

# DESENVOLVIMENTO DE BIBLIOTECA PARA PROJEÇÃO EM PIRÂMIDE HOLOGRÁFICA

**Lucas Matheus Westphal, Dalton Solano dos Reis – Orientador**

Curso de Bacharel em Ciência da Computação

Departamento de Sistemas e Computação

Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

lmwestphal@furb.br, dalton@furb.br

**Resumo:** O resumo é uma apresentação concisa dos pontos relevantes de um texto. Informa suficientemente ao leitor, para que este possa decidir sobre a conveniência da leitura do texto inteiro. Deve conter OBRIGATÓRIAMENTE o OBJETIVO, METODOLOGIA, RESULTADOS e CONCLUSÕES. O resumo não deve ultrapassar 10 linhas e deve ser composto de uma sequência corrente de frases concisas e não de uma enumeração de tópicos. O resumo deve ser escrito em um único texto corrido (sem parágrafos). Deve-se usar a terceira pessoa do singular. As palavras-chave, a seguir, são separadas por ponto, com a primeira letra maiúscula. Caso uma palavra-chave seja composta por mais de uma palavra, somente a primeira deve ser escrita com letra maiúscula, sendo que as demais iniciam com letra minúscula, desde que não sejam nomes próprios.]

Fazer.

**Palavras-chave:** Ciência da computação. Sistemas de informação. Monografia. Resumo. Formato.

Fazer.

## 1 INTRODUÇÃO

A holografia, desenvolvida por Dennis Gabor em 1947, apesar de ser uma técnica ainda ligeiramente subdesenvolvida segundo Ferreira e Lopes (2017), tem várias aplicações no mundo, tanto científicas quanto artísticas ou em questões de segurança. Holografia (do grego *holos*: todo, inteiro e *graphos*: sinal, escrita), segundo Gabor (1947), é um meio de registro “integral” da informação, com relevo e profundidade, que se obtém a partir da divisão das ondas luminosas, e seu padrão de inferência sobre um objeto, e por esse motivo, um holograma possui propriedades diferentes dos meios tradicionais de visualização da informação.

Segundo Rebordão (1989) os hologramas são popularmente conhecidos como “fotografias tridimensionais (ou 3D)”. Os filmes de ficção científica, as exposições em que têm circulado, vulgarizaram o holograma embora pouco tenham contribuído para elucidar a sua estrutura, construção e aplicações. Se falando na holografia em filmes, é indispensável citar referências como Matrix, Homem de Ferro e Star Wars. Este último já trazia, na década de 70, efeitos especiais de hologramas comunicáveis, e por se tratar de um filme futurista, pode-se perceber como os produtores viam a holografia muito antes de ela ser aperfeiçoada com as tecnologias atuais. Para Hoffman (2018), é de extrema importância para a sociedade inovar o método de representação das aplicações do cotidiano, pois o mercado audiovisual está em constante desenvolvimento. O holograma é umas dessas representações, pois ele torna mais imersiva a experiência de observar objetos em 3D. Para tal feito, algumas técnicas de projeção holográfica são utilizadas, sendo as mais conhecidas o Head-Up Display (HUD), o fantasma de Pepper, e a pirâmide holográfica. Esta última técnica, segundo Schivani *et al.* (2018) se trata de um display montado em formato piramidal, que quando posicionado sobre uma superfície luminosa, como um smartphone, tablet ou monitor, dá a impressão de que o objeto observado é tridimensional.

As várias engines gráficas atuais, como o Unity, possuem inúmeras rotinas gráficas, desde a representação bidimensional, ou 2D, até representação esteroscópica, porém não se tem uma rotina que auxilie o desenvolvimento de cenas para a projeção holográfica (UNITY, 2019). Uma forma de disponibilizar este auxílio é por meio de bibliotecas, que podem ser em formato de Asset ou packages. Tendo em vista este cenário, este trabalho se propõe a desenvolver uma biblioteca que permite gerar cenas 3D para a projeção holográfica.

holográfica. Bem como, disponibilizar um esquema de montagem da pirâmide holográfica; e disponibilizar uma aplicação de testes para a biblioteca cria...

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados conceitos e ferramentas utilizados no desenvolvimento da biblioteca. Serão abordados os seguintes assuntos: fantasma de Pepper, pirâmide holográfica e modelagem 3D. Por fim, são apresentados os trabalhos correlatos a este.

### 2.1 FANTASMA DE PEPPER

O Fantasma de Pepper, ou “Casa de Monga”, como é conhecido no Brasil, é segundo Medeiros (2006) uma das ilusões de ótica mais fascinantes e conhecidas em todo o mundo. Trata-se da reflexão de um objeto, oculto dos observadores, em uma lâmina de vidro plana inclinada a 45°, desenvolvida pelo professor de Química inglês John

1 Introdução

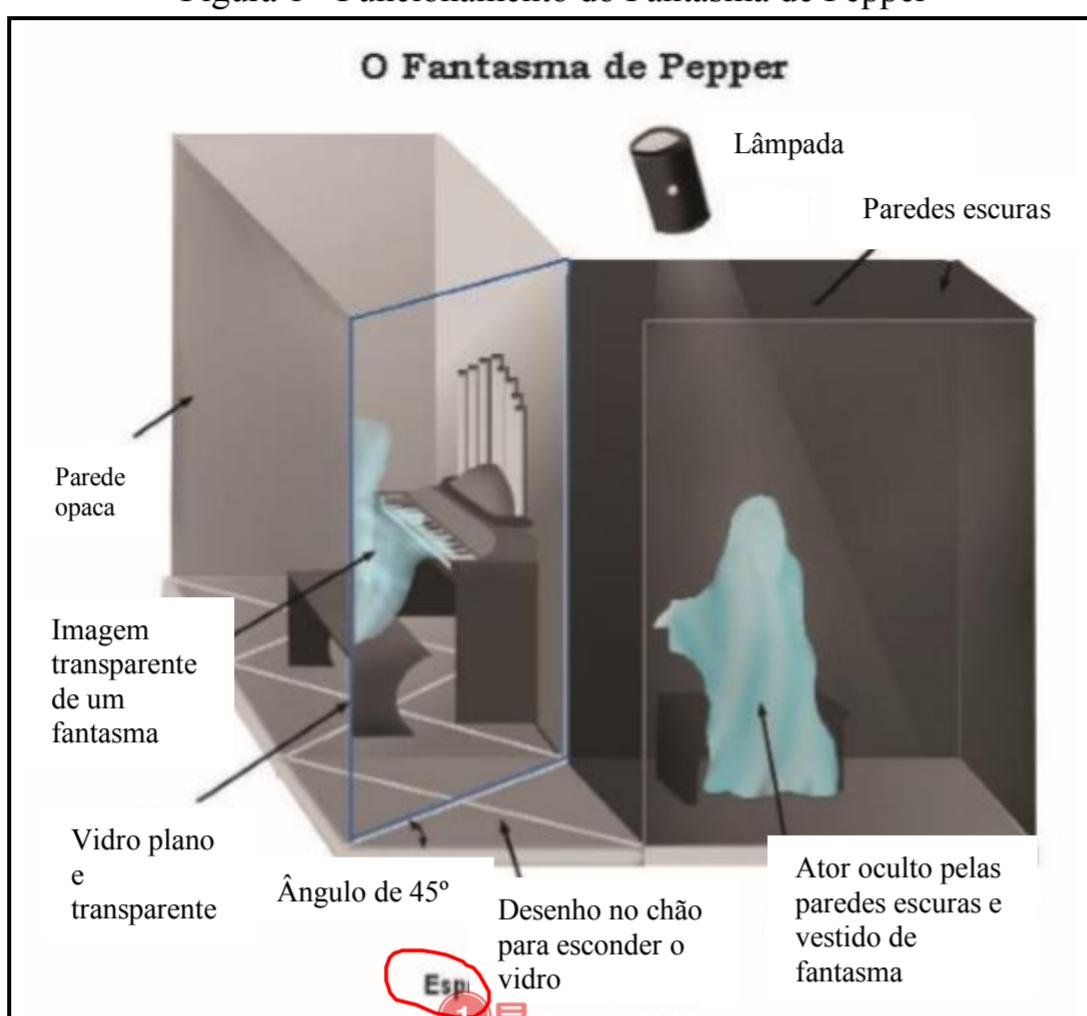
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fantasma de Pepper

Figura 1 - Funcionamento do Fantasma de Pepper

Henry Pepper. A XXX demonstra o funcionamento da técnica de Pepper, utilizando como exemplo uma figura fantasmagórica tocando um piano.

Figura 1 - Funcionamento do Fantasma de Pepper



Fonte: Medeiros (2006).

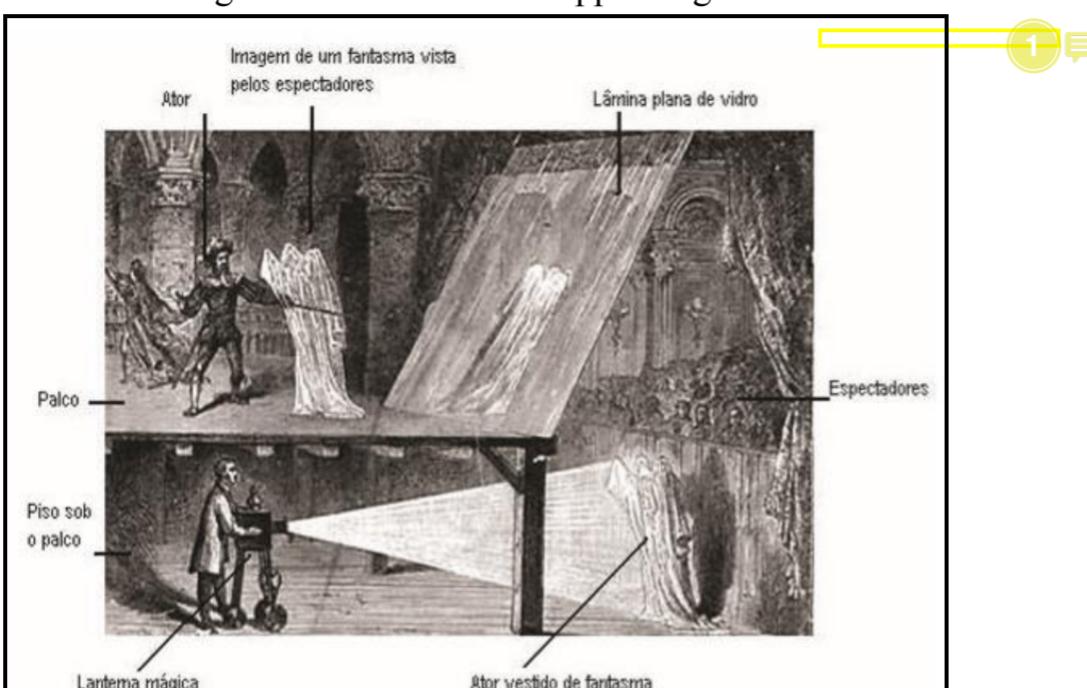
[Esconde este texto.](#)

Percebe-se, na XXX, que conforme explica Medeiros (2006) existem dois compartimentos de mesmo tamanho, perpendiculares entre si. No primeiro, com as paredes opacas e visível ao público, se encontra apenas um piano, enquanto no compartimento vizinho, com paredes escuras e oculto do público, se encontra um ator vestido de fantasma, encenando tocar o piano. Segundo o autor, a posição do banco a frente do piano e a do ator são equidistantes em relação a lâmina de vidro inclinada a 45° que é mostrada na figura. O autor também aponta que existe algum tipo de obstáculo que não permite que o público se aproxime da cena o suficiente para ver o interior do compartimento onde se encontra o ator.

Inicialmente, segundo Medeiros (2006), o compartimento com o piano é intensamente iluminado, enquanto o outro é deixado as escuras. À proporção que a luz do compartimento com o piano é reduzida, se aumenta a iluminação do compartimento com o ator, fazendo assim com que sua imagem seja gradativamente refletida no vidro inclinado na direção do público, cada vez com mais intensidade. O autor constata também que conforme a iluminação sobre o autor aumenta, mais nítido se torna o reflexo, perdendo deste modo o seu aspecto fantasmagórico. Assim, segundo o autor, é possível produzir imagens com aspectos mais ou menos fantasmagóricos através do controle da iluminação dos ambientes.

Na versão original levada aos palcos no século XIX pelo professor Pepper, segundo Medeiros (2006), a imagem de um fantasma era produzida com o auxílio de uma lanterna mágica, um antigo projetor, posicionada no piso inferior do palco, conforme demonstra a XXX. O autor afirma que de acordo com o ângulo de visão dos espectadores, a ilusão produzida pela encenação de Pepper era perfeita, sendo uma das muitas ilusões de ótica que fez sucesso no século XIX e que ainda surpreende quem a observa sem ter conhecimento em ótica.

Figura 2 - Fantasma de Pepper original



Fonte: Medeiros (2006).

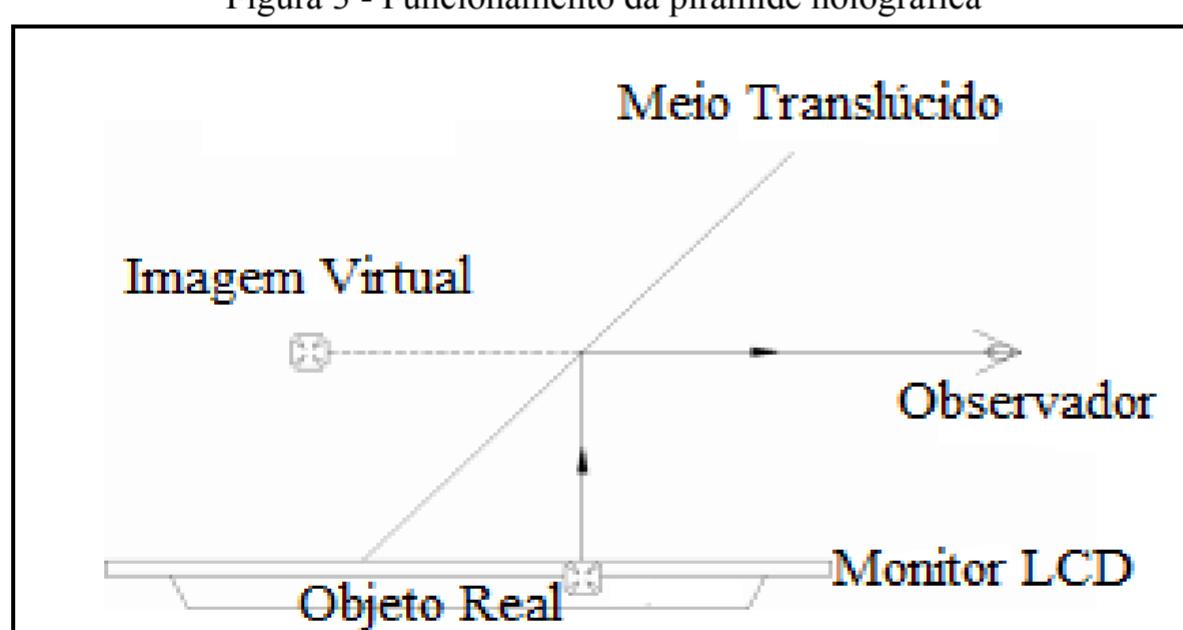
1 Melhora os textos das legendas da figura (escreve por cima).

Medeiros (2006) conclui que existe no uso pedagógico da técnica, uma possibilidade inegável de cativar a atenção dos estudantes para a aprendizagem, além da curiosidade histórica dos artefatos mencionados em seu trabalho.

## 2.2 PIRÂMIDE HOLOGRÁFICA

A pirâmide holográfica é um utensílio, montado geralmente de acrílico, que é utilizado para projetar objetos em 3 dimensões. Segundo Schivani *et al.* (2018), as imagens observadas através das pirâmides utilizam a técnica “Fantasma de Pepper”, conhecida no Brasil por “Casa de Monga”. A Figura 3 demonstra o funcionamento da pirâmide com a imagem original exibida por um display, que pode ser um smartphone, TV, monitor ou tablet, por exemplo, e que por sua vez é refletida pelas faces da pirâmide, segundo conceitos de Pepper.

Figura 3 - Funcionamento da pirâmide holográfica

Fonte: Schivani *et al.* (2018).

2 exemplo. E

3 ar. E devido

Para o funcionamento correto da pirâmide, Schivani *et al.* (2018) destacam que a face central do display deve ser posicionada no topo da pirâmide, e o conjunto pirâmide-display pode ser disposto com a base da pirâmide voltada tanto para baixo como para cima. Cada segmento da pirâmide reflete uma imagem diferente, ou o mesmo objeto com pontos de vista diferentes, simulando um objeto tridimensional.

Conforme constatado por Schivani *et al.* (2018), quando a pirâmide foi feita em proporção para um display pequeno, como um smartphone, não havia problema na projeção da imagem, porém quando as proporções aumentaram, para um monitor de 14 polegadas, ocorreu um efeito de duplicata da imagem, como pode ser visto na Figura 4. Os autores, após realizarem cálculos sobre a refração e reflexão dos raios incidentes sobre as faces da pirâmide chegaram à conclusão de que este efeito é decorrente de um desvio do raio incidente ao sofrer reflexão interna e refração, passando do ar para a pirâmide e de volta para o ar, e devido à espessura do material utilizado, no caso acrílico de 4mm, o desvio recorrente deste processo se torna mais acentuado, e perceptível a olho nu. A Figura 5 demonstra o efeito de desvio sofrido por um raio laser, respeitando o mesmo ambiente da iluminação original do monitor sobre a pirâmide.

4 Figura 4 – Efeito de duplicata na pirâmide

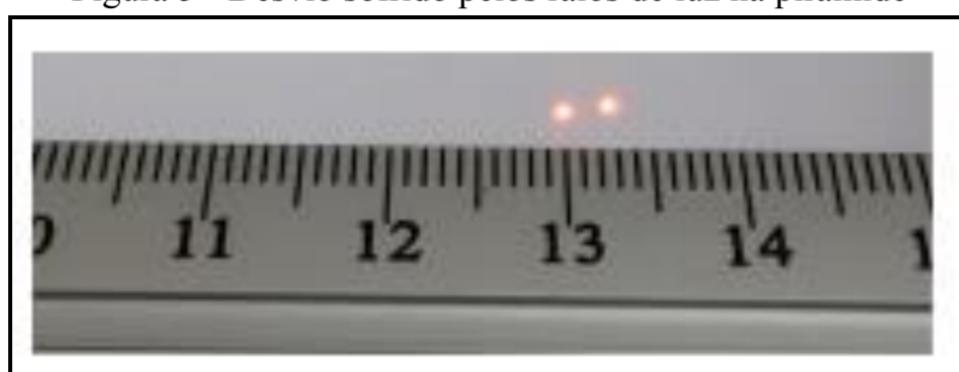
5 Figura 5 - Desvio sofrido pelos raios de luz na pirâmide

6 Figura 6 - Aplicação de película automotiva sobre a pirâmide

Figura 4 – Efeito de duplicata na pirâmide

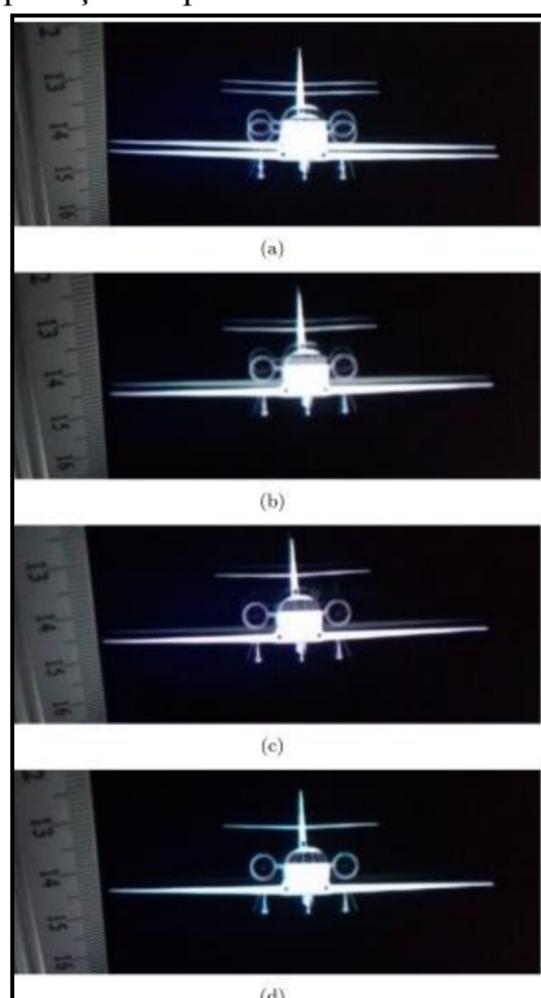
Fonte: Schivani *et al.* (2018).

Figura 5 - Desvio sofrido pelos raios de luz na pirâmide

Fonte: Schivani *et al.* (2018).

Para solucionar o problema de duplicata na pirâmide, foram utilizadas por Schivani *et al.* (2018) películas reflexivas, como as presentes em janelas de carros e portas de vidro, por terem a capacidade de diminuir a iluminância das imagens da face oposta da pirâmide, reduzindo o efeito de duplicata. Os autores utilizaram uma película automotiva genérica encontrada em comércio e classificada como #2. Após aplicação dessas películas, notou-se que quanto mais películas eram sobrepostas, mais nítida a imagem parecia, e menos efeito de duplicata era visível. Conforme demonstra a Figura 6, a imagem A representa a pirâmide sem aplicação de película reflexiva, a imagem B representa a pirâmide com aplicação de uma camada de película, a imagem C com duas camadas e a imagem D com três camadas.

Figura 6 - Aplicação de película automotiva sobre a pirâmide

Fonte: Schivani *et al.* (2018).

### 2.3 MODELAGEM 3D

Modelagem digital tridimensional, ou modelagem 3D, é, segundo Rodrigues (2018), a construção de um desenho ou modelo de três dimensões através de um software 3D, que utiliza modelos matemáticos de representação. O

Trabalho de Conclusão de Curso - Ano/Semestre: 2020/1

4

tridimensional  
(modelagem 3D)  
segundo Rodrigues  
(2018) é a construção

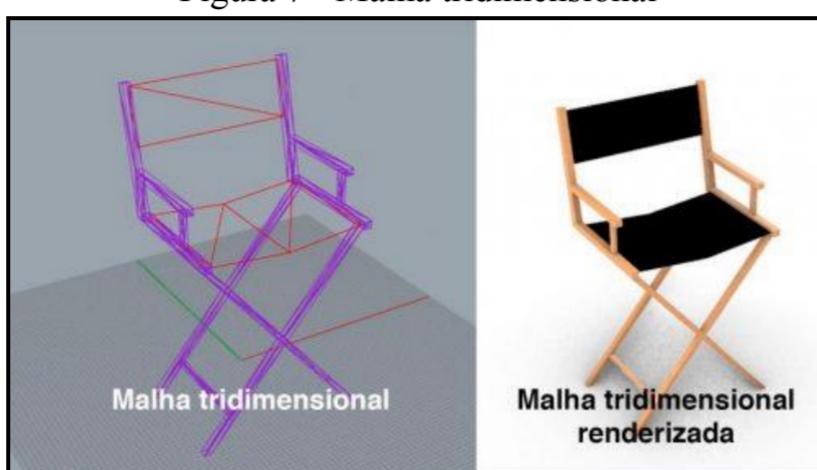
Figura 7 - Malha tridimensional

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Quadro 1 – Totem holográfico: Pokemon

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 demonstra o produto em utilização por um usuário, que realiza a captura do Pokémon tipo fantasma Haunter. A captura do Pokémon se dá arremessando no mesmo uma esfera, chamada Pokebola, que prende a criatura em seu interior, como demonstra a Figura 9.

1 tridimensional e

2 malha com

3 Rhinoceros. E como

4

5

6

7

8

9

Figura 8 - Totem holográfico em utilização

Figura 9 - Pokémon capturado

Quadro 2 – Estudo sobre a holografia aplicada a visualização do eclipse solar e lunar

1

Figura 8 - Totem holográfico em utilização



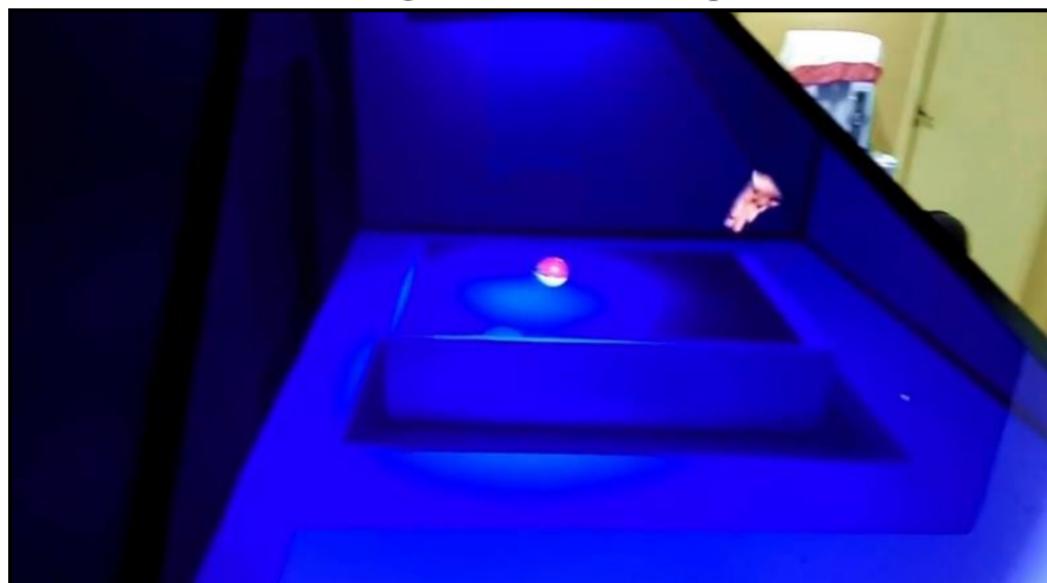
Fonte: Pixelsav (2015).

Diminui um pouco as figuras 8 e 9 e coloca elas lado a lado.

Usa como Figura 8a e Figura 8b ...

1

Figura 9 - Pokemon capturado



Fonte: Pixelsav (2015).

Por se tratar de um produto comercial, não foram encontrados dados sobre seu desenvolvimento, ou testes e resultados de estudos.

Quadro 2 – Estudo sobre a holografia aplicada a visualização do eclipse solar e lunar

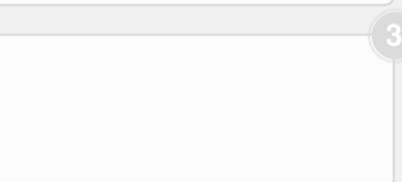
Referência	Hoffman (2017)
Objetivos	Facilitar a visualização dos fenômenos astronômicos eclipse lunar e solar.
Principais funcionalidades	Permitir ao usuário visualizar como ocorre um eclipse em quatro pontos de vista, facilitando o entendimento da posição dos astros durante o fenômeno.
Ferramentas de desenvolvimento	Animação do fenômeno astronômico gerada pelo autor utilizando 3DS Max 2017, software disponibilizado pela AutoDesk.
Resultados e conclusões	Os resultados do estudo foram satisfatórios, pois permitiram a visualização em escala reduzida de como ocorre um eclipse, e proporcionou a realização de um projetor holográfico a partir de uma pirâmide construída a partir de utensílios básicos.

Fonte: elaborado pelo autor.

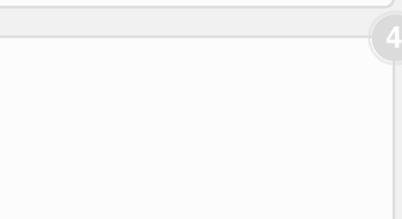
Hoffman (2018) desenvolveu uma aplicação de projeção holográfica para facilitar a visualização do fenômeno astronômico eclipse, tanto lunar quanto solar. Para atingir tal objetivo, Hoffman (2018) utilizou a pirâmide holográfica, e a animação do fenômeno foi gerada pelo próprio autor. A Figura 10 demonstra um protótipo da pirâmide, utilizado como primeira experiência realizada por Hoffman (2018). Para esta experiência, foi utilizado um arquivo de vídeo pronto para a pirâmide, disponível na internet, e a estrutura foi montada em acetato, fixa com fita adesiva para fácil desmontagem caso necessitasse de ajustes estruturais.



2



3



4

Figura 10 – Pirâmide holográfica sobre smartphone

5

Figura 11 - Protótipo final da pirâmide de acrílico sobre monitor de LED

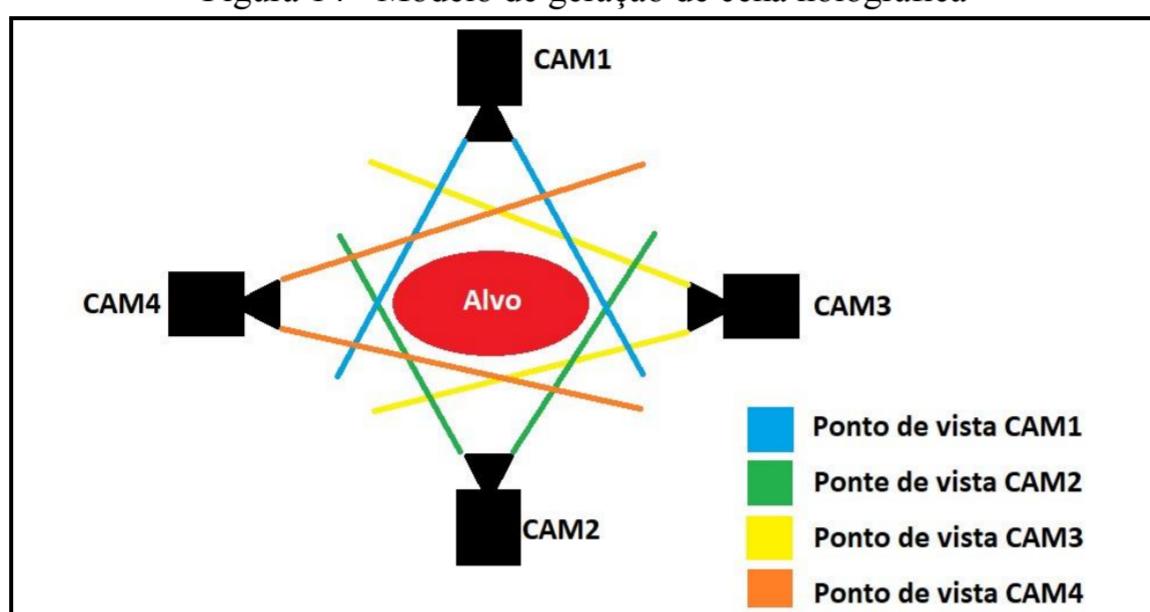
6

Quadro 3 – Holographic Cortana appliance: Working concept

7

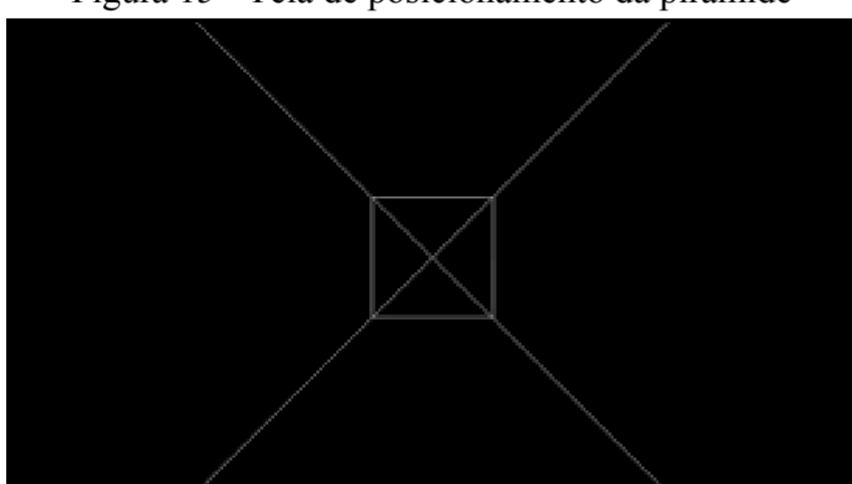
configuração, no qual é gerada uma tela de posicionamento da pirâmide holográfica, demonstrada pela Figura 15. Caso o alvo da projeção não seja apontado, a biblioteca gera a cena que estiver no alcance da câmera, quer tenha algo a ser apresentado ou uma cena vazia. A XXX demonstra o diagrama de sequência da forma de projeção da biblioteca.

Figura 14 - Modelo de geração de cena holográfica



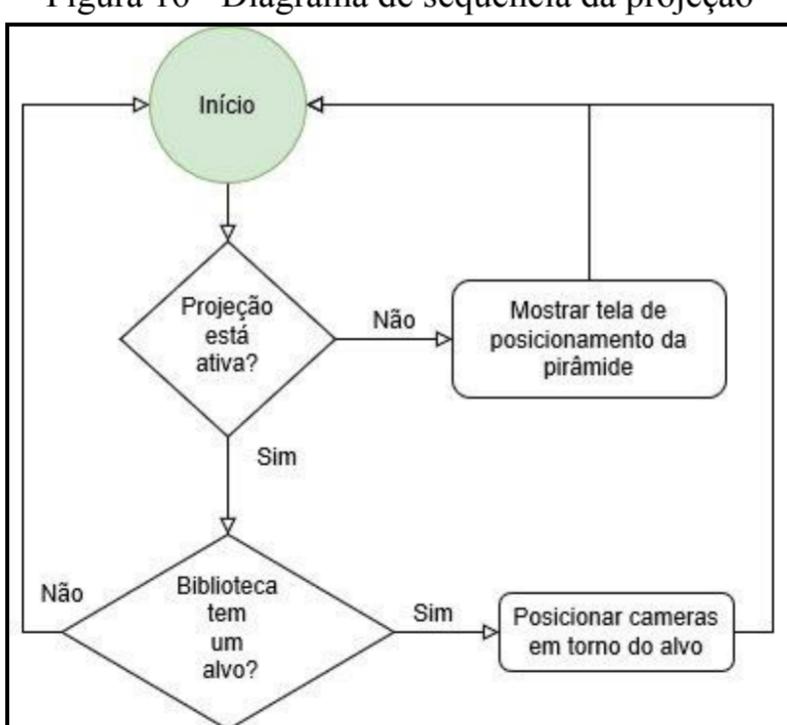
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Tela de posicionamento da pirâmide



Fonte: Elaborado pelo autor

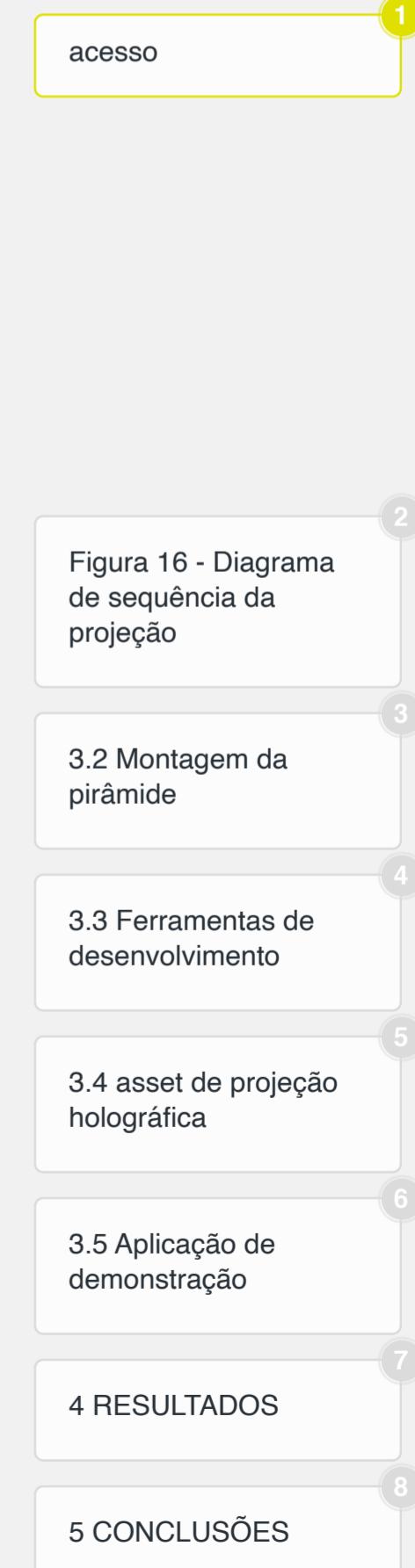
Figura 16 - Diagrama de sequência da projeção



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 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 demonstradas pela XXX. Optou-se por fixar a pirâmide com fita adesiva para eventuais ajustes na estrutura da pirâmide. A XXX demonstra um teste feito utilizando uma animação do Pokemón Charmander.



Após a finalização deste teste, passou-se então à construção de uma versão maior da pirâmide. Seguindo os cálculos de Hoffman (2017), o material não iria ser suficiente para as 4 faces, então foi diminuída a altura 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 XXX. O protótipo final da pirâmide pode ser visto sozinho (a) e em utilização (b) na XXX. (figuras, mais figuras)

### 3.3 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

### 3.4 ASSET DE PROJEÇÃO HOLOGRÁFICA

### 3.5 APLICAÇÃO DE DEMONSTRAÇÃO

## 4 RESULTADOS

De modo a ampliar o seu caráter científico, todos os TCCs devem apresentar e discutir resultados não limitados à comparação com os trabalhos correlatos. Devem ser apresentados os casos de testes do software, destacando objetivo do teste, como foi realizada a coleta de dados e a apresentação dos resultados obtidos, preferencialmente em forma de gráficos ou tabelas, fazendo comentários sobre os mesmos. Também é sugerida a comparação com os trabalhos correlatos apresentados na fundamentação teórica.

## 5 CONCLUSÕES

As conclusões devem refletir os principais resultados alcançados, realizando uma avaliação em relação aos objetivos previamente formulados. Deve-se deixar claro se os objetivos foram atendidos, se as ferramentas utilizadas foram adequadas e quais as principais contribuições do trabalho sociais ou práticas para o seu grupo de usuários bem como para o desenvolvimento científico e ou tecnológico da área.

Deve-se incluir também as limitações e as possíveis extensões do TCC.

## REFERÊNCIAS

As referências devem ser apresentadas em ordem alfabética. Só podem ser inseridas nas referências os documentos citados ao longo do artigo. Todos os documentos citados obrigatoriamente têm que estar inseridos nas referências. A seguir são apresentados alguns exemplos de referências bibliográficas. Destaca-se que deve ser seguida a norma da ABNT.

[parte de um documento:]

AMADO, Gilles. Coesão organizacional e ilusão coletiva. In: MOTTA, Fernando C. P.; FREITAS, Maria E. (Org.). **Vida psíquica e organização**. Rio de Janeiro: FGV, 2000. p. 103-115.

[trabalho acadêmico ou monografia (TCC/Estágio, especialização, dissertação, tese):]

AMBONI, Narcisa F. **Estratégias organizacionais**: um estudo de multicasos em sistemas universitários federais das capitais da região sul do país. 1995. 143 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

[norma técnica:]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências - elaboração. Rio de Janeiro, 2002a. 24 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002b. 7 p.

[livro:]

BASTOS, Lília R.; PAIXÃO, Lyra; FERNANDES, Lúcia M. **Manual para a elaboração de projetos e relatórios de pesquisa, teses e dissertações**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

[trabalho acadêmico ou monografia (TCC/Estágio, especialização, dissertação, tese):]

BRUXEL, Jorge L. **Definição de um interpretador para a linguagem Portugol, utilizando gramática de atributos**. 1996. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

[verbete de enciclopédia em meio eletrônico:]

EDITORES gráficos. In: WIKIPEDIA, a enciclopédia livre. [S.l.]: Wikimedia Foundation, 2006. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Editores\\_gráficos](http://pt.wikipedia.org/wiki/Editores_gráficos). Acesso em: 13 maio 2006.

[artigo em evento:]

FRALEIGH, Arnold. The Algerian of independence. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF INTERNATIONAL LAW, 61, 1967, Washington. **Proceedings...** Washington: Society of International Law, 1967. p. 6-12.

Terminar a descrição do artigo.

Não olhei daqui em diante.