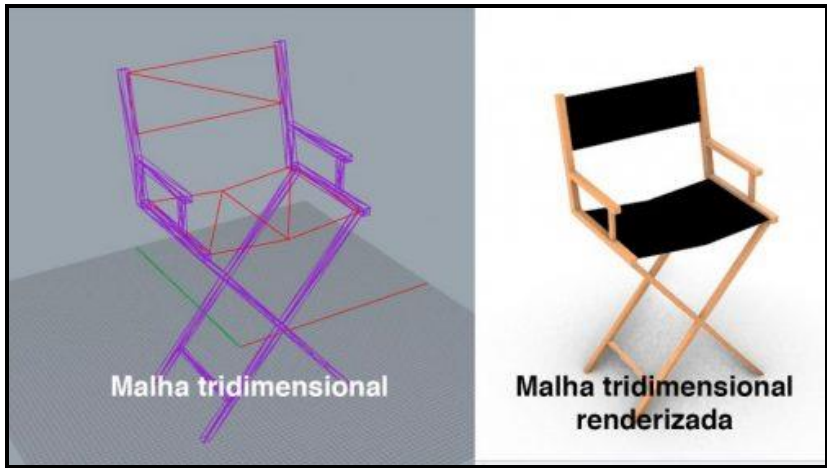


2.3 MODELAGEM 3D

Modelagem digital tridimensional (modelagem 3D) segundo Rodrigues (2018) é a construção de um desenho ou modelo de três dimensões através de um software 3D, que utiliza modelos matemáticos de representação. O resultado desta construção chama-se malha tridimensional. A Figura 7 demonstra uma malha tridimensional e um modelo renderizado da mesma malha com todas as texturas.

Figura 7 - Malha tridimensional



Fonte: Rodrigues (2018).

Quando se fala em 3D, grande parte das pessoas associa a filmes e desenhos, que, conforme afirma Rodrigues (2018), estão muito realistas nos últimos tempos, entretanto a modelagem 3D não é utilizada apenas para este propósito. A gama de possibilidades de utilização da modelagem 3D é muito ampla, e pode ser utilizada de forma profissional ou não, em diversos segmentos, tais como arquitetura, design, engenharia, jogos, entre outros.

Atualmente, segundo Rodrigues (2018), existe uma grande quantidade de softwares para modelagem, sendo os mais utilizados o 3DS Max, Blender, Sketchup, Maya, Cinema 4D, Zbrush, Rhinoceros. E como motor gráfico e engine de desenvolvimento de jogos, além de ser um software de modelagem 3D, o Unity. Cada software tem suas características específicas, bem como seus problemas, e a utilização do software depende da área de utilização da modelagem.

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Foram selecionados um produto e dois trabalhos que utilizam da mesma forma de representação gráfica ou display. No Quadro 1 é apresentado um produto que simula a captura de criaturas digitais (PIXELSAV, 2015). O primeiro trabalho se trata de um estudo sobre como a holografia pode ser utilizada ao se estudar fenômenos astronômicos (HOFFMAN, 2017), apresentado no Quadro 2. No Quadro 3 é descrito um trabalho sobre a aplicação de holografia utilizada para gerar um avatar da assistente virtual da Microsoft, a Cortana (ARCHER, 2017).

Quadro 1 – Totem holográfico: Pokemon

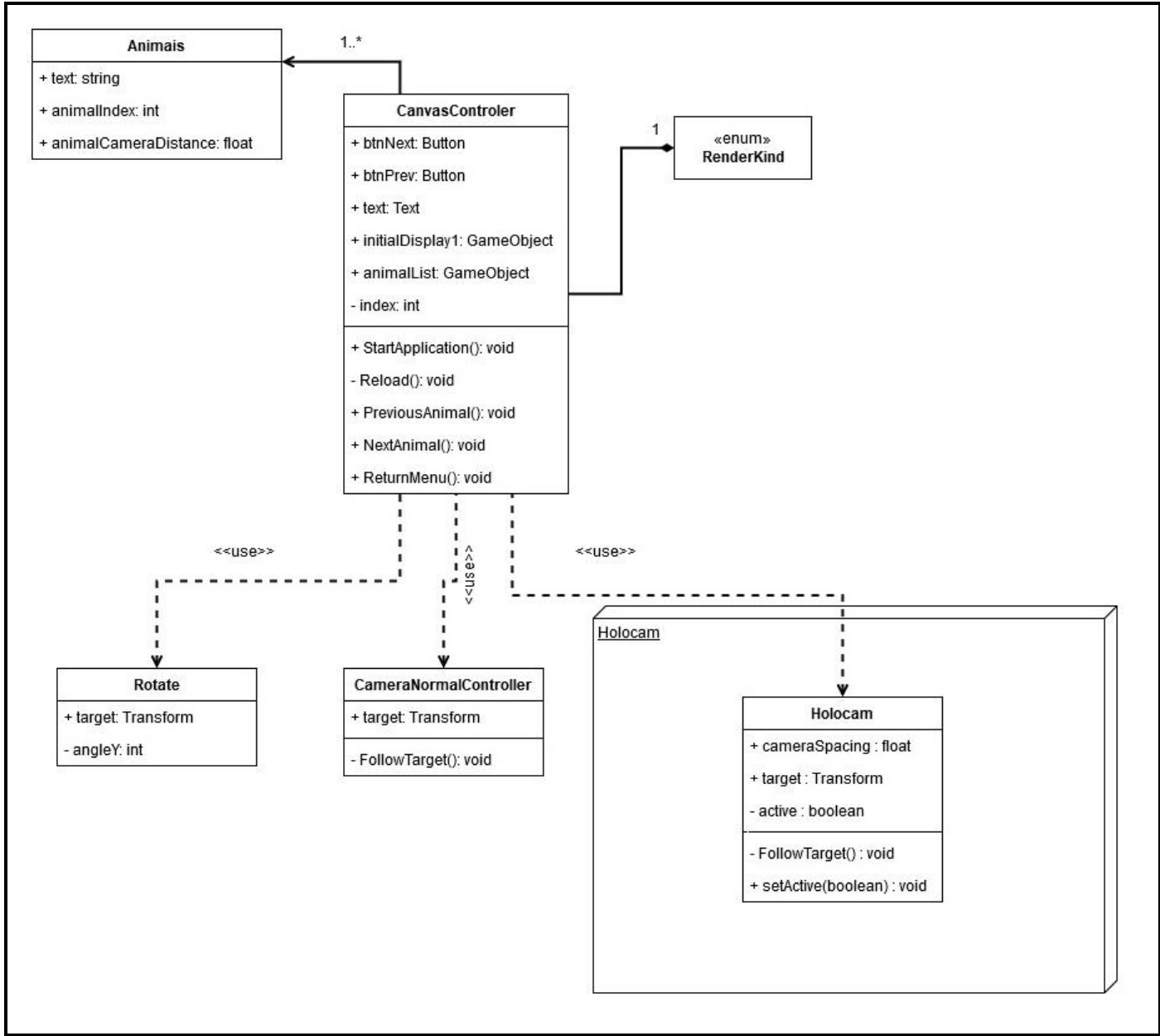
Referência	Pixelsav (2015)
Objetivos	Simular a captura de criaturas digitais.
Principais funcionalidades	Permitir que o usuário possa utilizar as próprias mãos para interagir com o produto.
Ferramentas de desenvolvimento	Por ser um produto comercial, não foram encontradas especificações técnicas.
Resultados e conclusões	Por ser um produto comercial, não foram encontrados dados de estudo sobre o assunto.

Fonte: elaborado pelo autor.

O Totem holográfico (PIXELSAV, 2015) é um display volumétrico que se utiliza da pirâmide holográfica, dando a impressão de que o objeto, ou criatura, está dentro do recipiente. As criaturas, no caso, são monstros virtuais da animação/jogo Pokémon, pertencente a empresa Nintendo. O usuário interage com o produto, utilizando as próprias mãos para alterar a cena projetada, conceito que a empresa caracteriza como “holografia tátil”. A Figura 8-a demonstra o produto em utilização por um usuário, que realiza a captura do Pokemon tipo fantasma Haunter. A captura do Pokemon se dá arremessando no mesmo uma esfera, chamada Pokebola, que prende a criatura em seu interior (Figura 8-b).

motor gráfico e de desenvolvimento

Figura 14 - Diagrama de classes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como a biblioteca e a aplicação de testes foram desenvolvidas em Unity, entende-se que os métodos `Update()` e `Start()` existem em todas as classes do diagrama, mas foram ocultas. Salvo a classe `Animais`, pois se trata de um `ScriptableObject`, classe utilizada para criar objetos com valores padrão dentro da Unity. Nesse caso, são informados na classe `Animais` os valores do índice do animal dentro da lista de animais que existe em todas as cenas como um `GameObject` com os modelos adicionados dentro dele, o texto informativo sobre o animal e o espaçamento entre o modelo alvo e a câmera da cena.

3.2 MONTAGEM DA PIRÂMIDE

Em primeiro momento foi optado por se produzir um protótipo da pirâmide holográfica para a tela de uma smartphone utilizando acrílico. O material foi selecionado pois é de fácil acesso, sendo encontrado em capas transparentes de CDs. Foram recortadas 4 faces com as dimensões de 3 centímetros (cm) de topo, 6 cm de base e 5 cm de altura. Optou-se por fixar a pirâmide com fita adesiva para eventuais ajustes na estrutura da pirâmide. A Figura 15 demonstra um teste feito utilizando uma animação do Pokémon Charmander encontrada no YouTube.

Figura 15 - Teste utilizando a pirâmide de acrílico



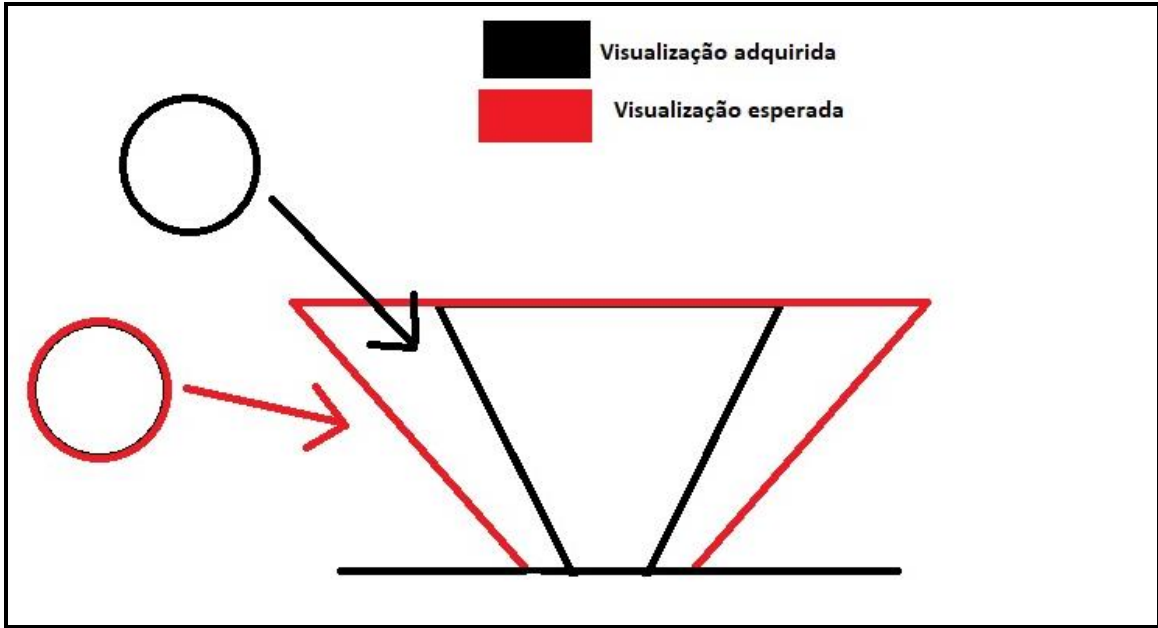
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a finalização deste teste, passou-se então à construção de uma versão maior da pirâmide. Seguindo os cálculos de Hoffman (2017) para a montagem correta da pirâmide para o tamanho de tela de 15 polegadas, observou-se

ocultados

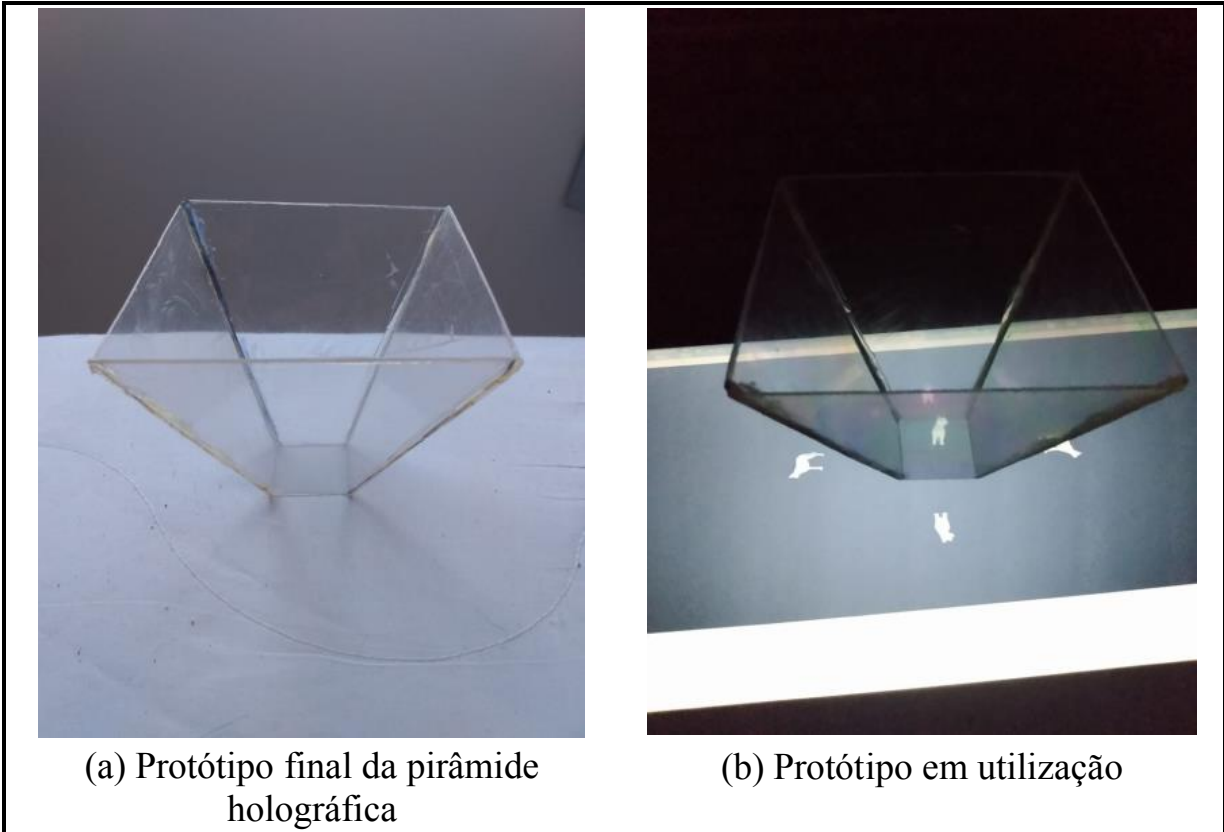
que o material não iria ser suficiente para as 4 faces, então foi diminuído o tamanho da base da face, consequentemente aumentando o ângulo em relação a tela. Essa alteração faz com que o usuário tenha que olhar para a face da pirâmide mais do alto, como demonstra a Figura 16. O protótipo final da pirâmide pode ser visto sozinho (Figura 17-a) e em utilização (Figura 17-b).

Figura 16 - Diferença de visualização entre pirâmides



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 - Protótipo final da pirâmide



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 ASSET DE PROJEÇÃO HOLOGRÁFICA

Para o *asset* de projeção holográfica, inicialmente foi optado por um código que seria adicionado a cena em que o objeto que seria projetado se encontra. O código seria responsável por clonar o objeto três vezes, e posicionar os objetos resultantes e a câmera da cena (Figura 18):

1 Terminar a frase com ponto final.

3.4 APLICAÇÃO DE TESTE

Para a utilização desta aplicação são necessários dois monitores, um para o controle e um para a projeção holográfica. sendo que quando não se está no modo holografia, o segundo monitor se mantém em um “estado neutro”, onde a tela fica escura e não tem nada na mesma. A Figura 22 ilustra o menu principal da aplicação.

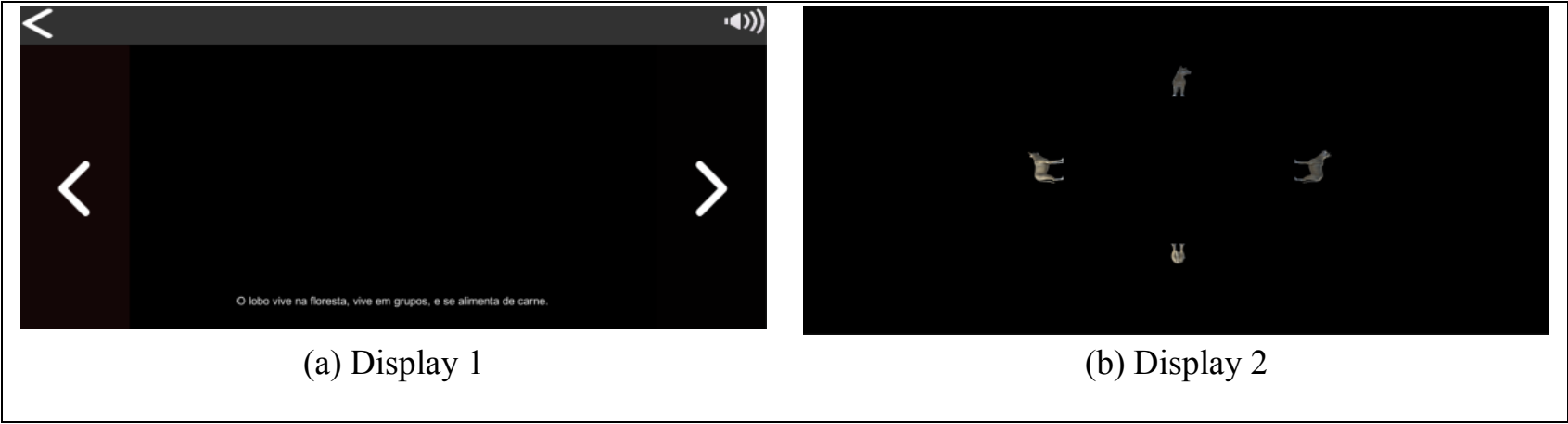
Figura 22 - Menu inicial da aplicação de teste



Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção Holografia disponibiliza uma cena holográfica utilizando a biblioteca desenvolvida para gerar a projeção no monitor secundário do animal selecionado (Figura 23-a), e os controles da cena no monitor primário (Figura 23-b). Os controles da cena utilizam o script `CanvasControler` para funcionar. O método `NextAnimal()` e `PreviousAnimal()` mudam o animal selecionado, e utilizam o método `Reload()`, que atualiza a tela para mostrar o novo animal selecionado, bem como o texto informativo.

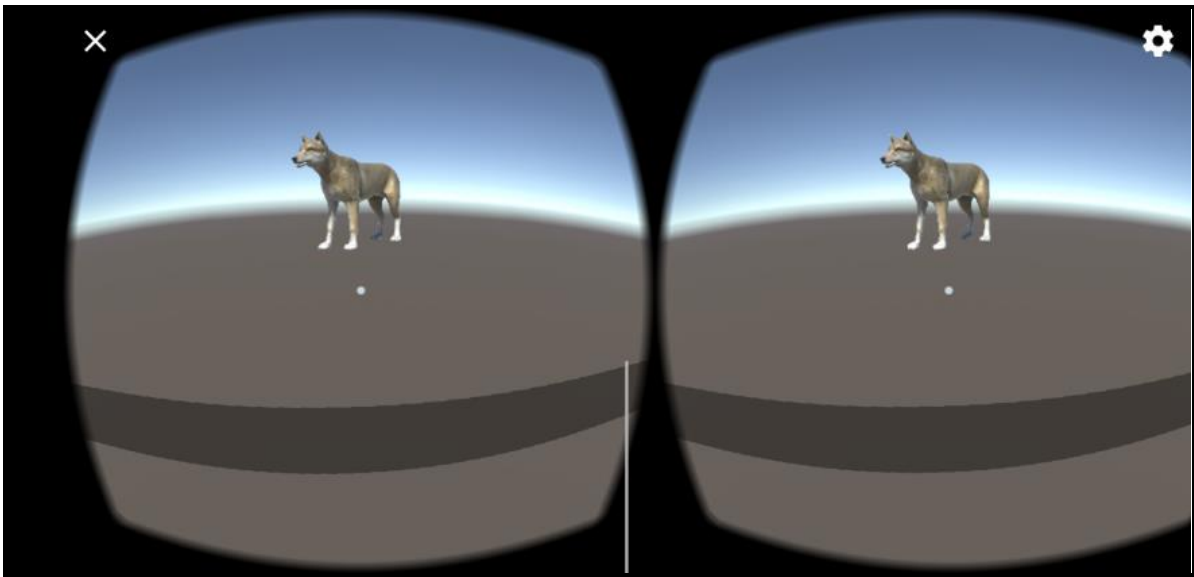
Figura 23 - Modo holografia



Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção de Cardboard exige a utilização de um dispositivo móvel compatível com o aplicativo Google Cardboard. Nesse modo de visualização, o usuário utiliza um óculos de realidade aumentada para escolher um animal e visualizá-lo, conforme demonstra a Figura 24. Como a posição da câmera nesse modo de visualização é fixa, optou-se por rotacionar o animal selecionado para o usuário poder visualizá-lo de todos os ângulos. Este comportamento é controlado pelo script `Rotate`. O distanciamento entre a câmera e o modelo do animal é controlado pelo script `NormalCameraController`.

Figura 24 - Modo CardBoard



Fonte: Elaborado pelo autor.

selecionado, e utilizam

A opção Normal apresenta uma cena simples do modelo do animal selecionado exibido no centro da tela. Nesta opção é utilizado apenas o monitor primário, os controles e o texto informativo estão situados na mesma tela que o animal. Também foi optado por rotacionar o animal nesta cena, pois a câmera é fixa e o distanciamento da câmera também é controlado via script. A Figura 25 demonstra a cena normal em utilização.

Figura 25 - Cena normal da aplicação de teste



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

A seção de resultados foi dividida em três partes. A primeira trata dos testes com a parte física, ou seja, a pirâmide holográfica. A segunda engloba testes feitos com a biblioteca de projeção. Por fim, são apresentados os testes da aplicação que utiliza a biblioteca de projeção desenvolvida, comparando com os outros modos de visualização (normal e CardBoard).

4.1 TESTES DE HARDWARE

Primeiramente, após a pirâmide estar montada, foi testada a capacidade de se visualizar o objeto na pirâmide em ambientes diferentes. Foram selecionados dois casos para teste: um ambiente bem iluminado, e um ambiente sem iluminação. Para realizar os testes, foi utilizada a imagem do Pokemon Charmander vista na XXX. Tendo em vista que a pirâmide holográfica utiliza os mesmos conceitos de reflexão da luz que a técnica de Pepper, o objeto ficou mais nítido e fácil de ver em um ambiente mais escuro, pois a visibilidade do objeto na pirâmide depende da intensidade de brilho da tela em que a pirâmide está posicionada.

Após isso, foram testadas as cores mais visíveis na pirâmide, utilizando uma aplicação em Unity que demonstra um cubo mudando de cor na cena. Esses testes foram inconclusivos, pois o autor vê um espectro de cores melhor diferente do testador, que vê um espectro de cores diferente melhor. Porém em ambos os casos se tem uma predominância de cores do espectro quente, como vermelho, amarelo e laranja, pois se trata de cores mais claras.

4.2 TESTES DE SOFTWARE

Em primeiro momento foi testada a capacidade de clonar objetos na cena com o script de clonagem. Quando se tem apenas um objeto estático na cena, não ocorrem dificuldades em gerar a cena. Porém, se o objeto tiver uma animação controlada pelo usuário, apenas o objeto original irá reproduzir a animação, sendo que os clones se mantêm estáticos. Outra dificuldade encontrada pelo script de clonagem foi que quanto mais objetos para serem clonados, mais custoso se torna a operação, tendo em vista que são gerados 3 novos objetos de cada alvo, e são todos posicionados no mesmo local, causando uma sobreposição.

Com o prefab de projeção holográfica se tem um tempo de renderização relativamente baixo, sendo que não é mais necessário clonar os objetos. Porém o alvo da projeção se torna único ou nenhum. A possibilidade também de se ver o cenário em volta do objeto alvo da projeção.

4.3 TESTES FINAIS

Em relação aos modos de visualização normal e Cardboard, vê-se que a projeção em pirâmide holográfica é significativamente mais interativa, pois o usuário tem a possibilidade de andar em volta do projetor, e como foi demonstrado é possível deixar o controle da cena em outra tela, não interferindo na projeção holográfica.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados conclui-se que, de modo geral, a biblioteca cumpre sua proposta, pois é possível gerar uma cena com os pontos de vista necessários para a pirâmide holográfica, sem a necessidade de copiar o objeto, colar e posicioná-lo na cena manualmente. Sem esse fator de dificuldade, a biblioteca auxilia no desenvolvimento de cenas para projeção holográfica.

Arrumar.

Em comparação com os trabalhos correlatos, exceto o totem holográfico comercializado pela PixelSav (2015) que não foram encontrados dados técnicos, vê-se uma facilidade na criação de cenas holográficas, pois não se faz necessário a clonagem e posicionamento manual dos objetos, ou da utilização da técnica de minimapa pura, pois o *prefab* desenvolvido faz automaticamente esse processo.

Para estender o desenvolvimento da biblioteca, é possível deixar parametrizável quais faces da pirâmide podem ser visualizados e quais devem ser ocultos, bem como deixar visível o cenário por trás do objeto alvo da projeção.

REFERÊNCIAS

ARCHER, J. **Holographic Cortana Appliance: Working Concept**. [S. l.], [2017]. Disponível em <http://untitled.com/blog/cortana-hologram-working-concept>. Acesso em 27 out. 2019.

FERREIRA, C. LOPES, D. **Holografia**. 2017. 8 f. Artigo – Instituto Superior Técnico, Lisboa.

GABOR, D. **Holography**. 1971. 35 f. Palestra (Nobel de Física) - Imperial College of Science and Technology, Londres.

HOFFMAN, B. V. **Um estudo sobre a holografia aplicada a visualização do eclipse solar e lunar**. 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Tecnologias Digitais) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

MEDEIROS, A. A história e a física do Fantasma de Pepper. **Caderno brasileiro de ensino de física**, UFSC, v. 23, n. 3, p. 329-345, dez, 2006.

PIXELSAV. **Holografia: Pokemon**. Curitiba, 2015. Disponível em: http://www.pixelsav.com.br/projetos/pokemon_pixel/. Acesso em: 20 ago. 2019.

REBORDÃO, J. M. Holografia: Física e Aplicações, **Colóquio/Ciências Revista de Cultura Científica**, Lisboa, n. 4, p.18-34, 1989.

RODRIGUES, A. **O que é modelagem digital ou modelagem 3D**. Disponível em <<http://mundodesenhodigital.com.br/o-que-e-modelagem-digital-ou-modelagem-3d-e/>>. Acesso em 02 nov 2019.

SCHIVANI, M. SOUZA, G. F. PEREIRA, E. Pirâmide “holográfica”: erros conceituais e potencial didático, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 80, n. 2, nov, 2018.

UNITY, **Unity User Manual (2019.2)**, [S. l.], [2019]. Disponível em <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. Acesso em 20 out. 2019.

1
No texto cita está referência como Rodrigues (2018), mas aqui não aparece este ano.