



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO UFC VIRTUAL**  
**CURSO DE SISTEMAS E MÍDIAS DIGITAIS**

**LUCAS MELO DE OLIVEIRA SANTOS**

**EXPERIMENTAÇÕES COM BLENDER PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS 3D**  
**COM ESTILIZAÇÃO 2D**

**FORTALEZA**

**2025**

LUCAS MELO DE OLIVEIRA SANTOS

EXPERIMENTAÇÕES COM BLENDER PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS 3D COM  
ESTILIZAÇÃO 2D

Relatório técnico apresentado ao Curso de Sistemas e Mídias Digitais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas e Mídias Digitais.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Anuncia-  
ção Oliveira

FORTALEZA

2025

LUCAS MELO DE OLIVEIRA SANTOS

EXPERIMENTAÇÕES COM BLENDER PARA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS 3D COM  
ESTILIZAÇÃO 2D

Relatório técnico apresentado ao Curso de Sistemas e Mídias Digitais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas e Mídias Digitais.

Aprovada em: 05/08/2025

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Adriano Anunciação Oliveira (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Liandro Roger Memória Machado  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Neil Armstrong Rezende  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, por sempre ter incentivado a minha educação e pelos sacrifícios que fez para que eu pudesse seguir meus estudos.

À minha família, pelo suporte constante.

Ao Xavier, por estar ao meu lado desde o primeiro dia no curso. Seu apoio, ideias e parceria foram cruciais para este trabalho. Sem você, ele não existiria.

Ao Jadson, à Sami e à Giselle, por terem tornado a jornada da graduação muito mais leve.

Ao Prof. Adriano Anunciação, pela orientação, troca de conhecimentos e acompanhamento ao longo de todo o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço à banca avaliadora, Prof. Neil Armonstrong e Prof. Liandro Roger, pela leitura cuidadosa e pelas contribuições que enriqueceram a qualidade deste projeto.

## RESUMO

Este trabalho investiga, de forma prática, o uso de recursos do software Blender na construção de um cenário tridimensional com aparência inspirada na animação 2D tradicional. Com base em uma metodologia orientada pelo *Design Thinking*, foram exploradas três técnicas principais: *Cel Shading*, *Geometry Nodes* e *Grease Pencil*. A pesquisa teve como objetivo identificar combinações que favorecessem uma linguagem visual estilizada, com foco na criação de um cenário que remeta ao universo da ilustração bidimensional, mas utilizando ferramentas 3D. As técnicas foram inicialmente testadas separadamente na etapa de prototipação, permitindo avaliar suas vantagens, limitações e possibilidades estéticas. Em seguida, foram aplicadas na construção de um cenário final completo, ambientado em uma cidade estilizada, com versões distintas para manhã, entardecer e noite.

**Palavras-chave:** Blender; Animação 2D; Modelagem 3D; *Grease Pencil*; *Cel Shading*.

## **ABSTRACT**

This study investigates, in a practical way, the use of Blender software tools in the creation of a three-dimensional environment with an appearance inspired by traditional 2D animation. Based on a methodology guided by Design Thinking, three main techniques were explored: Cel Shading, Geometry Nodes, and Grease Pencil. The project aimed to identify combinations that would support a stylized visual language, focusing on building a scene that evokes the world of 2D illustration while using 3D tools. The techniques were first tested individually during the prototyping phase, allowing for an evaluation of their advantages, limitations, and aesthetic possibilities. Subsequently, they were applied in the development of a complete final scene, set in a stylized city, with distinct versions for morning, afternoon, and night time.

**Keywords:** Blender; 2D Animation; 3D Modeling; Grease Pencil; Cel Shading.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Cena do baile de A Bela e A Fera (1991) . . . . .   | 12 |
| Figura 2 – Modelo digital do salão de baile . . . . .  | 12 |
| Figura 3 – Cena de Flow (2024) . . . . .   | 13 |
| Figura 4 – Cena de Homem-Aranha: No Aranhaverso (2018) . . . . .   | 14 |
| Figura 5 – Textura procedural de madeira no Blender . . . . .  | 17 |
| Figura 6 – Textura baseada em imagem . . . . .   | 17 |
| Figura 7 – Uso de <i>Cel Shading</i> em The Legend of Zelda: Breath of the Wild . . . . .                      | 19 |
| Figura 8 – Aplicação de <i>Cel Shading</i> em uma esfera no Blender . . . . .                                  | 20 |
| Figura 9 – Renderização realista no Blender . . . . .  | 21 |
| Figura 10 – Passos para aplicação de contorno com <i>Grease Pencil</i> . . . . .                               | 22 |
| Figura 11 – Contorno aplicado com <i>Grease Pencil</i> . . . . .   | 22 |
| Figura 12 – Miniatura de uma cidade feita com <i>Geometry Nodes</i> . . . . .                                  | 23 |
| Figura 13 – Metodologia utilizada no projeto . . . . .   | 24 |
| Figura 14 – Cenário de Steven Universo . . . . .   | 27 |
| Figura 15 – Concepção de cenário de Hora de Aventura . . . . .   | 28 |
| Figura 16 – Modelagem 3D de um elemento do cenário . . . . .   | 29 |
| Figura 17 – Árvore de nós . . . . .  | 30 |
| Figura 18 – <i>Cel Shading</i> utilizando o modo <i>Linear</i> . . . . .                                       | 31 |
| Figura 19 – <i>Cel Shading</i> utilizando o modo <i>Constant</i> . . . . .                                     | 31 |
| Figura 20 – Iluminação noturna com luz azul uniforme . . . . .   | 32 |
| Figura 21 – Iluminação noturna com luz azul e pontos de luz branca . . . . .                                   | 32 |
| Figura 22 – Contornos gerados a partir do <i>Grease Pencil</i> . . . . .                                       | 33 |
| Figura 23 – Comportamento dos contornos fora da visão da câmera . . . . .                                      | 34 |
| Figura 24 – Lua desenhada com <i>Grease Pencil</i> . . . . .   | 34 |
| Figura 25 – Passos para criação de folhagem utilizando <i>Geometry Nodes</i> . . . . .                         | 35 |
| Figura 26 – Planos orientados com <i>Geometry Nodes</i> , em comparação com planos sem<br>orientação . . . . . | 36 |
| Figura 27 – Direção das normais em um plano e em uma esfera . . . . .  | 37 |
| Figura 28 – Resultado da técnica de transferência de normais . . . . .   | 37 |
| Figura 29 – Imagem com canal alfa . . . . .  | 38 |
| Figura 30 – Resultado da prototipação com <i>Geometry Nodes</i> . . . . .                                      | 39 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 31 – Aplicação do <i>Geometry Nodes</i> para construção de nuvens . . . . . | 39 |
| Figura 32 – Primeiro esboço da composição . . . . .                                | 40 |
| Figura 33 – Esboço final da composição . . . . .                                   | 41 |
| Figura 34 – Modelagem de um prédio do cenário . . . . .                            | 42 |
| Figura 35 – Modelagem bruta do cenário . . . . .                                   | 42 |
| Figura 36 – Adição de detalhes no cenários . . . . .                               | 43 |
| Figura 37 – Distorção nos elementos do cenário . . . . .                           | 44 |
| Figura 38 – Iluminação da cena com HDRI e fundo com cor personalizada . . . . .    | 45 |
| Figura 39 – Implementação da folhagem estilizada no cenário . . . . .              | 45 |
| Figura 40 – Nuvens desenhadas no fundo do cenário . . . . .                        | 46 |
| Figura 41 – Elementos parcialmente texturizados na cena . . . . .                  | 46 |
| Figura 42 – Resultado final da fase de texturização . . . . .                      | 47 |
| Figura 43 – Detalhes adicionados com o <i>Grease Pencil</i> . . . . .              | 48 |
| Figura 44 – Versão diurna do cenário final . . . . .                               | 50 |
| Figura 45 – Versão vespertina do cenário final . . . . .                           | 51 |
| Figura 46 – Versão noturna do cenário final . . . . .                              | 52 |
| Figura 47 – Versão com personagem 2D . . . . .                                     | 53 |
| Figura 48 – Variação de ângulo da cena . . . . .                                   | 53 |

## SUMÁRIO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | <b>INTRODUÇÃO</b>                         | 11 |
| 2     | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>              | 16 |
| 2.1   | <b>Blender</b>                            | 16 |
| 2.2   | <b>Renderização PBR e NPR</b>             | 16 |
| 2.3   | <b>Estilização 2D</b>                     | 18 |
| 2.3.1 | <i>Cel Shading</i>                        | 18 |
| 2.3.2 | <i>Grease Pencil</i>                      | 20 |
| 2.3.3 | <i>Geometry Nodes</i>                     | 21 |
| 3     | <b>METODOLOGIA</b>                        | 24 |
| 3.1   | <b>Ideação</b>                            | 24 |
| 3.2   | <b>Prototipação</b>                       | 25 |
| 3.3   | <b>Implementação</b>                      | 25 |
| 3.4   | <b>Aprendizagem</b>                       | 25 |
| 4     | <b>RELATÓRIO DE PRODUÇÃO</b>              | 26 |
| 4.1   | <b>Ideação</b>                            | 26 |
| 4.1.1 | <i>Referências de estética 2D</i>         | 26 |
| 4.2   | <b>Prototipação</b>                       | 28 |
| 4.2.1 | <i>Prototipação do Cel Shading</i>        | 28 |
| 4.2.2 | <i>Prototipação do Grease Pencil</i>      | 32 |
| 4.2.3 | <i>Prototipação dos Geometry Nodes</i>    | 35 |
| 4.2.4 | <i>Considerações sobre a prototipação</i> | 38 |
| 4.3   | <b>Implementação</b>                      | 40 |
| 4.3.1 | <i>Modelagem</i>                          | 40 |
| 4.3.2 | <i>Texturização e composição visual</i>   | 43 |
| 4.3.3 | <i>Detalhes finais</i>                    | 47 |
| 4.3.4 | <i>Animação</i>                           | 48 |
| 4.4   | <b>Aprendizagem</b>                       | 49 |
| 5     | <b>RESULTADOS</b>                         | 50 |
| 5.1   | <b>Cenário final</b>                      | 50 |
| 5.1.1 | <i>Versão vespertina do cenário</i>       | 50 |

|       |                                  |    |
|-------|----------------------------------|----|
| 5.1.2 | <i>Versão noturna do cenário</i> | 51 |
| 5.1.3 | <i>Versão com personagem 2D</i>  | 51 |
| 5.1.4 | <i>Animação final</i>            | 52 |
| 6     | <b>CONCLUSÃO</b>                 | 54 |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b>               | 55 |

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a animação digital consolidou-se como uma linguagem visual amplamente empregada em narrativas audiovisuais, publicidade, jogos e mídias interativas. Dentro desse universo, duas abordagens técnicas predominam: a animação bidimensional (2D) e a tridimensional (3D). A animação 2D, tradicionalmente associada a desenhos feitos à mão, é caracterizada por imagens planas que enfatizam contornos, cores chapadas e exageros visuais. Já a animação 3D utiliza modelos volumétricos manipulados em um espaço tridimensional, com simulações de luz, sombra e movimento baseadas em princípios físicos (Kähäri, 2022; Omar, 2023).

Apesar dessas distinções, os dois estilos compartilham fundamentos semelhantes e, como observa Kähäri (2022), mesmo produções tridimensionais podem adotar estratégias que evocam a estética do desenho animado tradicional. Esse cruzamento entre linguagens dá origem ao que se convencionou chamar de estilo visual híbrido, uma combinação de elementos visuais típicos do 2D com os recursos de volumetria e encenação espacial próprios do 3D (Moldoveanu *et al.*, 2022).

Com o avanço das ferramentas digitais, o 3D passou a ser incorporado de forma pontual em produções bidimensionais por meio da computação gráfica, funcionando como recurso complementar à encenação. Um dos exemplos mais marcantes dessa integração é a cena do salão de baile no longa-metragem *A Bela e a Fera* (1991), representada na Figura 1. A Figura 2 demonstra o ambiente tridimensional construído para o longa, em computação gráfica, para permitir o uso de uma câmera virtual em movimento contínuo, algo praticamente inviável com os métodos tradicionais de animação 2D. Enquanto os personagens foram desenhados à mão, o baile foi animado separadamente, respeitando marcações espaciais definidas por um *grid* no chão, permitindo que os animadores posicionassem os personagens em relação ao cenário digital com precisão.

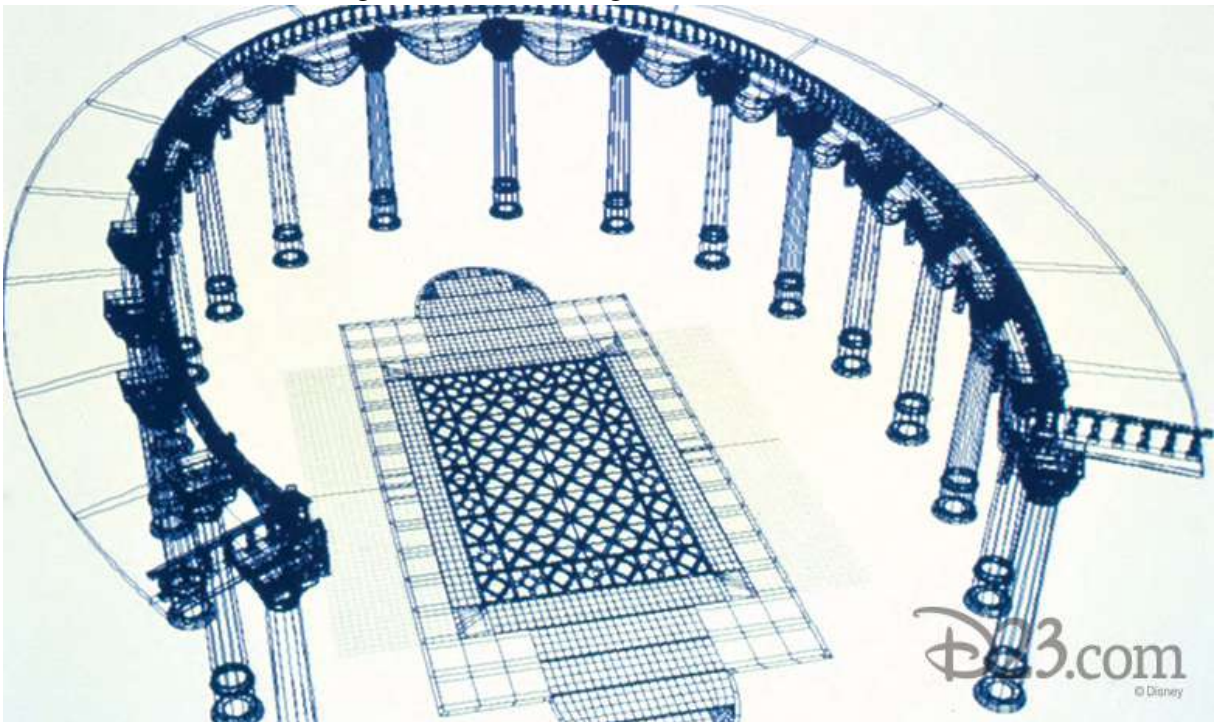
Esse procedimento não apenas permitiu maior fluidez e flexibilidade para a movimentação de câmera, como também manteve a coesão estética da obra, já que o cenário tridimensional foi texturizado a partir de uma pintura manual realizada pelo departamento de arte da Disney, garantindo que o ambiente digital mantivesse o estilo artístico tradicional do estúdio. O resultado foi uma cena tecnicamente inovadora, mas visualmente integrada ao restante do filme, demonstrando como o uso do 3D, mesmo de forma localizada, já oferecia soluções narrativas e visuais complementares ao 2D.

Figura 1 – Cena do baile de A Bela e A Fera (1991)



Fonte: Walt Disney Productions, 1991.

Figura 2 – Modelo digital do salão de baile



Fonte: D23, 2016.

Além de seu potencial para realismo e simulação física, a animação 3D pode ser manipulada intencionalmente para simular a estética do desenho animado tradicional. Isso é possível graças ao uso de técnicas conhecidas como renderização não fotorrealista (*Non-Photorealistic Rendering*, ou NPR), que buscam se afastar da simulação física da luz e dos materiais em favor de resultados com mais liberdade gráfica. Como destaca Kähäri (2022), esse tipo de renderização busca fazer com que modelos e cenas tridimensionais pareçam ilustrações

feitas à mão, aproximando-se da linguagem visual da animação 2D e dos quadrinhos. Para alcançar esse efeito, são utilizadas estratégias como o sombreado segmentado (*Cel Shading*), que substitui os gradientes suaves por faixas de cor chapada; os contornos, que reforçam as bordas dos objetos como em um traço desenhado; e, o uso de texturas simples, que evitam o excesso de detalhes e contribuem para a aparência plana e gráfica da imagem.

Um exemplo recente de uso intencional de soluções não fotorrealistas na animação 3D é o longa-metragem *Flow* (2023), apresentado na Figura 3, dirigido por Gints Zilbalodis. Produzido inteiramente no software Blender, o filme foi renderizado com o motor *Eevee*, escolhido pelo diretor principalmente por sua agilidade e eficiência no processo criativo. Como destacado por Zilbalodis (2024), a velocidade de renderização, a flexibilidade para ajustar luzes e materiais diretamente no arquivo, tornaram o *Eevee* uma ferramenta central no fluxo de trabalho adotado. Nesse caso, percebe-se como o uso de materiais personalizados e o controle direto sobre o visual de cada cena contribuíram para um resultado estilizado e adaptado à proposta narrativa do filme.

Figura 3 – Cena de *Flow* (2024)



Fonte: Dream Well Studio, 2024.

Nos últimos anos, a combinação de elementos visuais do 2D e do 3D tem se tornado

uma escolha estética recorrente em grandes produções. Obras como "Homem-Aranha no Aranhaverso" (2018) (Figura 4), e "Gato de Botas 2: O Último Pedido" (2022) demonstram como é possível combinar a volumetria, profundidade de campo e movimentação de câmera típicas do 3D com características gráficas associadas à animação tradicional. Esses filmes não apenas adotam esse estilo híbrido como recurso visual, mas fazem dele um elemento central da linguagem narrativa e da identidade estética da obra. Como destacam Moldoveanu *et al.* (2022), o uso da estética híbrida entre 2D e 3D ultrapassa a função de solução técnica, configurando-se como uma escolha artística deliberada que permite explorar recursos narrativos e construir estilos visuais que não seriam facilmente alcançáveis utilizando apenas uma das linguagens.

Figura 4 – Cena de Homem-Aranha: No Aranhaverso (2018)



Fonte: IMDB, 2018.

É importante destacar que a combinação entre recursos tridimensionais e estética bidimensional não é uma tentativa de fazer o 3D imitar o 2D, mas sim a construção de uma linguagem visual que explora intencionalmente características de ambos os campos. O ambiente 3D oferece uma estrutura técnica que facilita a reprodução de elementos complexos. Como observa Boulos (2016), o uso do espaço tridimensional permite às animações estilizadas explorar ângulos de câmera dinâmicos, composições complexas e uma sensação de profundidade que seriam difíceis de alcançar dentro das limitações do 2D. Por outro lado, a estilização gráfica oriunda do 2D, muitas vezes utilizando contornos, cores mais chapadas e deformações intencionais, rompe com o realismo físico e entrega uma estética mais pictórica. Como observa Kähäri (2022), essa

abordagem não busca reproduzir o mundo como ele é, mas sim construir uma linguagem visual própria, que valoriza a simplificação gráfica e os atributos expressivos associados ao desenho.

Com a utilização de técnicas de estilização 2D para a criação do cenário em 3D, é possível obter as vantagens de ambos os métodos. No caso do 3D, observa-se como vantagens a facilidade na criação do cenário em perspectiva, a possibilidade de mudanças rápidas na composição da imagem e a integração do personagem dentro do cenário. A estratégia de combinar esses recursos à expressividade e ao estilo cartunesco do 2D permite potencializar o *storytelling* e a ambientação.

Diante desse contexto, o presente trabalho busca realizar uma experimentação prática sobre como ferramentas tridimensionais podem ser utilizadas para construir um cenário com uma estética visual inspirada na animação 2D. A proposta consiste em explorar os recursos de estilização disponíveis no software Blender, por meio da abordagem metodológica do *Design Thinking*, conforme proposto por Ambrose e Harris (2010). A partir da prototipação de técnicas como texturização, contornos e o recurso *Grease Pencil*, busca-se observar os comportamentos visuais de cada abordagem e suas implicações técnicas e estéticas. Com base nessas experimentações, o processo culmina na criação de uma composição mais elaborada: a construção de um cenário urbano estilizado. Essa produção final permite integrar as soluções testadas ao longo do percurso e investigar, na prática, como o 3D pode ser manipulado para gerar imagens que evocam a linguagem gráfica do 2D.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é explorar como técnicas de estilização visual em 3D podem ser aplicadas na construção de cenários com estética inspirada na animação 2D tradicional. Para alcançar esse propósito, propõem-se os seguintes objetivos específicos: identificar e analisar recursos do Blender voltados à estilização gráfica inspirada no 2D; prototipar diferentes soluções técnicas utilizando os recursos identificados durante a pesquisa; desenvolver um cenário final que sintetize as técnicas selecionadas; e documentar o processo de criação com foco nas decisões técnicas e visuais adotadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos, técnicas e ferramentas que fundamentam a produção de conteúdos tridimensionais com aparência bidimensional, com foco na aplicação prática no software Blender. A proposta do trabalho parte da intenção de explorar recursos visuais estilizados em 3D que simulam traços e texturas característicos da animação 2D tradicional.

### 2.1 Blender

Blender é um software gratuito e de código aberto (Blender, 2025a), amplamente utilizado para modelagem, animação, texturização e renderização em 3D. Ele permite a criação de projetos inteiros, desde a modelagem de objetos até a composição final da imagem. Um dos recursos mais importantes do programa é o sistema de nós (ou *nodes*), utilizado em várias etapas da produção, como a criação de materiais, efeitos visuais, composição e geometria procedural.

Nos sistemas baseados em nós, o usuário conecta blocos em um diagrama de fluxo, de forma semelhante a um fluxograma: cada nó recebe entradas, processa informações e gera saídas que podem alimentar outros nós (Solare, 2023). No Blender, os nós são empregados principalmente na criação de materiais, ou seja, no sombreado de objetos, mas também aparecem em outras áreas como a composição de imagens (pós-produção) e a geração procedural de modelos 3D.

### 2.2 Renderização PBR e NPR

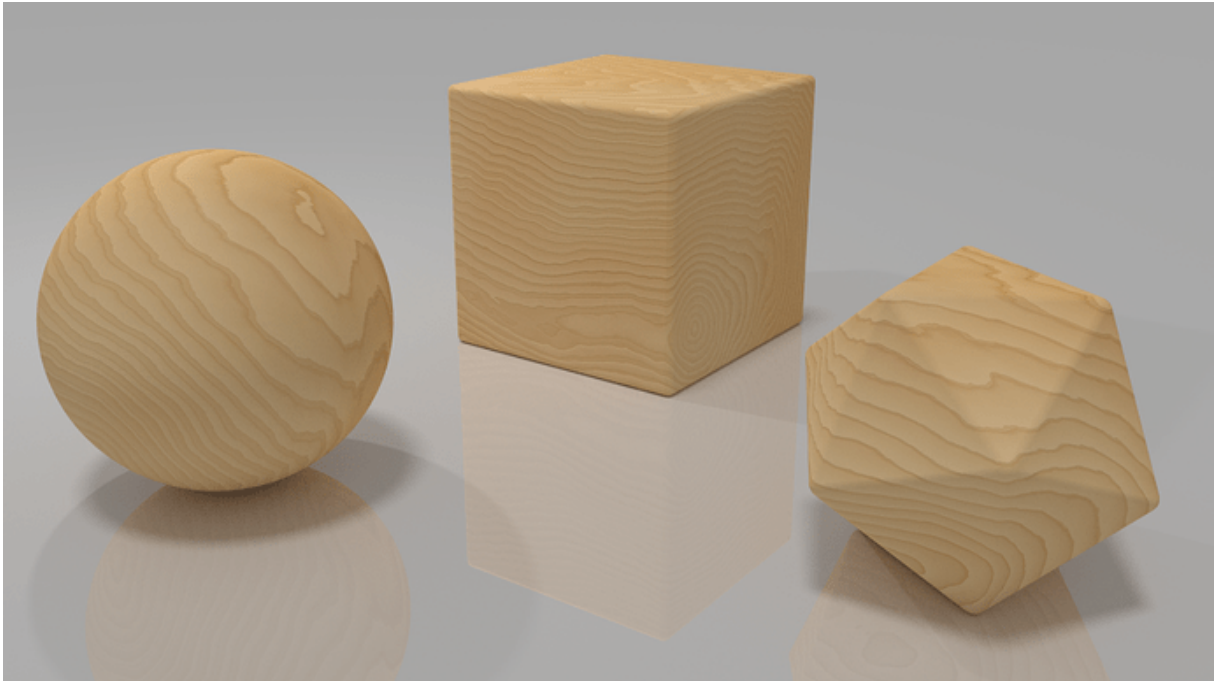
Como já mencionado previamente, na produção de cenas em 3D, duas abordagens principais se destacam: a renderização baseada em física, ou *Physically Based Rendering* (PBR) e a renderização não fotorrealista, ou *Non-Photorealistic Rendering* (NPR).

A renderização PBR busca simular com precisão os comportamentos da luz e dos materiais no mundo real. Como explica Nguyen (2024), essa técnica se baseia em como as superfícies realmente reagem à luz, utilizando aspectos específicos como cor base, textura e reflexividade para criar materiais que se comportam de maneira consistente sob diferentes condições de iluminação. No Blender, esse tipo de sombreado é comum em projetos com foco em realismo. A texturização também pode ser feita com imagens fotográficas, que adicionam detalhes reais à superfície, ou de forma procedural, quando os padrões visuais são gerados por

meio de nós e fórmulas matemáticas (Omar, 2023).

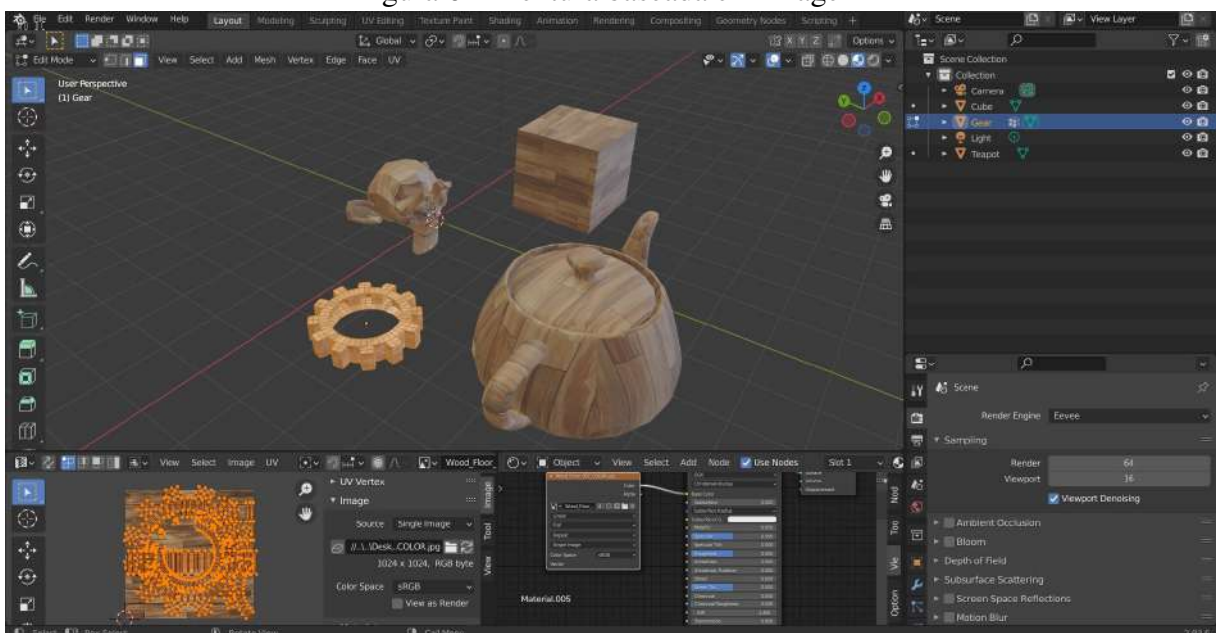
A Figura 5 mostra uma textura de madeira criada de forma procedural. Já a Figura 6 apresenta uma textura baseada em imagem. Ambas se inserem dentro de uma lógica de renderização PBR, na qual o objetivo é descrever o material da forma mais próxima possível de seu comportamento físico.

Figura 5 – Textura procedural de madeira no Blender



Fonte: Blender Artists Community.

Figura 6 – Textura baseada em imagem



Fonte: Cherie Tan, 2022.

No entanto, nem todo projeto busca fidelidade física. A renderização NPR se distancia do realismo para valorizar uma estética mais cartunesca, muitas vezes inspirada na linguagem do desenho animado, das ilustrações ou dos quadrinhos. Essa distinção entre realismo e estilização no campo da renderização 3D dialoga com discussões mais amplas sobre representação visual na arte e no design. Edwards (2021) propõe a diferença entre o "desenho realista", voltado à reprodução fiel da experiência visual, e o "desenho simbólico", que se baseia em convenções visuais internalizadas e tende à simplificação expressiva das formas. A renderização não fotorrealista (NPR), portanto, insere-se nesse segundo campo: ao invés de mimetizar com exatidão os materiais e comportamentos da luz, ela adota recursos estilizados para construir significados visuais próprios, favorecendo a expressividade gráfica em detrimento da simulação física.

### **2.3 Estilização 2D**

A estilização 2D em produções 3D refere-se à arte tridimensional que busca se assemelhar a desenhos e gráficos bidimensionais. Segundo Kähäri (2022), esse estilo tem como objetivo fazer com que modelos e cenas em 3D pareçam ilustrações feitas à mão, como as vistas em animações tradicionais ou histórias em quadrinhos. Essa abordagem se diferencia da animação 3D com estética realista por não buscar simular materiais, iluminação ou texturas de forma fiel à realidade. Em vez disso, valoriza a simplificação visual. A intenção não é reproduzir o mundo como ele é, mas criar uma linguagem visual própria.

A adoção dessa estética dentro de um ambiente 3D pode ser motivada por diversos fatores. Do ponto de vista artístico, ela permite maior liberdade estilística, além de resgatar elementos visuais de mídias tradicionais, como a animação 2D e os quadrinhos. Em um cenário saturado por produções hiper-realistas, a estilização 2D em 3D oferece uma alternativa visual que se destaca por sua originalidade (Kähäri, 2022). As próximas subseções apresentam com mais detalhes algumas das técnicas utilizadas para alcançar essa estética dentro do Blender.

#### **2.3.1 *Cel Shading***

Hansen (2020) define *Cel Shading* como uma técnica de sombreamento que divide a iluminação de um objeto em áreas distintas de luz e sombra, com transições abruptas e contornos bem definidos, criando um efeito visual semelhante ao de desenhos animados, quadrinhos ou

animações tradicionais. Um exemplo marcante da aplicação de *Cel Shading* em ambientes tridimensionais é o jogo “The Legend of Zelda: Breath of the Wild” (Figura 7), lançado pela Nintendo em 2017. O estilo visual adotado no jogo combina modelagem 3D com sombreado inspirado no estilo 2D.

Figura 7 – Uso de *Cel Shading* em The Legend of Zelda: Breath of the Wild



Fonte: Nintendo, 2017.

Um dos principais diferenciais do *Cel Shading* é que ele permite definir, de maneira completamente controlada, as cores das áreas iluminadas e sombreadas, não com base nas propriedades físicas dos materiais ou nas características da fonte de luz, mas sim de acordo com escolhas estilísticas. Por exemplo, é possível que uma sombra seja propositalmente roxa ou verde, ou que a área iluminada tenha um matiz incomum, reforçando uma sensação de fantasia, calor, mistério ou qualquer outra intenção narrativa.

Um dos modos mais comuns de aplicar *Cel Shading* no Blender é feito com uma combinação básica de nós, geralmente envolvendo um nó que converte a iluminação em tons de cinza e outro que define, de forma fixa, quais cores serão usadas para representar luz e sombra. Dessa forma, a paleta pode ser estabelecida de forma manual e criativa, sem depender da lógica física da cena.

A Figura 8 mostra uma esfera criada no Blender utilizando esse tipo de sombreado. Aqui, as áreas iluminadas puxam para o amarelo, enquanto as sombras adotam tons mais avermelhados, uma composição cromática decidida de forma artística, sem a obrigação

de simular uma fonte de luz real. Em contraste, a Figura 9 apresenta uma renderização com sombreamento tradicional baseado em PBR, onde a distribuição de luz e cor é determinada automaticamente pelas propriedades físicas dos materiais e da iluminação da cena.

Figura 8 – Aplicação de *Cel Shading* em uma esfera no Blender



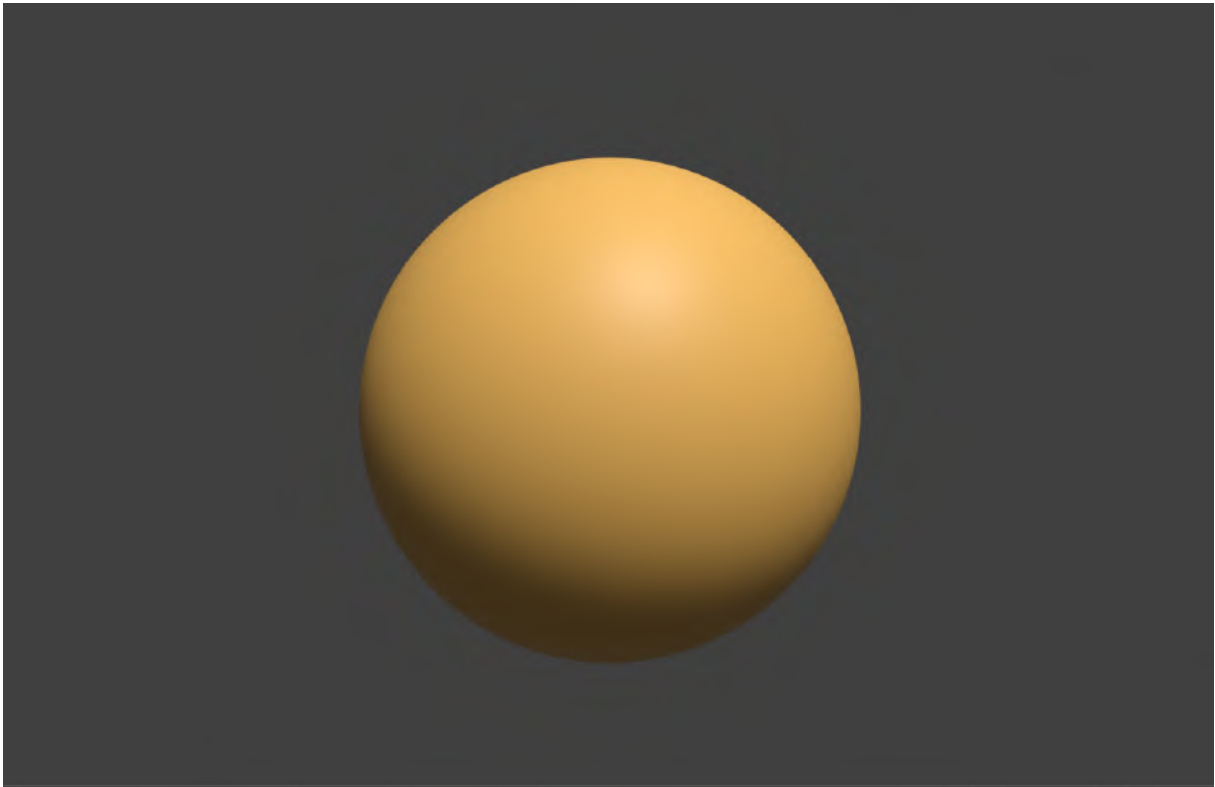
Fonte: elaborada pelo autor.

### 2.3.2 *Grease Pencil*

Uma das ferramentas mais versáteis para estilização é o *Grease Pencil*, recurso nativo do Blender que permite criar desenhos vetoriais diretamente em ambientes tridimensionais. A principal vantagem do *Grease Pencil* se encontra na flexibilidade de uso, permitindo tanto a geração de contornos quanto a inserção manual de elementos gráficos com aparência de ilustração 2D. Como destaca Kähäri (2022), os contornos visíveis são um dos componentes-chave da estilização 2D em produções 3D. Essas linhas podem variar em espessura, forma e cor, sendo frequentemente utilizadas junto ao *Cel Shading*.

Nesse contexto, o *Grease Pencil* pode ser utilizado de maneira automatizada por meio do modificador *Line Art*, que gera traços vetoriais com base na geometria dos elementos da cena. Esses traços não precisam ser desenhados manualmente, já que o Blender identifica as bordas visíveis a partir da câmera ativa e converte essas informações em linhas editáveis. A

Figura 9 – Renderização realista no Blender



Fonte: elaborada pelo autor.

partir disso, é possível editar a cor, espessura e outros detalhes do contorno. O maior atrativo, entretanto, é a sua praticidade, pois basta criar um modificador *Line Art* e vinculá-lo a um objeto, coleção ou à cena inteira para que os contornos sejam gerados automaticamente. A Figura 10 mostra os passos para a aplicação desse tipo de contorno, e o resultado pode ser visualizado na Figura 11.

Além do uso automatizado para contornos, o *Grease Pencil* também foi utilizado como uma ferramenta para desenhar elementos gráficos diretamente sobre a cena. Essa possibilidade amplia a expressividade visual do projeto, permitindo inserir traços manuais com aparência de ilustração 2D sobre o ambiente tridimensional.

### 2.3.3 *Geometry Nodes*

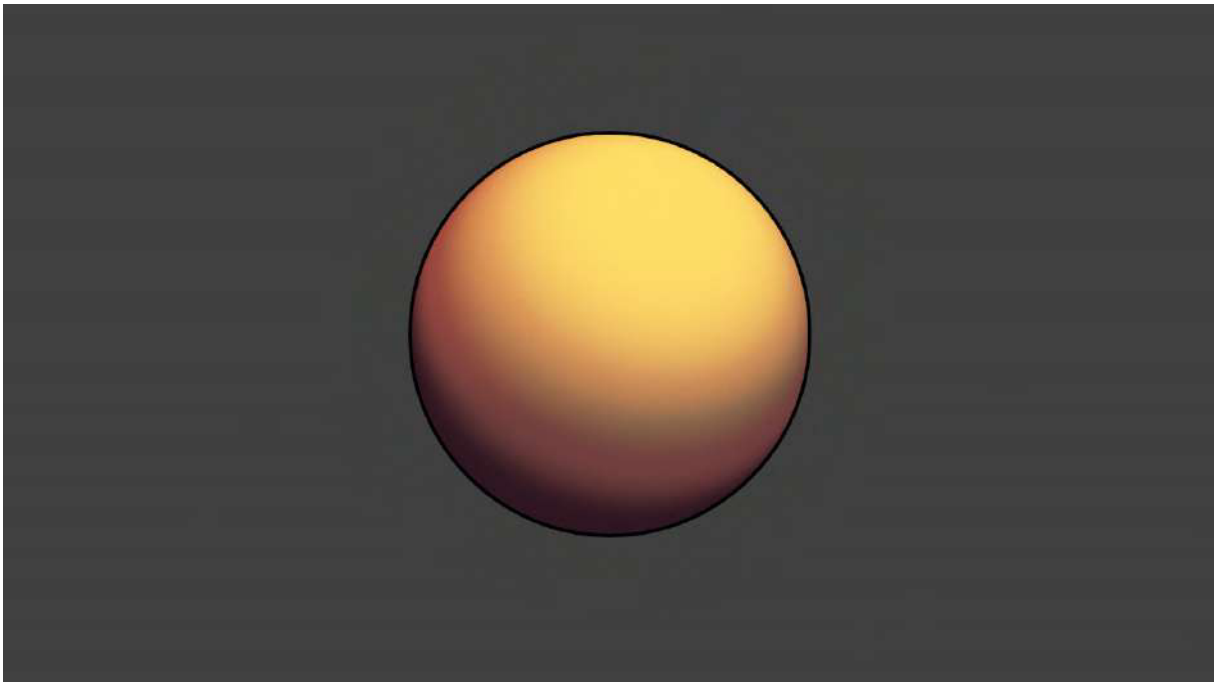
O *Geometry Nodes* é um recurso que permite criar e modificar geometrias de forma procedural, por meio de um sistema visual de nós (Blender, 2025b). Cada nó executa uma operação na geometria, como instanciar objetos, mover e transformar partes, e os nós são conectados entre si, levando ao resultado final. Em vez de modelar cada elemento manualmente, o artista pode configurar um fluxo de trabalho visual onde cada nó executa uma operação na

Figura 10 – Passos para aplicação de contorno com *Grease Pencil*



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 11 – Contorno aplicado com *Grease Pencil*



Fonte: elaborada pelo autor.

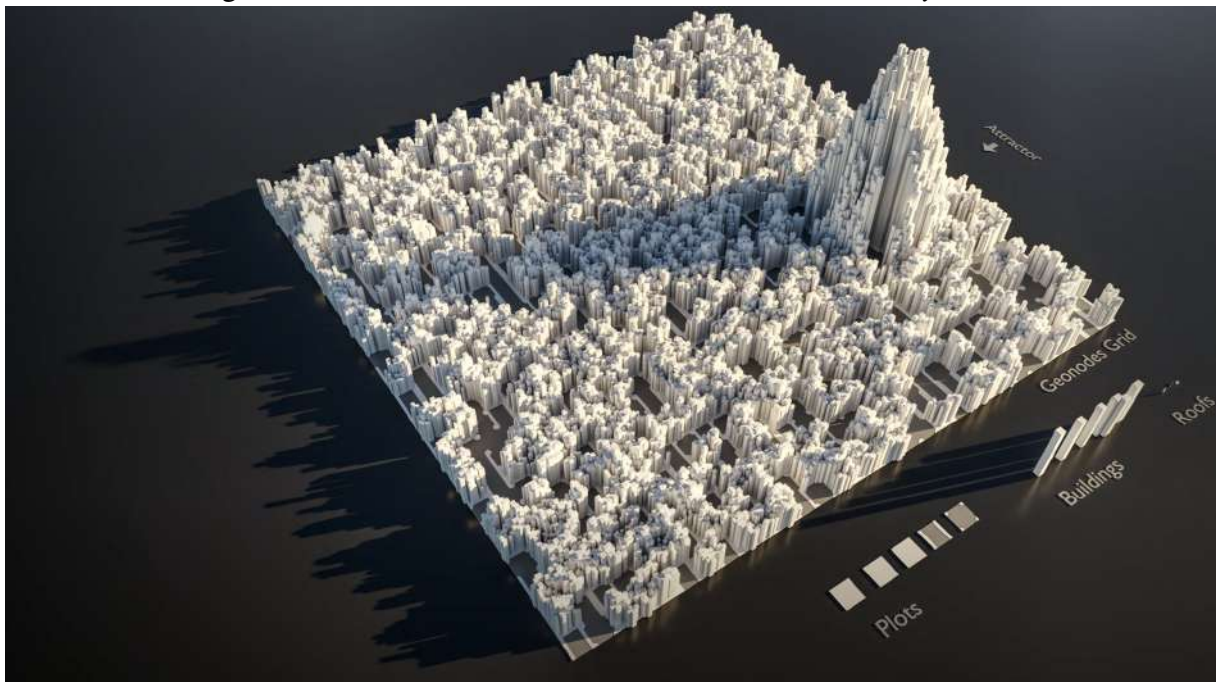
geometria, como instanciar objetos, mover vértices, ou gerar texturas, e o resultado de um nó serve como entrada para o próximo.

A maior vantagem do *Geometry Nodes* é a sua capacidade de automatizar tarefas complexas e repetitivas. Por exemplo, é possível criar uma malha base e usar o sistema para

distribuir instâncias de objetos como árvores, pedras ou edifícios sobre ela, controlando a densidade, a escala e a rotação de forma dinâmica. Se houver a necessidade de ajustar a distribuição ou o tamanho dos objetos, basta modificar um único parâmetro, e o resultado é atualizado em tempo real. Isso elimina a necessidade de duplicar e posicionar manualmente centenas ou milhares de objetos, economizando tempo e garantindo consistência em grandes cenários.

A Figura 12 ilustra um exemplo de aplicação do *Geometry Nodes* para a geração procedural de uma miniatura de uma cidade. Nessa abordagem, cada edifício não foi modelado individualmente; em vez disso, foram criados blocos modulares e regras de variação que permitem ao sistema instanciar automaticamente diferentes formatos, alturas e disposições.

Figura 12 – Miniatura de uma cidade feita com *Geometry Nodes*



Fonte: Dimitar, 2022.

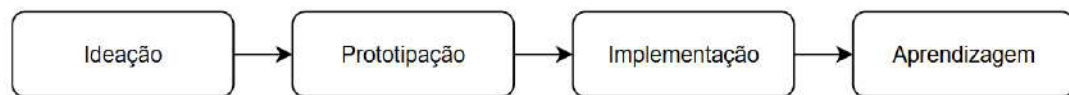
No geral, o *Geometry Nodes* pode ser aplicado a uma ampla variedade de situações que envolvam repetição ou variação controlada de elementos. A flexibilidade do sistema permite criar desde padrões geométricos abstratos até composições naturais mais orgânicas, mantendo sempre a possibilidade de alterar parâmetros de forma não destrutiva.

### 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi orientado metodologicamente pelo processo de *Design Thinking*, conforme apresentado por Ambrose e Harris (2010). Embora a abordagem original dos autores contemple mais etapas, optou-se aqui por uma adaptação do processo, com quatro fases principais. As etapas foram condensadas em blocos funcionais que mantêm a essência iterativa e reflexiva do *Design Thinking*, mas com foco na objetividade exigida por um projeto de caráter mais prático e experimental, como o que se propõe neste trabalho.

Então, o processo foi dividido em quatro etapas: ideação, prototipação, implementação e aprendizagem. O objetivo é investigar, de forma prática, como diferentes recursos do Blender podem ser aplicados na construção de uma estética visual que simula a linguagem da animação 2D em um ambiente tridimensional. Ao longo do desenvolvimento, foram realizados testes e experimentações, buscando compreender as possibilidades, limitações e características dos tipos de soluções possíveis.

Figura 13 – Metodologia utilizada no projeto



Fonte: elaborada pelo autor.

#### 3.1 Ideação

A etapa de ideação consistiu no levantamento de referências visuais relacionadas à estética da animação 2D. Nesse momento, foram analisadas produções audiovisuais que adotam essa linguagem estilizada, a fim de compreender suas principais características visuais e possibilidades. Com base nessa análise, foram identificadas soluções que poderiam orientar a experimentação prática no Blender ao longo do projeto.

### **3.2 Prototipação**

Em seguida, na etapa de prototipação, foram realizados experimentos práticos aplicando, de forma isolada, algumas das técnicas disponíveis no Blender para estilização. O objetivo foi compreender como essas ferramentas se comportam na prática, tanto em termos técnicos quanto estéticos, além de analisar sua aplicabilidade no desenvolvimento do cenário final. Cada experimento consistiu na criação de pequenos modelos que permitiram observar as vantagens, limitações, facilidade de uso e qualidade visual proporcionada por cada abordagem. Os resultados obtidos na prototipagem serviram como base para a definição das soluções visuais que seriam adotadas na próxima etapa do desenvolvimento.

### **3.3 Implementação**

Após a fase de experimentação, o processo avançou para a implementação, momento em que as técnicas selecionadas foram aplicadas na criação de uma composição visual mais elaborada. Esta etapa foi planejada de forma a sintetizar os aprendizados obtidos ao longo do processo, integrando diferentes recursos de estilização dentro do Blender. O desenvolvimento buscou integrar recursos característicos do ambiente tridimensional, como a sensação de profundidade e a construção espacial dos elementos, com atributos gráficos inspirados na linguagem visual do 2D.

### **3.4 Aprendizagem**

A etapa de aprendizagem, por sua vez, diz respeito à reflexão sobre o processo de desenvolvimento como um todo, com base nas experiências acumuladas nas etapas anteriores. É o momento de olhar para as decisões tomadas, o que funcionou, o que poderia ter sido feito de outro modo, e como o percurso se transformou ao longo do caminho. Mais do que avaliar o produto final, essa fase busca compreender o que foi aprendido durante o desenvolvimento, a partir da prática.

## 4 RELATÓRIO DE PRODUÇÃO

Nesta seção, será apresentado o processo de criação do cenário 3D, seguindo as etapas do *Design Thinking*. O capítulo irá abordar desde a pesquisa inicial de referências até a renderização da composição final.

### 4.1 Ideação

Para iniciar o projeto, foi necessário realizar uma busca por referências de cenários. De início, foi decidido que o cenário seria externo, retratando um quarteirão com casas, estabelecimentos e outros elementos urbanos. A escolha de um cenário urbano se deu pela possibilidade de experimentação que ele oferece, permitindo a adição de elementos que, apesar de não serem necessariamente coesos, podem servir para demonstrar diferentes tipos de técnicas de modelagem e texturização. A partir desse tema geral, foi necessário entender exatamente o que iria compor o cenário final do projeto. Para isso, foi realizada uma busca por referências de produções com estética 2D, com o objetivo de observar elementos recorrentes, estilos de composição e soluções gráficas que pudessem servir de inspiração para o desenvolvimento visual do trabalho.

#### 4.1.1 Referências de estética 2D

Uma das inspirações para este trabalho foi a série animada “Steven Universo”, de 2013, produzida pela Cartoon Network e dirigida por Rebecca Sugar. Como elemento característico da estética da série, nota-se a simplicidade das formas utilizadas. As nuvens, por exemplo, são comumente compostas por elipses simples, utilizando duas tonalidades que sugerem iluminação e sombra (Figura 14). Percebe-se também o uso de paletas de cores suaves, com gradientes e tons pastéis. Mais do que isso, a série utiliza as cores para construir a atmosfera das cenas. Um céu rosado, por exemplo, pode indicar uma cena de romance. Por outro lado, um céu acinzentado e uso de cores menos vibrantes retrata a melancolia. Inspirado nisso, foi decidido que o cenário final teria três versões: uma diurna, uma vespertina e outra noturna, demonstrando o uso de cores para construção de diferentes atmosferas.

Outra inspiração para o cenário final deste trabalho foi o desenho animado “Hora de Aventura” (Figura 15), lançado em 2010 pela Cartoon Network. Aqui, percebe-se uma linguagem visual característica do 2D, com predominância de cores vibrantes e chapadas, e o uso de linhas

Figura 14 – Cenário de Steven Universo



Fonte: Cartoon Network, 2013.

de contorno. No desenho, apesar do cenário aparentemente simples, há a inclusão de detalhes inusitados que trazem profundidade e interesse visual para a composição. É possível notar, inclusive, leves deformações e distorções nas formas, como um telhado inclinado ou uma janela torta. Segundo Mutter e Hübner (2024), composições visuais que fogem do padrão simétrico tendem a quebrar o chamado “processamento fluente”, ou seja, a facilidade automática com que o cérebro reconhece e interpreta formas típicas ou familiares. Portanto, a escolha de distorcer alguns elementos do cenário neste projeto foi feita com o objetivo de entregar uma composição mais estimulante.

Com base nas referências levantadas e nos estudos teóricos apresentados na seção de fundamentação teórica, foi possível mapear um conjunto de técnicas e ferramentas disponíveis no Blender com potencial para alcançar a estética desejada. Entre as abordagens analisadas, destacaram-se o uso de *Cel Shading* para o sombreamento segmentado, o *Grease Pencil* para a geração de contornos e inserção de elementos gráficos desenhados, e os *Geometry Nodes* para a criação procedural de formas repetitivas, como folhagem. Essas técnicas foram então levadas para a etapa de prototipação, onde puderam ser testadas individualmente.

Figura 15 – Concepção de cenário de Hora de Aventura



Fonte: Cartoon Network, 2010

## 4.2 Prototipação

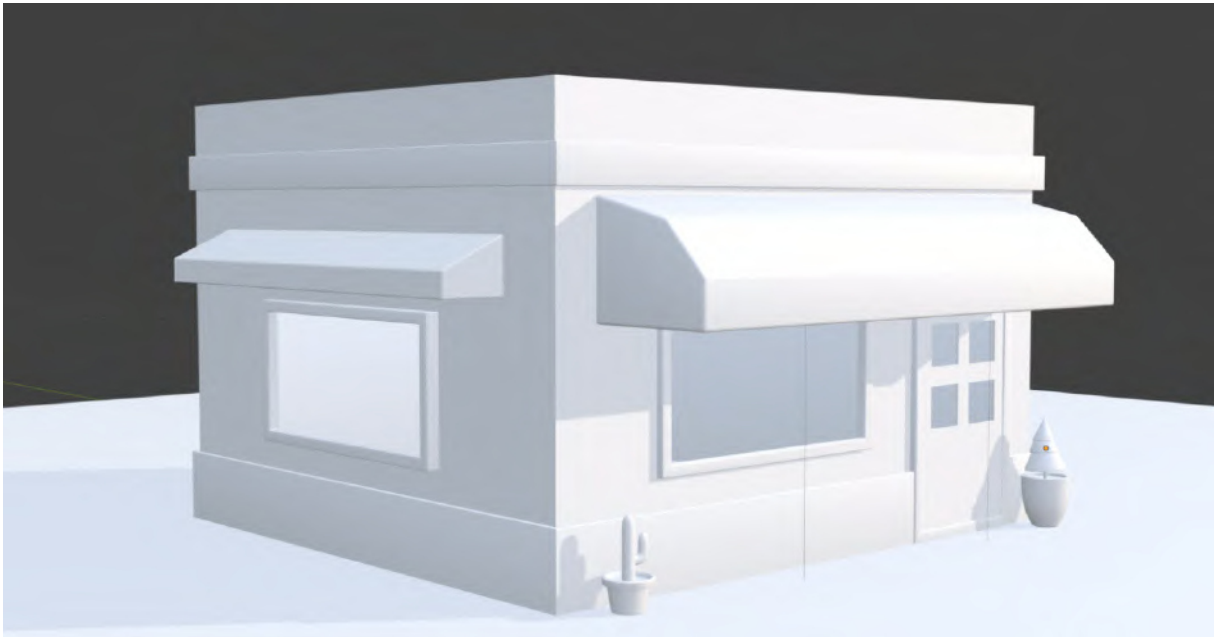
A etapa de prototipação teve como objetivo principal testar as técnicas selecionadas na fase de ideação. A partir das ferramentas mapeadas (*Cel Shading*, *Grease Pencil* e *Geometry Nodes*), foram realizados pequenos experimentos isolados, com o intuito de observar suas características visuais, possibilidades e limitações.

### 4.2.1 Prototipação do *Cel Shading*

De início, foi modelado um elemento do cenário final para testar a técnica de *Cel Shading* (Figura 16). A ideia era observar como essa técnica se comportaria em um objeto com formas mais complexas do que uma esfera simples, como a utilizada na seção de fundamentação teórica.

O funcionamento básico do *Cel Shading* no Blender parte de um nó chamado *Diffuse BSDF*, responsável por calcular como a luz se espalha sobre a superfície do objeto. Representado na Figura 17), esse nó simula o comportamento da luz em materiais sem brilho, como papel, onde a iluminação se dispersa de forma suave e difusa, sem reflexos marcados. Em seguida, esse resultado é passado por um nó chamado *Shader to RGB*, que converte a informação de luz em dados de cor em três canais (vermelho, verde e azul) que podem ser manipulados. Por fim, o nó *Color Ramp* permite definir manualmente como essas faixas de luz e sombra serão distribuídas,

Figura 16 – Modelagem 3D de um elemento do cenário



Fonte: elaborada pelo autor.

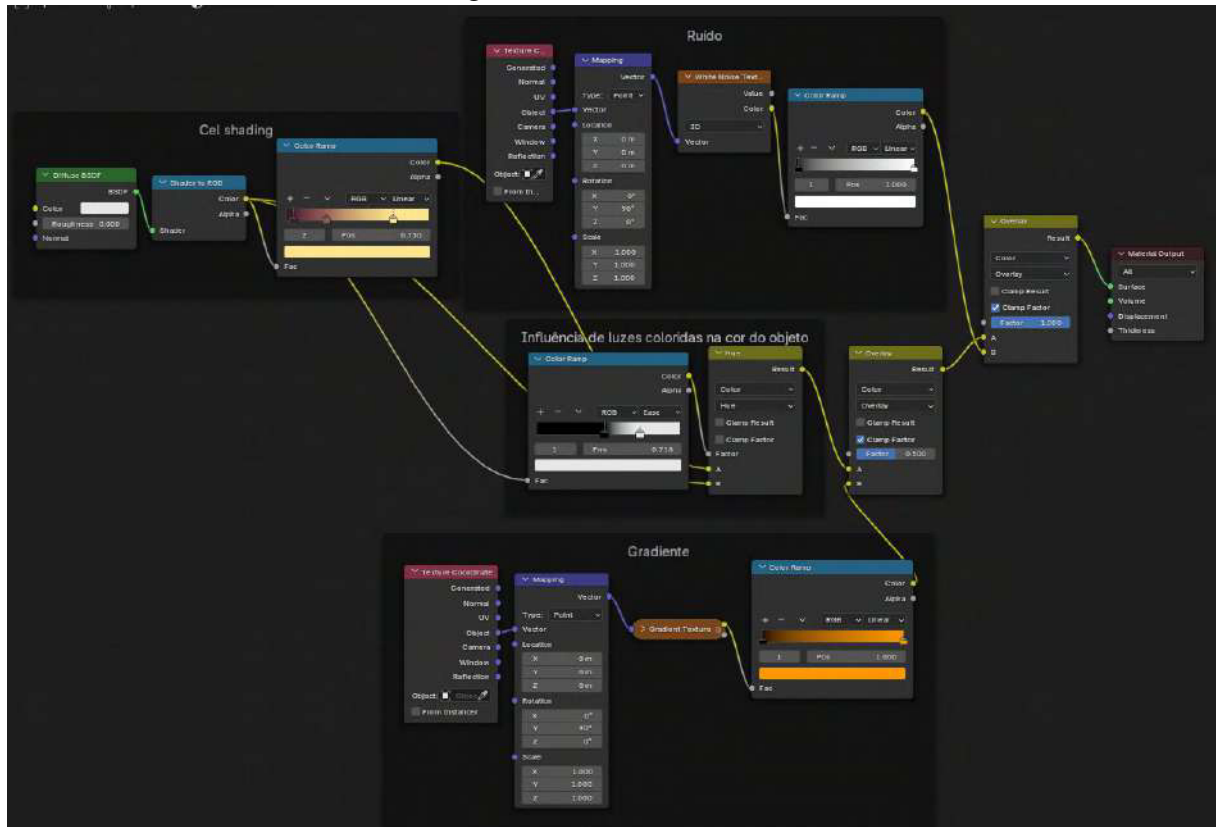
escolhendo cores específicas e o tipo de transição entre elas. Essa combinação é o que permite estilizar o sombreamento de forma controlada, criando transições bruscas de cor ou degradês mais suaves.

Além da estrutura básica do *Cel Shading*, foi adicionado ao material um gradiente, para criar uma variação sutil de cor ao longo da superfície do objeto. Como a ideia era ter diferentes versões da cena, o gradiente também serviu como um recurso para reforçar a ambientação nos diferentes momentos do dia. Por exemplo, na cena noturna, o gradiente utilizado foi mais azulado, o que contribuiu para a construção da atmosfera desejada. Esse efeito foi obtido com um nó do tipo *Gradient Texture*, combinado com um nó *Color Ramp*, permitindo ajustar a transição entre duas tonalidades.

Outro elemento adicionado foi um conjunto de nós que permite que luzes coloridas presentes na cena influenciem a coloração final do objeto. Isso foi necessário porque, ao utilizar o nó *Shader to RGB* em conjunto com o *Color Ramp*, o resultado passa a ser tratado como uma informação de cor fixa, desvinculada da iluminação da cena. Além disso, foi introduzido um ruído leve, aplicado por meio de uma textura procedural combinada a um *Color Ramp*.

O resultado final se mostrou satisfatório em relação à estética desejada para o cenário final. Foram testados diferentes modos de transição de cores no *Color Ramp*, especialmente os modos *Linear* (Figura 18) e *Constant* (Figura 19). O modo *Constant*, por suas características de transição abrupta entre faixas de cor, aproxima-se de um visual mais gráfico e estilizado,

Figura 17 – Árvore de nós



Fonte: elaborada pelo autor.

sendo bastante eficaz em projetos que buscam uma estética fortemente segmentada, semelhante a ilustrações vetoriais ou arte de quadrinhos. No entanto, no contexto específico deste projeto, os contornos rígidos gerados por esse modo acabaram prejudicando a legibilidade da forma e a percepção de volume em alguns objetos. Por outro lado, o modo *Linear* preservou a segmentação característica do *Cel Shading*, mas com transições mais suaves entre luz e sombra, o que forneceu um visual mais coerente com a linguagem gráfica proposta.

Durante os testes de iluminação, especialmente na transição para a versão noturna da cena, foi possível observar algumas limitações no comportamento do *Cel Shading*. Como as cores dos objetos são definidas manualmente, a influência da iluminação na cor final se torna mais restrita. Por exemplo, para compor a versão noturna desse objeto, foi utilizada uma luz com tom azulado. Porém, notou-se que cores como verde eram praticamente anuladas e ficavam acinzentadas (Figura 20). Para mitigar isso, foram adicionados pontos focais de luz branca que restauraram, em certas áreas, a cor original do objeto. Essa solução trouxe mais dinamismo e contraste visual para a cena noturna (Figura 21).

De modo geral, o *Cel Shading* se mostrou uma solução eficaz para alcançar a estética desejada neste projeto. Entre os pontos positivos, nota-se a facilidade de manipular diretamente

Figura 18 – *Cel Shading* utilizando o modo *Linear*

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 19 – *Cel Shading* utilizando o modo *Constant*

Fonte: elaborada pelo autor.

a forma como a luz se distribui sobre o objeto, por exemplo, ajustando o tamanho das áreas iluminadas ou em sombra, sem depender de uma simulação física realista. Por outro lado, a técnica exige um controle mais manual sobre as cores. Caso seja necessário alterar a paleta de um objeto, é preciso modificar ponto a ponto os marcadores, o que pode tornar o processo mais demorado. Ainda assim, se mostrou uma ferramenta útil para a construção de uma linguagem

Figura 20 – Iluminação noturna com luz azul uniforme



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 21 – Iluminação noturna com luz azul e pontos de luz branca



Fonte: elaborada pelo autor.

visual inspirada no desenho 2D.

#### 4.2.2 Prototipação do Grease Pencil

Na fase de prototipação, o *Grease Pencil* se mostrou uma solução prática para uma rápida aplicação de contorno na cena. Bastou adicionar um modificador do tipo *Scene Line Art*,

que, como visto na fundamentação teórica, adiciona um contorno baseado na geometria visível da cena inteira. O resultado pode ser observado na Figura 22. A ferramenta também permite personalizações nas linhas geradas, como alteração de cor e espessura. Também é possível aplicar efeitos como falhas na linha, simulando um traço manual.

Figura 22 – Contornos gerados a partir do *Grease Pencil*



Fonte: elaborada pelo autor.

Uma limitação da ferramenta, porém, é que os contornos são gerados com base na visão da câmera ativa. Portanto, ao sair da visão da câmera ou alternar para outra, os traços não acompanham corretamente a nova perspectiva (Figura 23), o que inviabiliza o uso de múltiplas câmeras na mesma cena com esse método. Ainda assim, para cenas com câmera fixa, como é o caso deste projeto, a solução se mostrou eficiente para a proposta desejada.

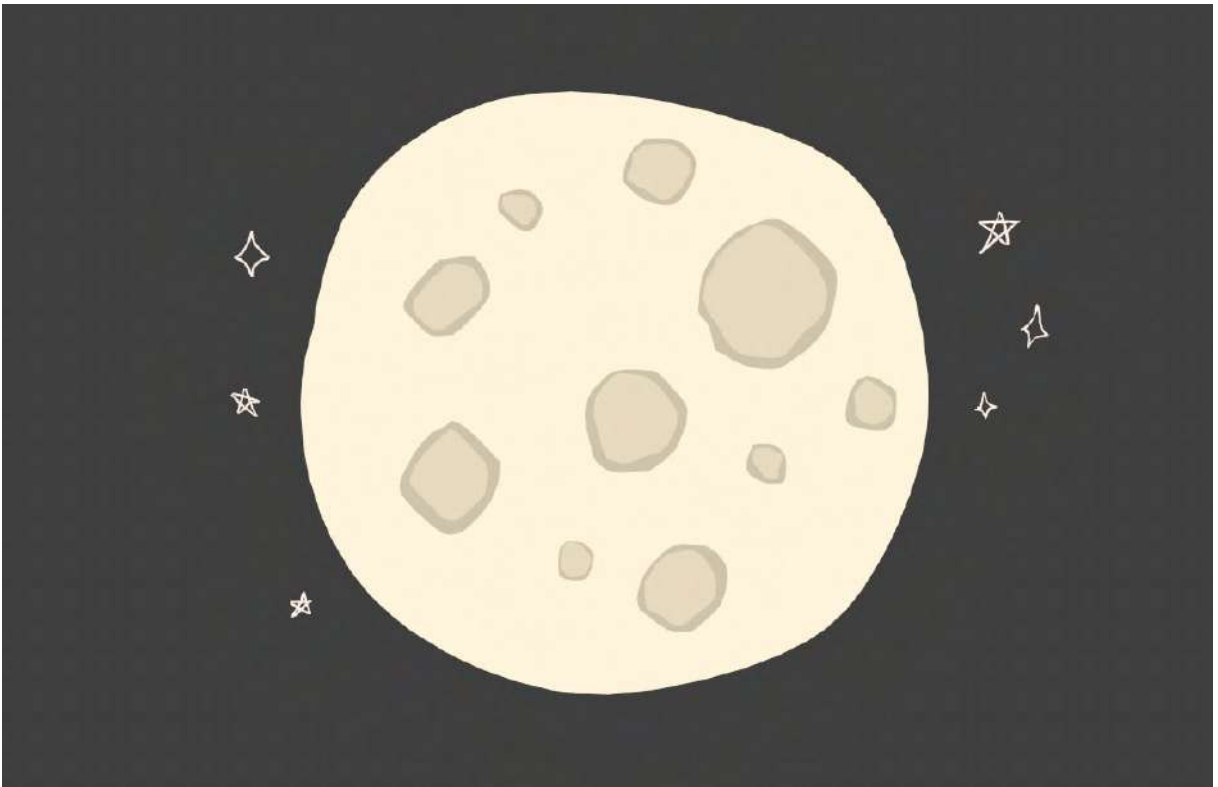
Além do uso automatizado para geração de contornos, o *Grease Pencil* também foi testado como ferramenta de desenho manual. Um exemplo foi a criação de uma lua estilizada, feita diretamente na cena 3D (Figura 24). O funcionamento é semelhante ao de softwares de edição de imagem: é possível desenhar em camadas separadas, utilizando diferentes tipos de pincéis. Essa abordagem permitiu inserir elementos gráficos com aparência de ilustração 2D sobre o ambiente tridimensional, de forma integrada.

Figura 23 – Comportamento dos contornos fora da visão da câmera



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 24 – Lua desenhada com *Grease Pencil*



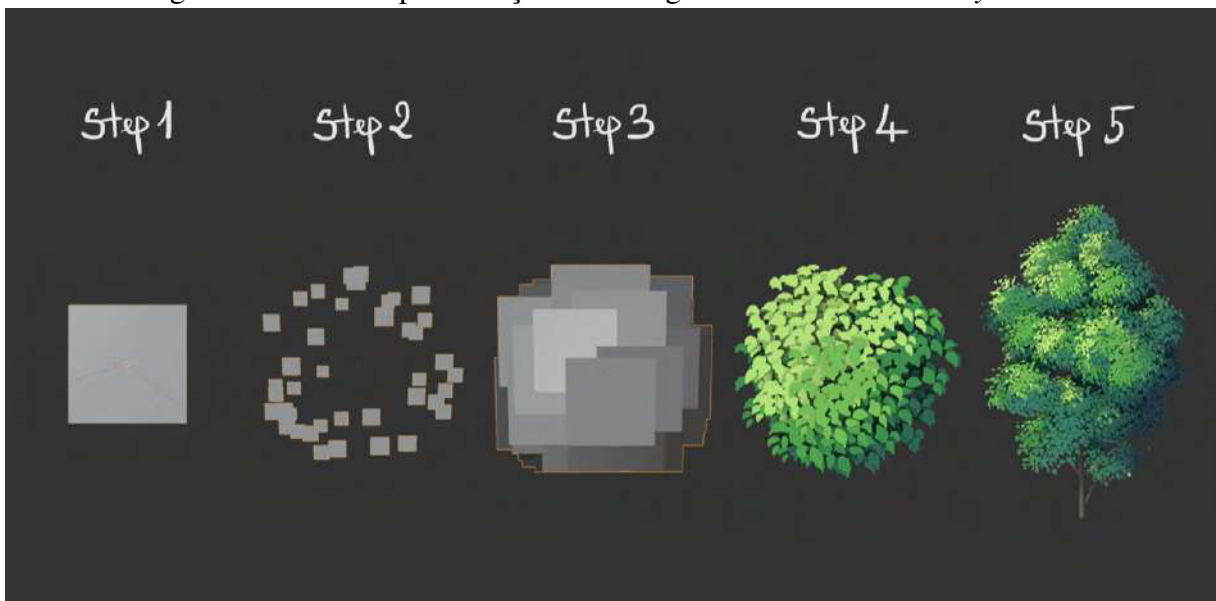
Fonte: elaborada pelo autor.

### 4.2.3 Prototipação dos Geometry Nodes

Os *Geometry Nodes* foram testados como solução para a criação procedural de elementos como árvores e gramado. O método seguido foi baseado no tutorial do canal Trungduyng (2024), que apresenta uma abordagem prática para gerar folhagem com aparência de ilustração bidimensional. A Figura 25 evidencia os passos necessários para implementação da técnica.

O processo começa com a criação de um plano simples, que é programado para permanecer sempre orientado em direção à câmera. Isso garante que os elementos da folhagem estejam sempre visíveis no mesmo ângulo, mesmo que a câmera se mova. A Figura 26 demonstra o efeito da aplicação dos *Geometry Nodes* na orientação dos planos em relação à câmera. À esquerda, observa-se os planos corretamente orientados, o que reforça a ilusão de volume. À direita, sem o uso dos *Geometry Nodes*, os planos estão desorganizados, prejudicando a ilusão. Em seguida, utiliza-se um sistema de partículas para distribuir várias instâncias desse plano ao redor de uma malha emissora, simulando o volume de uma copa de árvore.

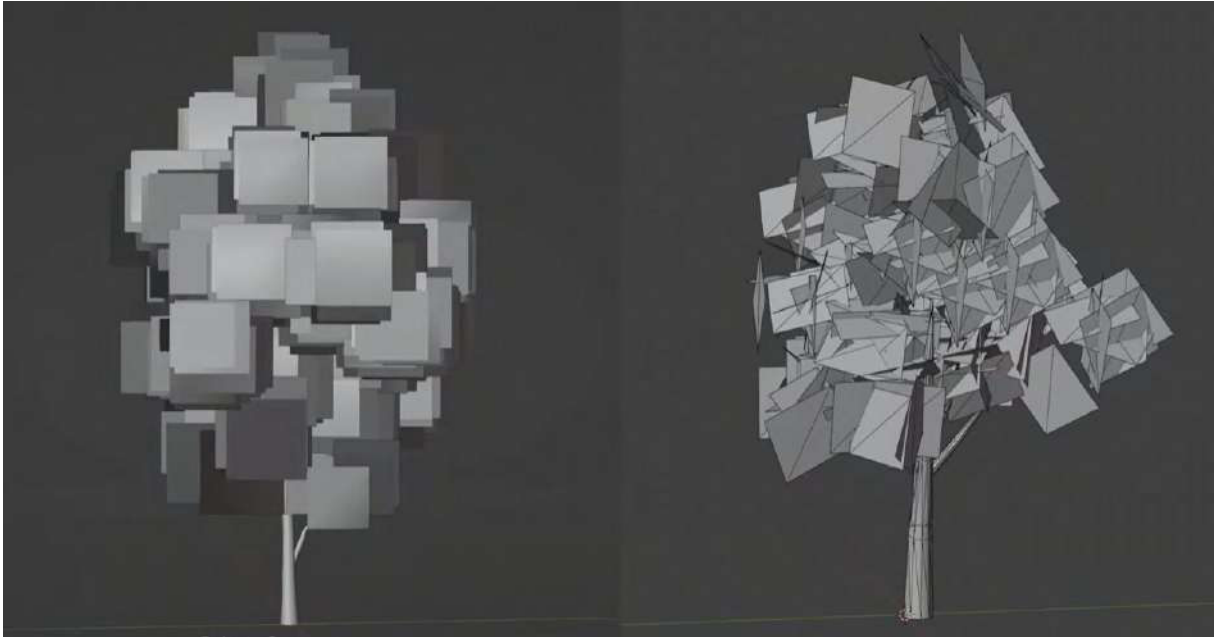
Figura 25 – Passos para criação de folhagem utilizando *Geometry Nodes*



Fonte: Trungduyng, 2024.

Após isso, foi aplicado o método de transferência de normais, ou *Transfer Custom Normals*. As normais são vetores que indicam a direção para a qual cada face ou vértice de uma malha está "apontando", e influenciam diretamente a forma como a luz interage com a superfície do objeto, sendo utilizadas para definir como o sombreado será calculado. Com esse recurso, as normais de um objeto base (como uma esfera) são transferidas para os planos que compõem a folhagem, aumentando a sensação de volume e reduzindo a aparência de que são apenas vários

Figura 26 – Planos orientados com *Geometry Nodes*, em comparação com planos sem orientação



Fonte: Trungduyng, 2024.

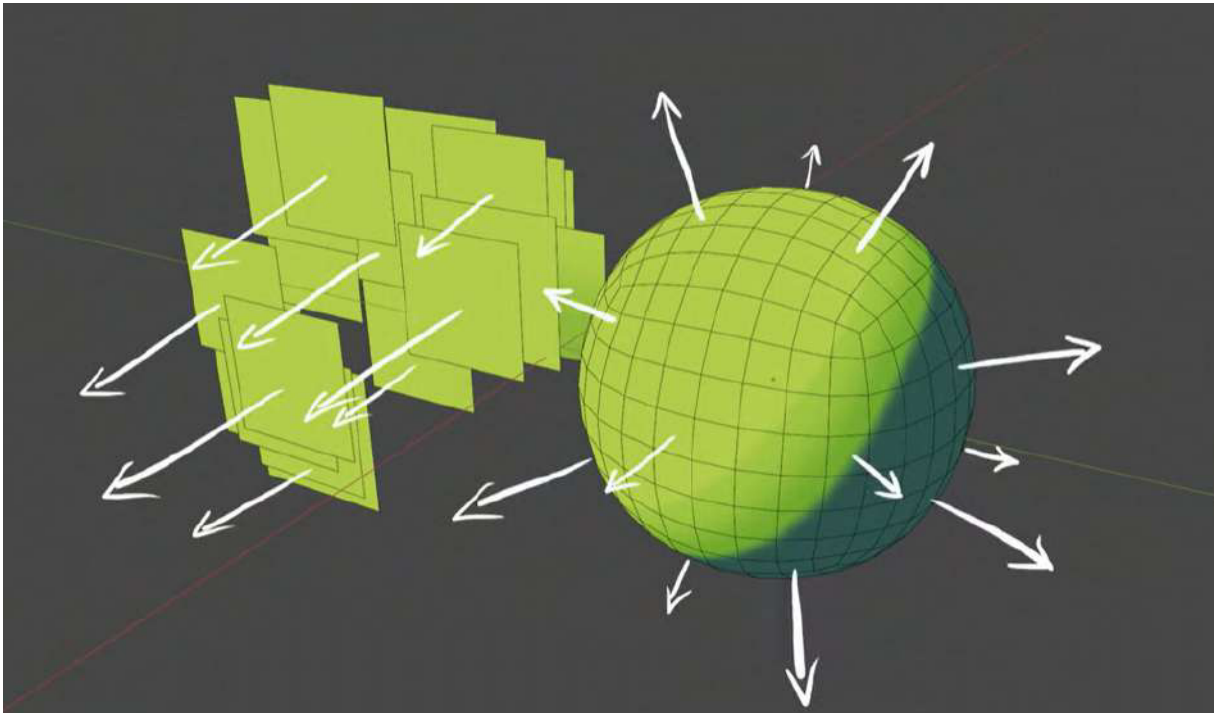
planos sobrepostos.

A Figura 27 e a Figura 28, retiradas do tutorial de Trungduyng (2024), ilustram a importância da transferência de normais. Colocou-se um plano e uma esfera lado a lado, com a mesma textura aplicada nos dois. Na Figura 27, nota-se que as normais do plano apontam para a mesma direção, enquanto as normais da esfera apontam em todas as direções, resultando em uma iluminação com boa distribuição de áreas iluminadas e em sombra. Após aplicar a técnica de transferência, as normais da esfera passam a influenciar os planos, como mostrado na Figura 28, dando a ilusão de volume e evitando que os planos fiquem totalmente iluminados ou escuros de maneira uniforme.

Para a textura das folhas, foi utilizada uma imagem com canal alfa (Figura 29), em que as áreas brancas representam a forma da folha e as áreas pretas correspondem ao fundo, que se torna transparente. Esse tipo de imagem funciona como uma máscara, determinando quais partes do plano devem permanecer visíveis. No material, essa informação é combinada a um nó *Transparent BSDF*, responsável por tornar invisíveis as regiões escuras da textura, e o sombreamento da folha em si é feito com *Cel Shading*. O resultado é uma folhagem com aparência estilizada e textura que remete a uma ilustração 2D (Figura 30).

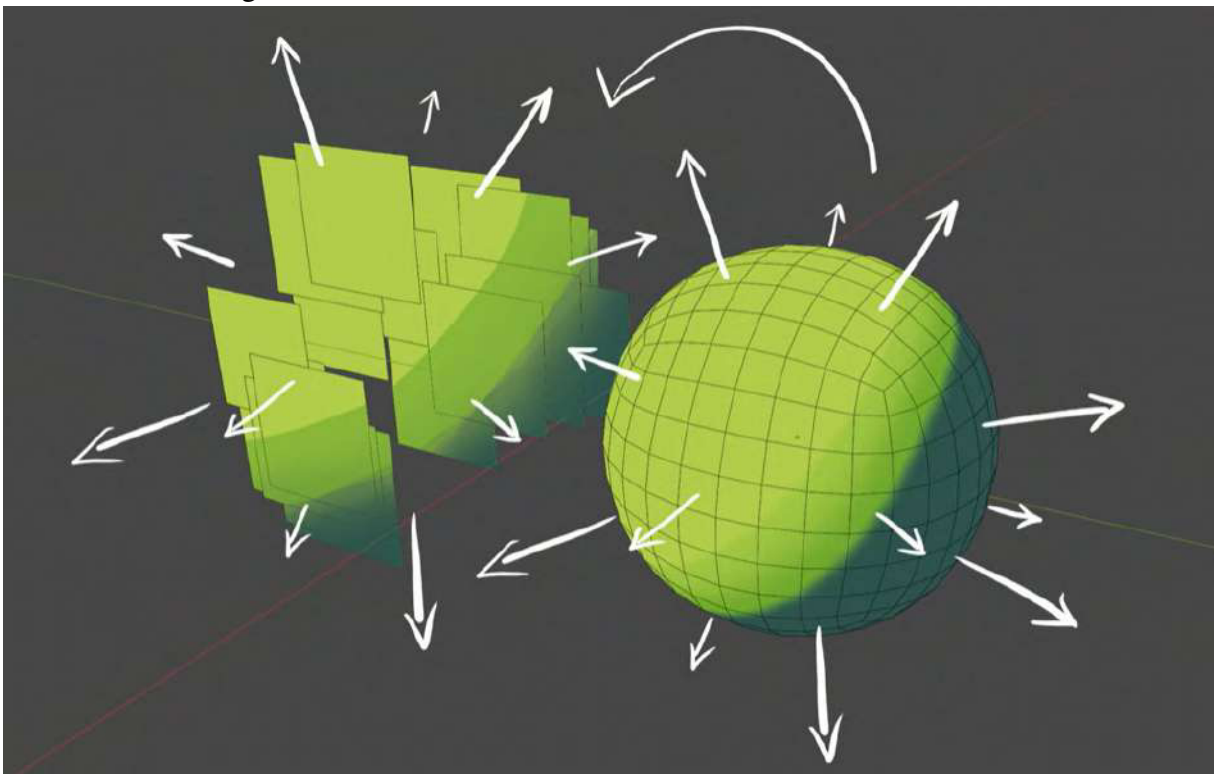
Também foi realizado um teste utilizando essa mesma técnica para a criação de nuvens (Figura 31). No entanto, o resultado final apresentou uma tridimensionalidade que destoava da proposta visual do projeto, aproximando-se mais de um objeto volumétrico do que

Figura 27 – Direção das normais em um plano e em uma esfera



Fonte: Trungduyng, 2024.

Figura 28 – Resultado da técnica de transferência de normais

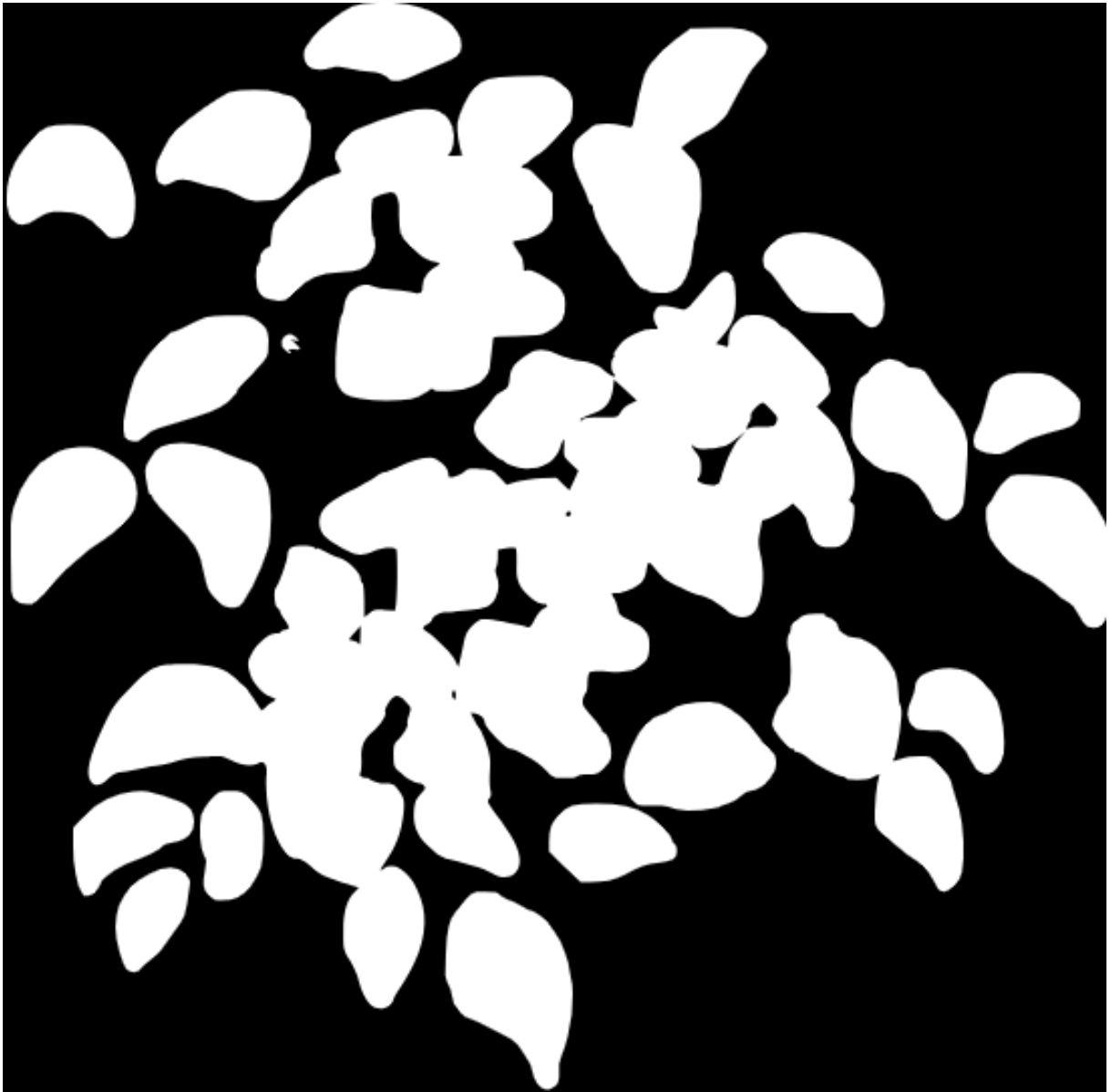


Fonte: Trungduyng, 2024.

de uma ilustração 2D. Essa percepção levou, posteriormente, à substituição da abordagem por desenhos manuais de nuvens com o *Grease Pencil*.

Uma limitação observada durante o uso dos *Geometry Nodes* foi a alta demanda

Figura 29 – Imagem com canal alfa



Fonte: Trungduyng, 2024.

computacional. Conforme a quantidade de elementos distribuídos aumentava, como no caso de folhagens mais densas, o desempenho do Blender foi significativamente impactado, resultando em lentidão durante a navegação, edição da cena e movimentação de objetos. Essa limitação exigiu uma abordagem mais contida na quantidade de instâncias geradas.

#### ***4.2.4 Considerações sobre a prototipação***

De maneira geral, os testes realizados durante a etapa de prototipação ajudaram a entender as vantagens e limitações de cada técnica. O *Cel Shading* proporcionou um grande controle sobre luz e cor, apesar de exigir um certo esforço manual. O *Grease Pencil*, por sua vez,

Figura 30 – Resultado da prototipação com *Geometry Nodes*



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 31 – Aplicação do *Geometry Nodes* para construção de nuvens



Fonte: elaborada pelo autor.

se destacou tanto pela eficiência na geração automática de contorno quanto pela possibilidade de adicionar, dentro de um meio 3D, elementos 2D desenhados à mão. Já os *Geometry Nodes* se

mostraram úteis na criação procedural de vegetação, permitindo distribuir grandes quantidades de elementos com variações controladas, embora o uso excessivo tenha impactado o desempenho do projeto. Apesar das limitações encontradas, todas as técnicas se mostraram viáveis e alinhadas à proposta visual do trabalho. Com base nesses resultados, foi possível seguir para a etapa de implementação.

### **4.3 Implementação**

Com base nos testes realizados durante a prototipação, a etapa de implementação teve como foco a construção do cenário final, utilizando as técnicas avaliadas. Então, foram organizados os elementos do cenário, aplicados os materiais definidos e realizados os ajustes visuais necessários para refletir a estética desejada.

#### **4.3.1 Modelagem**

De início, foi necessário realizar a blocagem da composição no Blender, a fim de visualizar como os elementos seriam dispostos na cena. A primeira proposta (Figura 32) consistia em posicionar a câmera no centro da rua, permitindo a visualização de elementos nos dois lados, como casas e estabelecimentos, convergindo para o centro do enquadramento. No entanto, essa composição acabou destacando mais a rua do que os próprios objetos modelados.

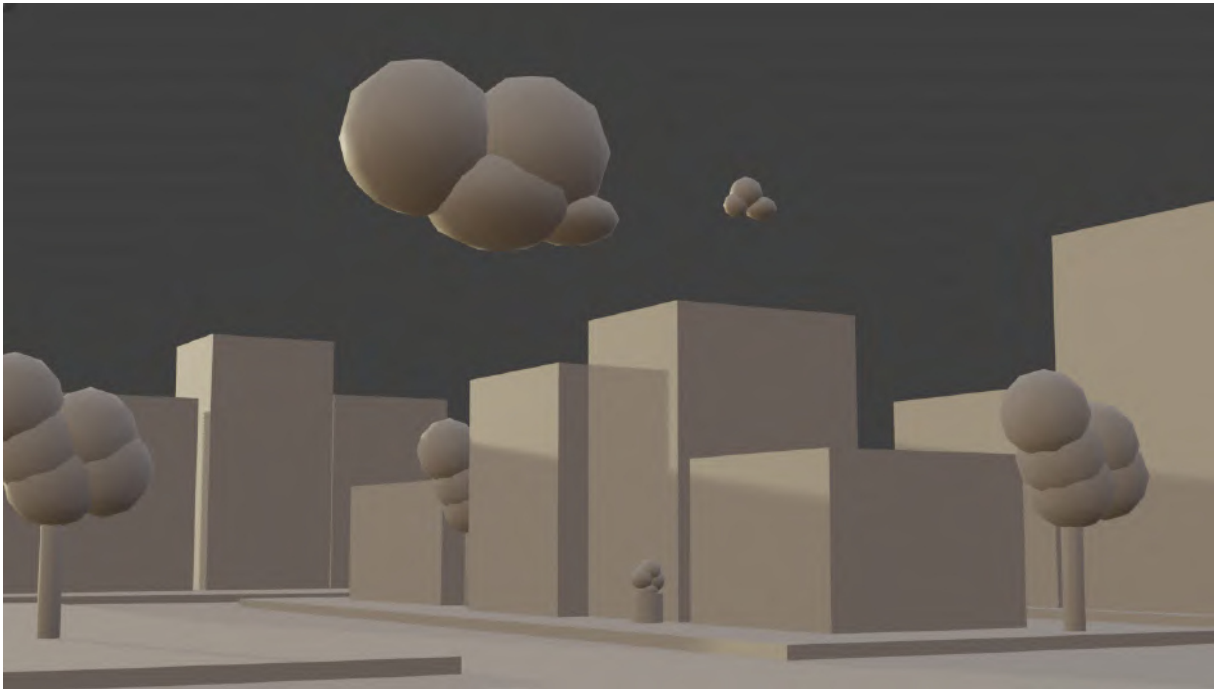
Figura 32 – Primeiro esboço da composição



Fonte: elaborada pelo autor.

Optou-se, então, por uma nova organização (Figura 33), com a câmera e os elementos modelados posicionados de forma a destacar diretamente um dos bairros. Com isso, foi possível criar um enquadramento mais interessante, com foco maior nos elementos visuais que compõem a cena.

Figura 33 – Esboço final da composição



Fonte: elaborada pelo autor.

A partir disso, iniciou-se a modelagem dos elementos do cenário. A técnica utilizada foi a modelagem poligonal, que consiste na manipulação direta de vértices, arestas e faces para construir os objetos em 3D. Foram utilizadas formas simples na composição geral, em consonância com a estética mais estilizada e próxima do *cartoon*.

Os prédios (Figura 34), por exemplo, partiram de um cubo que foi alongado verticalmente até adquirir proporções mais próximas de um retângulo. As janelas também começaram como cubos e, a partir deles, foi realizada uma operação de extrusão, empurrando as faces para dentro, para criar profundidade e simular o vão da janela.

Os demais elementos do cenário foram construídos seguindo a mesma lógica de modelagem, priorizando as formas simples. A Figura 35 apresenta uma visão geral da cena após a finalização da modelagem bruta, ainda sem os detalhes e acabamentos visuais. Neste estágio, vale destacar que as árvores e nuvens ainda aparecem representadas de forma provisória, por meio de esferas simulando sua forma. Essa abordagem foi adotada apenas como referência visual para a composição, já que a aparência final das árvores dependerá fortemente da etapa de

Figura 34 – Modelagem de um prédio do cenário



Fonte: elaborada pelo autor.

texturização e aplicação de materiais.

Figura 35 – Modelagem bruta do cenário



Fonte: elaborada pelo autor.

Com a modelagem base concluída, foi iniciada a etapa de adição de detalhes (Figura 36), com o objetivo de enriquecer a ambientação da cena e torná-la mais interessante visualmente. Foram inseridos elementos que remetem a referências brasileiras, como um orelhão e uma caixa

d'água, além de objetos que reforçam a temática urbana, como vasos de plantas, mesas e cadeiras na frente da padaria, placas e outros itens decorativos. Esses detalhes ajudaram a compor uma cena mais viva e expressiva.

Figura 36 – Adição de detalhes no cenários



Fonte: elaborada pelo autor.

Nessa fase, também foram aplicadas pequenas distorções nas formas de alguns elementos do cenário, como janelas e fachadas (Figura 37). O objetivo foi romper com a simetria e introduzir uma irregularidade visual, que contribui para uma composição mais dinâmica.

#### 4.3.2 *Texturização e composição visual*

Para a iluminação global da cena, foi utilizada uma imagem HDRI (*High Dynamic Range Imaging*), disponível no próprio Blender. Segundo Dias (2022), imagens HDRI são panoramas com grande profundidade de brilho, capazes de iluminar cenas 3D com maior precisão e realismo. No entanto, embora essa imagem seja extremamente útil para fornecer uma iluminação difusa e natural à cena, sua aparência visual, geralmente realista, não se alinhava à proposta estética estilizada do projeto. Por esse motivo, foi necessário separar o uso da HDRI para iluminação daquilo que é exibido como fundo na renderização final.

No Blender, essa separação foi feita utilizando um nó do tipo *Light Path* em conjunto com um *Mix Shader*. O objetivo dessa configuração foi fazer com que a HDRI afetasse apenas

Figura 37 – Distorção nos elementos do cenário



Fonte: elaborada pelo autor.

os cálculos de iluminação e reflexo dos objetos da cena, mas não fosse visível pela câmera. Para isso, o valor booleano *Is Camera Ray* do nó *Light Path* foi conectado ao *Mix Shader*. Dessa forma, quando a câmera “olha” para o fundo, ela enxerga um gradiente azul estilizado, enquanto os demais raios (como os de iluminação ou reflexão) continuam usando a imagem HDRI como referência.

A etapa de texturização teve início pelas árvores, que até então estavam representadas provisoriamente em forma de esferas. Como a aparência visual dessas árvores depende diretamente da combinação entre *Geometry Nodes* e materiais que utilizam *Cel Shading*, foi necessário substituir as árvores simplificadas pelas versões prototipadas anteriormente, já com a textura e *Geometry Nodes* aplicados (Figura 39).

Além da aplicação de materiais, também foram inseridas nuvens (Figura 40) para complementar a ambientação da cena. Inicialmente, havia sido testada uma solução com *Geometry Nodes*, como mostrado na fase de prototipação. No entanto, a aparência 3D obtida se mostrou incompatível com a proposta estética do projeto. As nuvens foram, então, desenhadas diretamente com o *Grease Pencil* em duas camadas: uma para a cor base e outra para o sombreamento, utilizando uma tonalidade mais escura. Essa solução foi inspirada na linguagem

Figura 38 – Iluminação da cena com HDRI e fundo com cor personalizada



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 39 – Implementação da folhagem estilizada no cenário



Fonte: elaborada pelo autor.

visual da série "Steven Universo", que, como já mencionado na etapa de ideação, utiliza formas simples com variações tonais para sugerir volume e iluminação. A partir desse ponto, o processo de texturização seguiu com a aplicação do *Cel Shading* nos demais elementos presentes na cena (Figura 41).

Nesta fase, observou-se que a presença de elementos como postes e fios contribuía

Figura 40 – Nuvens desenhadas no fundo do cenário



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 41 – Elementos parcialmente texturizados na cena



Fonte: elaborada pelo autor.

para uma sensação de poluição visual na cena, deixando a composição mais confusa e dificultando a leitura dos demais objetos. Por essa razão, optou-se por remover esses elementos, priorizando uma organização visual mais limpa.

A partir desse ponto, seguiu-se com a aplicação dos materiais definitivos, com foco na estilização proposta. Cada objeto da cena recebeu um material baseado em *Cel Shading*, com

paletas específicas de cor, definidas manualmente por meio do nó *Color Ramp*. As cores foram escolhidas com base na proposta de ambientação e atmosfera que foi estabelecida para a cena. Por exemplo, a paleta de cores escolhida utiliza tons mais quentes, com poucos pontos de cores frias, buscando reforçar uma sensação de acolhimento e calor visual na cena.

Na Figura 42, é possível observar o resultado da texturização do cenário.

Figura 42 – Resultado final da fase de texturização



Fonte: elaborada pelo autor.

### 4.3.3 *Detalhes finais*

Nesta etapa, o *Grease Pencil* foi empregado para finalizar a composição visual da cena. Primeiro, foi utilizado o modificador *Line Art*, que gera contornos automaticamente com base na geometria visível da câmera. Em seguida, foram adicionados traços manuais em camadas separadas, utilizando pincéis pretos e brancos. Os traços pretos serviram para adicionar detalhes gráficos em algumas superfícies, enquanto os brancos foram usados para sugerir reflexos em vidros e janelas e também para elementos gráficos adicionais, como escritas em placas, a exemplo da fachada da padaria. O resultado desta etapa pode ser visualizado na Figura 43.

Para finalizar a composição visual das cenas, foram utilizados os recursos do sistema de *Compositing* do Blender, que permite realizar ajustes pós-renderização por meio de uma interface baseada em nós. Segundo o Blender (2025c), essa funcionalidade possibilita aplicar efeitos como correções de cor, sobreposições gráficas e filtros personalizados. Aqui, aplicou-se

Figura 43 – Detalhes adicionados com o *Grease Pencil*



Fonte: elaborada pelo autor.

o nó *Glare*, que introduziu um leve brilho difuso em áreas mais claras, simulando a incidência intensa da luz solar e contribuindo para a atmosfera diurna. Além disso, foi inserido um ruído sutil sobre a imagem, com o objetivo de suavizar a aparência excessivamente limpa das superfícies 3D, conferindo um aspecto mais orgânico e próximo de uma arte feita à mão.

#### 4.3.4 Animação

Alguns elementos da cena, como as nuvens e a câmera, foram animados de maneira simples, utilizando dois *keyframes* para definir a posição inicial e final ao longo da linha do tempo. O Blender se encarrega de interpolar esse movimento automaticamente, criando uma transição suave sem necessidade de animação quadro a quadro.

Já o movimento da câmera foi incluído com o objetivo de demonstrar como o Blender facilita esse tipo de recurso, que em animações 2D exigiria técnicas mais trabalhosas para simular perspectiva e deslocamento espacial. Ao aproveitar as vantagens do ambiente tridimensional, é possível criar uma movimentação de maneira rápida e simples.

#### 4.4 Aprendizagem

A etapa de aprendizagem corresponde à revisão crítica do percurso e das decisões tomadas ao longo do desenvolvimento. Durante esse processo, alguns aspectos se destacaram como aprendizados importantes. Um deles foi que a prototipação das técnicas poderia ter sido realizada de forma mais integrada. Cada ferramenta foi testada de forma isolada, e nem sempre foi possível prever como elas se comportariam no conjunto da cena. Um exemplo disso foi o caso das nuvens, que foram inicialmente pensadas com *Geometry Nodes*, mas acabaram sendo refeitas com o *Grease Pencil*, pois sua aparência tridimensional destoava do restante da composição quando aplicada em contexto.

Outro ponto observado diz respeito ao nível de detalhe na fase de prototipação. Elementos como os objetos minuciosos dentro da padaria exigiram um tempo considerável de produção, o que inicialmente me fez questionar se esse esforço teria sido excessivo, dado que muitos desses detalhes ficaram pouco visíveis no enquadramento final. No entanto, ao revisar o resultado como um todo, ficou claro que esses elementos desempenharam um papel importante na composição. Em contextos de concepção visual, esse cuidado é conhecido como *set dressing*: o conjunto de objetos, acessórios e detalhes que, mesmo que não sejam o foco da cena, ajudam a torná-la crível e viva. Esses elementos conferem profundidade, reforçam a ambientação e elevam a qualidade geral do cenário, indo além de uma construção genérica e contribuindo para sua expressividade.

Também ficou evidente que, mesmo com uma abordagem iterativa, certos problemas só se revelam durante a implementação. Certos elementos funcionavam bem em um estágio, mas precisaram ser reconsiderados mais adiante. Um exemplo são os postes e fios, incluídos ainda na blocagem da composição. Após a adição de detalhes à cena, esses elementos passaram a gerar ruído visual e dificultar a leitura de outras partes da imagem, levando à sua remoção na versão final.

A etapa de aprendizagem reforçou a importância da flexibilidade ao longo do processo criativo. Ainda que o planejamento inicial forneça uma direção, as escolhas visuais e técnicas foram sempre reavaliadas para ajustar o projeto às necessidades que surgiram durante sua construção. O desenvolvimento do cenário exigiu decisões contextuais, baseadas não apenas em critérios técnicos, mas também na percepção estética e na coerência com a proposta visual.

## 5 RESULTADOS

Esta seção tem como objetivo apresentar os resultados finais obtidos com a aplicação das técnicas exploradas ao longo do desenvolvimento do projeto. Para colocar em prática o potencial das técnicas utilizadas na construção do cenário base, foram desenvolvidas duas outras versões do cenário: uma durante o entardecer e outra durante a noite.

### 5.1 Cenário final

Na figura 44, é possível observar o resultado final da combinação entre as técnicas desenvolvidas.

Figura 44 – Versão diurna do cenário final



Fonte: elaborada pelo autor.

#### 5.1.1 Versão vespertina do cenário

A versão vespertina (Figura 45) buscou reproduzir a transição para o entardecer, com tons mais quentes. Para isso, foi necessário apenas ajustar as cores de alguns materiais, como as folhas das árvores e a grama, para tons mais alaranjados. Além disso, foi adicionado um filtro laranja na área de *Compositing* do Blender, aplicado sobre toda a cena. O brilho gerado pelo nó *Glare* também foi ajustado para uma coloração rosada, contribuindo com a atmosfera do fim de

tarde. Para o céu, em vez do azul utilizado na versão matutina, foi criado um gradiente com tons de amarelo, laranja e rosa.

Figura 45 – Versão vespertina do cenário final



Fonte: elaborada pelo autor.

### 5.1.2 *Versão noturna do cenário*

Para a versão noturna, foi necessário reduzir significativamente a iluminação global da cena, simulando a ausência de luz solar. No entanto, para evitar que o ambiente ficasse excessivamente escuro, foram utilizadas luzes coloridas, como tons de rosa e roxo, que contribuiriam para criar áreas de interesse e adicionar uma camada estética complementar à atmosfera noturna. Além disso, o céu foi representado por um gradiente que vai do azul escuro ao roxo. Por fim, um filtro azulado foi aplicado na área de *Compositing* do Blender, intensificando a ambientação noturna da cena.

### 5.1.3 *Versão com personagem 2D*

Embora o foco principal deste trabalho tenha sido o desenvolvimento visual do cenário, foi realizada uma breve experimentação com a inserção de um personagem, com o objetivo de demonstrar a aplicação prática da cena em uma composição final de animação. Para isso, foi utilizado um personagem disponibilizado gratuitamente pelo projeto Blender Studio,

Figura 46 – Versão noturna do cenário final



Fonte: elaborada pelo autor.

criado inteiramente com a ferramenta *Grease Pencil*. O personagem escolhido foi o Totoro, do filme “Meu Amigo Totoro” (1988), que possui um traço compatível com a linguagem visual proposta neste trabalho.

O objetivo foi ilustrar a integração entre os elementos 3D estilizados e a presença de um personagem 2D. Apesar de ter um caráter demonstrativo, essa experimentação mostrou o potencial da abordagem adotada para produções que mesclam cenários 3D e personagens 2D.

Também foi testado um segundo enquadramento da cena, com o personagem 2D inserido, explorando outro ponto de vista dentro do mesmo ambiente. A ideia foi mostrar como, com o cenário construído em 3D, é possível alterar rapidamente o posicionamento da câmera, experimentar novos ângulos e reconfigurar a composição sem precisar reconstruir os elementos.

#### **5.1.4 Animação final**

A animação final foi feita combinando trechos de animação das três versões do cenário, compilando-as em um programa de edição de vídeos. O objetivo principal foi demonstrar o potencial de movimentação de câmera e mudança de ângulo dentro de um ambiente tridimensional, algo que exige mais esforço técnico no contexto da animação 2D tradicional. Além disso, a animação permitiu apresentar as variações de iluminação e ambientação ao longo

Figura 47 – Versão com personagem 2D



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 48 – Variação de ângulo da cena



Fonte: elaborada pelo autor.

do dia. A animação final está disponível no Google Drive<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <[https://drive.google.com/file/d/1MNHMi\\_qbnQN-GFF9AFW2pcF8ob7bFeUT/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1MNHMi_qbnQN-GFF9AFW2pcF8ob7bFeUT/view?usp=sharing)>

## 6 CONCLUSÃO

As técnicas apresentadas neste trabalho demonstram o potencial de uma abordagem híbrida entre o 2D e o 3D. Antes do início deste projeto, a ideia era criar uma transição contínua entre os diferentes momentos do dia, com alterações graduais de iluminação e cor acontecendo em uma única cena. No entanto, ao iniciar o processo, percebeu-se que esse tipo de animação demandaria um tempo maior de produção e ajustes técnicos mais complexos. Por esse motivo, optou-se por desenvolver as versões matutina, vespertina e noturna em arquivos separados, e os trechos animados foram posteriormente reunidos em sequência na pós-produção. Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante explorar essa transição diretamente no Blender, utilizando os próprios recursos de animação do software para modificar gradualmente a iluminação, os materiais e a ambientação geral ao longo do tempo.

De modo geral, o projeto demonstrou que é possível utilizar recursos tridimensionais para criar cenas que remetem ao universo gráfico da animação 2D, com flexibilidade, controle estético e potencial narrativo. A combinação entre testes práticos e decisões visuais contribuiu para alcançar um resultado que equilibra técnica e linguagem, reforçando o Blender como uma ferramenta acessível e versátil para esse tipo de exploração.

O meu interesse por modelagem 3D surgiu pouco antes do ingresso no curso de Sistemas e Mídias Digitais, explorando esse universo de maneira autodidata. Ao ingressar, fiquei muito animado ao descobrir as disciplinas que abordavam diretamente o assunto. No entanto, por uma escolha voltada à construção da carreira profissional, acabei seguindo a trilha de sistemas, área em que iniciei minha atuação no mercado de trabalho. Por esse motivo, as práticas envolvendo 3D acabaram ficando em segundo plano durante boa parte da graduação.

Ao pensar sobre o que gostaria de desenvolver no Trabalho de Conclusão de Curso, vi uma oportunidade de retomar um interesse que, ao longo dos últimos anos, sempre atuou como uma válvula de escape criativa, uma prática que, embora não estivesse diretamente vinculada à minha atuação profissional, sempre ocupou um espaço significativo como exercício de imaginação, experimentação e expressão pessoal. Trabalhar com esse tema foi uma forma de tornar o processo do TCC mais leve e pessoal, ainda que tecnicamente exigente. Vejo este projeto como uma maneira de expandir meu portfólio visual, o que pode viabilizar colaborações futuras, especialmente em projetos autônomos ou como *freelancer*.

## REFERÊNCIAS

A BELA e a Fera. Direção: Gary Trousdale; Kirk Wise. Produção: Don Hahn. Estados Unidos: Walt Disney Pictures, 1991. 1 DVD.

AMBROSE, G.; HARRIS, P. **Basics design 08: Design Thinking**. Switzerland: AVA Publishing SA, 2010.

BLENDER. About. 2025a. Disponível em: <https://www.blender.org/about/>. Acesso em 26 jul. 2025.

BLENDER. Geometry Nodes. 2025b. Disponível em: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry\\_nodes/introduction.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry_nodes/introduction.html). Acesso em 20 jul. 2025.

BLENDER. Compositing. 2025c. Disponível em: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/compositing/introduction.html>. Acesso em 20 jul. 2025.

BOULOS, Daniel. **Abstraction and stylized design in 3D animated films**: extrapolation of 2D animation design. In: LEE, Newton (ed.). *Encyclopedia of computer graphics and games*. Cham: Springer, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9\\_58-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_58-1). Acesso em: 26 abr. 2024.

DIAS, Ricardo. **Melhore (muito) seus renders com HDRI**. Medium, 2019. Disponível em: <https://medium.com/cgnow/melhore-muito-seus-renders-com-hdri-7e7808b68fa>. Acesso em: 20 jul. 2025.

EDWARDS, Betty. *Desenhando com o lado direito do cérebro: um curso para estimular a criatividade e a confiança artística*. São Paulo: nVersos, 2021.

FLOW. Direção e roteiro: Gints Zilbalodis; roteiristas: Gints Zilbalodis, Matīss Kaza. Letônia/França/Bélgica: Dream Well Studio *et al.*, 2024.

GATO de Botas 2: o último pedido. Direção: Joel Crawford. Produção: Mark Swift. Estados Unidos: Universal Pictures, 2022. 1 DVD.

HANSEN, J. **Four different methods for making cel-shaders in Blender Eevee (2.8, 2.9+)**. Medium, 2020. Disponível em: <https://medium.com/@josephclaytonhansen/four-different-methods-for-making-cel-shaders-in-blender-eevee-2-8-2-9-6d976ce2555d>. Acesso em: 05 jul. 2025.

HOMEM-Aranha no Aranhaverso. Direção: Bob Persichetti; Peter Ramsey; Rodney Rothman. Produção: Phil Lord; Christopher Miller. Estados Unidos: Sony Pictures Animation, 2018. 1 Blu-ray (117 min.).

HORA de aventura. Criação: Pendleton Ward. Estados Unidos: Cartoon Network Studios, 2010–2018. Série de animação.

KÄHÄRI, Roni. **Achieving comics inspired 2D look for a 3D game character with cel-shading aesthetics**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Mídia e Artes – Mídia Interativa) – Tampere University of Applied Sciences, Tampere. Disponível em: <https://www.theseus.fi/handle/10024/787699>. Acesso em: 26 abr. 2024.

MEU amigo Totoro. Direção: Hayao Miyazaki. Produção: Toru Hara. Japão: Studio Ghibli, 1988. 1 DVD.

MOLDOVEANU, Alin *et al.* **Harmonizing 2D and 3D in modern animation**. In: RoCHI – International Conference on Human-Computer Interaction, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37789/rochi.2022.1.1.11>. Acesso em: 26 abr. 2024.

MUTTER, Y.; HÜBNER, R. **The effect of expertise on the creation and evaluation of visual compositions in terms of creativity and beauty**. Scientific Reports, v. 14, 13675, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64494-7>. Acesso em: 05 jul. 2025.

NGUYEN, L. **How to Use PBR Textures in Blender for Realistic Materials**. iRender, 2025. Disponível em: <https://irendering.net/how-to-use-pbr-textures-in-blender-for-realistic-materials>. Acesso em: 26 jul. 2025.

NINTENDO. **The legend of Zelda: Breath of the Wild**. Kyoto: Nintendo, 2017. Jogo eletrônico (Nintendo Switch).

OMAR, Al-rubaye. **Stylized 3D scene using Blender**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bachelor's Degree in Business Information Technology) – South-Eastern Finland University of Applied Sciences, Mikkeli. Disponível em: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023090625403>. Acesso em: 27 abr. 2024.

SOLARE. **Blender adiciona ferramenta de nós para modelagem paramétrica**. 2023. Disponível em: <https://solare.org.br/2023/11/14/blender-adiciona-ferramenta-de-nos-para-modelagem-parametrica/>. Acesso em 26 jul. 2025.

STEVEN Universe. Criação: Rebecca Sugar. Estados Unidos: Cartoon Network Studios, 2013–2019. Série de animação.

TRUNGDUYNG. **Anime tree tutorial | Blender (include project files)**. YouTube, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=52sTppv7Y-E>. Acesso em: 19 jun. 2025.

ZILBALODIS, Gints. **Making Flow – Interview with director Gints Zilbalodis**. Blender.org, 22 jan. 2025. Disponível em: <https://www.blender.org/user-stories/making-flow-an-interview-with-director-gints-zilbalodis/>. Acesso em: 23 mai. 2025.