



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO GESTÃO, MÍDIAS E TECNOLOGIA (GMT)
CURSO ANIMAÇÃO - BACHARELADO

Leticia Madalozzo Seifert

Mun Ante: Modelagem 3D *Low Poly* Para Jogos Por Meio De Concepts 2D

Florianópolis

2023

Leticia Madalozzo Seifert

Mun Ante: Modelagem 3D *Low Poly* Para Jogos Por Meio De Concepts 2D

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Animação do Campus Florianópolis da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Animação.

Orientador: Prof. Nicholas Bruggner Grassi, Dr.

Florianópolis

2023

Seifert, Leticia Madalozzo

Mun Ante : Modelagem 3D Low Poly Para Jogos
Por Meio De Concepts 2D / Leticia Madalozzo
Seifert ; orientador, Nicholas Bruggner Grassi,
2023.

24 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Comunicação e Expressão, Graduação em Animação,
Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Animação. 2. Modelagem 3D. 3. Low Poly. 4.
Texturização. 5. Concept Art. I. Grassi, Nicholas
Bruggner. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Animação. III. Título.

Letícia Madalozzo Seifert

Mun Ante: Modelagem 3D *Low Poly* Para Jogos Por Meio De Concepts 2D

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Animação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Animação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de junho de 2023.

Prof. Flávio Andaló, Dr. Coordenador do Curso de Animação UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Nicholas Bruggner Grassi, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Gabriel de Souza Prim, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. André Luiz Sens, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)



Documento assinado digitalmente

NICHOLAS BRUGGNER GRASSI

Data: 05/07/2023 11:28:08-0300

CPF: ***.950.018-**

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Nicholas Bruggner Grassi, Dr.
(Orientador)
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Este texto trata-se de um artigo referente à pesquisa e desenvolvimento de *assets* 3D para o jogo *Mun Ante*, partindo de *concepts* 2D, que se integrem com *sprites* de personagens 2D. O objetivo desta projeto consistiu na criação dos *assets* 3D, visando manter a visão dos *concepts* 2D bem representados na modelagem do ambiente 3D, principalmente para jogos, devido à quantidade reduzida de polígonos. Foram compiladas boas práticas para a elaboração das *concept arts* visando o menor número de empecilhos possíveis. Na modelagem de fato, foram utilizadas metodologias comuns no fluxo de trabalho *low poly*, por meio da técnica de modelagem denominada *box modeling*. A texturização foi feita por meios tanto procedurais quanto manuais. Ao final do projeto, foi possível inferir que as metodologias utilizadas tiveram sucesso, e auxiliaram na fluidez do processo.

Palavras-chave: modelagem 3D; *low poly*; texturização; *concept art*.

ABSTRACT

This text is an article referring to the research and development of 3D assets for the game Mun Ante, starting from 2D concepts, integrating with sprites of 2D characters. The objective of this project consisted in the creation of 3D assets, aiming to maintain the vision of the 2D concepts well represented in the 3D environment, mainly for games, due to their reduced number of polygons. Good practices for the elaboration of concept arts were compiled, aiming at the fewest possible obstacles. In the actual modeling, common methodologies in the low poly workflow were used, through the modeling technique called box modeling. Texturing was done by both procedural and manual means. At the end of the project, it was possible to infer that the methodologies used were successful, and helped in the fluidity of the process.

Keywords: 3D modeling; low poly; texturing; concept art.

1. Introdução

1.1. Contextualização

Este texto trata-se de um artigo referente ao desenvolvimento de *assets* 3D para o jogo Mun Ante, partindo de *concepts* 2D, que se integrem com *sprites* de personagens 2D. Sendo assim, foram apresentadas as etapas de pré-produção de *concepts* otimizados para modelagem 3D, bem como a quantidade de polígonos limitada e suas alternativas em modelos para jogos.

O projeto Mun Ante consiste na criação de um *vertical slice* de um jogo do gênero RPG, ou seja, na criação de

Um exemplo de tudo o que entraria no jogo; exemplos de cada efeito especial, cada mecânica de jogo e um nível de amostra completo; um de tudo [...]. Mais frequentemente, possui mais nuances, onde uma fatia demonstra aspectos particulares ou únicos de um jogo (como uma mecânica, estilo visual ou efeito específico), que podem então ser iterados com atenção a esses detalhes específicos (O'DONELL, 2009, tradução nossa).

No presente texto, o termo *vertical slice* é utilizado com foco no aspecto visual, já que haverá apenas a criação de um *concept* da *gameplay* em vídeo, sem o seu inserimento em uma *engine*. Dessa forma, o produto deste projeto será referido como *vertical slice* visual. O jogo possui estética híbrida: os elementos que constituem o cenário são desenvolvidos em 3D, em contraposto aos personagens, que são em 2D. O projeto retrata as dificuldades de uma menina que tenta se comunicar em um mundo estranho e deve quebrar as barreiras linguísticas para comprar um chiclete.

O projeto consiste em quatro partes distintas, sendo elas: criação das *concept arts*; modelagem 3D dos cenários; *rig* e animação dos personagens 2D; e montagem do *vertical slice* visual. O presente trabalho analisou a comunicação entre a criação das *concept arts* e a modelagem 3D dos cenários, justificando a necessidade de boas técnicas de comunicação entre as duas partes.

A problemática deste projeto envolverá a dificuldade de manter a visão dos *concepts* 2D bem representados na modelagem do ambiente 3D, principalmente para jogos. A quantidade reduzida de polígonos na modelagem para jogos dificulta a adição de detalhes muito específicos, sendo necessária uma boa comunicação entre a equipe de pré-produção e modelagem 3D. Dessa forma,

Compartilhar ideias com outras pessoas é uma parte importante da produção de arte para jogos e comunicá-las da maneira mais eficaz e clara possível é crucial para minimizar confusões desnecessárias, trabalho extra e gargalos. De acordo com experiências de autores em vários projetos estudantis e independentes, é comum que

artistas 3D encontrem uma comunicação visual pouco clara de uma ideia em algum momento de sua carreira. (JOKELA, 2022, p. 8, tradução nossa).

Durante o processo de modelagem 3D para jogos planejados para funcionar em tempo real, podem ocorrer complicações devido ao excesso de polígonos. Dessa forma, se o uso de polígonos for otimizado para o menor número possível, o jogo exigirá menos processamento dos dispositivos do público que for jogá-lo, o que aumenta assim sua acessibilidade. Além disso, o processamento restante pode ser utilizado para o desenvolvimento de outras funções estéticas no jogo.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Modelagem 3D

Segundo Slick (2020, tradução nossa), “modelagem 3D é o processo de criar uma representação 3D de qualquer superfície ou objeto por meio da manipulação de polígonos, arestas e vértices em qualquer espaço 3D simulado”. Os polígonos criados devem ser primariamente compostos por quatro lados, que tornam a malha mais uniforme e de fácil manipulação (SPENCER, 2011 apud FONSECA, 2018, p. 10).

Antes de modelar de fato, o artista 3D precisa seguir uma série de etapas para garantir que o trabalho será feito da melhor maneira possível, e esse processo é conhecido como *pipeline* da modelagem 3D (KUUSELA, 2022). Ela pode ser dividida em 4 etapas básicas, sendo elas: *concept art*; modelagem; retopologia; e texturização (KUUSELA, 2022). No presente texto, focou-se mais no *concept art*, modelagem e texturização.

O produto da etapa de *concept art* pode ser definido como um

Rascunho ou desenho feito por artistas e/ou desenvolvedores para visualizar o estilo de arte, prototipar e experimentar ideias. Uma ferramenta para entrega visual de qualquer informação necessária durante o processo de ideação para a produção de *assets*, como aparência geral, ideia, atmosfera, sensação, formas, cores, movimento de um objeto, ambiente ou personagem (JOKELA, 2022, p. 30, tradução nossa).

É importante que o modelador faça seu próprio *concept art* independentemente de já haver um ou não, pois ele será usado como guia para modelagem final (FROZENBYTE, 2021 apud KUUSELA, 2022). Segundo Jokela (2022, p. 14, tradução nossa), “para o desenvolvimento de *assets*, os *model sheets* mais relevantes são os de construção, *turnaround*, cores, comparação de tamanho e possivelmente um de pose”. As informações providas por

esses *model sheets* são muito importantes para garantir que o modelador faça exatamente o que foi imaginado pelo artista de *concept*. Dessa forma, o principal foco desse projeto é o desenvolvimento de *assets* 3D partindo de *concepts* 2D (exemplificado na figura 1), de forma alinhada com a pesquisa realizada por Jokela com diversos modeladores a respeito do assunto. O resultado encontrado pela pesquisa foi que

Artistas 3D gostam de ver múltiplos rascunhos, rascunhos que explorem ideias, sem muitos ou pequenos detalhes, *concept art* destacando quais seções precisam ficar exatamente como estão [...], muitas imagens de referência, *asset* desenhado ou mostrado com imagens de referência em vários ângulos, como; frente, verso, laterais, referências de tamanho e especificações técnicas como; contagem de polígonos, tamanhos de textura e limitações relacionadas ao mecanismo (JOKELA, 2022, p. 31, tradução nossa).

Figura 1 - Exemplo de Modelo 3D vs *Concept Art*

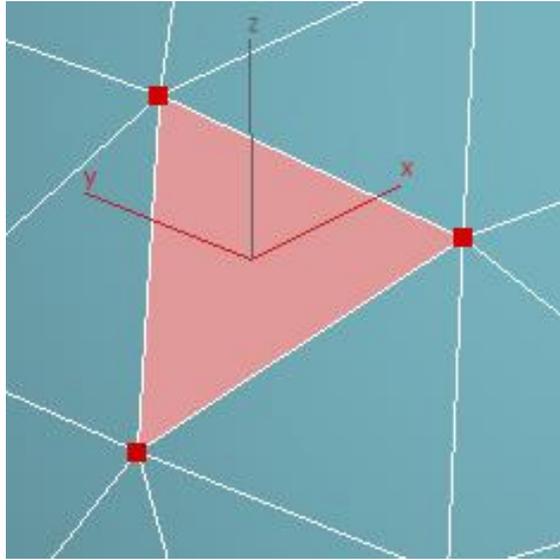


Fonte: SINGH, Baj. What makes concept art useful from a 3D Character Artist's point of view, 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/what-makes-concept-art-useful-from-3d-character-artists-baj-singh>>.

Acesso em: 28 de maio de 2023.

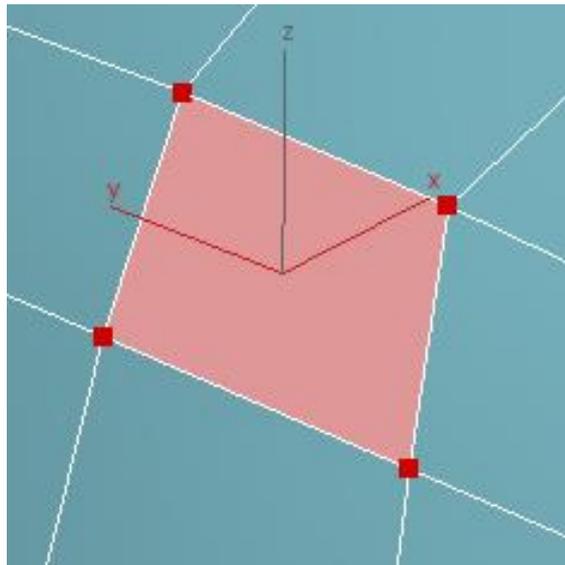
Na segunda etapa ocorre a modelagem de fato. Um modelo é composto por vértices, arestas e faces, também chamadas de polígonos ou *polys*. Polígonos triangulares são chamados de tris (figura 2), enquanto os quadriláteros são chamados de quads (figura 3) (KUUSELA, 2022).

Figura 2 - Polígono Triangular (*Tri*)



Fonte: TURBO SQUID 3D RESOURCES. Tris, Quads & N-Gons. Disponível em: <<https://resources.turbosquid.com/training/modeling/tris-quads-n-gons/>>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

Figura 3 - Polígono Quadrangular (*Quad*)



Fonte: TURBO SQUID 3D RESOURCES. Tris, Quads & N-Gons. Disponível em: <<https://resources.turbosquid.com/training/modeling/tris-quads-n-gons/>>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

A técnica de modelagem que será utilizada primariamente neste projeto é denominada de *box modelling*, e pode ser definida como uma forma de modelagem que

Começa com uma forma básica primitiva (geralmente um cubo ou “caixa”, daí o nome), que é refinado por extrusões, escalamento e adicionando divisões e cortes. O formato da malha é gradualmente construído e refinado por meio de subdivisões contínuas. Com cada subdivisão, polígonos extras são adicionados à malha, dando a ela geometria o suficiente para refinar e definir a forma e adicionar detalhes (FONSECA, 2018, p. 14, tradução nossa).

Para se adequar ao processamento limitado de *render* em tempo real em jogos, mantendo a qualidade e o *frame rate* durante o jogo, os modelos 3D não podem ser demasiadamente complexos (PLURALSIGHT, 2014).

Dessa forma, o estilo de modelagem utilizado será o *low poly* (exemplificado na figura 4), que diminui o máximo possível o número de faces (*polys*) em cada *asset*, otimizando a renderização e dependendo do processo de texturização para destacar detalhes necessários no modelo (E SILVA et al., 2014).

Figura 4 - Exemplo de cenário *low poly*



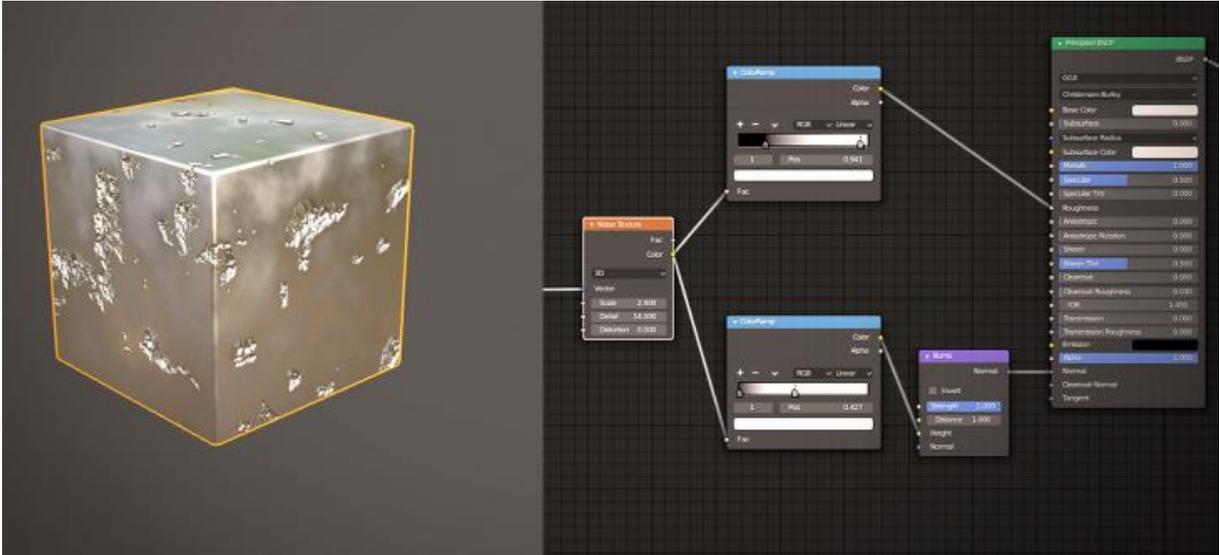
Fonte: ADAMOV, Yaroslav. Low Poly Watermill, 2021. Disponível em: <<https://www.behance.net/gallery/122642373/Low-Poly-Watermill>>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

2.2. Texturização

A terceira etapa é a de texturização. Ela pode ser feita de duas formas: por meio de imagens de texturas pintadas à mão ou proceduralmente. De forma sucinta, pode-se dizer que texturas procedurais são infinitas, por serem geradas matematicamente, diferente das texturas pintadas à mão, que estão limitadas ao tamanho escolhido para a imagem. Além disso, texturas procedurais não precisam de mapeamento UV da malha, já que estão contidas num ambiente tridimensional. A elaboração de texturas procedurais é feita por meio de *nodes*, ou nódulos, que

podem manipular a textura por meio da mudança de determinados valores, conforme exemplificado na figura 5. Alguns *assets* foram feitos com texturas procedurais, contudo, o foco maior para o produto deste projeto são texturas pintadas à mão.

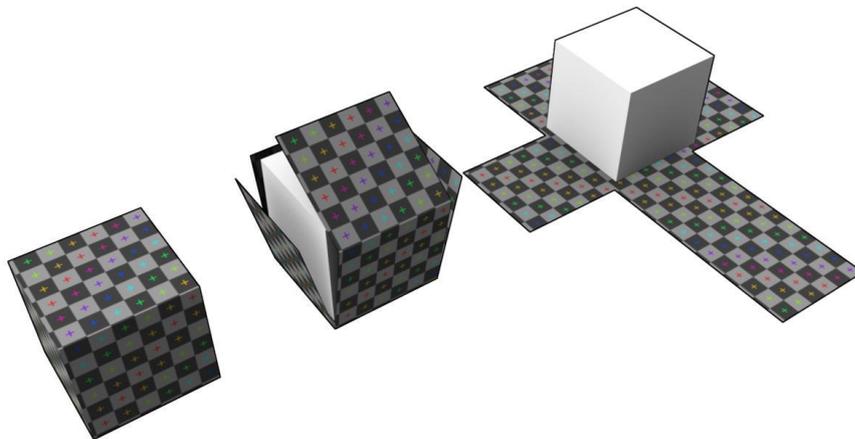
Figura 5 - Exemplo de textura procedural



Fonte: JAYANAM. Blender 2.8 Procedural PBR Textures for beginners, 2019. Disponível em: <<https://www.blendernation.com/2019/12/06/blender-2-8-procedural-pbr-textures-for-beginners/>>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

Segundo Fonseca (2018), texturas são imagens 2D aplicadas sobre a superfície planificada de um modelo, assim modificando sua aparência. O primeiro passo para começar a texturização propriamente dita é o desdobramento UV dos modelos 3D, sendo que “UVs são coordenadas de textura bidimensionais que correspondem com a informação dos vértices da geometria” (PLURALSIGHT, 2022, tradução nossa). Um exemplo de mapa UV de um cubo pode ser visto na figura 6.

Figura 6 - Mapa UV de um cubo



Fonte: WIKIPEDIA. Mapeamento UV. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mapeamento_UV>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

Sendo assim, desdobramentos UVs são, essencialmente, versões planas do modelo 3D. O processo de desdobrar uma malha consiste na demarcação de *seams*, ou costuras, que definem o local no qual a malha se abrirá. Comumente, as *seams* são colocadas em locais que não aparecerão na câmera utilizada. Ao organizar os UVs na imagem da textura é importante que as partes em maior destaque sejam as maiores, possibilitando um detalhamento maior, enquanto as com pouca visibilidade podem ter seu tamanho reduzido (FONSECA, 2018). A textura pode ser feita ao pintar diretamente no modelo 3D, ou exportada para algum *software* de pintura e feita de forma plana.

O uso de texturas é muito vantajoso na modelagem *low poly*, já que possibilita o detalhamento de modelos anteriormente simples.

3. Desenvolvimento

3.1. Pré-Produção

Para garantir um *concept* 2D bem otimizado para a etapa de modelagem, as metodologias explicadas anteriormente foram discutidas com o *concept artist*, João Matheus.

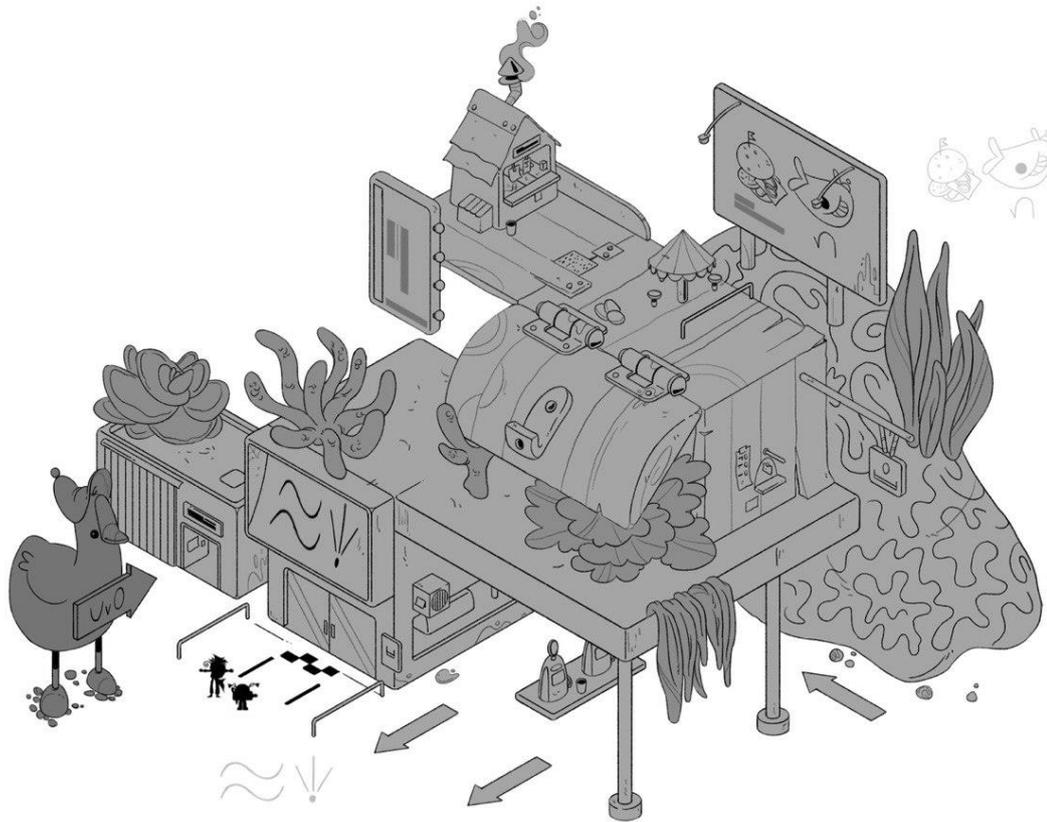
Visando a modelagem *low poly*, a estética escolhida foi a *cartoon*, com as texturas remetendo à massinha de modelar. A visão isométrica foi escolhida com o intuito de facilitar aspectos da animação, além de reforçar qualidades presentes nos cenários, já que a visualização dos assets se torna esteticamente mais agradável e mais fáceis de serem lidas devido à perspectiva que esse tipo de visão traz.

Foram feitos estudos de modelagem no programa de modelagem *Blender*, que é gratuito e *open source*¹, a partir de ilustrações 2D coletadas da Internet, com preocupação em manter a contagem de *polys* a menor possível. Dificuldades foram encontradas na etapa de arredondamento das bordas ao utilizar o modificador *bevel*, pois artefatos eram criados. Dessa forma, foi decidido aplicar o *bevel* à mão, mesmo sendo um processo destrutivo.

Posteriormente à realização dos estudos, partiu-se para a modelagem de fato, tendo como referência os *concepts art* 2D do projeto Mun Ante (figuras 7 e 8), e dois cenários foram modelados utilizando as técnicas descritas anteriormente.

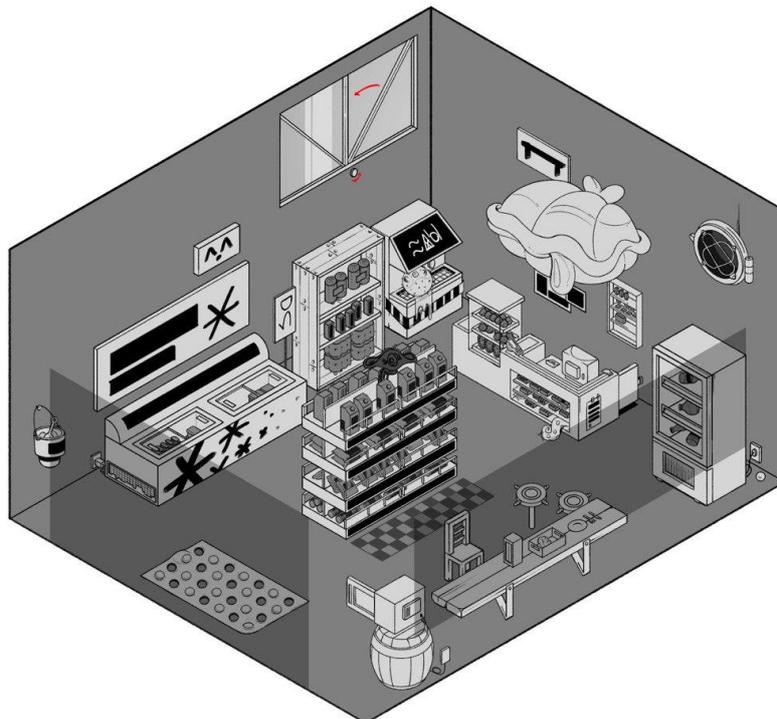
¹ Um software *open source* possui código elaborado para ser acessado publicamente - qualquer um pode ver, modificar e distribuir o código como quiser. Ele é desenvolvido de uma forma descentralizada e colaborativa, se apoiando em opiniões do público e produção comunitária (RED HAT, 2019, tradução nossa).

Figura 7 - Concept do cenário externo



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 8 - Concept do cenário interno



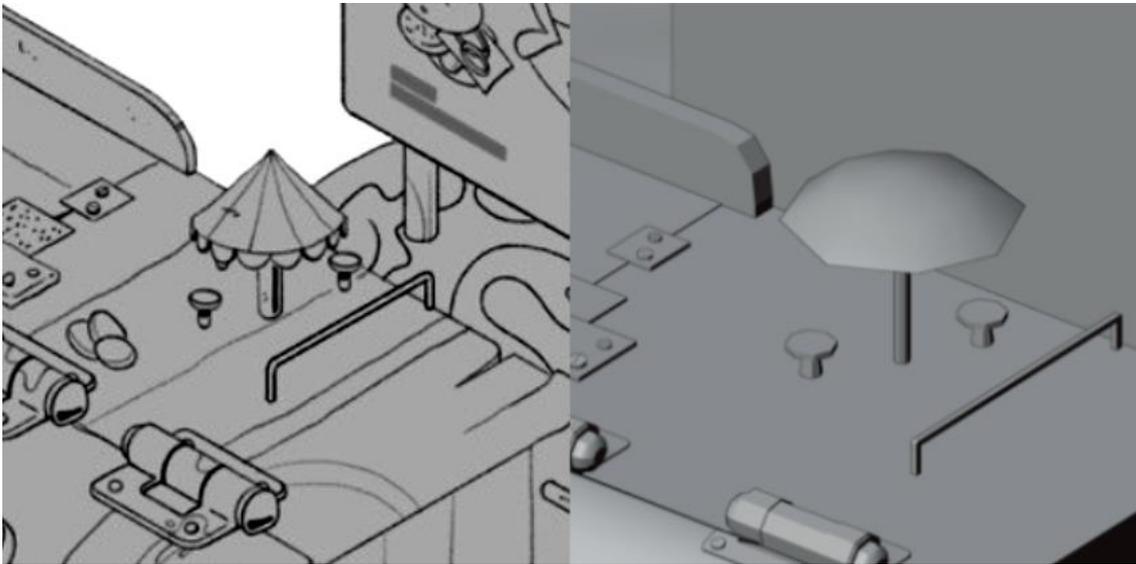
Fonte: De autoria própria (2023)

3.2. Modelagem 3D

Grande parte da *concept art* dos *assets* estava adequada para modelagem, porém, ambos os cenários tiveram mudanças leves na posição dos objetos, em vista da perspectiva isométrica utilizada, e simplificação para textura de detalhes antes volumétricos.

Inicialmente, o formato do guarda-sol foi alterado visando evitar o uso de *tris* (figura 9). Embora uma solução tenha sido encontrada para manter o formato sem o uso de *tris*, optou-se por manter o formato alterado, por integrar-se melhor com o resto do cenário.

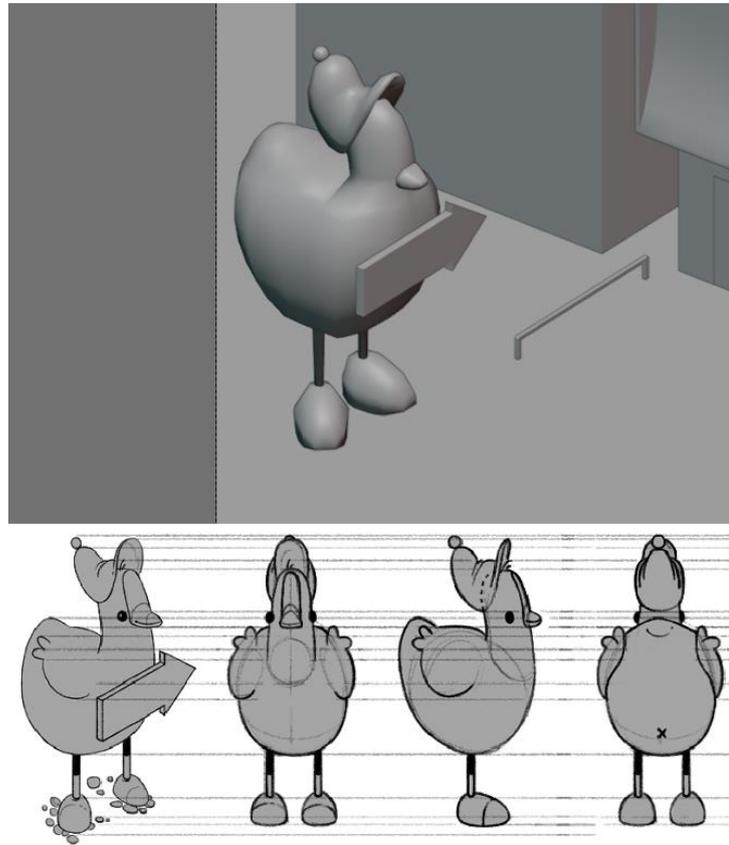
Figura 9 - Guarda-sol adaptado ao 3D



Fonte: De autoria própria (2023)

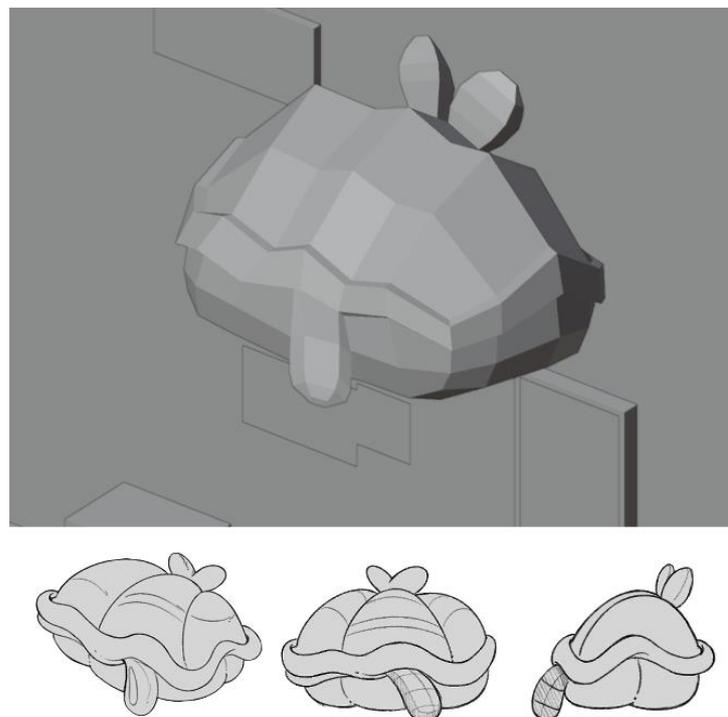
Tanto elementos do cenário exterior quanto do interior necessitaram de vistas adicionais: a galinha d'água e a concha (figuras 10 e 11) por terem formatos mais complexos e arredondados, o que gerou uma dificuldade considerável na modelagem *low poly*; e a bomba de gasolina (figura 12) por se encontrar parcialmente obstruída.

Figura 10 - Galinha d'água modelada em 3D e vista adicional referenciada



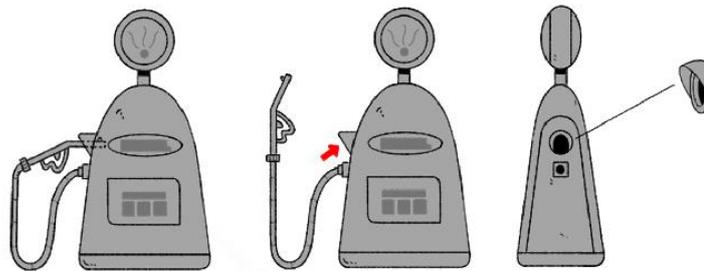
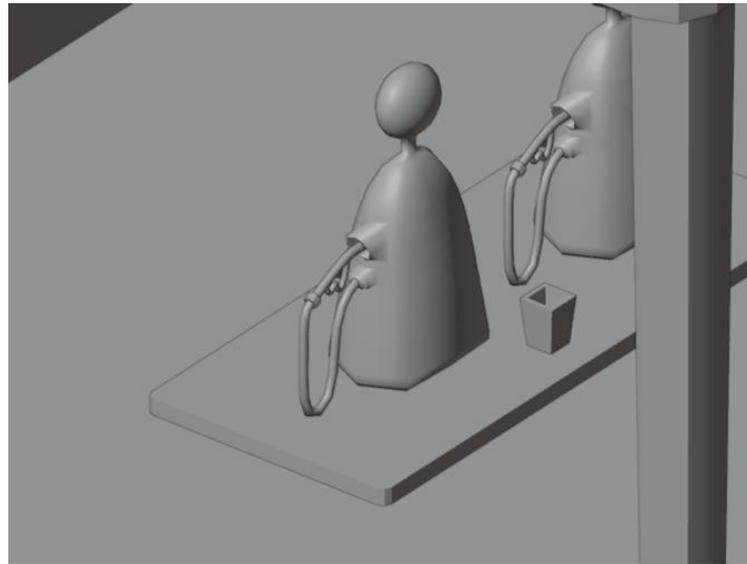
Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 11 - Concha modelada em 3D e vista adicional referenciada



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 12 - Bomba de gasolina modelada em 3D e vista adicional referenciada



Fonte: De autoria própria (2023)

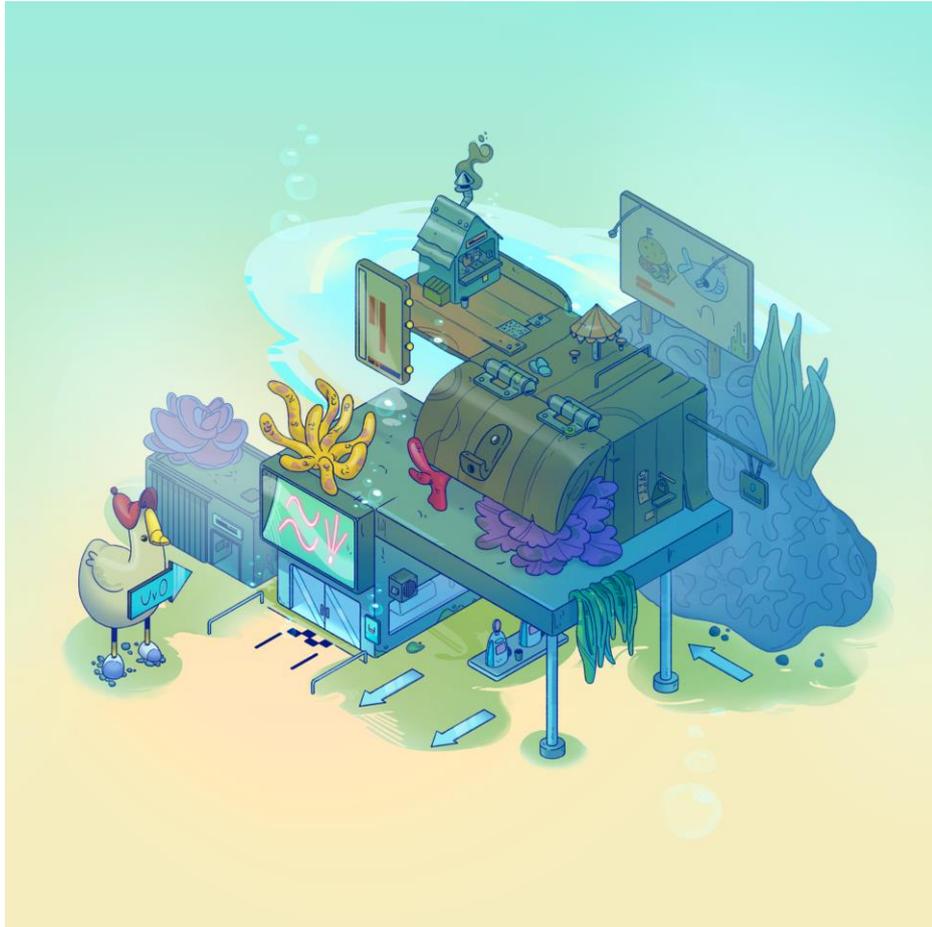
A maior complicação durante o processo da modelagem foi a concha, que passou por uma simplificação considerável para se adaptar ao processo *low poly*. Isso se deu pelos lábios da concha serem constituídos por diversas partes em relevo, difíceis de serem representados em *low poly*.

Dessa forma, percebe-se que a maioria dos problemas enfrentados giraram em torno de formas arredondadas e complexas, que dificultaram o workflow da modelagem *low poly*, que tende a ser facilitada por formatos retos e inorgânicos.

Houve boa comunicação com o *concept artist* durante todo o processo, e adaptações e vistas adicionais foram feitas quando solicitados.

Com as *concept arts* finalizadas (figuras 13 e 14), iniciou-se o processo de texturização baseando-se nelas.

Figura 13 - Concept externo finalizado



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 14 - Concept interno finalizado

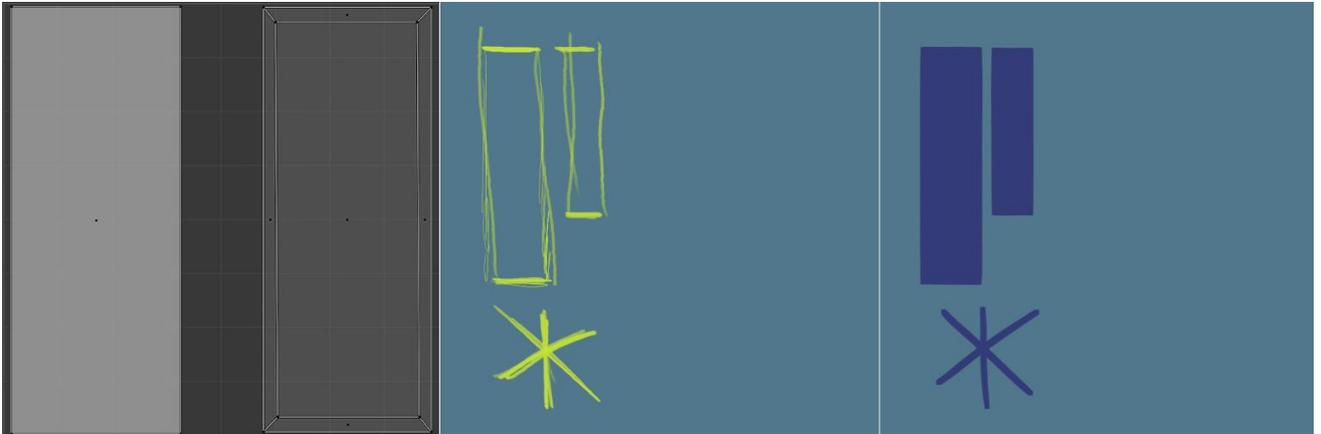


Fonte: De autoria própria (2023)

3.3. Texturização

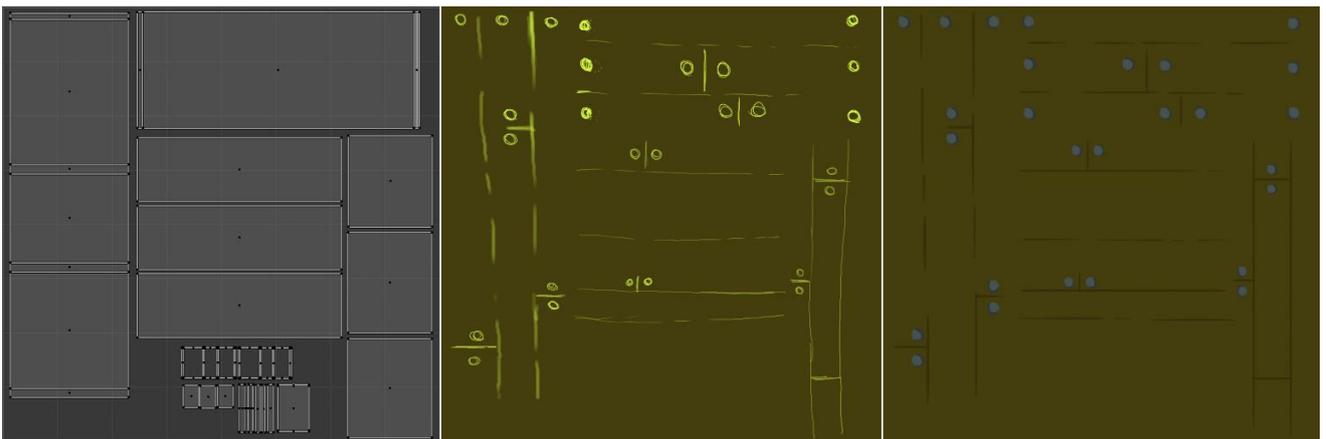
Foram feitos os desdobramentos UV para aplicação de textura nos *assets* necessários. O processo consistiu em marcar pontos de costura para determinar o local de abertura da malha. Em seguida, um rascunho da textura foi feito diretamente no modelo 3D, para servir de base para a finalização da textura em um programa de pintura. Devido a sua simplicidade, alguns *assets* não precisaram de texturas pintadas, portanto, seus materiais foram feitos apenas por meio procedural. Dois exemplos do processo de texturização são vistos nas figuras 15 e 16, e algumas das texturas finalizadas na figura 17.

Figura 15 - Exemplo do processo de texturização da placa



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 16 - Exemplo do processo de texturização da estante



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 17 - Exemplos de texturas finalizadas



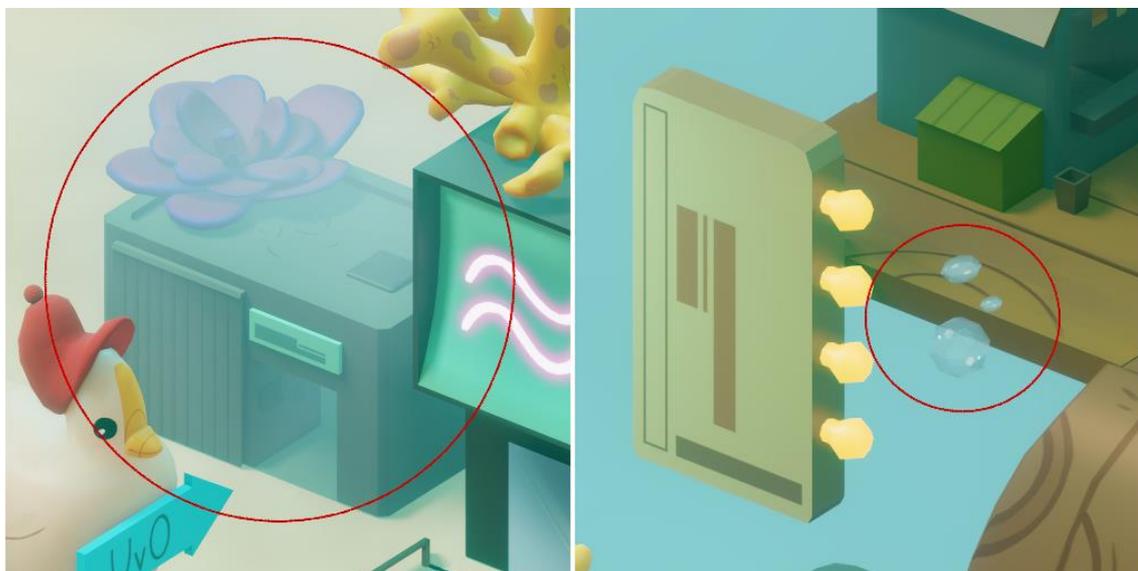
Fonte: De autoria própria (2023)

Na etapa de iluminação, uma luz geral foi utilizada para simular a luz solar. Visando passar a mesma emoção das *concept arts*, luzes em área foram utilizadas para destacar determinadas partes do cenário, como a tampa do baú no cenário externo. No cenário interno, luzes em área frias foram utilizadas como lâmpadas da loja, e uma luz em área quente que entra pela janela para simular o sol. Também foram utilizadas luzes em área frias dentro dos refrigeradores.

Após finalizado o cenário externo, foi adicionada uma lagoa ao fundo, bolhas ao redor do cenário e efeito de névoa na montanha e na casa ao lado do prédio principal (figura 18).

Inicialmente esses elementos não seriam adicionados, contudo, com base no *feedback* da equipe decidiu-se incluí-los. O cenário externo é visto na figura 19.

Figura 18 - Detalhes da névoa e das bolhas



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 19 - Cenário externo finalizado



Fonte: De autoria própria (2023)

O cenário interno possui diversos detalhes na iluminação, e uma configuração do *software Blender* que auxiliou consideravelmente na credibilidade do cenário foi a sombra de contato, que faz com que cada objeto pareça de fato estar em contato com o outro (figura 20). O cenário interno é visto na figura 21.

Figura 20 - Detalhes das sombras de contato



Fonte: De autoria própria (2023)

Figura 21 - Cenário interno finalizado



Fonte: De autoria própria (2023)

4. Considerações Finais

Ao final do projeto, percebe-se que uma das ferramentas mais importantes para possibilitar o desenvolvimento de *assets* em 3D *low poly* partindo de *concepts* 2D é principalmente a boa comunicação entre os artistas envolvidos. Uma discussão entre os artistas ocorreu antes do início do projeto, salientando os aspectos vitais para o bom desenvolvimento do projeto, já que se faz necessário um entendimento prévio das características necessárias na modelagem *low poly* para a adaptação dos *concepts* ocorrer de forma satisfatória e sem muitos empecilhos. Delas, destaca-se a necessidade de *assets* compostos de formas simples, que possibilitam o detalhamento por meio de textura e tornam o uso de processamento para renderização do cenário em tempo real o mais baixo possível.

Inicialmente, as texturas seriam feitas majoritariamente por meio procedural. A problemática encontrada nessa decisão foi o resultado, que destoava muito da *concept art* referenciada. Sendo assim, fez-se necessário a utilização de texturas pintadas à mão, embora mais trabalhosas que as procedurais.

O processo de adaptação do 2D para o 3D ocorreu conforme o esperado, tendo sido necessários pequenos ajustes para adequar os *concepts* para o estilo *low poly*. Contudo, conforme mencionado anteriormente, a boa comunicação entre os artistas foi essencial, pois proporcionou o encontro de alternativas e vistas adicionais para qualquer *asset* necessário.

A integração entre os cenários, modelados em 3D, e as animações, feitas no estilo 2D cut-out, ocorreu de forma satisfatória, já que o estranhamento que poderia ser gerado pela integração de diferentes mídias e estilos não se consolidou. O *visual vertical slice* finalizado pode ser visto no canal do YouTube do projeto, Mun Ante.

5. Referências Bibliográficas

E SILVA, Pablo Pereira et al. **Workflow to optimization of 3D models for game development.** In: 2018 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). IEEE, 2018. p. 225-229.

FONSECA, Ana Catarina. **3D Modeling Pipeline for Games: Work Methods for Low Poly Models with Hand Painted Textures.** Tese (Bacharelado em Cultura e Arte) – Degree Programme in Media and Arts, Tampere University of Applied Sciences. Finlândia, 2018.

JOKELA, Noora. **Communication In A Game Development Team: What 3D Artists Want To See In A Visual Communication Of Game Asset:** Guidelines for communicating an asset design for 3D artists to work with. Tese (Bacharelado em Cultura e Arte) – Game Design, Finland University of Applied Sciences. Finlândia, 2022.

KUUSELA, Verner. **3D Modeling Pipeline for Games.** Tese (Bacharelado em Ciência) – Degree programme in Information and Communications Technology, Turku University of Applied Sciences. Finlândia, 2022.

O'DONNELL, Casey. **The everyday lives of video game developers:** Experimentally understanding underlying systems/structures, 2009. Disponível em: <<https://journal.transformativeworks.org/index.php/twc/article/download/73/76?inline=1?inline=1>>. Acesso em: 11 de dez. de 2022.

PLURALSIGHT. **Understanding UVs:** Love or Hate Them, They're Essential. Atualizado em 1 de nov. de 2022. Disponível em: <<https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-uvs-love-them-or-hate-them-theyre-essential-to-know>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

PLURALSIGHT. **What's the Difference? A Comparison of Modeling for Games and Modeling for Movies,** 2014. Disponível em: <<https://www.pluralsight.com/blog/film-games/whats-the-difference-a-comparison-of-modeling-for-games-and-modeling-for-movies>>. Acesso em: 14 de nov. de 2022.

RED HAT. **What is open source?,** 2019. Disponível em: <<https://www.redhat.com/en/topics/open-source/what-is-open-source>>. Acesso em: 22 de nov. de 2022.

SLICK, Justin. **What Is 3D Modeling?.** Lifewire. Atualizado em 24 de set. de 2020. Disponível em: <<https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>>. Acesso em: 11 de nov. de 2022.