

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE EXPRESSÃO GRÁFICA
CURSO DE ANIMAÇÃO

JOSÉ FRANCISCO FERRARI FILHO

MINIATURAS PARA IMPRESSÃO 3D:
ETAPAS E PROCESSOS DE CRIAÇÃO

Florianópolis, SC

2022

JOSÉ FRANCISCO FERRARI FILHO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Programa de Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Bacharel em Animação.
Orientador: Prof. Dr. Flávio Andaló

Florianópolis, SC

2022

José Francisco Ferrari Filho

Miniaturas para impressão 3d: etapas e processos de criação

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, 18 de março de 2022

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

Banca Examinadora:

Prof. André Salomão, Ms. (UFSC)

Prof. Flávio Andaló, Dr. (UFSC)

Prof. Luiz Fernando Gonçalves de Figueiredo, Dr. (UFSC)

Prof. Flávio Andaló, Dr.

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

Ferrari Filho, José Francisco

Miniaturas para impressão 3d: etapas e processos de criação / José Francisco Ferrari Filho ; orientador, Flávio Andaló, 2022.

19 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Comunicação e Expressão, Graduação em Animação, Florianópolis,
2022.

Inclui referências.

1. Animação. 2. Miniaturas 3d. 3. Impressão 3d. 4.
Processos de Impressão. 5. Modelagem de personagens . I.
Andaló, Flávio. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Animação. III. Título.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma análise e uma proposta de adaptação, para a criação de miniaturas impressas, do método desenvolvida por Lima e Meurer (2011). Lançando mão de literaturas complementares que contemplem aspectos próprios da mídia estudada, foi possível constatar a viabilidade do processo durante o desenvolvimento de uma peça que está aqui documentado, pois apresenta uma evidente separação das etapas de produção e um guia fluido de trabalho.

Palavras-chave: Miniaturas, Impressão 3d, Produção

ABSTRACT

The present work presents an analysis and a possible adaptation, for creating printed miniatures, of the method developed by Lima and Meurer (2011). Making use of complementary literature that contemplates specific aspects of the studied media, it was possible to verify the feasibility of the process during the development of a piece that is documented here, as it presents an evident separation of the production stages and a fluid guide of work.

Key Words: Miniatures; 3d Print; Production

1 INTRODUÇÃO

Esculturas em miniatura fascinam os seres humanos desde a antiguidade. Segundo Mark (2012) , estudos indicam a existência, já no Egito antigo, de bonecos miniaturizados chamados *Shabti* que eram deixados de maneira ritualística junto aos mortos. Igualmente e com conotação religiosa, as representações em escala reduzida marcam presença em algumas crenças de matriz africana, que, de acordo com Cordeiro (2017), se originaram no século IV a.C., como amuletos de proteção.

Além disso, também nos tempos modernos, as miniaturas foram usadas em larga escala como peças para jogos, entre elas, as de xadrez, que data sua origem por volta do século VI d.C, segundo Mauk (2012). Não se sabe ao certo a origem de sua escolha de design, porém, tradicionalmente, adotou-se um visual iconográfico para as miniaturas. Entretanto, contemporaneamente, já existem conjuntos personalizados, com miniaturas realistas de xadrez, que chegam a valer milhares de reais, como é o caso do conjunto *Battle of Nagashino*, entre outros, vendidos em sites online.

Na atualidade, vemos as miniaturas muito usadas, ainda, como entretenimento, sejam na área de jogos, pintura ou de colecionismo. Os *Wargames* e *RPGs*, como *Dungeons and Dragons* são grandes expoentes na categoria dos jogos de tabuleiro, também chamados de *Boardgames*, em que se vê um potencial econômico expressivo. Segundo Sommadossi (2019) , este mercado foi responsável por cerca de R\$ 665 milhões do faturamento das indústrias de brinquedos brasileira em 2018, o que representou 9,7% de toda a renda do setor no ano.

Assim, entendendo a importância das miniaturas para o mercado e pensando em criar uma sistematização de montagem, este projeto tem como objetivo adaptar o método descrito por Lima e Meurer (2011) para a criação de modelos 3d visando os jogos digitais, e nesse sentido, orientar à produção de miniaturas impressas. Para tal, será feito a análise do método já existente, a implementação de aspectos terceiros para aprimorar seu funcionamento e sua testagem na produção de um modelo digital finalizado para a impressão em resina de uma miniatura na escala de 1:57, com 28 mm, baseada na temática do cangaço brasileiro para um jogo de tabuleiro do gênero dos Wargames, ainda em desenvolvimento e que será lançado em formato de financiamento coletivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para um melhor entendimento do processo de criação de miniaturas para impressão 3d, faz-se necessária a análise e compreensão de alguns tópicos iniciais.

2.1 Método Base

Então, partindo de Lima e Meurer (2011), temos o seguinte método estipulado para a produção de um personagem tridimensional direcionado para jogos:



Figura 1: Etapas para criação do modelo tridimensional (3D). Fonte: LIMA e MEURER, 2011, p.04

Na **figura 1**, partindo do abstrato em direção ao concreto, o processo de criação do modelo 3d é dividido em **seis** etapas macross: a) a **Estratégia**, onde se organiza o modo como será feito o projeto, pensando em quais técnicas serão utilizadas, onde se está e onde se pretende chegar, bem como as diretrizes artísticas a serem seguidas para que seja possível manter um padrão estético; b) o **Escopo**, onde se *inicia* a etapa de *Concept* (ou desenvolvimento) visual do personagem, procurando-se referências externas e desenvolvendo esboços, também é aqui onde se organiza os documentos de referência encontrados; c) o **Esqueleto**, onde se define o *Concept* pensando nos fatores psicológicos e narrativos do personagem, visando descrevê-lo ao público de forma não-verbal; d) a **Pré-Estética**, onde de fato se inicia a execução do planejado e se produz toda a base 3d do boneco, sem se atentar a questões como a pintura e animação do modelo, ainda; e) a **Estética**, em que finalmente se pinta, e anima o modelo; f) o **Experimento**, onde se testa o personagem em motores de jogo para garantir que seja um Modelo Funcional Navegável ou MFN.

2.2 Produtos Impressos

O método de Lima e Meurer (2011) abrange pontos específicos para a criação de personagens voltados à mídia digital, contemplando aspectos técnicos próprios desse meio, como etapas de texturização, *rigging* e animação, por exemplo. Entretanto, uma vez que o presente trabalho busca descrever um método pertinente a modelos impressos, faz-se necessária a apresentação de mais alguns pontos específicos, voltados à mídia impressa. São eles:

2.2.1 Escala e Miniaturas

Quando se fala em esculturas há um parâmetro, para se referir às suas proporções, chamado de **escala**. Para Vieira (2019), “escala é o valor pelo qual a peça, a partir de seu tamanho real, é dividida ou multiplicada para que seja representada em modelo”, ou seja um modelo em escala 1:1 (um para um) representa as proporções reais do que foi reproduzido, 1:2 (um para dois) é duas vezes menor, 1:3, três vezes e assim por diante.

Sendo assim, para o melhor entendimento, será adotado neste documento que miniaturas são peças com escala inferior a 1:32 ou 54mm em relação a proporção humana.

2.2.2 Produção de um modelo digital para impressão

De maneira geral, a produção de uma peça em 3d segue as mesmas etapas (Estratégia, Escopo, Esqueleto, Pré-Estética e Estética), adotadas por Lima e Meurer (2011), porém a finalização do modelo para impressão, difere da utilizada em um modelo virtual. Segundo Ribeiro (2020), depois da criação do personagem é necessário cortá-lo, transformando o modelo em peças que possam ser separadas, ou seja, passíveis de serem impressas além de garantir que o modelo seja sólido ou “*watertight*”, ou seja, significa que não terá furos na malha, evitando problemas com a impressão – esse assunto será melhor detalhado durante o desenvolvimento do projeto.

Por fim, Ribeiro (2020) ainda explica a necessidade de se preparar o modelo para impressão, ou seja, de se planejar todo processo inclusive realizando os ajustes necessários para um melhor desempenho da impressora.

2.2.3 Tipos de impressão

Na busca de um resultado final satisfatório, é imprescindível conhecer o processo de impressão 3d previamente ao desenvolvimento do modelo. Isso influenciará diretamente nas escolhas técnicas de produção. Dito isso, é preciso deixar claro que existem inúmeras tecnologias de impressão. É possível a utilização de resinas, polímeros ou metais. Entretanto, conforme Formlabs (2021), há quatro tipos mais indicados para a produção de miniaturas: a *Modelagem por Fusão e Deposição (Fused Deposition Modeling* ou FDM, em inglês), a *Estereolitografia (SLA)*, a *Sinterização Seletiva por Laser (Selective Laser Sintering* ou SLS, em inglês) e a impressão por *Jato Aglutinante (Binder Jetting*, em Inglês). Todos funcionam depositando camadas de material, uma em cima da outra e em sequência, criando um modelo tridimensional.

2.2.3.1 Fusão e Deposição – FDM

Segundo Grames (2020), o FDM é um dos métodos de impressão mais utilizado por ser mais barato e de fácil utilização, entretanto é necessária a colocação de suportes durante a produção das peças.

Essa tecnologia constrói as partes do modelo derretendo e depositando um filamento termoplástico, camada a camada, como mostrado na **Figura 2**. Comparado às outras técnicas, por produzir camadas mais grossas, possui um nível inferior de detalhamento.

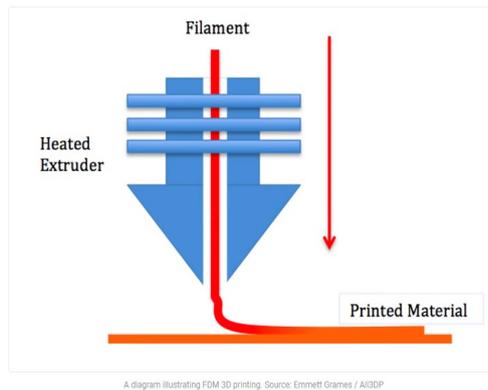


Figura 2: Diagrama demonstrando o funcionamento de impressora FDM.

Fonte: <https://all3dp.com/2/fused-deposition-modeling-fdm-3d-printing-simply-explained/> Acesso em: Fevereiro de 2022

2.2.3.2 Estereolitografia – SLA

Formlabs (2021) informa ainda, que esta é a tecnologia mais versátil e precisa de impressoras 3d de mesa existente no mercado, atualmente. Ela usa uma resina líquida que endurece em exposição a luz UV, tornando possível a montagem de camadas muito pequenas, configurando alta resolução para o modelo, como mostrado na **Figura 3**. Dependendo do que será produzido, é necessária a utilização de suportes.

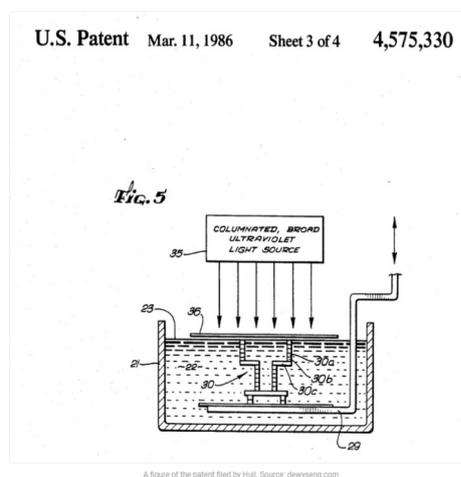


Figura 3: Diagrama mostrando o funcionamento de impressora SLA.

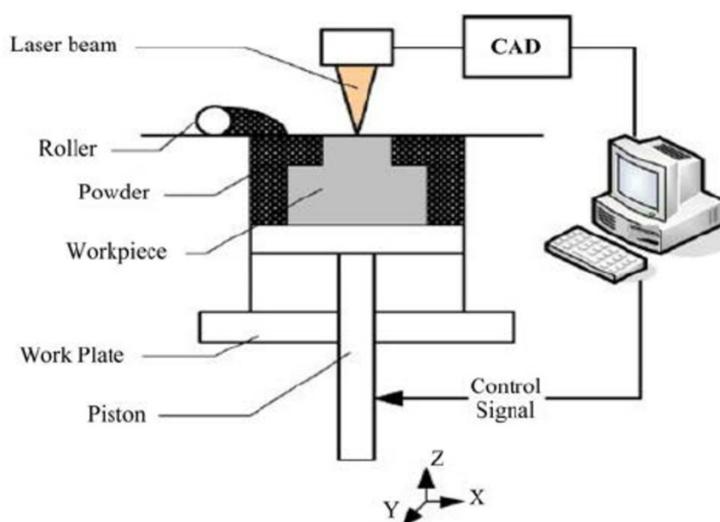
Fonte: <https://all3dp.com/2/stereolithography-3d-printing-simply-explained/> Acesso em: Fevereiro de 2022

2.2.3.3 Sinterização Seletiva por Laser – SLS

De outra forma, as impressoras SLS funcionam derretendo um pó de polímero termoplástico, enquanto empilham as camadas de detalhe, segundo

Formlabs (2021), como mostrado na **Figura 4**. Sua principal vantagem é dispensar o uso de suportes externos para a peça, possibilitando a construção de formas complexas que seriam muito difíceis, ou impossíveis, de se atingir com outras tecnologias. Além disso ela possibilita a impressão de várias peças de uma única vez, tornando-a ideal para pequenas sessões de manufatura.

Entretanto, a impressão por SLS não pode ser imediatamente manuseada após o processo, é necessário deixá-la esfriando e, além disso, o principal fator negativo deste método é depender de um altíssimo nível tecnológico e demandar muita energia, inviabilizando-o para o consumidor médio, sendo viável para pequenas, médias e grandes empresas.



Source: Song *et al.* (2007)

Figura 4: Diagrama mostrando o funcionamento de uma impressora SLS.

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-SLS-process_fig2_262574639 Acesso em: Fevereiro de 2022

2.2.3.4 Binder Jetting

Similar ao SLS, este processo também produz a peça tridimensional a partir do pó, entretanto utiliza um agente aglutinante para solidificar as peças, ao invés do calor, segundo Formlabs (2021), como é mostrado na **Figura 5**. Essa tecnologia é principalmente utilizada por ser capaz de imprimir peças já coloridas e sem a necessidade de suportes, porém, além do alto custo, produz peças frágeis e com uma textura porosa, inviabilizando a impressão de geometrias complexas.

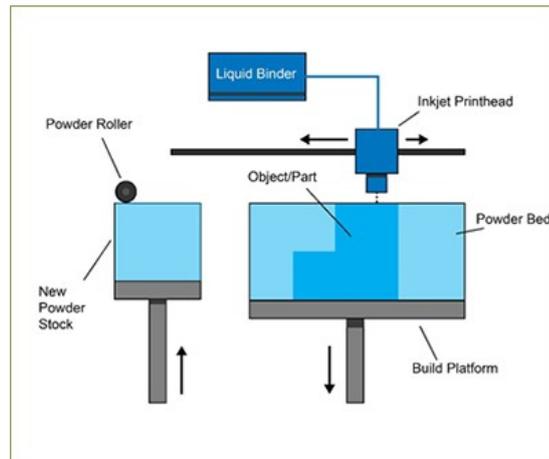


Figura 5: Diagrama do funcionamento de uma impressora Binder Jetting.
 Fonte: <https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/binderjetting/> Acesso em: Fevereiro de 2022

2.3 Métodos Complementares

Como complemento, serão utilizadas os métodos descritos por Souza ([2018]) que, baseado em seu nível de detalhamento, divide o processo mental vivenciado durante a criação de um personagem e Ribeiro (2019) que define etapas, baseadas na lógica de produção do modelo.

2.3.1 Método de Souza ([2018]) – Formas Primárias, Secundárias e Terciárias

Para Souza, um modelo tridimensional é composto por três níveis de detalhamento: as **Formas Primárias**, as **Secundárias** e as **Terciárias**. As **Primárias** são responsáveis pela estrutura do modelo, os grandes formatos que serão entendidos pelo olhar antes de qualquer detalhamento. **Formas Secundárias** se referem a caracterização e definição do modelo. Aspectos que o tornam individuais, detalhes mais finos do que as formas primárias, entretanto longe do detalhamento de pequenas rugas ou poros da pele. Por fim, **Formas Terciárias** se referem aos detalhes mais sutis da superfície, como poros e linhas de expressão. Esse processo é exemplificado pela **Figura 6**.



Figura 6: Formas Primárias, Secundárias e Terciárias, por Rafael Souza.

Fonte: <https://rafasouzaacademy.com/curso/introz/b/> Acesso em: Fevereiro de 2022

2.3.2 Método de Ribeiro (2019)

Ribeiro (2019), a princípio, separa seu processo em etapas análogas ao método de Lima e Meurer (2011), ou seja: primeiro, é visualizada a ideia do que se quer e o processo para atingir tal objetivo (Estratégia); em sequência se inicia a busca por referências que indiquem a estética pretendida em comparação aos produtos do mercado (Escopo); a partir daí, começa a etapa de criação, ou *concept*, que deve levar em consideração não apenas o personagem, mas também sua pose e composição junto a base de suporte da peça. Para tanto, Ribeiro utiliza técnicas como a produção de *Sketches* bidimensionais (desenhos) e a *Blocagem*, como é chamada pelo autor, que nada mais é do que uma maneira de visualizar, em *Formas Primárias*, o *concept* que está sendo criado, a fim de estruturá-lo de maneira concreta no meio virtual e tridimensional (Esqueleto); depois, inicia-se o detalhamento do personagem na pose T, que é uma pose neutra e simétrica utilizada para agilizar o processo de criação, refinando a indumentária e a anatomia até aspectos *Secundários* (Pré-Estética); então, o modelo é colocado, com os detalhes já feitos, na pose final e refinado, até elementos *Terciários*, com arranhões na pele e indumentária, cicatrizes, rugas e poros (Estética); por fim, o modelo deve ser preparado para impressão, “solidificado”, evitando buracos e artefatos na malha que atrapalhem e cortado em peças separadas (Experimento).

3 MÉTODO E RESULTADOS

A fim de demonstrar de maneira prática o método utilizada, produziu-se uma miniatura na escala de 1:57, com 28 mm, baseada na temática do cangaço brasileiro. A seguir serão mostradas e discutidas as etapas de produção.

3.1 Estratégia

A peça a ser produzida faz parte de um conjunto de doze miniaturas, feitas para um projeto de Wargame com a temática do cangaço, ainda em desenvolvimento e que terá seu lançamento em formato de financiamento coletivo. Levando isto em consideração, descarta-se a necessidade da criação de alguns itens da miniatura, pois já existem na biblioteca do projeto. Na fase da estratégia se definiu o que já havia sido criados para outros personagens (que poderia ser reutilizado) e o que precisava ser criado de novo. Para este experimento, determinou-se que a maior parte do material, como chapéu, botas, bolsas, luvas e armas já estavam prontos, bem como a base anatômica do corpo, restando apenas juntar as partes, definindo os traços da personagem, e refiná-las como uma peça final, preparando-a na sequência, para a impressão.

3.2 Escopo

Nessa etapa do projeto, avalia-se e decide a estética a ser seguida, em comparação a outros produtos do mercado. Para o projeto, escolheu-se um design mais realista e que fosse fiel às referências do cangaço, como é mostrado na **Figura 7**.

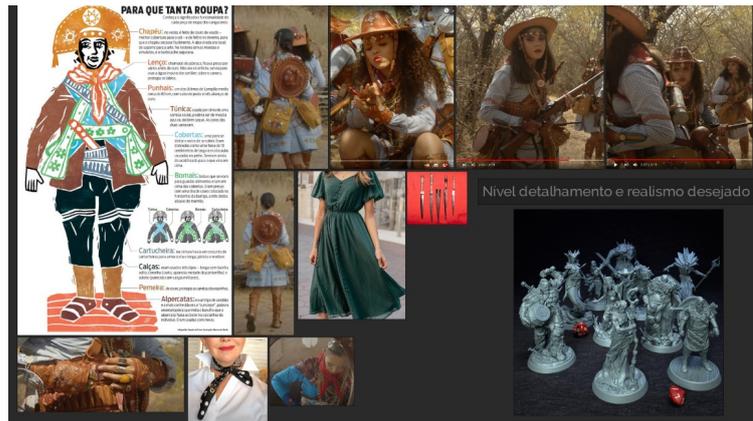


Figura 7: Diagrama com referências visuais da estética desejada
 Fonte: Arquivo pessoal do autor

3.3 Esqueleto

Neste momento, inicia-se a concepção visual da peça, pensado em fatores artísticos e técnicos, como será feita sua impressão, por exemplo. Assim, com a ajuda de um manequim virtual, foi escolhida a pose, para depois iniciar-se a blocagem, em pose T, das peças que precisariam ser criados do zero, como o cabelo e o vestido.

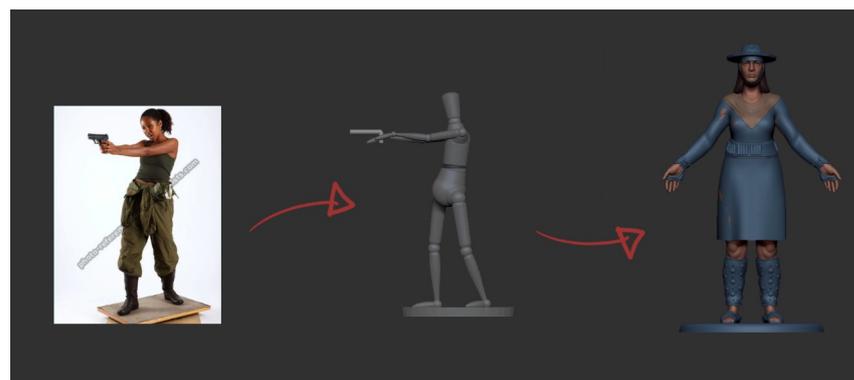


Figura 8: Blocagem da pose e do design da personagem
 Fonte: Arquivo pessoal do autor

3.4 Pré-Estética

É nessa fase que se produz grande parte da indumentária daquilo que não será deformado após se posar o modelo, entretanto, como foi visto durante a **Estratégia**, este projeto possui, previamente, uma biblioteca de objetos já produzidos e refinados, assim tornando esta etapa mais rápida uma vez que apenas foi necessário colocar as peças no lugar e ajustá-las ao modelo. Alguns adereços que faltavam foram, também, modelados neste momento.

A **Figura 9** demonstra as peças já refinadas e colocadas no lugar, com o modelo em pose T. Alguns objetos, como as armas, estão “flutuando” pois serão encaixados na pose final e outros, como as faixas das bolsas da personagem, estão faltando pois serão modeladas após a pose.



Figura 9: Refinamento de Indumentárias na pose T

Fonte: Arquivo pessoal do autor

3.5 Estética

Esta é a fase em que o modelo é refinado de fato e na qual se finaliza todas as escolhas visuais e artísticas. Inicia-se posando o personagem, em seguida são refinadas as expressões faciais, anatomia e tecidos e, finalmente, os objetos são encaixados de maneira natural e harmoniosa.

Como ilustrado na **Figura 10**, esta etapa começa com a colocação do modelo na pose, atentando-se a todos os detalhes de *gesture*, focando nas linhas de ação do corpo. Após isto, o resto da indumentária, como faixas, cabelos e roupas e a anatomia foram modelados (Formas Primárias e Secundárias) e depois refinados (Formas Terciárias). Ao final desta etapa o modelo estava esteticamente finalizado.



Figura 10: Etapas de refinamento do modelo

Fonte: Arquivo pessoal do autor

3.6 Experimento

Esta é a etapa final. Para o melhor resultado possível, é preciso que o modelo seja viável para impressão. Para Ribeiro (2020), é preciso garantir que o modelo seja “sólido”, ou seja, sem frestas entre os objetos que compõem a peça e sem buracos na malha. Além disso, é necessário evitar partes com a espessura muito fina que podem se quebrar fácil após a impressão. Por fim, ainda é feito a exportação do modelo na escala correta para ser impresso. Todos esses processos são realizados com técnicas específicas dentro do programa Zbrush, que estão ilustradas na **Figura 11**, como o engrossamento dos dentes e a solidificação das mãos e do tronco da personagem. Por fim, ainda é possível ver o processo de exportação da peça utilizando um prisma quadrangular como base e referência das medidas desejadas na escala final.



Figura 11: Solidificação dos objetos para impressão e Exportação do modelo

Fonte: Arquivo pessoal do autor

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho, buscou adaptar o método de criação de personagens tridimensionais para jogos, proposta por Lima e Meurer (2011), utilizando-a para personagens em miniatura impressos, com o intuito de auxiliar futuras produções.

Com bases empíricas, concluiu-se que o método original serviu como um guia sólido para a criação do modelo, uma vez que apresenta um bom fluxo de trabalho a ser seguido e separa a produção em etapas bem definidas, sendo, necessário, porém, adicionar ou alterar alguns pontos, baseando-se em literaturas complementares que expliquem as peculiaridades da criação de personagens para impressão, como quesitos de detalhamento, refinamento e preparação da malha 3d.

Futuramente, ainda se vê a possibilidade da realização de novos estudos, buscando a viabilidade e, se necessárias, as adequações do método aqui desenvolvida, para a produção de peças em larga escala, visto que a isso se exigem preocupações extras, como quanto a moldagem de peças.

5 REFERÊNCIAS

CORDEIRO, Tiago. **Para que serve o vodu?** 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/para-que-serve-o-vodu/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

FORMLABS. **3D Printing Miniatures and Custom Figurines: A Guide to Bringing Digital Models to Life.** 2021. Disponível em: <https://formlabs.com/blog/3d-printing-miniatures-and-custom-figurines/>.

Acesso em: 08 mar. 2022.

GRAMES, Emmett. **What Is FDM 3D Printing? – Simply Explained**. 2020. Disponível em: <https://all3dp.com/2/fused-deposition-modeling-fdm-3d-printing-simply-explained/>. Acesso em: 08 mar. 2022.

GREGURIC, Leo. **SLS 3D Printing: Selective Laser Sintering – Simply Explained**. 2019. Disponível em: <https://all3dp.com/2/selective-laser-sintering-sls-3d-printing-simply-explained/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

LIMA, Alessandro; MEURER, Heli. **Projeto de personagens tridimensionais e virtuais: validação e adaptação de metodologias**. Porto Alegre: UniRitter, 2011.

MARK, Joshua J.. **Shabti Dolls: The Workforce in the Afterlife**. 2012. Disponível em: <https://www.worldhistory.org/article/119/shabti-dolls-the-workforce-in-the-afterlife/>. Acesso em: 08 mar. 2022.

MAUK, Ben. **Who Invented Chess?** 2012. Disponível em: <https://www.livescience.com/32431-who-invented-chess.html>. Acesso em: 08 mar. 2022.

RIBEIRO, Álvaro. **Diferenças entre estátuas e miniaturas I Alvaro Ribeiro**. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=4xUvgZw0n3g&t=140s&ab_channel=AlvaroRibeiro3D. Acesso em: 28 fev. 2022.

RIBEIRO, Álvaro. **Live: Processo de Criação - Luthumos, Lord of the Dead**. 2019. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=S4ANUh13kVA&ab_channel=AlvaroRibeiro3D. Acesso em: 28 fev. 2022.

RIBEIRO, Álvaro. **Preparando um modelo para impressão 3D + anúncio de novo contest!** 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pQW4oJ5Ho6o>. Acesso em: 28 fev. 2022.

RIBEIRO, Álvaro. **Preparando um modelo para impressão 3D em resina**. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CqEXjqBzc3Q>. Acesso em: 28 fev. 2022.

SOMMADOSSI, Guilherme. **Mercado de jogos de tabuleiro ganha espaço no Brasil Leia mais em: <https://forbes.com.br/colunas/20>**: empresas nacionais lançam títulos originais e também de outros países. Leia mais em: <https://forbes.com.br/colunas/2019/07/mercado-de-jogos-de-tabuleiro-ganha-espaco-no-brasil/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

SOUZA, Rafael. **Introdução ao ZBrush**: e a mente do escultor. E a mente do escultor. [2018]. Disponível em: <https://rafasouzaacademy.com/curso/introzbr/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

VIEIRA, Raoni. **Escala, o que é?** 2019. Disponível em: <https://claytrix.com.br/escala/>. Acesso em: 28 fev. 2022.