

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
(X) PRÉ-PROJETO	() PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2019/2

ESTUDO DE TÉCNICAS DE PROJEÇÃO HOLOGRÁFICA

Lucas Matheus Westphal

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador

1 INTRODUÇÃO

A holografia, conceito desenvolvido por Dennis Gabor em 1947, e que lhe concedeu o Nobel de Física em 1971 após o seu aperfeiçoamento com a invenção do laser, tem inúmeras aplicações no mundo atual, tanto científicas quanto artísticas ou em questões de segurança. Holografia (do grego *holos*: todo, inteiro e *graphos*: sinal, escrita), é um meio de registro “integral” da informação, com relevo e profundidade, e possui propriedades diferentes dos meios tradicionais de visualização da informação. De acordo com Gabor (1971), uma propriedade muito interessante e importante dos hologramas é que qualquer parte pequena, grande o suficiente para conter o padrão de difração, contém informações sobre todo o objeto e ele pode ser reconstruído a partir do fragmento, apenas com mais ruído. Essa propriedade, conhecida por distributividade, se assemelha a de uma janela com cortinas. Ao fecharmos a cortina deixando apenas uma fresta, ainda se é possível visualizar toda a informação do lado de fora, mas por um espaço muito menor.

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.

Atualmente, é extremamente fácil encontrar hologramas em objetos do cotidiano, como cartões de crédito ou débito, cédulas monetárias, documentos, pulseiras oriundas de eventos, entre outros. Na arte, o holograma é amplamente abordado pela ficção. Na década de 1970, George Lucas apresentou em *Star Wars: A new hope* o androide R2-D2 projetando uma imagem da personagem Leia Organa, interpretada por Carrie Fisher. Essa projeção foi conceituada como holograma, e até atualmente pesquisadores vem tentando reproduzir o mesmo efeito apresentado por George Lucas.

Porém só é possível simular o efeito apresentado pela sétima arte, pois é necessária uma superfície para servir de quadro para a imagem. Existem algumas técnicas conhecidas, mas apenas são ilusão, como é o caso do holograma de Tupac Shakur, rapper assassinado em 1996, que em 2012 fez uma apresentação ao lado de Snoop Dogg. A técnica utilizada para tal feito se chama *Pepper's ghost*, ou Fantasma de Pepper, em português. Conforme Medeiros (2006) trata-se de uma projeção da imagem de um objeto oculto do observador, através da

reflexão em uma lâmina plana de vidro inclinada de 45°. O artista da cena então se posiciona atrás do material de projeção, e no caso da apresentação mencionada anteriormente, só é necessário que o ator então não ocupe o mesmo lugar da projeção na cena.

Atualmente, existem diversas formas de simular o efeito de holografia, e propõe-se um estudo sobre as principais técnicas de projeção holográfica, comparando-as e verificando qual mais se assemelha ao conceito real de holografia definido por Gabor em 1947

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é comparar métodos utilizados para a obtenção de uma projeção holográfica. Os objetivos específicos são:

- a) analisar a técnica de display piramidal;
- b) analisar a técnica de *Pepper-Ghost*;
- c) analisar a técnica de *fog display*;
- d) implementar rotinas necessárias para analisar as técnicas acima.

2 TRABALHOS CORRELATOS

São apresentados um produto que utiliza do conceito de holografia, um trabalho que se assemelha ao objetivo proposto por este, e um projeto artístico que utiliza de uma das técnicas descritas ~~acima~~. O produto é um totem holográfico que simula a captura de criaturas virtuais com holografia tátil (PIXELSAV, 2015). O trabalho é o de Hoffman (2018), que gerou um estudo sobre holografia, e como ela pode ser utilizada para facilitar a visualização de fenômenos astronômicos, especificamente o fenômeno conhecido como elipse. O projeto artístico é o de Lemecier (2017), que utiliza a projeção em névoa, ou *fog display* para demonstração.

2.1 TOTEM HOLOGRÁFICO: POKEMON

O Totem holográfico (PIXELSAV, 2015) é um display volumétrico que se utiliza da técnica de display piramidal, geralmente de acrílico ou vidro, para dar a impressão de que o objeto, ou criatura, está dentro do recipiente. A criatura, no caso, são monstros virtuais da animação/jogo Pokémon, pertencente a empresa Nintendo.

O usuário interage com o produto, simulando a captura dessas criaturas, a partir do conceito de “holografia tátil”, na qual se utilizam as próprias mãos para alterar a cena que é mostrada no dispositivo. A

ANUNMAN

Figura 1 demonstra um usuário interagindo com o Totem holográfico, realizando a captura do Pokemon tipo fantasma Haunter .

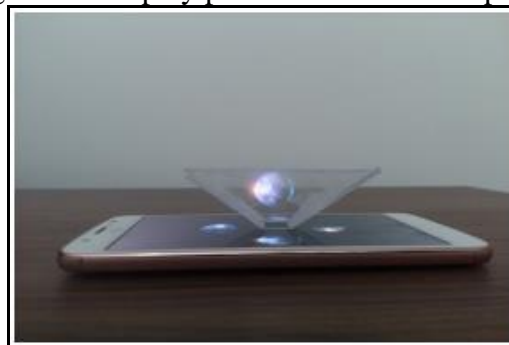


Fonte: Pixelsav (2015).

2.2 UM ESTUDO SOBRE A HOLOGRAFIA APLICADA A VISUALIZAÇÃO DO ECLIPSE SOLAR E LUNAR

Hoffman (2018) desenvolveu uma aplicação de projeção holográfica para facilitar a visualização do fenômeno astronômico chamado eclipse, tanto lunar quanto solar. Para atingir tal objetivo, Hoffman (2018) utilizou a técnica de display de pirâmide, e animação do fenômeno gerada pelo próprio para a execução da projeção. A Figura 2 demonstra um protótipo da pirâmide, utilizado como primeira experiência realizada por Hoffman (2018). Para esta experiência, foi utilizado um arquivo de vídeo pronto para o display piramidal, e a estrutura foi montada em acetato, firmada com fita adesiva para fácil desmontagem caso necessitasse de ajustes estruturais.

Figura 2 - Display piramidal sobre smartphone



Fonte: Bruno Vaz Hoffman (2018).

O resultado desta primeira experiência realizada por Hoffman (2018) obteve resultado satisfatória, tendo em vista que proporcionou a realização de um projetor holográfico a partir de uma pirâmide construída com utensílios básicos. Com a utilização do protótipo final, construído em acrílico transparente com espessura de 4mm, constata-se o potencial didático proporcionado pelas pirâmides holográficas, gerando uma experiência de aprendizado

diferenciada, podendo fomentar maior interesse do público escolar. A animação do fenômeno natural também foi gerada pelo autor. A Figura 3 demonstra o protótipo final em utilização.

Figura 3 - Protótipo final da pirâmide de acrílico sobre monitor de LED

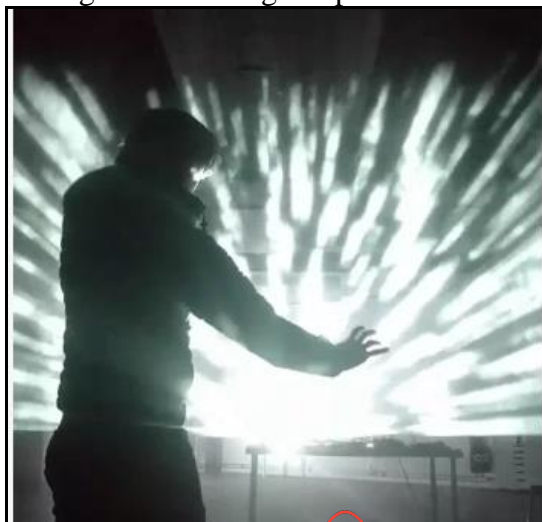


Fonte: Bruno Vaz Hoffman (2018).

2.3 NO-LOGRAM

Joanie Lemercier (2017) criou o trabalho com projeção em névoa, no qual o artista explora padrões geométricos, formas repetitivas na natureza e singularidades que podemos testemunhar olhando para a estrutura do universo em diversas escalas. Lemercier ⁽²⁰¹⁷⁾ também utiliza do conceito apresentado de “holografia tátil”, utilizando sensores de profundidade e análise de imagem para apresentar uma forma de interagir com sua obra. A Figura 4 demonstra o próprio Lemercier interagindo com o display.

Figura 4 - No-logram por Lemercier



Fonte: Joanie Lemercier (2017).

Lemercier (2017) aponta que as várias técnicas utilizadas para simular o efeito do então apresentado holograma pela sétima arte não passam de truques baratos, e somente projeções bidimensionais (2D). Para evitar o uso indevido da palavra holograma, é utilizado por Lemercier o termo “No-logram”, ou “não um holograma”.

3 PROPOSTA DO ESTUDO

Este capítulo visa apresentar a justificativa para a elaboração do estudo proposto, assim como metodologia de estudo.

3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 demonstra as principais características de forma comparativa, onde as colunas representam os correlatos, e as linhas representam as características. Observa-se que todos os correlatos têm a projeção holográfica em comum, porém apenas o trabalho de Hoffman (2018) faz um estudo sobre a holografia, pois apenas este é de fato um artigo.

Quadro 1 - Comparativo de correlatos

Correlatos / Característica	PixelSav (2015)	Hoffman (2018)	Lemecier (2017)
Estudo sobre holografia	Não	Sim	Não
Projeção holográfica	Sim	Sim	Sim
Demonstra a técnica de display piramidal	Sim	Sim	Não
Demonstra a técnica de <i>Pepper's ghost</i>	Não	Sim	Não
Demonstra a técnica de <i>Fog display</i>	Não	Não	Sim
Comparativo entre técnicas de projeção	Não	Não	Não

Fonte: Elaborado pelo autor

Com relação a demonstração da técnica de display piramidal, o produto desenvolvido pela PixelSav (2015) se utiliza de apenas três faces da pirâmide de acrílico, ou material refletivo, para apresentar ao usuário sua projeção. O trabalho de Hoffman (2018) explora o potencial total da pirâmide, utilizando suas quatro faces, gerando uma projeção holográfica com paralaxe linear de 360°. O produto da PixelSav (2015), entretanto, conta com interação do usuário, enquanto o de Hoffman (2018) demonstra uma animação, que não possibilita nenhuma interação do usuário.

Sobre a demonstração da técnica de *Pepper's Ghost*, o trabalho de Hoffman (2018) faz menção a tal, alegando que o display piramidal se utiliza dos conceitos da técnica de Pepper para seu funcionamento, ou seja, o material da pirâmide apenas reflete o que está sendo projetado sobre sua face. O dispositivo criado em 1862 por John Henry Pepper, segundo Medeiros (2006), baseia-se no fenômeno da reflexão parcial da luz nas interfaces entre dois meios com índices de refração diferentes. Quando a luz viaja através de um meio para outro, uma parte dessa luz é transmitida e outra parte é refletida na interface entre os dois meios.

O projeto artístico de Lemecier (2017) faz uso e demonstração da técnica de *Fog Display*, ou projeção em uma cortina de névoa seca. No caso de Lemecier (2017), o artista utilizou vapor de água, e um gás comprimido não informado, para gerar um fluxo constante de névoa e uma superfície de projeção estável. O artista também utiliza sensores de profundidade e processamento de imagem para que sua obra seja interativa.

Entretanto, nenhum trabalho faz o comparativo entre as técnicas existentes, para verificar qual delas se assemelha ao conceito original da holografia. Este trabalho, portanto, se propõe a realizar esse estudo e, para tal, irá realizar a implementação das rotinas necessárias para realizar a análise das técnicas descritas.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Para a implementação das rotinas de análise das técnicas, deve-se:

- O display piramidal deve ser construído em algum material refletivo, como acrílico (Requisito não-funcional - RNF);
- O dispositivo para *fog display* deve utilizar vapor de água (RNF);
- O dispositivo para *Pepper's Ghost* deve utilizar algum material refletivo como tela (RNF).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- levantamento bibliográfico: pesquisar trabalhos relacionados e estudar os assuntos abordados no Quadro 1;
- implementação: construir um protótipo para reproduzir cada uma das técnicas;
- análise: avaliar o resultado obtido pela etapa anterior, verificando se a técnica se assemelha ao conceito original de holografia.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	ano									
	mês. 1	mês. 2	mês. 1	mês. 2	mês. 1	mês. 2	mês. 1	mês. 2	mês. 1	mês. 2
levantamento bibliográfico										
implementação										
análise										

Fonte: elaborado pelo autor.

Isso é o Hardware ou software?
Linha ítem com letra minúscula.

Ambiente e linguagem para o desenvolvimento.

Exatidão de requisitos
Especificações

Annunzio!

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo descreve brevemente o assunto que é a base para o estudo proposto, e que vem sendo utilizado de forma errada a muito tempo: a holografia.

A holografia é baseada na natureza das ondas da luz, e isso foi demonstrado convincentemente pela primeira vez em 1801 por Thomas Young, por um experimento simples (GABOR, 1971). O experimento de Thomas Young consiste em dividir, ou refratar a luz, fazendo-a passar por um pequeno buraco. Logo após, a onda luminosa se propaga para outros dois pequenos buracos, onde era dividida novamente. As novas ondas, então, atingiam o seu objetivo, onde era possível verificar a existência de regiões claras e escuras. As regiões escuras correspondiam a interferência destrutiva, enquanto as claras correspondiam as interferências construtivas. Esses padrões de interferência é o que Gabor (1971) define como holograma.

REFERÊNCIAS

- GABOR, D. **Holography**. 1971. 35 f. Palestra (Nobel de Física) - Imperial Colleges 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.
- LEMECIER, J. **Studio Joanie Lemecier**. Brussels, BE, 2017. Disponível em: <<http://joanielemecier.com/no-logram/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- 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.

Acho que não precisa fazer essa afirmação aqui... deixa para o artigo final.

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): _____

Assinatura do(a) Orientador(a): _____

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): _____

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
	9. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?			
	10. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?			
	11. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?			
	As citações obedecem às normas da ABNT?			
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?			

PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.