

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
DEPARTAMENTO DE EXPRESSÃO GRÁFICA
CURSO DE ANIMAÇÃO

Fabíola de Andrade Borges

Produção 3d de *assets* para o jogo eletrônico Dota 2

Florianópolis

2021

Fabíola de Andrade Borges

Produção 3d de assets para o jogo eletrônico Dota 2

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Animação do Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Animação.

Orientador: Prof. Flávio Andaló.

Coorientador: Prof. André Salomão.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Borges, Fabíola de Andrade

Produção 3d de assets para o jogo eletrônico Dota 2
/ Fabíola de Andrade Borges ; orientador, Flávio
Andaló, coorientador, André Salomão, 2021. 30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Comunicação e Expressão, Graduação em Animação, Florianópolis,
2021.

Inclui referências.

1. Animação. 2. Produção 3D. 3. Modelagem poligonal. 4.
Dota 2. 5. Jogos digitais. I. Andaló, Flávio. II. Salomão,
André. III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Animação. IV. Título.

Fabíola de Andrade Borges

Produção 3d de assets para o jogo eletrônico Dota 2

Este Trabalho de Conclusão de Curso 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, 16 de setembro de 2021.

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

Banca Examinadora:

Prof. Flávio Andaló, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)
Orientador

Prof.(a) André Salomão, Ms. (Universidade Federal de Santa Catarina)
Coorientador

Prof.(a) Clóvis Geyer Pereira, Ms. (Universidade Federal de Santa Catarina)
Avaliador

Prof. Dr. Flávio Andaló
(Orientador)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que estiveram ao meu lado durante o período de realização desse trabalho, me dando apoio, ideias, feedbacks, e que dedicaram um tempo delas me explicando coisas que eu desconhecia no mundo de 3D, concept e afins.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo apresentar o processo de produção 3D de assets (itens) para jogos eletrônicos, focando no desenvolvimento de um conjunto de itens para envio ao Dota 2 Workshop, pertencente à Steam da empresa Valve Corporation. Serão analisadas cada etapa da produção, considerando as diretrizes dadas pela empresa para a produção de assets e os reflexos destas no desenvolvimento da modelagem poligonal, skinning e produção de mapa UV; assim como serão observadas as especificidades relacionadas à realização dessas etapas no programa Autodesk 3DS Max e na ferramenta Dota 2 Workshop Tools, utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

Palavras-chave: Jogos digitais. Produção 3D. Modelagem poligonal. Dota 2.

ABSTRACT

This study aims to present the 3D production of assets (items) for electronic games, focusing on the development of a set of items to be sent to the Dota 2 Workshop on Steam, Valve Corporation's platform. Each stage of production will be analyzed, considering the guidelines provided by the company to the production of assets, and the effects of these guidelines on the development process of the polygonal modeling, skinning, and UV map production. Finally, the specifics existing in the development of these steps in the Autodesk 3DS Max program and in the Dota 2 Workshop Tools, used for the development of this work, will also be observed.

Key words: Digital games. 3D production. Polygonal modeling. Dota 2.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de jogos digitais está em crescimento constante, ultrapassando os mercados cinematográfico e de música somados (ASHRAF; GOODWIN, 2020). Segundo a NewZoo, empresa consolidada no fornecimento de análises sobre o mercado de jogos e e-sports, tal indústria teve faturamento estimado de 159,3 bilhões de dólares em 2020 (NEWZOO, 2020), com crescimento de 9,3% desde o ano anterior, e prevê 175,8 bilhões de dólares de faturamento para 2021 (NEWZOO, 2021).

O mercado de jogos eletrônicos é composto atualmente por três tipos de segmento: consoles (videogames), computadores pessoais e dispositivos móveis (GELONEZE; ARIELO, 2018). Com o avanço das tecnologias digitais e o uso da internet, os últimos segmentos surgiram e possibilitaram um crescimento no número de consumidores, atingindo diferentes tipos de público (SHAW et al, 2020), assim como geraram às empresas a necessidade de desenvolver novos modelos de negócios e de distribuição de jogos.

Plataformas de publicação de jogos online, atrelando as licenças dos jogos aos usuários dos consumidores dentro dessas plataformas e dispensando a produção e venda de mídias físicas, são um exemplo de inovação na distribuição de jogos digitais (SIMPRIANO, 2015). Isso permitiu uma redução nos custos relacionados à venda física, gestão de direitos digitais (SIMPRIANO, 2015) e também uma mudança na maneira como o consumidor se relaciona com o produto e com a comunidade participante, já que tais plataformas podem funcionar como redes sociais, possuindo chats e fóruns, o que permite a interação entre os jogadores e a colaboração dos usuários com as empresas dos jogos (SOARES, 2013).

Dentre as plataformas existentes, o Steam revolucionou o mercado e se mantém como a plataforma mais dominante nessa indústria (GRAFT, 2009 apud KRASNIANSKI; KUBASOVA, 2019), possuindo mais de 55 mil jogos lançados (VALVE, 2021a) e em torno de 25 milhões de usuários ativos simultaneamente em horários de pico (VALVE, 2021b), e em 2020 alcançou uma média 62,6 milhões de jogadores ativos por dia e 120 milhões de jogadores mensalmente (STEAMWORKS, 2021a). Criado pela Valve Corporation, empresa de desenvolvimento e distribuição de jogos, ele surgiu primeiramente pela necessidade de haver uma plataforma que facilitasse as atualizações dos jogos da empresa, assim como uma ferramenta de licenciamento de jogos que impossibilitasse a pirataria, utilizando um sistema de licença individual atrelada apenas ao usuário. A partir do lançamento da sequência de Half-Life, jogo famoso da empresa, ser atrelado ao Steam (poderia ser jogado apenas por esse meio), a plataforma teve grande adesão pelos usuários e a Valve passou a lançar novos jogos e a negociar o lançamento de jogos independentes dentro do Steam, tornando aos poucos a plataforma uma loja virtual de jogos, e a expandir suas funções, como a criação dos chats e da Comunidade Steam, que favoreceu a interação entre usuários (DUNN, 2013), e a implementação de ferramentas úteis para os desenvolvedores (LIN; BEZEMER; HASSAN, 2018).

Outra inovação que incentivou a crescente da indústria de jogos digitais foi uma grande adesão por parte das empresas ao modelo *freemium*. Nesse modelo de negócio os produtos e serviços são distribuídos gratuitamente, havendo investimento massivo em marketing para que cheguem à maior quantidade de público e gerando receita com a fidelização de uma parcela menor de usuários, que passa a adquirir itens ou funcionalidades *premium* a partir do produto gratuito (SOUZA, 2018). Nos jogos eletrônicos tal modelo concentrou, em 2018, 85,5% da receita desse mercado (CLAIRFIELD, 2018), e é mais comumente chamado de *free-to-play*;

ou seja, os jogos são gratuitos para jogar, existindo a possibilidade de adquirir recursos cosméticos ou funcionais por meio de microtransações. No caso da venda de recursos funcionais, os jogadores têm acesso a itens e funções exclusivos ou que demorariam mais para serem obtidos ao longo do jogo, podendo ocasionar vantagens competitivas a quem paga, o que muitas vezes faz esse tipo de jogo ser menos aceito pelo público, ganhando o nome de *pay-to-win* (pagar para ganhar). Já os recursos cosméticos não têm influência no desenvolvimento dos jogadores, sendo bens virtuais que mudam apenas o visual de itens, personagens ou avatares, agregando na experiência geral do usuário seja por motivação hedônica, como preferências estéticas, ou por motivação social, como uma forma de expressão pessoal ou de conquistar um determinado status social impressionando os outros jogadores por meio de itens mais raros e valiosos (FLUNGER; MLADENOW; STRAUSS, 2017).

O Steam Workshop (Oficina Steam) foi desenvolvido pela Valve para facilitar o processo de envio de itens e *mods* (modificações de jogos feitas por jogadores) criados pela comunidade, promovendo o engajamento e dando oportunidade aos jogadores de criarem itens e enviarem para serem analisados e talvez incorporados ao jogo, sendo remunerados por isso (STEAM, 2021a). As empresas que distribuem seus jogos pela Steam podem utilizar algum dos tipos de Oficina Steam em seus jogos, sendo: 1) Oficina de conteúdo pronto para uso ou 2) Oficina com curadoria de conteúdo (STEAMWORKS, 2021b). Apesar de não haver informações públicas sobre o pagamento desses recursos, variando conforme o jogo (STEAM, 2021a), há relatos de alguns casos de jogadores-desenvolvedores que receberam altas quantias pela criação de itens para a Valve, como um jogador que recebeu U\$150 mil por ano desenvolvendo chapéus (SOARES, 2013).

Um exemplo de jogo que utiliza o workshop Steam para receber e incorporar itens desenvolvidos pelos jogadores é Dota 2, um dos jogos de maior sucesso da Valve, sendo o segundo mais jogado na Steam (VALVE, 2021b). A oficina de Dota 2 possui extensa documentação orientando o desenvolvimento dos itens de acordo com a identidade visual do jogo e as características de cada personagem (VALVE, 2021c). Isso acarreta um grande engajamento, tendo a oficina cerca de 31 mil itens enviados pela comunidade e, dentre esses itens produzidos, mais de 8 mil produzidos foram aceitos; ou seja, aproximadamente 25% dos assets foram incorporados ao jogo (STEAM, 2021b).

Considerando que, por consequência, abre-se espaço no mercado para possibilidades de trabalho na área de desenvolvimento desses recursos, o presente artigo pretende explorar o processo de desenvolvimento de um conjunto de *assets* (bens/itens) para um personagem de Dota 2, focando nas seguintes fases de produção 3D: modelagem, skinning e UV. O personagem escolhido para a criação do *set* foi o Meepo (Figura 1), devido ao fato de ele possuir menos itens enviados do que outros heróis populares (STEAM, 2021c; STEAM, 2021d).

Figura 1 – Personagem Meepo com seus assets-padrão

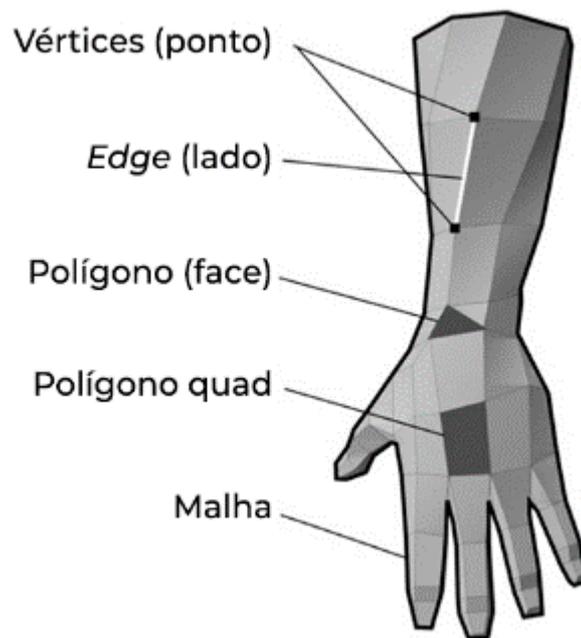
O processo de criação de um jogo se inicia com a exploração de ideias, testes (protótipos) e elaboração de documentações que orientam como essas ideias serão desenvolvidas e representadas pelos profissionais que compõem as diferentes equipes de criação; definindo todos os requisitos e fornecendo bases para o início da fase de produção, que é a fase mais longa do projeto e se estende até os testes finais do jogo e distribuição ao público. Entretanto, o desenvolvimento de um jogo finaliza apenas após a fase de pós-produção, em que o jogo recebe suporte e correções de problemas por um tempo determinado (CISZEK, 2012).

O termo “[...] *criação de conteúdo* [pode ser usado para] descrever a atividade de criar qualquer conteúdo do jogo. Isso inclui criar todos os sons, músicas, efeitos, locução, captura de movimentos, animação, modelos, e objetos e cenários do jogo” (CISZEK, 2012, tradução da autora). Dentro disso algumas etapas fazem parte da criação visual e cada projeto pode adotar divisões diferentes, fazendo com que não exista uma categorização definitiva. Por exemplo, Ciszek (2012) prefere utilizar o termo “produção de conteúdo 3D” para agrupar as etapas de desenho conceitual, modelagem e escultura, texturização e UV, rigging e animação. Já Fonseca (2018) utiliza a expressão “criação de modelagem 3D” para abarcar as etapas de arte conceitual, modelagem, escultura, retopologia, texturização e UV. Considerando os diferentes tipos de abordagem, pretende-se aqui definir tais etapas separadamente.

A primeira fase da produção visual é o desenvolvimento do *concept art* (arte conceitual), ou seja, a representação visual das ideias e conceitos, normalmente em formato bidimensional, onde os objetos, personagens, cenários, entre outros elementos a serem criados, são pensados utilizando conceitos de design, como formas e silhueta, cor, luz e composição (RÄSSA, 2018; TERÄVÄ, 2017). Sendo assim, os *concepts* servirão de base para a criação 3D.

Em seguida se inicia a etapa de modelagem 3D, que pode ser definida como “[...] o processo de criar uma representação 3D de qualquer superfície ou objeto pela manipulação de polígonos, lados e vértices em um espaço de simulação 3D através do uso de um software especializado.” (SLICK, 2018, apud FONSECA, 2018, tradução da autora). O modelo 3D pode ser desenvolvido por meio da modelagem poligonal, que consiste na criação e modificação de planos (faces) que dão forma ao objeto criado, ou por meio da escultura digital, onde a modelagem se inicia por meio de geometrias simples (como esferas e cubos) sólidas por dentro, permitindo que sejam esculpidas com ferramentas digitais que simulam o processo de escultura tradicional (TERÄVÄ, 2017).

Figura 3 – Elementos básicos do modelo poligonal 3D



Fonte: Adaptado de Scherer (2011) apud Terävä (2017)

A modelagem poligonal pode ser realizada por meio de diversas técnicas, como a *box modeling* (modelagem por caixas) e a *poly-by-poly* (polígono por polígono). Na primeira, a modelagem se inicia com a criação de caixas, cilindros ou esferas, que são utilizados como base para realizar modificações na forma até atingir o objetivo final, por meio de subdivisões da malha, cortes, escalonamento e reposicionamento dos vértices e faces. Já a modelagem *poly-by-poly* começa com a criação de uma única face, normalmente um triângulo ou um polígono *quad* (polígono de 4 lados, composto por 2 triângulos), e a partir de seus lados (*edges*) outros polígonos são criados, compondo pouco a pouco o modelo (TERÄVÄ, 2017; FONSECA, 2018).

Após esse processo, normalmente se obtém um modelo com alta quantidade de polígonos. O número de polígonos ou triângulos que compõem o modelo 3D é um aspecto importante da modelagem 3D e define o modelo como *high poly* ou *low poly* (alta ou baixa quantidade de polígonos). Isso porque uma quantidade elevada implica um maior processamento gráfico, e caso o conteúdo produzido seja processado em tempo real, como é frequente nos jogos, pode afetar o *framerate* (a quantidade de quadros exibidos por segundo, que impacta na fluidez do jogo). (TERÄVÄ, 2017; FONSECA, 2018; CISZEK, 2012).

Computadores modernos e consoles de jogos podem facilmente mostrar centenas de milhares ou milhões de triângulos em tempo real, mas dispositivos móveis como smartphones, tablet ou consoles de jogo portáteis são geralmente mais restritos em termos de poder computacional. Portanto, um modelador 3D tem que manter em mente as restrições técnicas do dispositivo-alvo e usar um número de polígonos apropriado quando modelando [...]. (TERÄVÄ, 2017, tradução da autora)

Desse modo, o modelo *high poly* é utilizado como base para desenvolver sua versão *low poly*, por meio da retopologia – a reorganização ou recriação da topologia (distribuição de polígonos na malha 3D) inicial. A retopologia costuma ser feita por meio de ferramentas que permitem o “redesenho” dos polígonos por cima do modelo *high poly* (TERÄVÄ, 2017), e deve-se buscar o que se chama de topologia “limpa” – uma topologia com bom fluxo entre os polígonos, considerando as “áreas onde a malha irá distorcer mais durante a animação”

(FONSECA, 2018, tradução da autora) para simular de maneira adequada as deformações anatômicas que ocorrem durante os movimentos da vida real, utilizando *loops* (anéis, ou voltas) de edges e polígonos onde as deformações ocorrem, permitindo a dobra de determinadas áreas durante o movimento enquanto se preserva o volume das outras partes da malha (TERÄVÄ, 2017; FONSECA, 2018).

Tais movimentos na malha, que permitirão que o modelo 3D seja animado, são possibilitados a partir do *rigging*, o processo de criação de uma sistema hierárquico de “ossos” e controladores que se conectam ao modelo 3D por meio do *skin* (“pele”, ou camada externa). Durante a fase de *skinning*, define-se quais ossos influenciarão cada vértice da malha 3D, e em qual intensidade (peso) (TERÄVÄ, 2017).

O "peso" de cada osso pode ser representado como um valor numérico ou uma cor, e cada vértice tem seu próprio peso, que pode ser uma combinação de pesos de diferentes ossos e articulações. Por exemplo, um vértice pode ter o peso de um único osso, e nesse caso o vértice seguiria os movimentos desse osso. No entanto, o peso de um vértice não precisa igual entre todos os ossos e articulações que o influenciam, o que significa que um vértice pode ser afetado principalmente por certos ossos e articulações, enquanto é pouco afetado por outros. (TERÄVÄ, 2017, tradução da autora)

Por fim, é necessário realizar também a texturização, que irá conferir cor, material, texturas e um maior nível de detalhamento ao modelo. As texturas são “imagens 2D que serão aplicadas à superfície do modelo 3D” (FONSECA, 2018) por meio do mapa UV. Esse mapa é obtido por meio do *unwrapping*, ou o “desembrulhar” da superfície tridimensional, fazendo cortes ou costuras (*seams*) em partes estratégicas até que ela seja achatada de forma bidimensional. Uma maneira fácil de compreender o *unwrapping* é observar os cortes de uma blusa em suas laterais, ombros e abaixo da manga; esses cortes mostram que a blusa nada mais é do que um objeto 3D composto por partes de tecido 2D costuradas. Dessa maneira, os recortes da superfície do modelo passam a ser representadas em uma imagem 2D que poderá ser pintada e receber a aplicação de texturas, seja em softwares de edição de imagem, como o Adobe Photoshop, ou em softwares especializados de texturização que permitem a realização da pintura diretamente no modelo 3D, automatizando a aplicação disto no mapa UV, como o Substance Painter. (TERÄVÄ, 2017; FONSECA, 2018)

No desenvolvimento do conjunto de assets (Figura 4) proposto para o personagem Meepo, considerou-se como pré-produção a etapa de arte conceitual, seguida da produção 3D com as etapas de modelagem do itens, *skinning* e desenvolvimento dos mapas UV, para posterior texturização por parte do outro integrante da equipe no que foi chamado pós-produção.

Figura 4 – Fluxograma da produção 3D de assets



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A etapa de produção foi realizada utilizando o programa 3ds Max (Autodesk), software próprio para o desenvolvimento de objetos tridimensionais, e os itens foram modelados de

acordo com as diretrizes dadas na página de Workshop de Dota 2 para o personagem Meepo (Figura 5). Tais diretrizes estabelecem a quantidade máxima de triângulos permitida para cada tipo de item criado, tanto para o modelo low poly como high poly, sendo o primeiro modelo essencial, enquanto a versão high poly é opcional. Na página do Workshop também é disponibilizado o modelo 3D do personagem, que serve de referência para desenvolver os itens dentro do programa 3D considerando o tamanho e as características do personagem, assim como permite conectar os itens ao modelo por meio dos ossos pré-existentes. Esse modelo é disponibilizado nos formatos .fbx, .smd e .ma, podendo ser importado em programas compatíveis. Como muitos programas para produção 3D possuem um sistema de coordenadas diferente (ORIOLI, 2015) – isto é, um posicionamento diferente para os eixos X, Y e Z, que representam altura, largura e profundidade, compondo um sistema tridimensional –, optou-se por utilizar o plugin “3DSMax SMD Importer Plugin” para importar o modelo do personagem no 3ds Max, pois esse plugin facilita a importação de arquivos em formato .smd nesse programa ao fazer o trabalho de converter o sistema de coordenadas do arquivo adequadamente.

Figura 5 – Requisitos para criação dos assets do personagem Meepo

Arquivos de modelos e texturas

Use o modelo do herói para ver o seu item em contexto. [Baixar modelo de Meepo](#)

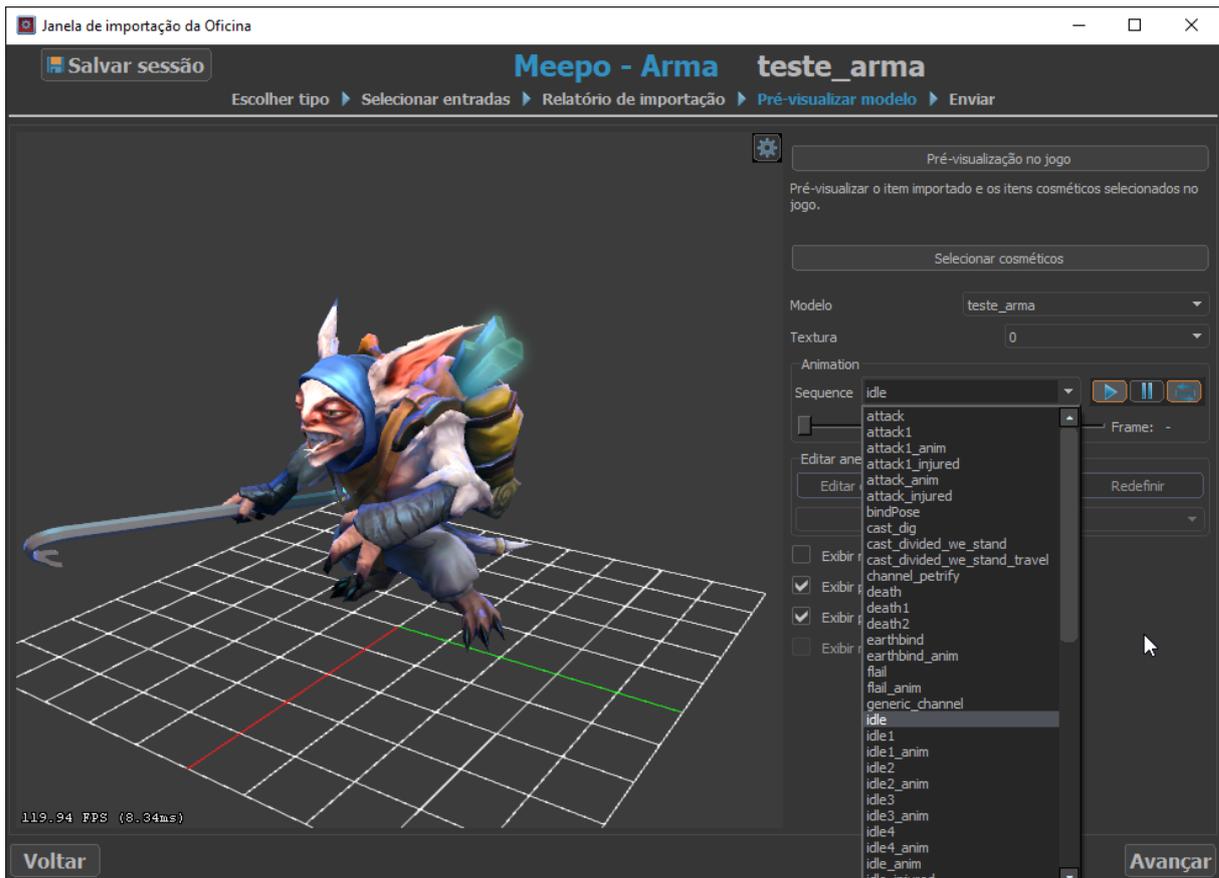
Tipos de itens e respectivos limites

<p>Head</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite de triângulos do modelo LoD0: 1000 • Limite de triângulos do modelo LoD1: 500 • Tamanho da textura: 256H x 256W <p>Shoulders</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite de triângulos do modelo LoD0: 1000 • Limite de triângulos do modelo LoD1: 500 • Tamanho da textura: 256H x 256W <p>Arms</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite de triângulos do modelo LoD0: 800 • Limite de triângulos do modelo LoD1: 600 • Tamanho da textura: 256H x 256W 	<p>Back</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite de triângulos do modelo LoD0: 1400 • Limite de triângulos do modelo LoD1: 800 • Tamanho da textura: 256H x 512W <p>Weapon</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite de triângulos do modelo LoD0: 1000 • Limite de triângulos do modelo LoD1: 500 • Tamanho da textura: 128H x 512W • Este modelo deve estar anexado aos seguintes ossos: weapon_1 <p>Tail</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limite de triângulos do modelo LoD0: 500 • Limite de triângulos do modelo LoD1: 250 • Tamanho da textura: 128H x 256W
---	--

Fonte: Adaptado de Valve (2021d)

Além disso, após a etapa de modelagem de cada item, utilizou-se a ferramenta Dota 2 Workshop Tools (Figura 6), que permite visualizar como os assets se comportam nos personagens de Dota em cada uma de suas animações, quadro a quadro. Essa ferramenta se faz essencial na fase de skinning pois permite checar como as deformações da malha dos itens estão ocorrendo nas animações do personagem; e assim pode-se encontrar áreas que não estão acompanhando os movimentos e realizar alterações.

Figura 6 – Dota 2 Workshop Tools



Fonte: Captura de tela realizada pela autora (2021)

3 RESULTADOS

Figura 7 – Arte conceitual dos assets para o personagem Meepo



Fonte: Elaborado pelos autores do projeto (2021)

A partir da exploração da arte conceitual, etapa feita pelo outro integrante da equipe, foi definido como concept final para cada item os concepts apresentados na Figura 7. Utilizando-os como base, iniciou-se a etapa de modelagem 3D de acordo com as diretrizes apresentadas anteriormente. Durante a produção do set, a Valve aumentou o número de polígonos permitido

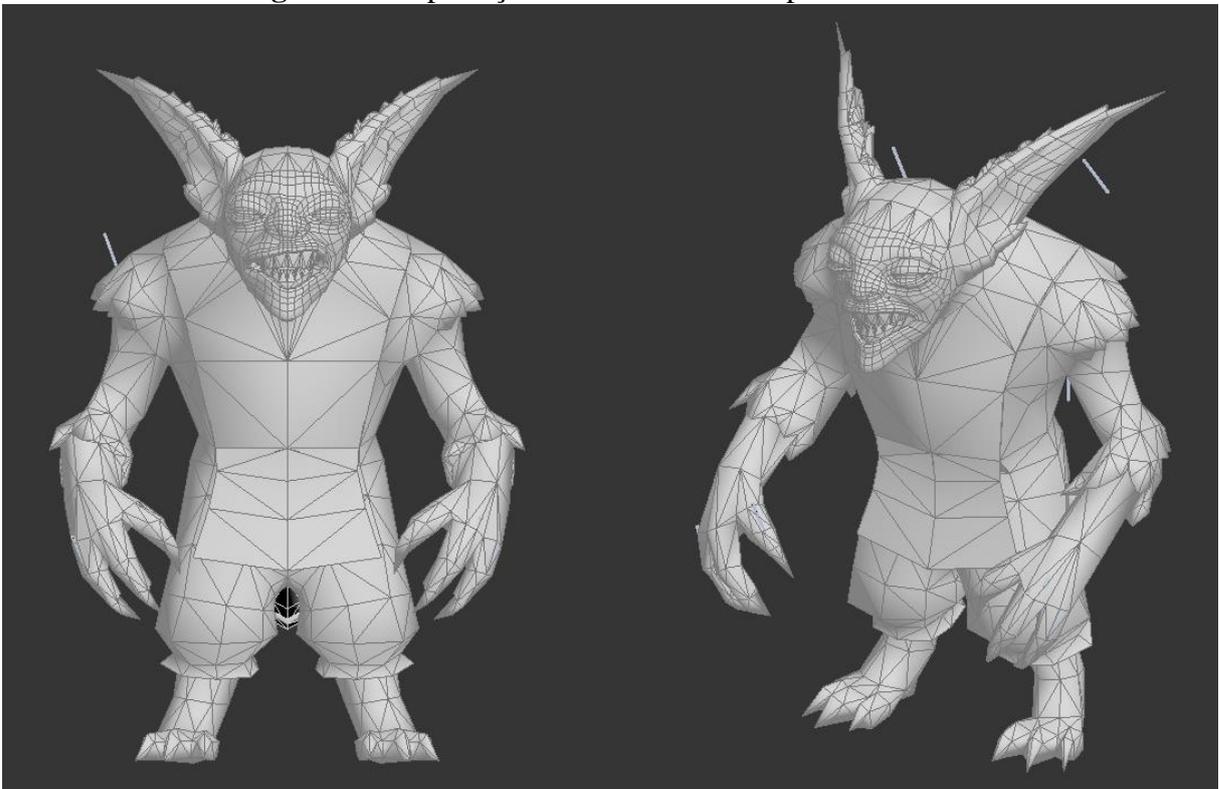
em cada item do Meepeo (Figura 8), o que facilitou o desenvolvimento de novas ideias para alguns dos assets produzidos.

Figura 8 – Atualização dos requisitos para criação dos assets do personagem Meepeo

Tipos de itens e respectivos limites	
Head	Back
<ul style="list-style-type: none">• Limite de triângulos do modelo LoD0: 3000• Limite de triângulos do modelo LoD1: 1200• Tamanho da textura: 512H x 512W	<ul style="list-style-type: none">• Limite de triângulos do modelo LoD0: 3000• Limite de triângulos do modelo LoD1: 1200• Tamanho da textura: 512H x 512W
Shoulders	Weapon
<ul style="list-style-type: none">• Limite de triângulos do modelo LoD0: 2500• Limite de triângulos do modelo LoD1: 1000• Tamanho da textura: 256H x 256W	<ul style="list-style-type: none">• Limite de triângulos do modelo LoD0: 2500• Limite de triângulos do modelo LoD1: 1000• Tamanho da textura: 256H x 256W• Este modelo deve estar anexado aos seguintes ossos: weapon_1
Arms	Tail
<ul style="list-style-type: none">• Limite de triângulos do modelo LoD0: 1500• Limite de triângulos do modelo LoD1: 600• Tamanho da textura: 256H x 256W	<ul style="list-style-type: none">• Limite de triângulos do modelo LoD0: 1000• Limite de triângulos do modelo LoD1: 400• Tamanho da textura: 128H x 256W

Fonte: Adaptado de Valve (2021e)

Figura 9 – Importação do modelo de Meepeo no 3ds Max

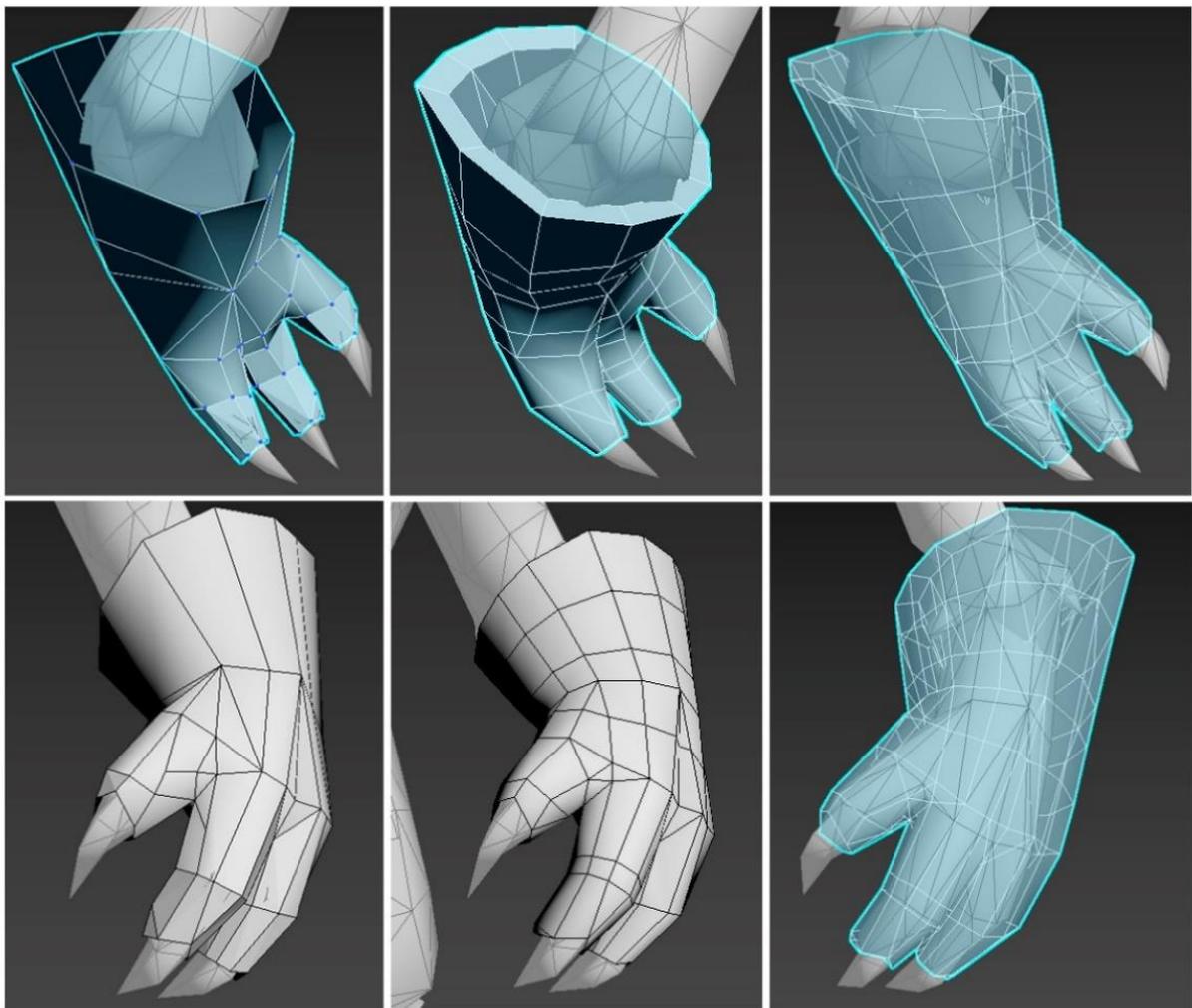


Fonte: Captura de tela realizada pela autora (2021)

Após a importação do modelo (Figura 9) a luva começou a ser modelada, sendo escolhida como o primeiro item para esse processo por conta de seu tamanho e geometria mais simples, dando espaço para se habituar ao fluxo de produção. O modelo desse personagem é

composto principalmente por triângulos, com exceção da malha do rosto que utiliza quads visando as deformações para animação de expressões faciais. A luva foi desenvolvida por meio da técnica poly-by-poly, utilizando principalmente quads por conta da facilidade para modelar, mas também definindo alguns triângulos nas áreas de dobras entre os dedos, levando em consideração a topologia do modelo logo abaixo da luva (Figura 10), já que a malha da luva deve deformar posteriormente de acordo com o movimento do braço sem que as superfícies da luva e do braço se cruzem. Depois foi realizado um espelhamento dos polígonos para replicar a malha de um braço para o outro. Devido ao fato de esse asset ser um dos mais simples do set, sua a modelagem se manteve dentro da limitação de polígonos para low poly, então não foi necessário desenvolver duas versões nesse caso.

Figura 10 – Modelagem da luva

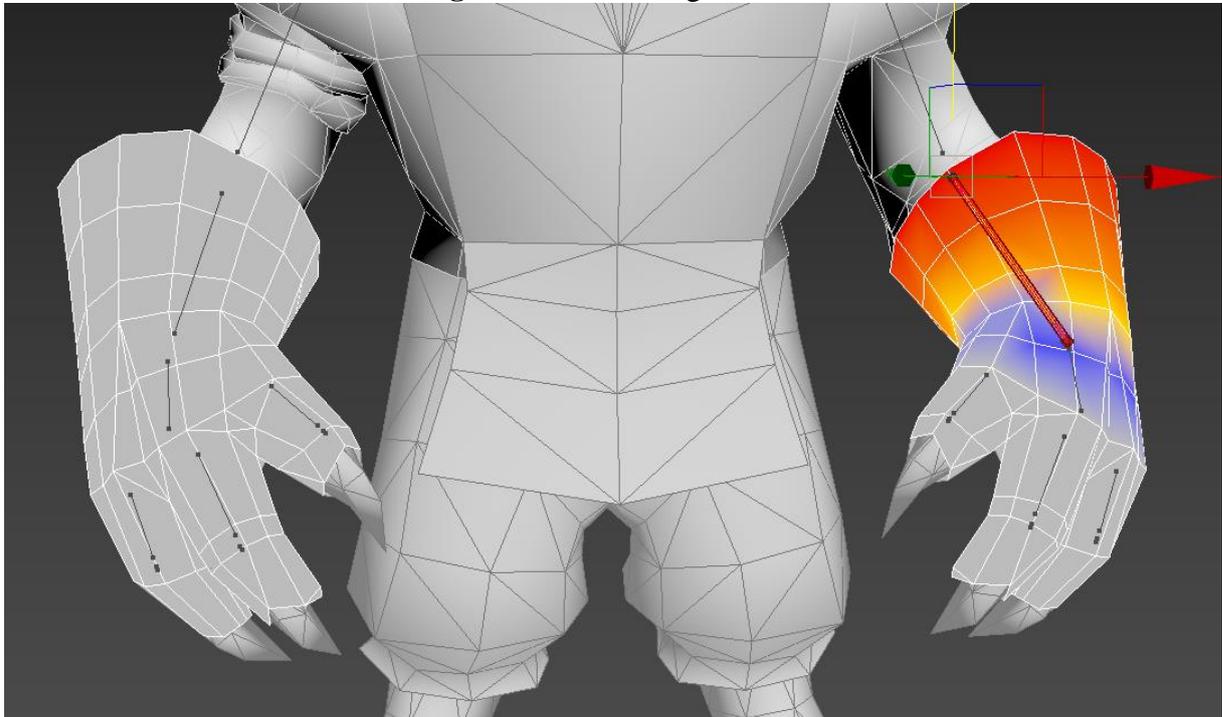


Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Como o que está sendo produzido são assets para um personagem que já possui rig e animações, a etapa de rigging não se faz necessária, entretanto o skin é necessário pois precisa seguir a deformação do modelo principal em várias animações pré-existentes, especialmente se a malha dos itens estiver muito próxima da superfície do personagem (quando há mais risco de alguma parte da malha do personagem deformar em uma animação e ultrapassar a malha do item, caso esta não acompanhe a deformação). Portanto, o processo de skinning das luvas

(Figura 11) foi realizado primeiramente adicionando os *bones* relacionados ao item (todos os ossos do antebraço, mão e dedos), o que gerou uma distribuição inicial dos pesos de influência dos ossos, e em seguida foram realizados inúmeros testes num processo de vai-e-volta entre o 3ds Max e a Dota 2 Workshop Tools. Dessa forma é possível observar as deformações que precisam ser melhoradas e realizar os ajustes dos pesos de influência em cada vértice, num *continuum* entre as 2 etapas. Em alguns momentos nesse processo também foi necessário realizar pequenas modificações na topologia do item, adicionando alguns loops de polígonos ou modificando a triangulação (a forma como um polígono será dividido em 2 triângulos). Então, quando a deformação de uma das luvas alcançou o nível desejado, os pesos dos vértices foram refletidos para a luva do outro braço através da opção de *mirror* (espelho) dentro do skin, e alguns ajustes de peso também precisaram ser realizados, considerando que a animação do Meepo não é simétrica pois em uma das mãos ele carrega sua arma.

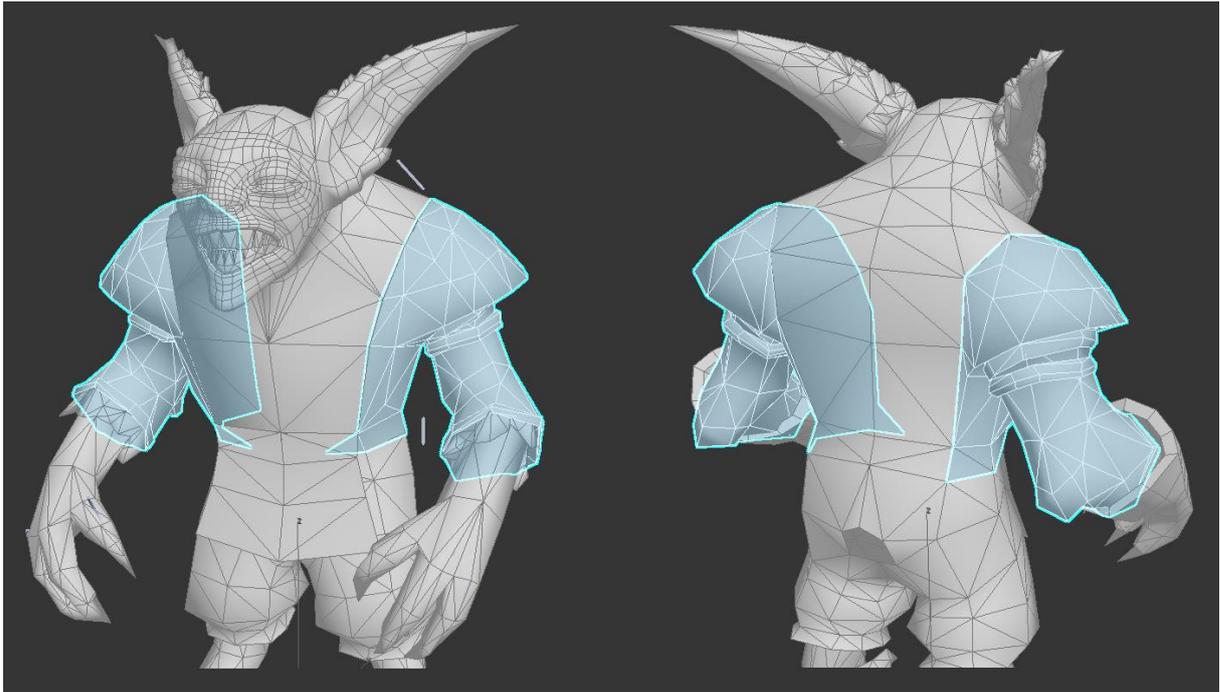
Figura 11 – Skinning da luva



Fonte: Captura de tela realizada pela autora (2021)

O segundo asset desenvolvido foi a roupa e seu processo de modelagem se deu da mesma forma (Figura 12), porém nesse caso foi desafiador seguir o número de polígonos indicado para low poly ao mesmo tempo em que se buscava uma deformação adequada no skin, pois esse item precisava cobrir a região dos braços, ombros e parte do torso – uma região que, além de ampla, apresenta movimentos bem exagerados em muitas animações diferentes, distorcendo bastante a malha do personagem; o que, por consequência, torna mais difícil a tarefa de recobrir o modelo com os poucos polígonos do asset sem haver pontos em que as malhas se cruzem. Apesar da dificuldade, no entanto, com testes e modificações realizados seguindo o mesmo processo de vai-e-volta entre os programas, foi possível estabelecer os pesos adequados para os vértices respeitando a limitação de 500 triângulos.

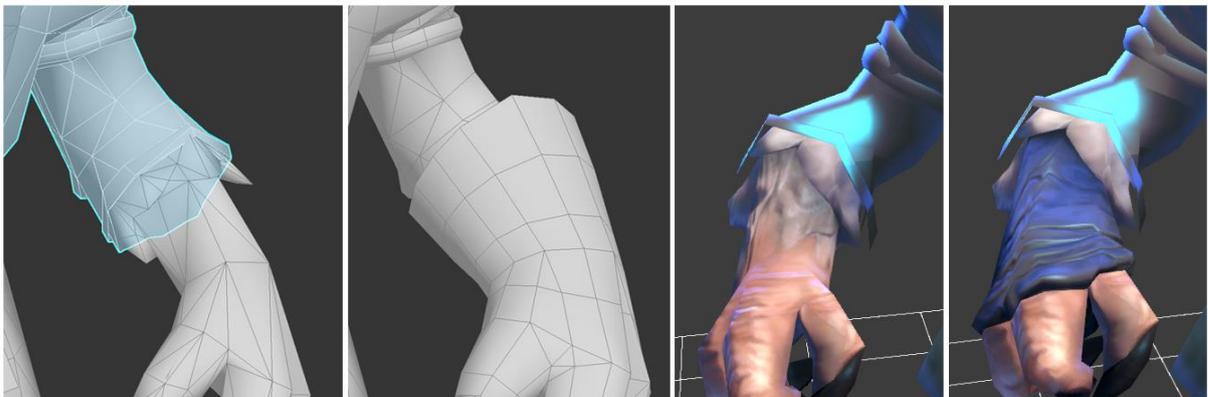
Figura 12 – Modelagem da roupa



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Porém, algo que gerou dificuldade foi a área onde os pelos do braço do Meepo terminam, logo após o cotovelo. Essa parte do modelo apresenta uma geometria que exige mais polígonos para ser recoberta, e entre a exploração de diferentes soluções, a que coube dentro dos parâmetros estabelecidos foi terminar a roupa do personagem antes dessa área, dando a impressão de o final do tecido estar preso com uma corda igual as cordas que prendem a roupa mais acima; o que, para utilização com a luva do set, atenderia aos objetivos de design e funcionalidade propostos na etapa do concept, já que essa área ficaria para dentro da luva. No entanto, a personalização dos itens dos personagens dentro de Dota 2 pode ser feita mesclando itens de diferentes conjuntos de assets, e com as outras opções de luvas existentes essa solução para o tecido do braço acabou por gerar contraste entre as formas (roupa-pelos-luva), chamando atenção para essa área, o que não faz parte do objetivo visual para esse item (Figura 13).

Figura 13 – Problema no acabamento da roupa

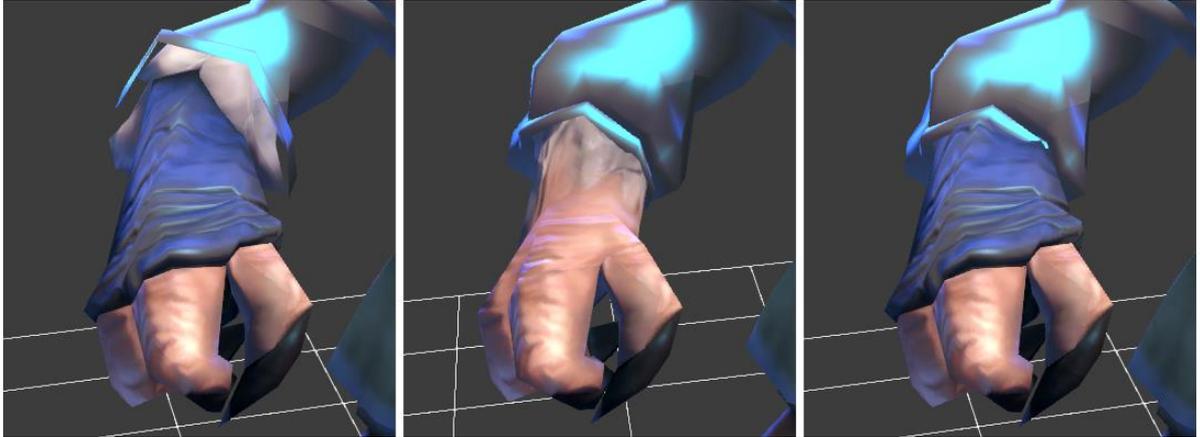


Fonte: Captura de tela realizada pela autora (2021)

Enquanto se pensavam outras formas de resolver o problema, houve o aumento do limite de polígonos pela Valve, o que permitiu adotar uma solução que não envolvesse a redução dos

polígonos já existentes. Desse modo, a solução escolhida foi cobrir os pelos do braço que haviam ficado de fora do tecido (Figura 14), deixando essa área do personagem com menos elementos à mostra e atingindo a proposta de gerar menos informação visual em conjunto com as outras opções de luvas do jogo.

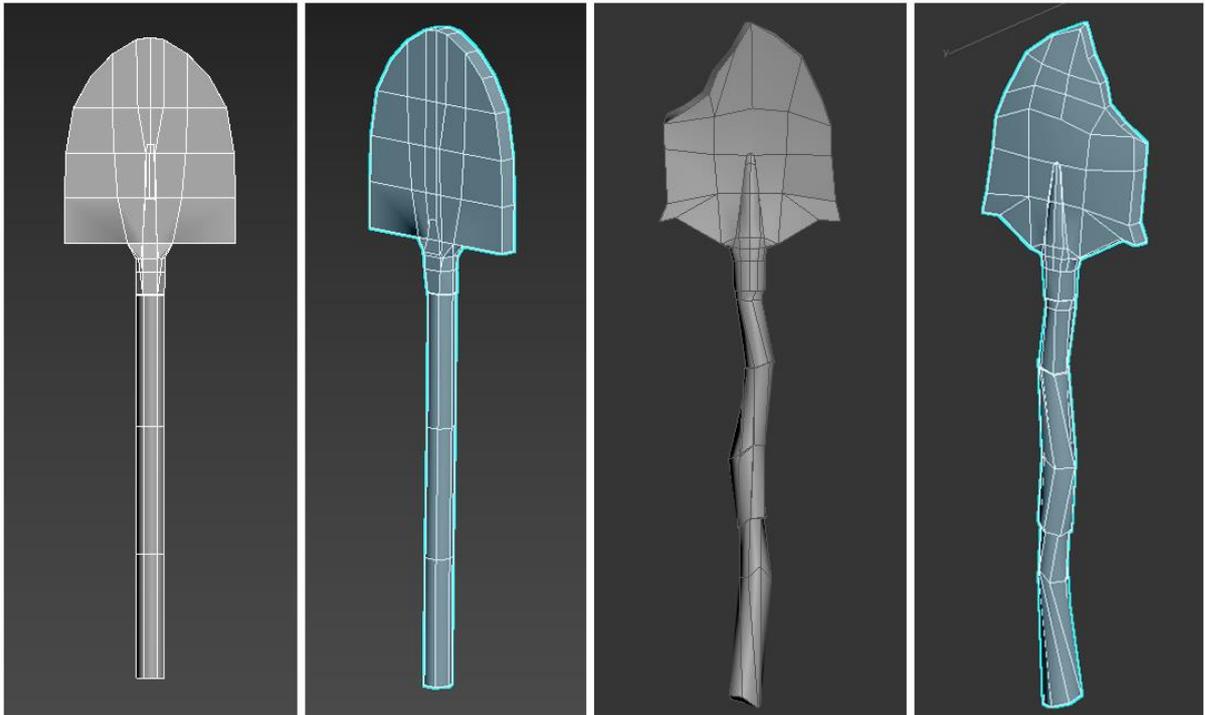
Figura 14 – Solução para o problema no acabamento da roupa



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Já a modelagem da arma (Figura 15) se iniciou com a técnica de box modeling, utilizando um cilindro para criar o cabo da pá e um retângulo para a parte superior, e então sua topologia começou a ser modificada buscando encaixar as 2 partes e chegar inicialmente ao formato de uma pá comum. Posteriormente esse formato foi distorcido, buscando uma estética mais rústica e danificada, considerando os resíduos corrosivos ligados à temática, e uma parte do cabo foi replicada com escalonamento para representar o tecido ao redor do cabo. A pá não precisou passar por nenhum processo de configuração de pesos para deformação, visto que é um objeto sólido, bastando utilizar o skin somente para conectá-la ao “osso” que controla a arma do personagem no jogo; dando o objeto por finalizado.

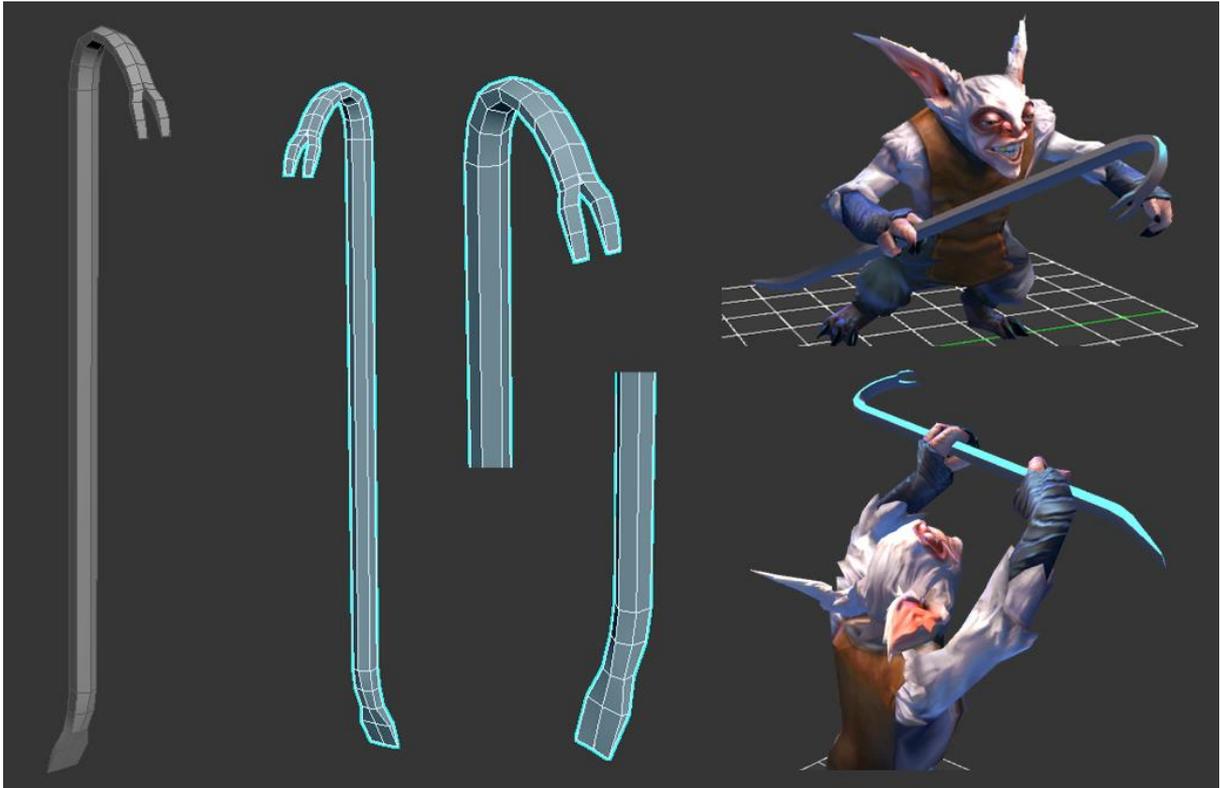
Figura 15 – Modelagem da primeira versão da arma



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

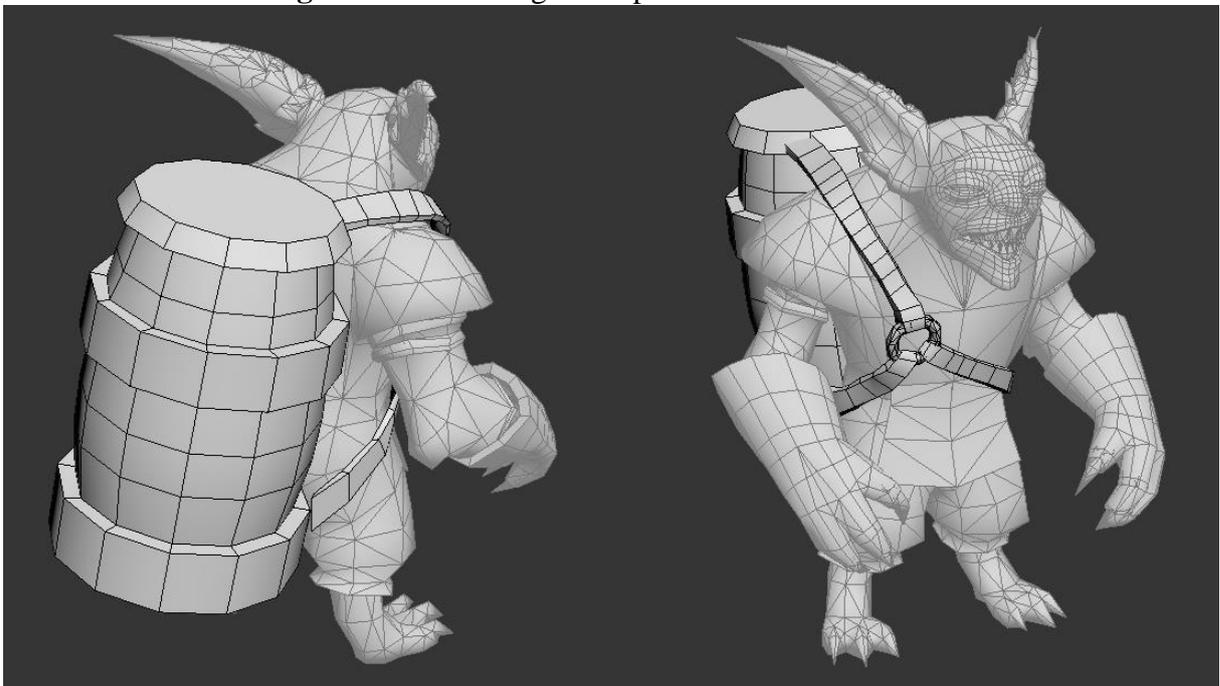
Posteriormente, porém, após a modelagem de todos os assets, concluiu-se que a pá não estava de acordo com o design do resto do set, pois seguia um estilo mais rústico em relação aos outros objetos e não servia para reforçar a temática. Portanto a arma foi remodelada (Figura 16) do zero conforme a nova ideia de concept, dessa vez remetendo a uma temática mais industrial, a partir da modificação de um cilindro.

Figura 16 – Modelagem da versão final da arma



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Figura 17 – Modelagem da primeira versão do barril

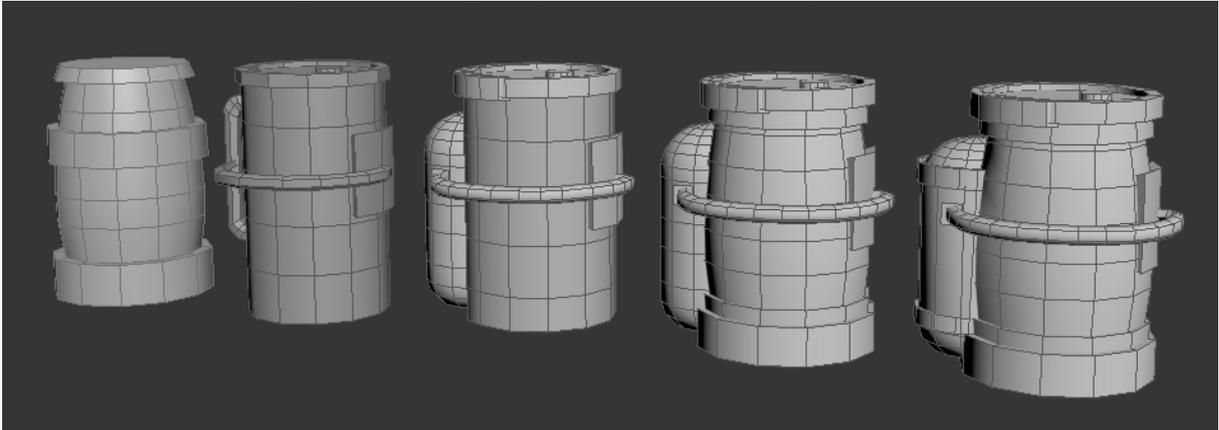


Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

O próximo asset modelado foi o barril (Figura 17), utilizando como ponto de partida um cilindro, adicionando loops de edges e escalonando os loops de polígonos para fazer as braçadeiras e tampa. Na fase de concept não houve definição sobre a alça, e nessa etapa ela foi desenvolvida tendo como inspiração a alça da mochila original do personagem, considerando

sua funcionalidade e a dinâmica de peso do barril. Percebeu-se, entretanto, que a ideia para o barril se mostrava muito simples quando no modelo 3D, o que não era a intenção para este asset. Diante disso, outros concepts foram explorados a partir da busca de novas referências visuais, fazendo alguns rascunhos em 2D e testes diretamente no 3ds Max (Figura 18).

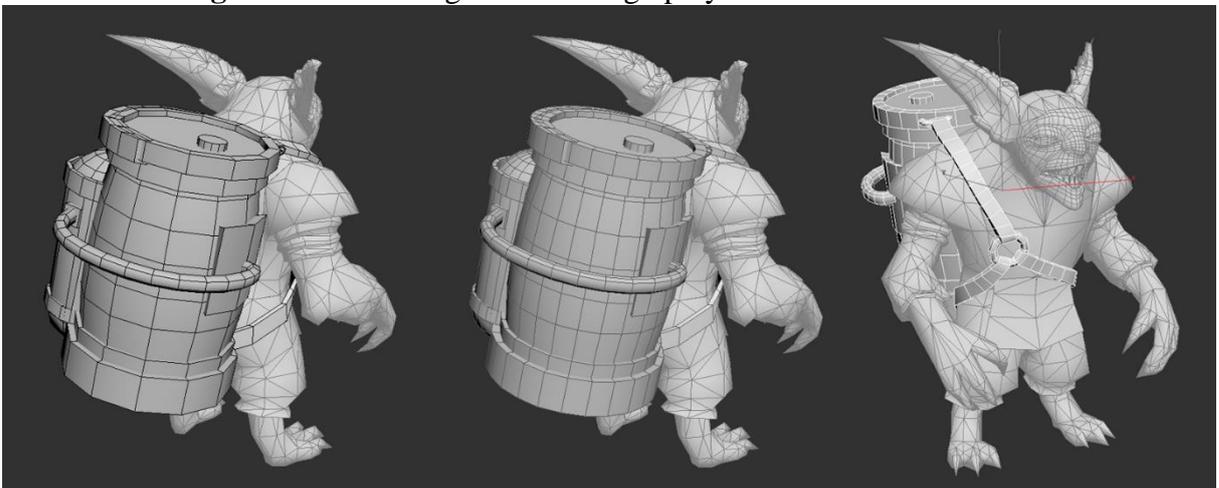
Figura 18 – Explorações em 3D do concept do barril



Fonte: Captura de tela realizada pela autora (2021)

O modelo-base criado atingiu o número de aproximadamente 1300 triângulos, e a partir dele foram incrementados novos loops para refinar o item e deixar as bordas mais suaves, chegando à versão high poly (Figura 19) com aproximadamente 1900 triângulos; número que não seria possível na limitação de polígonos anterior à atualização dos requisitos pela Valve. Após a finalização dessa versão se iniciou o processo de skin, onde toda a estrutura do barril se conectou a apenas um osso, entretanto a alça exigiu diversos testes para determinar quais ossos iriam influenciar os vértices e em que nível. O que ocorre é que, por ser uma região que se move com muitas torções e a partir de diversos ossos, em um ajuste feito com base nos movimentos de uma animação a alça se mantinha por cima da malha do Meepo, porém em outra animação a alça afundava na malha, exigindo modificações minuciosas até chegar a um equilíbrio ideal que abarcasse a necessidade de deformação entre as animações principais do personagem.

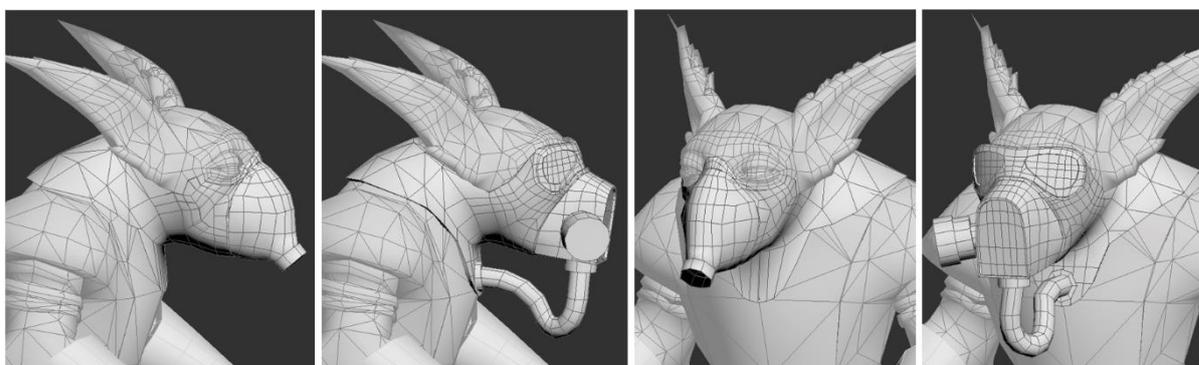
Figura 19 – Modelagem-base e high poly da versão final do barril



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

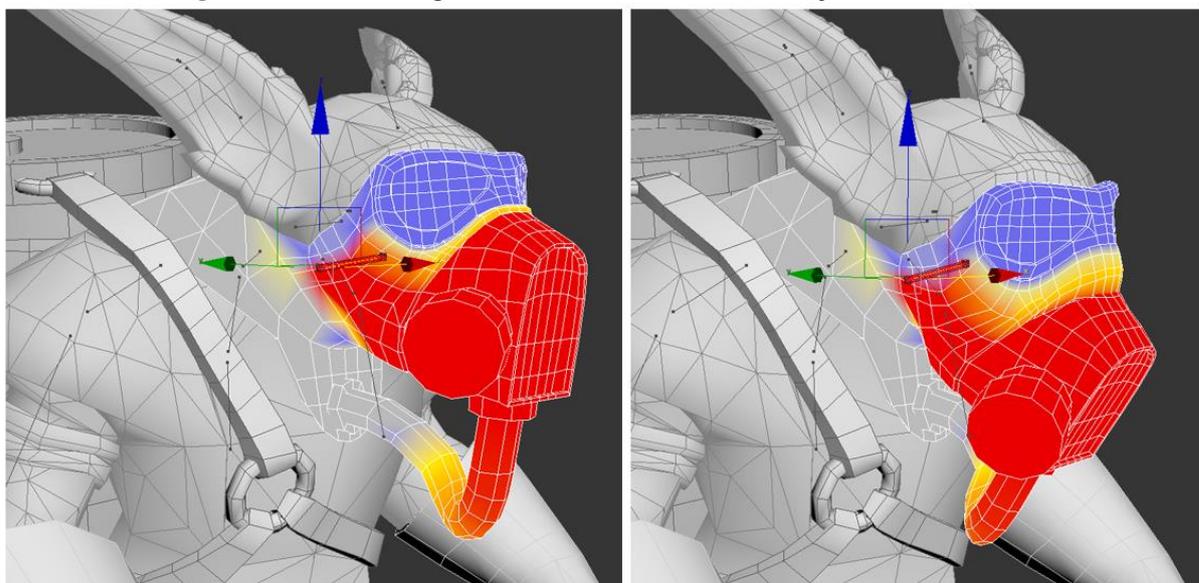
A máscara (Figura 20) também se iniciou com uma proposta de concept que, visualizando em 3D, não refletiu o objetivo estético desejado, o que levou a um retrabalho do concept em 2D antes de prosseguir. Depois disso a modelagem se seguiu usando predominantemente a técnica de poly-by-poly, acompanhando a topologia do pescoço e partes do rosto do personagem, e a box modeling para criar os elementos cilíndricos da máscara. O processo de skin se deu da mesma maneira que os outros assets, com o diferencial de deformar o tecido da máscara com base no movimento do osso da mandíbula, precisando levar isso em conta ainda no momento da modelagem, deixando um “excesso de tecido” (mais sequências de polígonos na malha) para realizar tal deformação como se o tecido estivesse amontoado e esticasse (Figura 21); mas realizando pequenos ajustes na topologia também durante o skinning.

Figura 20 – Modelagem da máscara



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Figura 21 – Skinning da máscara com movimentação da mandíbula

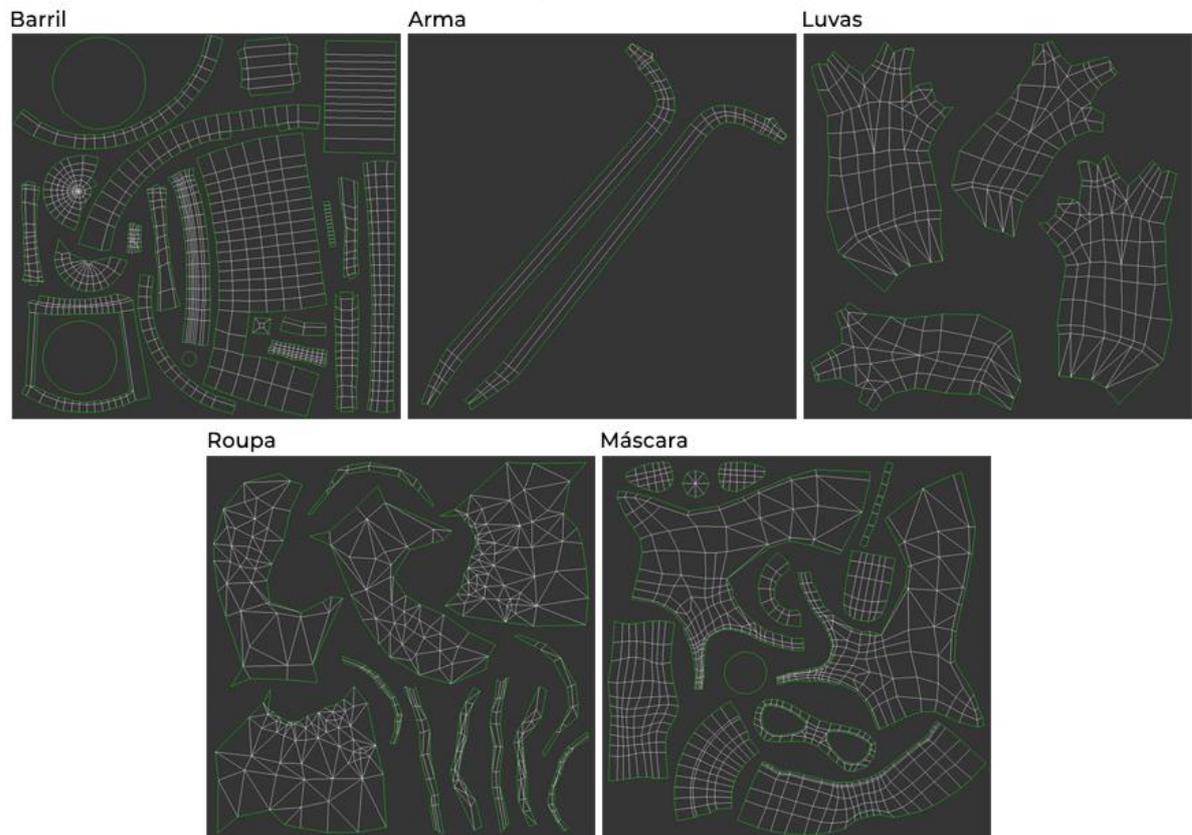


Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Por fim, os mapas UV de todos os itens (Figura 22) foram desenvolvidos utilizando o modificador Unwrap UVW do 3ds Max nesse processo, para apenas em seguida as versões low poly do barril e da máscara serem desenvolvidas. Isso porque, a partir de um clone do modelo high poly com o mapa UV já aplicado, é possível modificar sua topologia visando a redução do

número de triângulos enquanto se mantém o mapa existente. Também é possível fazer isso com o skin, podendo este precisar de alguns ajustes, porém servirá como uma grande base para o modelo low poly.

Figura 22 – Mapas UV de todos os assets



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Com todos os assets finalizados (Figura 23) desde a modelagem, passando pelo processo de skinning e o desenvolvimento dos mapas UV, até a adaptação dos modelos para low poly, a texturização foi realizada posteriormente (Figura 24) por parte do outro integrante da equipe, permitindo o envio do conjunto de itens para o Workshop de Dota 2.

Figura 23 – Visualização dos assets em conjunto



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

Figura 24 – Conjunto de assets finalizado após texturização



Fonte: Compilação de capturas de tela realizadas pela autora (2021)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado de jogos eletrônicos gera cada vez mais possibilidades de trabalho, considerando seu crescimento e, com isto, o surgimento de novas demandas. A produção de recursos visuais para jogos que aceitam o envio de itens pela comunidade, como Dota 2, é uma oportunidade de inserção nesse mercado. No caso dos itens enviados ao Workshop de Dota 2, mesmo que não haja garantias de que os assets sejam incorporados ao jogo, quanto maior o volume de produção maiores são as chances de que eles sejam aprovados, e as documentações disponibilizadas pela empresa também ajudam a ter assertividade na produção dos itens. Além

disso, tal processo também ajuda no desenvolvimento de peças para portfólio e um espaço para adquirir e testar novos conhecimentos.

Tendo em vista o desenvolvimento do projeto aqui apresentado, um fator que poderia ser melhorado quanto ao ritmo de produção é uma definição mais concreta das artes conceituais antes do início da modelagem, pois os retornos à etapa de concept tendem a gerar retrabalhos nas etapas posteriores. Dentro disso, caso as etapas de concept e de modelagem sejam realizadas por pessoas diferentes, é interessante focar na representação tridimensional dos objetos ainda no desenho 2D, pois um desenho 2D permite um espaço muito maior para abstração do que um modelo 3D, o que pode gerar interpretações e adaptações visuais muito diferentes na fase da modelagem. Um recurso que pode auxiliar nesse processo é o uso de *contour lines* (linhas de contorno) no desenho dos objetos, simulando um *wireframe* (a rede de contornos/*edges* dos polígonos que descreve as formas nos modelos 3D). Isso facilita a visualização de como os objetos devem ser modelados e, por consequência, reduz a necessidade de contatar o artista conceitual para saber se o modelo está de acordo ou não com o concept e aguardar aprovações.

Tendo em vista o objetivo proposto de realizar a produção 3D de um conjunto de assets para envio à oficina de Dota 2, e sendo essa a primeira experiência de ambos os integrantes nesse tipo de produção, considera-se que o projeto aqui apresentado teve o resultado esperado.

REFERÊNCIAS

- ASHRAF, Z.; GOODWIN, M. **Growth in the Video Gaming Market**: the changing state of play. OC&C Strategy consultants, 2020. Disponível em: <https://www.occstrategy.com/br/insights/insight/id/5924/growth-in-the-video-gaming-market-the-changing-state-of-play>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- CLAIRFIELD International. **Gaming industry - Facts, figures and trends**. Entertainment report, 2018. Disponível em: <https://entertainment.report/whitepapers/gaming-industry-facts-figures-and-trends>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- CISZEK, P. **3D production pipeline in game development**. Tese de bacharelado (Formação em Tecnologia de Informação) - University of Jyväskylä, Department of Mathematical Information Technology, 2012. Disponível em: <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/40995>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- DUNN, J. **Full Steam ahead: The History of Valve**. Games Radar, 2013. Disponível em: <http://www.gamesradar.com/history-of-valve/>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- FONSECA, A. C. **3D Modeling Pipeline for Games**: Work methods for low poly models with hand painted textures. Tese de bacharelado (Formação em Mídia e Artes) - Tampere University of Applied Sciences (TAMK), 2018. Disponível em: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/156811/Gomes_Sarmento_Da_Fonseca_Ana.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.
- FLUNGER, R.; MLADENOW, A.; STRAUSS, C. **The Free-to-play Business Model**. iiWAS '17: Proceedings of the 19th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3151759.3151802>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- GELONEZE, F. R.; ARIELO, F. S.. **Uma breve análise sobre a Indústria de Jogos Eletrônicos e os Indie Games**. Revista Multiplicidade, 8(8), 2018. Disponível em: <https://revistas.fibbauru.br/multiplicidadefib/article/view/102>. Acesso em: 29 ago. 2021.
- KRASNIANSKI, G.; KUBASOVA, N. **The saturation of the Steam platform game market and the noticeability of the saturation by Steam users**. Tese de graduação (Bacharelado em Game Design) - Uppsala Universitet, 2019. Disponível em: <http://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1351344&dswid=1282>. Acesso em: 05 set. 2021.
- LIN, D.; BEZEMER, CP.; HASSAN, A. E. **An empirical study of early access games on the Steam platform**. Empir Software Eng, 23, p. 771–799, abril, 2018. Disponível em: https://sail.cs.queensu.ca/Downloads/EMSE2017_AnEmpiricalStudyOfEarlyAccessGamesOnTheSteamPlatform.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.
- NEWZOO. **Global Games Market Report 2020**. Disponível em: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2020-light-version/>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- NEWZOO. **Global Games Market Report 2021**. Disponível em: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2021-free-version/>. Acesso em: 30 ago. 2021.

ORIOLI, Andrea. Dota 2 Workshop: Importing a hero in 3dsmax and zbrush. 2016. (26m45s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=f0I_1p8Ekqk. Acesso em: 05 set. 2021.

RÄSSA, Julia. **Concept Art creation methodologies**: Visual Development of “Rock Boy”. Tese de graduação (Bacharelado em Cultura e Artes, com habilitação em Design de Jogos) - South-Eastern Finland University of Applied Sciences (XAMK), 2018. Disponível em: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/146949/Julia_Rassa_Thesis.pdf. Acesso em: 03 set. 2021.

SIMPRIANO, Marco Antonio Alvares. **Criação de recursos visuais para o jogo eletrônico Dota 2**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design, com habilitação em Design Gráfico) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/145460>. Acesso em: 29 ago. 2021.

SHAW et al. **The Global Gaming Industry Takes Center Stage**. Morgan Stanley Investment Management: Active Fundamental Equity, 2020. Disponível em: https://www.morganstanley.com/im/publication/insights/articles/article_globalgamingindustry_takescentrestage_en.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

SOARES, Nilson Valdevino. **O Steam e a produção de conteúdo pelos jogadores**. In: Anais do Gamepad VI: Seminário de games e tecnologia. Novo Hamburgo, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328792508_O_Steam_e_a_Producao_de_Conteudo_pelos_Jogadores. Acesso em: 29 ago. 2021.

SOUZA, Luís F. P. R. **Modelo de cálculo do valor de um cliente em jogos "free-to-play"**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023741.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2021.

STEAMWORKS. **Steam: Retrospectiva de 2020**. Steam Community, 2021a. Disponível em: <https://steamcommunity.com/groups/steamworks/announcements/detail/2961646623386540827>. Acesso em: 30 ago. 2021.

STEAMWORKS. **Oficina Steam: Documentação do SteamWorks**. Steam, 2021b. Disponível em: <https://partner.steamgames.com/doc/features/workshop>. Acesso em: 31 ago. 2021.

STEAM Workshop. **Oficina Steam: Termos Complementares do Workshop - Repartição de receitas**. Steam Community, 2021a. Disponível em: <https://steamcommunity.com/workshop/workshoplegalagreement/?l=brazilian&appid=0>. Acesso em: 31 ago. 2021.

STEAM Workshop. **Dota 2**. Steam Community, 2021b. Disponível em: <https://steamcommunity.com/workshop/browse/?appid=570>. Acesso em: 01 set. 2021.

STEAM Workshop. **Dota 2: Resultados para "Crystal Maiden"**. Steam Community, 2021c. Disponível em: <https://steamcommunity.com/workshop/browse/?appid=570&searchtext=crystal+maiden>. Acesso em: 05 set. 2021.

STEAM Workshop. **Dota 2: Resultados para "Meepo"**. Steam Community, 2021d.

Disponível em:

<https://steamcommunity.com/workshop/browse/?appid=570&searchtext=meepo>. Acesso em: 05 set. 2021.

TERÄVÄ, Tapio. **Workflows for Creating 3D Game Characters**. Tese (Bacharelado em Administração de Empresas) - University of Applied Sciences (KAMK), 2017. Disponível em: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/131241/Terava_Tapio.pdf. Acesso em: 03 set. 2021.

VALVE Corporation. **Dota 2**. Steam, 2013. Disponível em:

https://store.steampowered.com/app/570/Dota_2/. Acesso em: 6 set. 2021.

VALVE Corporation. **Busca Steam**. Steam, 2021a. Disponível em:

<https://store.steampowered.com/search/?category1=998>. Acesso em: 30 ago. 2021.

VALVE Corporation. **Game and Player Statistics**. Steam, 2021b. Disponível em:

<https://store.steampowered.com/stats/>. Acesso em: 30 ago. 2021.

VALVE Corporation. **Oficina de itens do Dota 2: Diretrizes**. Dota 2, 2021c. Disponível em:

<http://www.dota2.com/workshop/>. Acesso em: 01 set. 2021.

VALVE Corporation. **Oficina de itens do Dota 2: Technical Requirements - Meepo**. Dota 2, 2021d. Disponível em:

<https://web.archive.org/web/20200705035107/http://www.dota2.com/workshop/requirements/meepo>. Acesso em: 01 jun. 2020.

VALVE Corporation. **Oficina de itens do Dota 2: Technical Requirements - Meepo**. Dota 2, 2021e. Disponível em:

<http://www.dota2.com/workshop/requirements/meepo>. Acesso em: 05 set. 2021.