que pode encontrar em [Light Probe Image Gallery](http://www.debevec.org/Probes).

3. No painel Background Images da tabela de propriedades da janela 3D seleccione a imagem e coloque-a como fundo da janela Camera Persp.

4. Seleccione o modelo e o plano sobre o qual assenta e posicione-os convenientemente na imagem, figura 13.112.

5. Faça uma extrusão, ou um escalamento do plano em que assenta o modelo de modo a que este ocupe sensivelmente todo o plano visível da calçada. Faça uma extrusão perpendicular ao plano de modo a criar a parede lateral esquerda e de fundo, figura 13.113.

6. Insira um plano e, com base num conjunto de extrusões e escalamentos crie uma malha com a forma do 1º candeeiro da imagem, figura 13.114.

7. Associe um material à malha do candeeiro, e, no contexto Material da janela de propriedades, desactive **Receive** e active **Shadows Only** no painel Shadow, e desactive **Traceable** no painel Options, figuras 13.115 e 13.116, de modo a que a malha do candeeiro oculte a malha do modelo mas não seja visível na renderização.

Para obter os reflexos da luz sobre as superfícies reflectoras basta utilizar um no Glare.

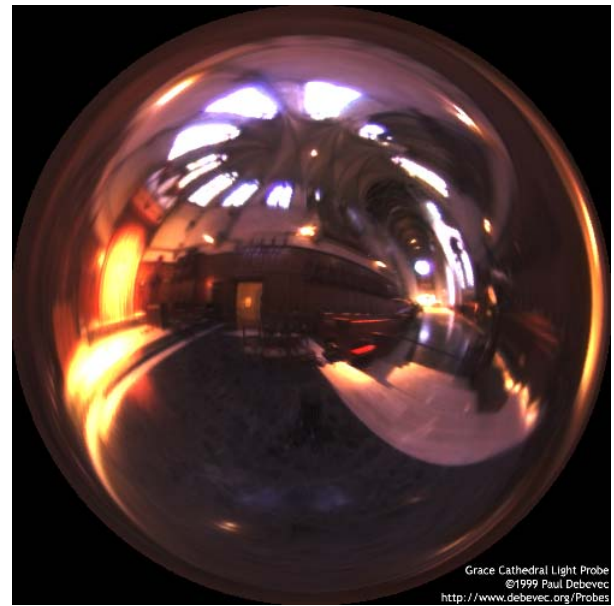


Figura 13.110

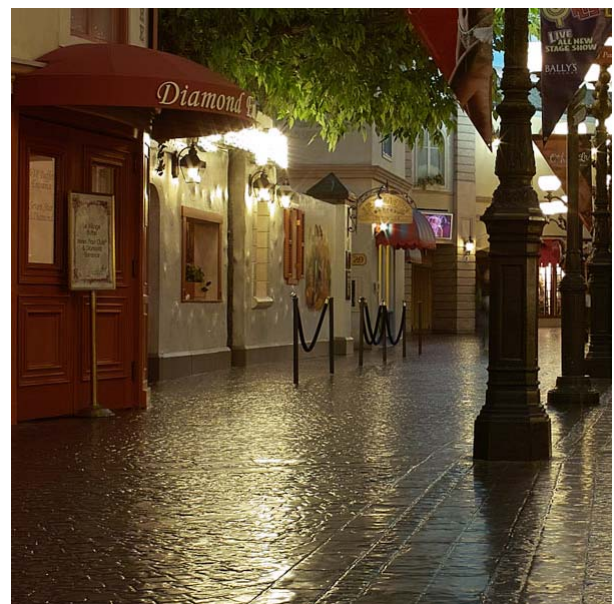


Figura 13.111

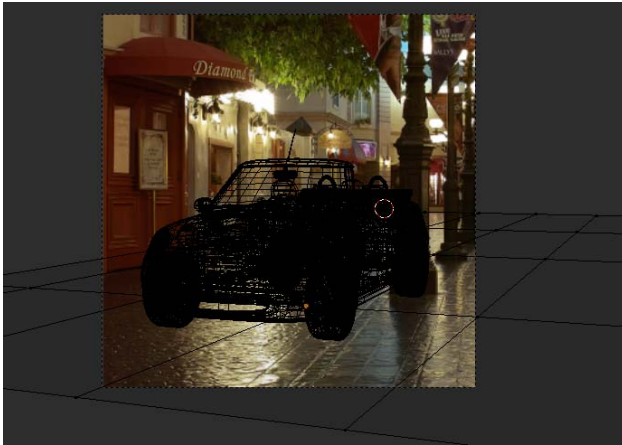


Figura 13.112

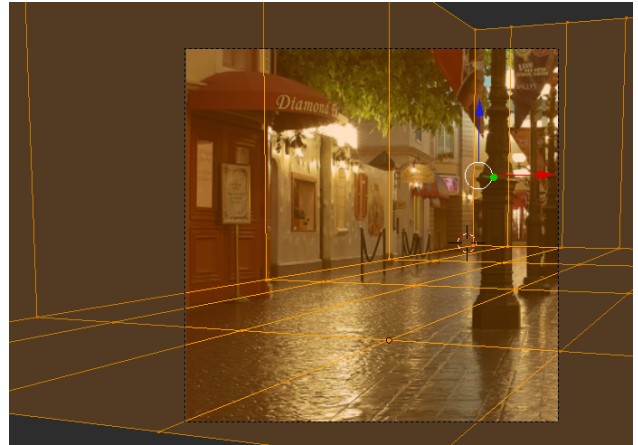


Figura 13.113



Figura 13.114

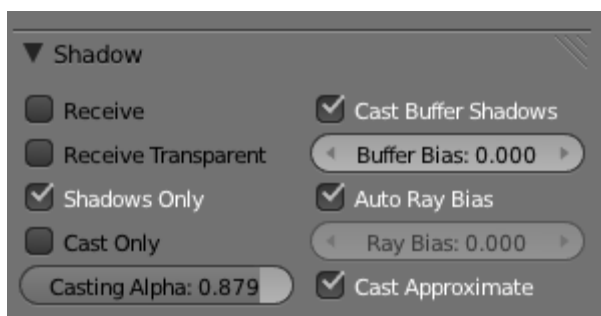


Figura 13.115

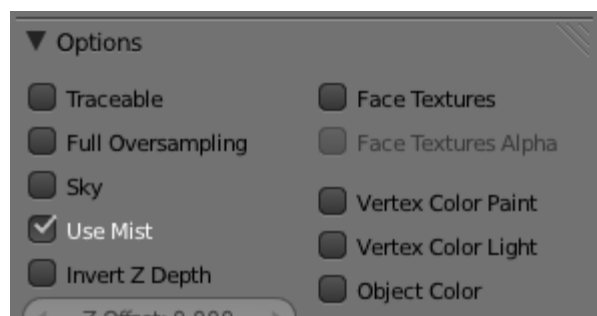


Figura 13.116

8. Abra uma janela Node Editor e, na barra da janela, active Copositing Nodes e Use Nodes. Quebre a ligação entre os nós Render Layer e Composite e afaste-os.

9. Procedendo de modo idêntico ao descrito nas secções anteriores e insira e interligue o conjunto de nós que se mostra na figura 13.118. Configure os parâmetros do nó Glare como se mostra na figura 13.117.

Pode ver na figura 13.119 a imagem na saída do nó Z Combine, na figura 13.120 a imagem na saída do nó Defocus, e na figura 13.121 o resultado final da cadeia de pós-processamento.

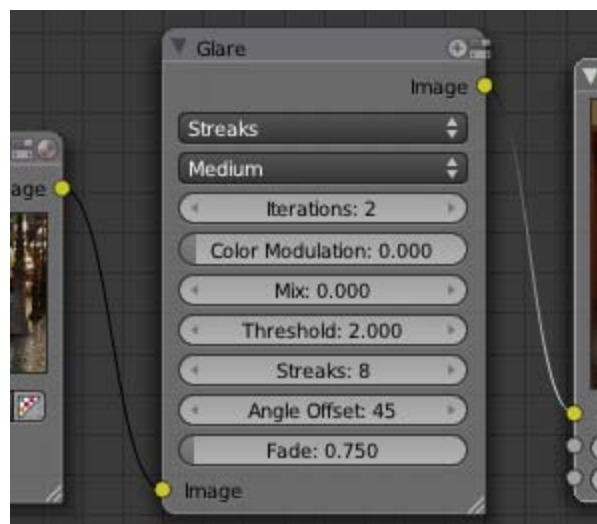


Figura 13.117

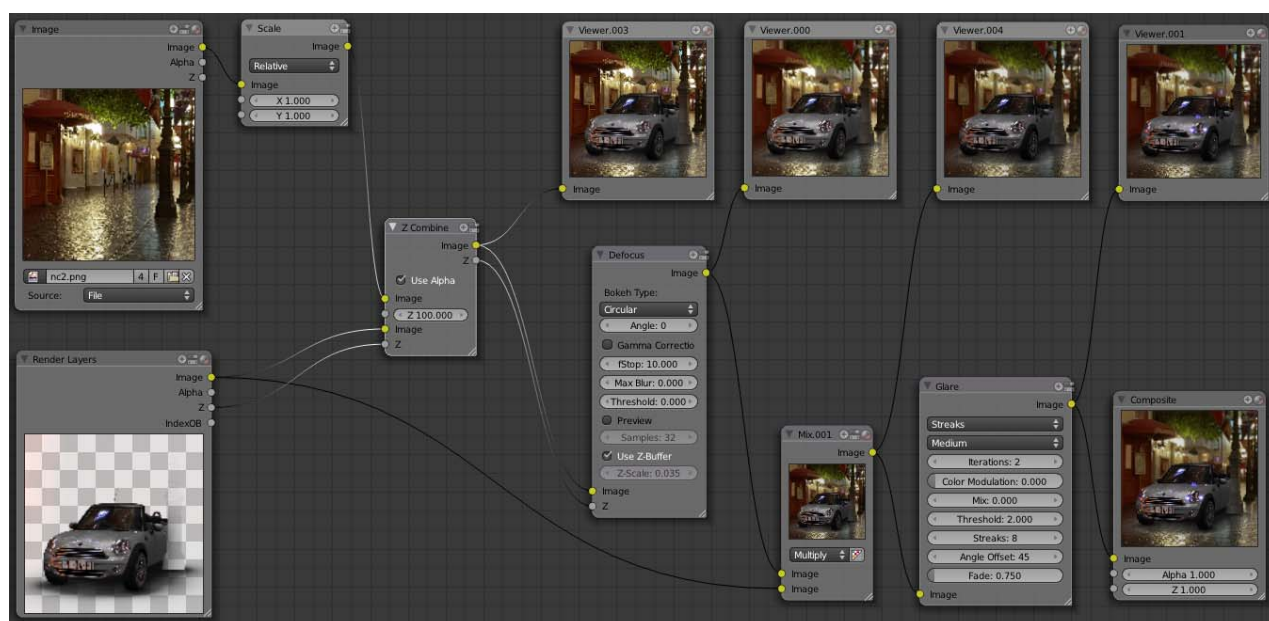


Figura 13.118



Figura 13.119.



Figura 13.120.



Figura 13.121