

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

RELATÓRIO FINAL DE INSTRUMENTAÇÃO

F – 530

Medida da refletividade espectral de uma placa sensibilizada com gelatina dicromatada e exposta ao espectro de luz branca.



Aluno: Eric William Picin – RA: 073025

[e073025@dac.unicamp.br](mailto:e073025@dac.unicamp.br)

Orientador e professor responsável: José Joaquim Lunazzi

[lunazzi@ifi.unicamp.br](mailto:lunazzi@ifi.unicamp.br)

IFGW

JUNHO DE 2010

## 1. RESUMO

Este projeto tem por objetivo verificar a existência e medir a reflexão de um espectro fotocromático, sob luz branca, em uma placa sensibilizada com gelatina dicromatada. De início o projeto baseou-se na produção de holoimagens nestas mesmas placas e na sua parte final verificou a existência de um espectro proveniente de uma lâmpada de xenônio através de uma rede de difração.

## 2. INTRODUÇÃO

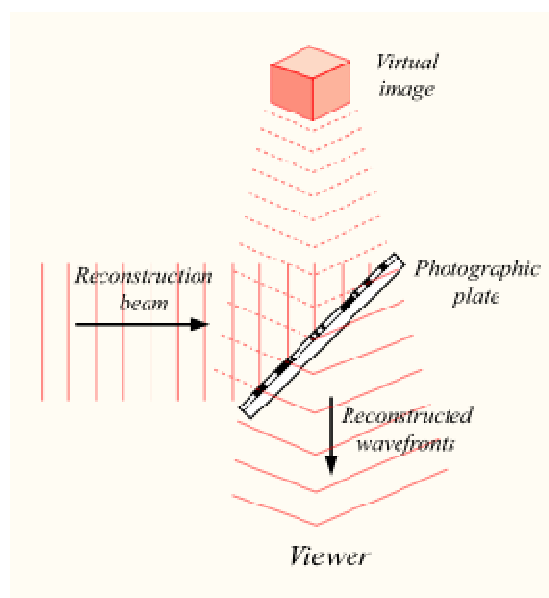
Holografia é uma técnica que permite que a luz difusa de um objeto seja gravada e posteriormente reconstruída. A imagem muda com a posição e orientação do sistema de visão, exatamente da mesma forma que se o objeto estivesse ainda presente, fazendo, assim, com que a imagem gravada, ou holograma, pareça tridimensional.

A técnica de holografia pode ser usada também para armazenamento óptico, recuperação e processo de informação.

A holografia foi inventada em 1947 pelo físico Dennis Gabor, que era húngaro-britânico, que recebeu um prêmio Nobel de física em 1971.

O primeiro holograma óptico prático que gravou objetos tridimensionais foi feito em 1962 por Yuri Denisyuk, União Soviética, Emmett Leith e Juris Upatnieks da universidade de Michigan, USA. Avanços nas técnicas de processos fotoquímicos para produção de hologramas de alta qualidade foi alcançada por Nicholas J. Phillips.

Na teoria o holograma está relacionado com a interferência e difração. A interferência ocorre quando uma ou mais frentes de onda são superpostas. A difração ocorre toda vez que a frente de onda encontra um objeto. O procedimento de produção da reconstrução holográfica é explicado puramente por estes dois fenômenos. É simples, porém preciso o suficiente para fornecer um entendimento de como o processo de holografia funciona.



**Figura 1:** Procedimento de reconstrução holográfica.

Gabriel Lippmann ganhou o prêmio Nobel de física por seu método de reproduzir cores fotográficas baseados no fenômeno de interferência, conhecido posteriormente como “Lippmann plate”.

O processo de Lippmann utilizava cores naturais de comprimentos de onda ao invés de usar corantes e pigmentos. Ele posicionou uma casca refletiva de mercúrio atrás de um prato pancromático de emulsão. O mercúrio refletia os raios de luz de volta, através da interferência de emulsão com os raios incidentes, formando uma imagem latente que variava o caminho, de acordo com a coloração de cada raio. Então o desenvolvimento do processo reproduziu esta imagem, e o resultado, quando visto, foi uma precisão no brilho da imagem.

Ainda junto ao sistema de processos de Lippmann será trabalhado também com Metileno “blue”.

O objetivo final do trabalho como um todo é a reprodução de espectros com luz branca, para isso é necessário primeiro trabalhar com a gelatina dicromatada para tentar obter uma grande sensibilidade com o laser verde, em seguida começar a trabalhar com luz branca e reproduzir os espectros.

### 3. APARATOS EXPERIMENTAIS

- Água destilada;
- Gelatina comercial incolor: **J. T. Baker Chemical Co., Phillipsburg, N. J. 08865;**
- Dicromato de amônio: **Riedel de Haën Ag Seelze-Hannover;**
- Substratos de vidro;
- Álcool Isopropílico: **Synth A1078.01.BJ;**
- Laser monocromático verde: **Dragon;**
- Moldes para produção das holoimagens: **Símbolo Unicamp, Cavalos e chaves;**
- Lâmpada de xenônio branca;
- Máquina fotográfica: **Pentax;**
- Rede de difração;
- Espelho;

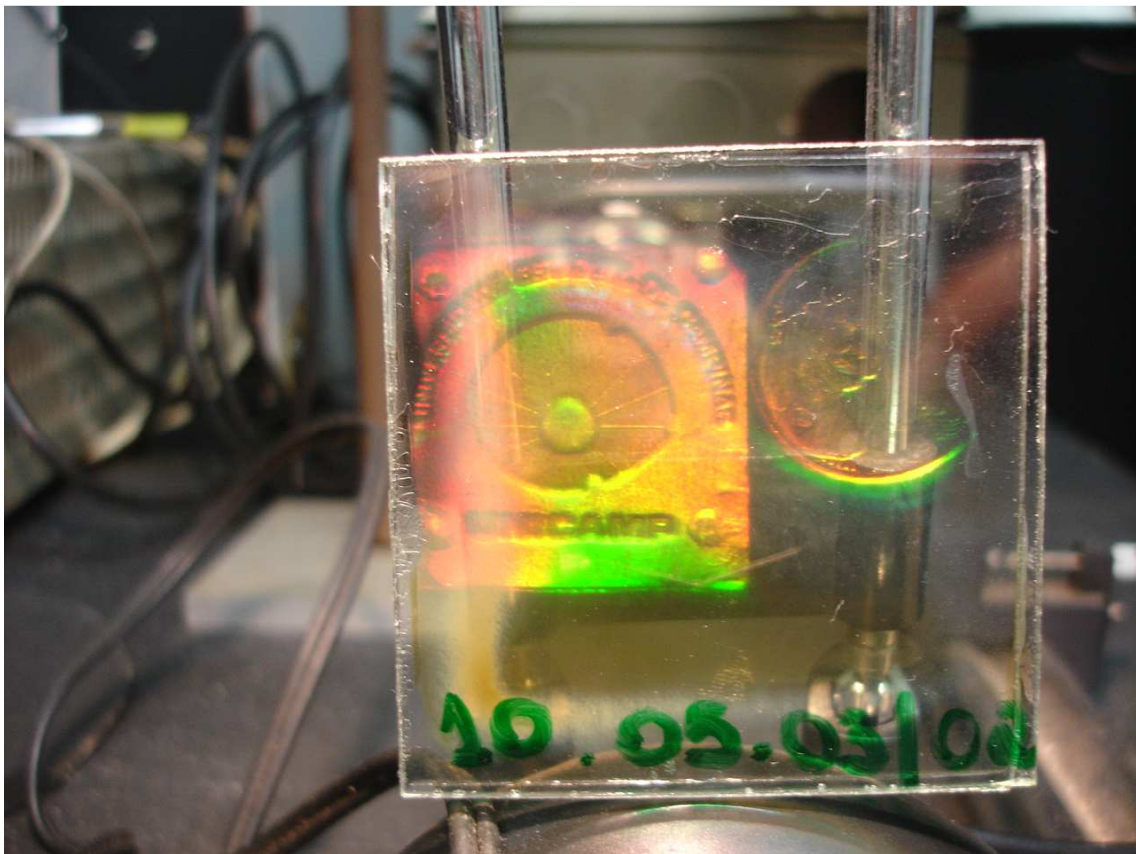
### 4. MÉTODO EXPERIMENTAL

#### I. Produção de Holoimagens

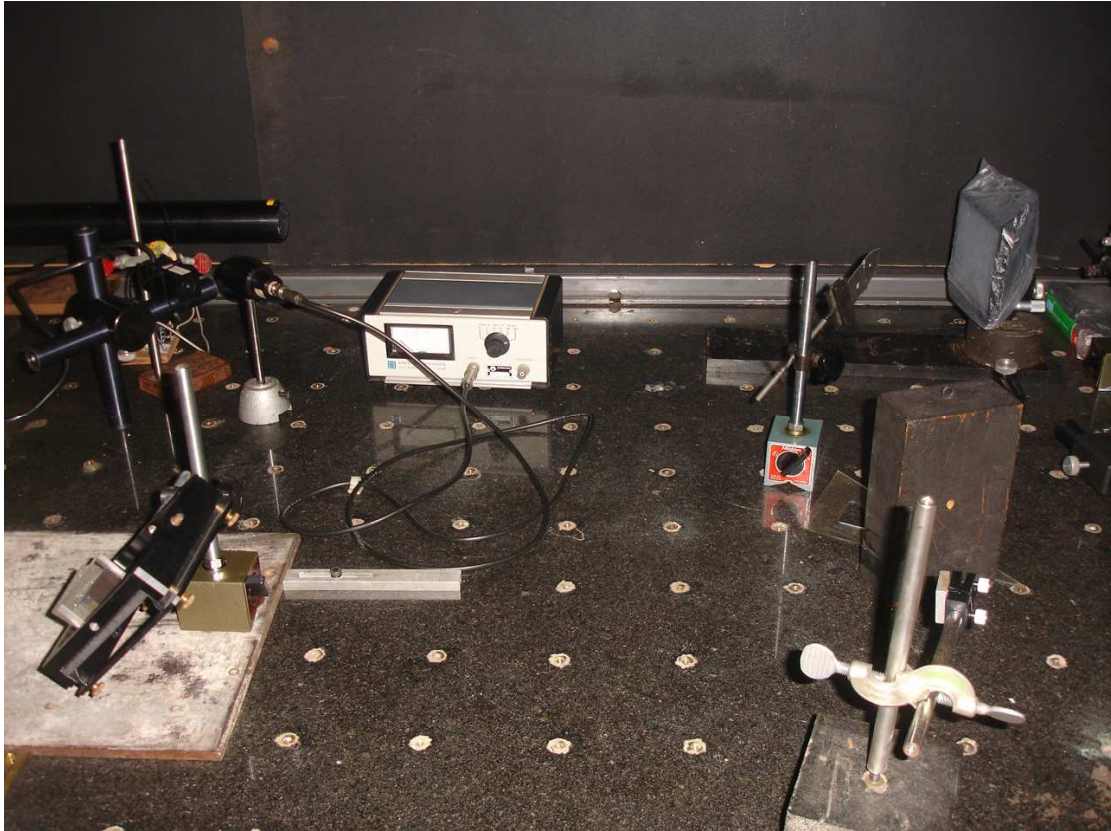
A pesquisa é realizada primeiramente preparando a placa de gelatina dicromatada. Esta é composta de uma mistura de gelatina comercial com água destilada e dicromato de amônio, que é depositada na placa de vidro, seguindo suas devidas proporções, durante um período de doze horas em um ambiente sem iluminação e nivelado.

A placa de gelatina dicromatada é exposta a um laser de cor verde, durante um período de trinta (30) minutos. O motivo de o laser ser desta cor é devido à sensibilidade que a gelatina preparada possui com a coloração verde. Durante esta exposição é colocado um molde que se pretende gerar a imagem tridimensional na gelatina.

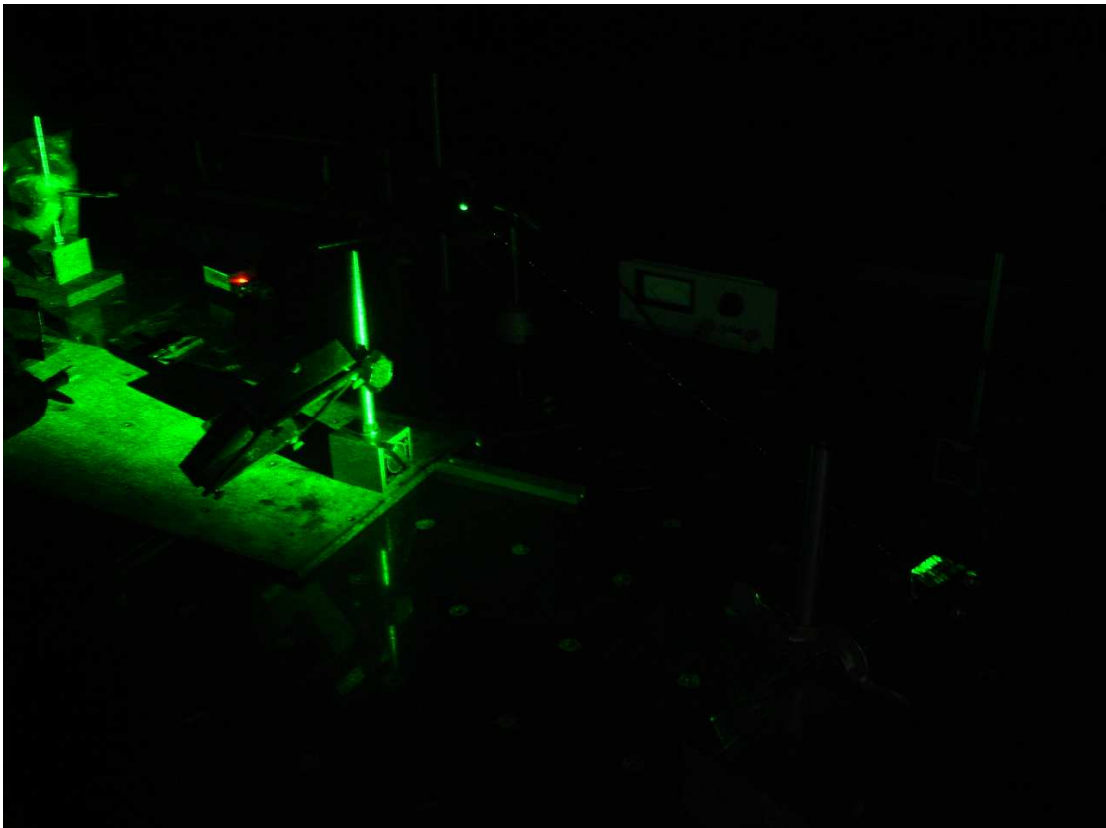
Por fim, após a exposição ao laser, inicia-se a fase da revelação onde a placa de gelatina dicromatada é imersa em um substrato contendo álcool isopropílico (50%) e água destilada (50%), durante um período de cinco minutos. Logo após a placa é novamente imersa em outro substrato, contendo agora apenas álcool isopropílico. O tempo de duração desta última etapa é relativo, pois deve-se ir observando o aparecimento da imagem tridimensional, em média esse tempo é de dois minutos. O tempo de duração desta etapa obedece uma distribuição gaussiana, ou normal, ou seja, inicia-se o aparecimento da imagem até o momento de saturação, correspondente ao melhor espectro possível, e a partir deste momento a lucidez da imagem vai desaparecendo.



**Figura 2:** Holoimagem gravada na placa com gelatina dicromatada.



**Figura 3:** Aparato experimental para gravação da holoimagem.



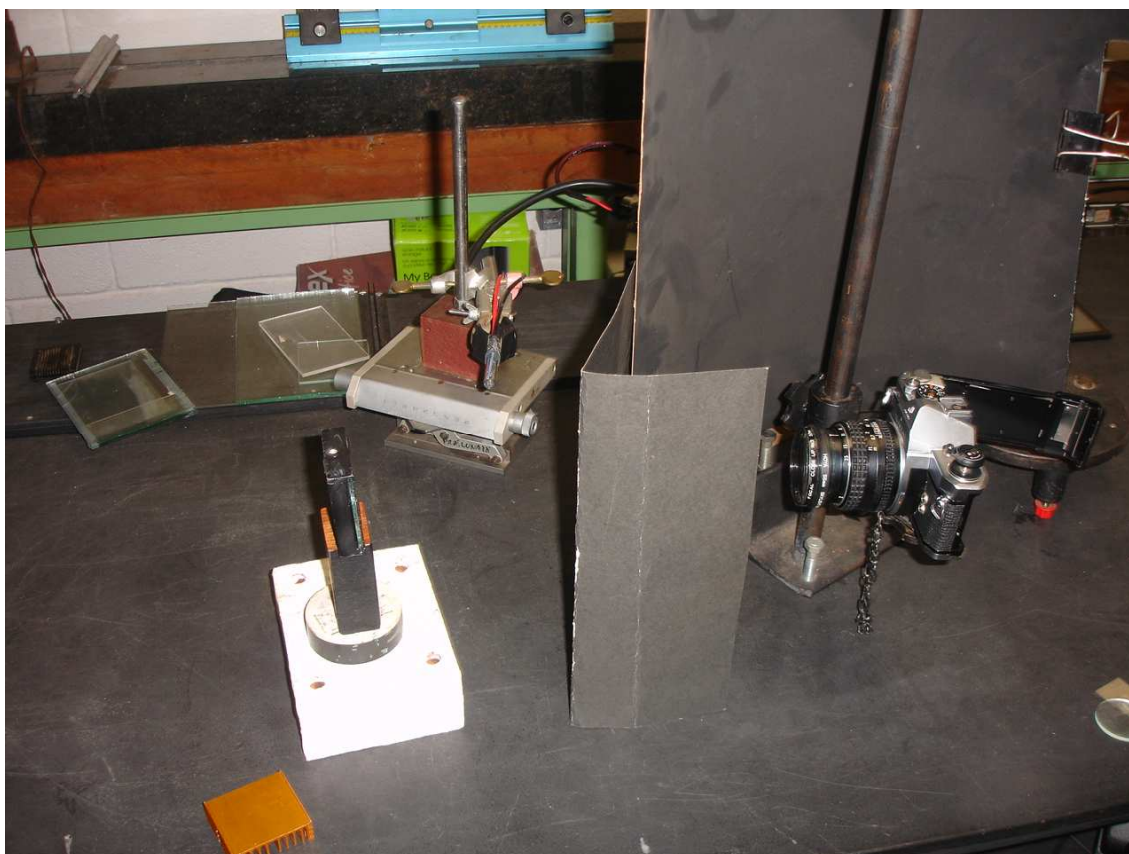
**Figura 4:** Caminho percorrido pelo laser verde durante a gravação da holoimagem.

## II. Reprodução do espectro sob luz branca

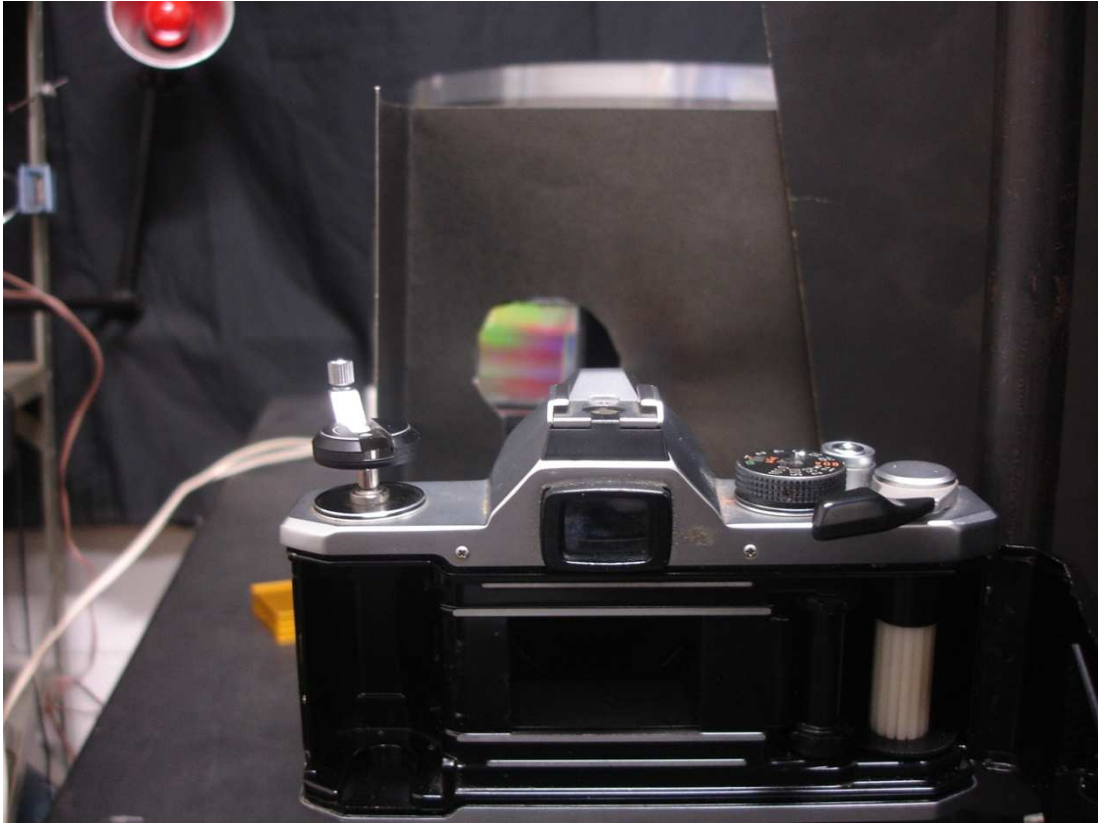
A pesquisa é realizada com a mesma gelatina produzida no procedimento descrito anteriormente, com uma única diferença, o tamanho da placa de deposição é menor. O processo de revelação também é o mesmo.

A placa sensibilizada com gelatina dicromatada é colocada dentro de uma máquina fotográfica e atrás desta placa é colocado um espelho para a reflexão da luz. Esta câmera esta posicionada de forma que seu campo de visão possua um espectro fotocromático inteiro (desde o azul até o vermelho), proveniente de uma luz branca de xenônio que incide em uma rede de difração.

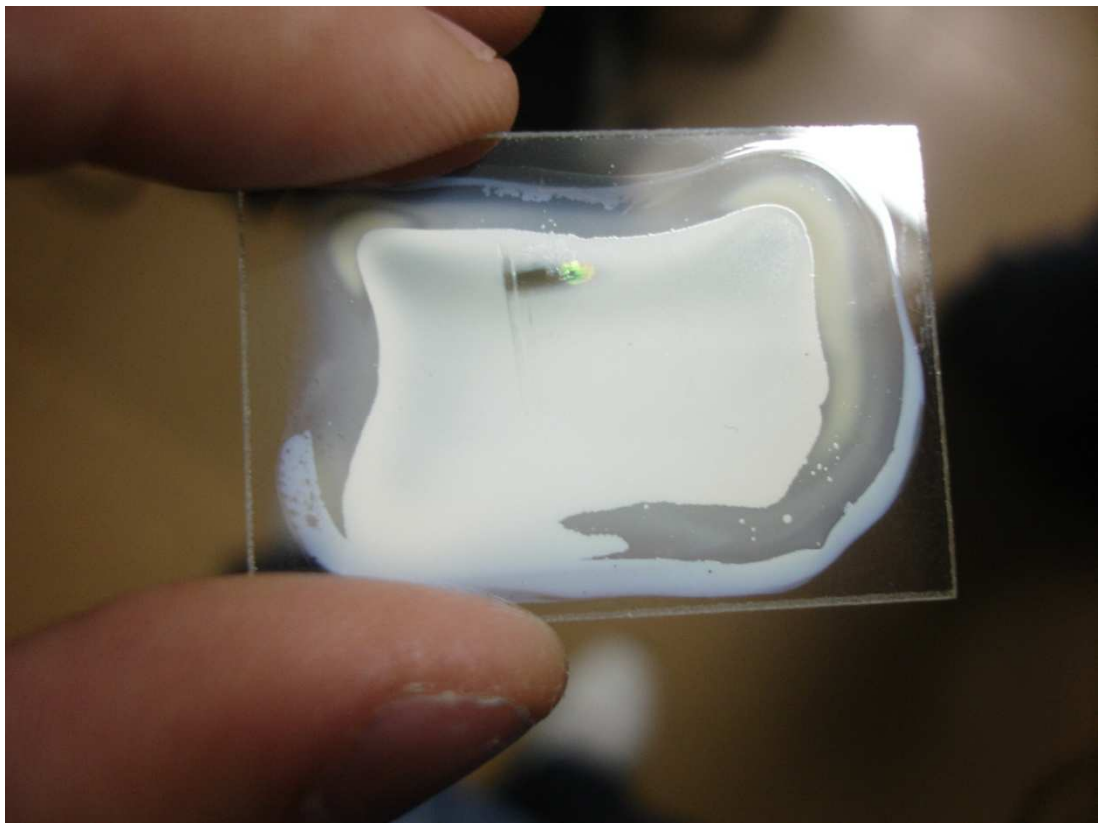
Assim, depois de colocada a placa com o espelho dentro da câmera e posicionado-a corretamente, tira-se uma foto, variando seu tempo para analisar os resultados. Por fim, a placa é retirada da máquina e é revelada, analisando seu resultado final.



**Figura 5:** Aparato instrumental para reprodução do espectro sob luz branca.



**Figura 6:** Câmera em frente à rede de difração.



**Figura 7:** Espectro obtido através de uma rede de difração da luz de xenônio.

## 5. TRABALHO REALIZADO E RESULTADOS OBTIDOS

### A. Produção de holoimagens

Durante a primeira parte do projeto a pesquisa possuía o objetivo de conseguir uma alta sensibilização para a geração de holoimagens tridimensionais.

Durante as pesquisas no laboratório foram testadas algumas técnicas para a obtenção de imagens holográficas tridimensionais, que foram:

- Quantidade de deposição da gelatina dicromatada

Começou a pesquisa colocando 1,5ml da gelatina na placa de vidro, segundo os artigos relacionados a este assunto. Percebeu-se que as imagens geradas eram nítidas porém o brilho não era tão intenso devido a uma camada espessa de gelatina. Além de que a placa, após a revelação, encontrava-se amarelada ao fundo.

Em seguida, foram depositadas menores quantidades de gelatina na placa, por volta de 1 ml. Percebemos uma grande nitidez na imagem e não possuía brilho considerável. Mas o aspecto negativo desta técnica utilizada foi de que as imagens tridimensionais obtidas eram facilmente desaparecidas, durando nem mesmo uma semana. Este fato deve-se a pequena camada depositada.

Após a tentativa passada, foi depositada uma quantidade de gelatina próxima de 1,3 ml. Registraram-se as melhores holografias até então, com respeito a brilho e a nitidez.

- Nivelção das mesas de deposição

Percebeu-se, logo de início, que as mesas onde as placas com gelatina dicromatada eram armazenadas para secagem encontravam-se desniveladas.

O nível que foi utilizado no início, além da dificuldade de manuseio para nivelar, possuía um pequeno erro.

Assim primeiramente construímos outro nível semelhante ao primeiro, a fim de nivelar a mesa utilizando os dois níveis, facilitando o trabalho. O nível constituía de uma pequena capsula cilíndrica com líquido em seu interior. Então a dificuldade encontrada foi deixar apenas uma bolha pequena dentro da mesma, visto que havia entradas de ar por onde o líquido foi introduzido.

Outra técnica utilizada foi a construção de um nível que não atuava em apenas uma direção, como os anteriores, mas que resultasse no nivelamento do plano. Então foi construído com auxílio de um vidro côncavo junto a um plástico plano resistente. Ambos os utensílios foram selados com silicone e após sua secagem, de uma semana, foi introduzido água em seu interior. Este nivelamento não resultou como o esperado, pois por algum motivo a bolha existente no interior do aparato grudava em partes do vidro côncavo.



O técnica utilizada para conseguir o nivelamento foi a utilização de níveis profissionais de maior precisão, resultando em melhor nivelamento para a gelatina depositada.

- Modo de espalhamento da gelatina

A gelatina dicromatada após seu preparo é depositada em placas de vidro.

De início utilizamos outra placa para espalhá-la, tomando o devido cuidado para que a gelatina não vazasse para fora da placa de deposição.

Em seguida, espalhamos a gelatina dicromata com auxílio de um cotonete. Desta forma, percebeu-se que a gelatina se distribuía mais uniformemente na placa de vidro, melhorando o resultado da imagem gerada. Foi tomado o devido cuidado de não deixar impurezas visíveis do cotonete na gelatina, como parte de algodão, afim de não interferir na realização do experimento.

- Limpeza das placas antes da deposição

De início as placas eram lavadas com água e sabão e secas com papéis ou secador para realizar a deposição.

A fim de diminuir as impurezas na placa, após o processo de lavagem e secagem descrito acima, foi passado álcool e novamente secado com secador, melhorando os resultados experimentais.

- Aplicação de uma fita nas bordas da placa

Utilizando o procedimento padrão descrito no projeto, notou-se que as holoimagens apresentavam linhas horizontais que atravessavam toda a gelatina, dificultando a nitidez da mesma.

A possível explicação era de que quando o laser era aplicado na placa com a gelatina dicromatada, havia uma influencia dos feixes na borda da placa, gerando este fenômeno.

Então, para testar esta suposição, primeiramente “encapou-se” as bordas da placa com fita isolante, fazendo com que deste modo os feixes do laser não atingissem as bordas da placa.

O resultado obtido foi o desaparecimento das linhas horizontais, solucionando o problema e confirmando a hipótese inicial.

- Secagem da holoimagem

Após o processo de revelação da imagem (5 minutos no álcool 50% e aproximadamente 2 minutos no álcool 100%), a placa com a gelatina dicromatada era secada diretamente com o secador.

Percebeu-se que certas imagens se tornavam esbranquiçadas e algumas até trincavam a imagem. Notou-se que isso era devido ao tempo de exposição do secador e à distância do instrumento à placa.

Realizou a tentativa de não utilizar o secador, deixando a imagem secar ao ar livre. Notou-se que a imagem não se encontrava trincada, mas o seu brilho era danificado.

De posse dessa tentativa, a melhor técnica encontrada foi que, após a revelação, era esperado um tempo relativamente curto para que, então, a placa com a gelatina dicromatada fosse exposta ao secador. O tempo do secador era curto, observando o aspecto da imagem, e a uma distância aproximada de 80 cm.

- Proteção da holoimagem

Um grande problema encontrado era de que, depois de gerada a holoimagem, como fazer para que esta durasse um tempo relativamente grande, tendo em vista que algumas duravam algumas horas, enquanto que outras duravam dias.

Uma técnica foi a utilização de esmalte translúcido na imagem após a revelação e secagem. O motivo disto era evitar que o ar entrasse em contato com a holoimagem, danificando seu aspecto.

Notou-se que além de alterar o ângulo de brilho das imagens, o esmalte não conseguiu evitar a perda da imagem.

Em seguida a nova tentativa foi a de colocar outra placa de vidro limpa em cima da utilizada, com o mesmo fundamento da tentativa anterior.

Então após cada revelação e secagem, foi colocada uma placa de vidro sobreposta a cada placa com gelatina dicromatada, sendo seladas com esmalte translúcido.

Com esta técnica percebeu-se que as holoimagens duravam um período de tempo bem maior. Durando mais que um mês, sem qualquer danificação no brilho e nitidez da holoimagem tridimensional.

## B. Reprodução do espectro sob luz branca

Já na segunda parte do projeto o objetivo era a obtenção do espectro refletido pela rede de difração proveniente da lâmpada de xenônio.

As técnicas utilizadas durante o período de estudo foram:

- Reprodução simples do espectro

No início do estudo desta parte do projeto, realizou-se a reprodução simples do espectro, observando que na placa de gelatina havia uma sensibilização no lugar ao qual era esperado o espectro. Esta sensibilização assemelhava-se a uma retirada de gelatina do local onde se esperava obter o espectro.

Durante as tentativas, apenas uma apresentou uma coloração avermelhada correspondente a uma parte do espectro. Depois de certo período, aproximadamente uma semana, outras colorações começaram aparecer, como o verde e o dourado. Estudos estão sendo realizados para entender o motivo da aparência deste espectro em relação às tentativas anteriores.

- Tempo de exposição ao espectro

Em teoria, de acordo com os cálculos, o tempo de exposição é próximo de trinta segundos (meio minuto), relacionado à abertura máxima da máquina fotográfica (raio focal correspondente a quatro). Foi exposta uma placa sensibilizada durante este período e percebeu-se apenas um ponto onde a gelatina foi “retirada”.

Aumentou-se o tempo de exposição, aproximadamente dois minutos, e percebeu-se que a parte sensibilizada da placa era maior com relação ao gravado quando se utilizou apenas meio minuto.

Novamente foi aumentado o tempo, para aproximadamente 4 minutos, e percebeu-se que a parte sensibilizada da placa era grande, mas pouco maior que quando expôs por dois minutos.

Acima de cinco minutos de exposição, percebeu-se que não havia alterações com relação às exposições anteriores.

- Posições do espectro

De forma a aperfeiçoar o procedimento, colocou-se a lâmpada de xenônio em um aparato que alterava a posição da mesma em relação ao eixo Z. Assim foi possível sensibilizar mais de uma vez a mesma placa de gelatina dicromatada, aumentando desta forma as possibilidades para descobrir novas alterações.

Assim, de posse deste aparato experimental, a placa de gelatina dicromatada era exposta ao espectro três vezes. Deixando a máquina fotográfica sempre na mesma posição, primeiramente posicionou-se o espectro acima do foco da máquina. Em seguida, o espectro foi posicionado ao centro do foco, e por fim abaixo do foco. Desta forma, podia-se variar o tempo de exposição de cada posição do espectro, e compará-las na mesma placa.

O resultado obtido foram três sensibilizações, como as descritas no item anterior, com a ressalva de que a sensibilização de cima correspondia a exposição posicionada abaixo do foco da máquina, a do centro correspondia realmente a do centro e a de baixo correspondia a posicionada acima do foco.

- Distância da máquina com relação à rede de difração

De início a máquina era posicionada de forma a pegar apenas uma parte do espectro, restringindo assim que a gelatina fosse sensibilizada pelas outras partes do espectro.

Para resolver este problema, percebeu-se que aproximando ao máximo possível a máquina fotográfica da rede de difração, obtinham-se maiores partes do espectro, até obtê-lo integralmente.

Assim resolvia-se o problema da restrição da placa a determinadas cores do espectro da lâmpada de xenônio.

- Utilização de uma lente de aproximação

Com auxílio de uma lente de aproximação colocada em frente a máquina fotográfica possuía-se um maior espectro, melhorando na obtenção dos resultados finais.

## 6. Relatórios

A temperatura média trabalhada no laboratório durante o período de pesquisa foi de 22°C.

Enquanto que a umidade do ar se concentrava em uma média de 80%.

As exposições foram feitas com diferentes tempos e aberturas.

- Amostra com reflexão de cores verde e vermelho

Foi realizada com a abertura da máquina no nº22 (segunda maior abertura) durante um tempo de exposição de 15 minutos.

- Percepções

Notou-se que quando se desfocalizava o máquina, a parte da gelatina sensibilizada era maior em relação às focalizadas. Foi desfocalizando que conseguiu-se obter parte do espectro relatado no item anterior.

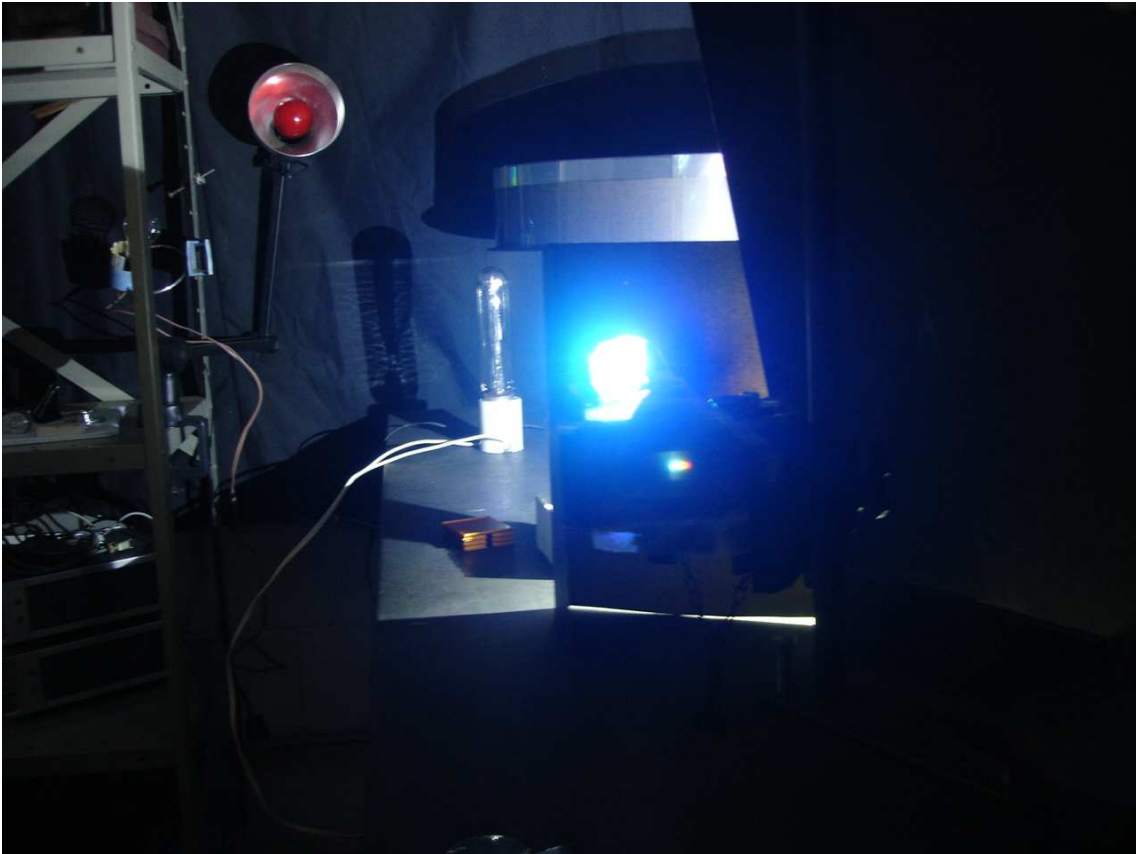
- Outras amostras

Outras amostras foram sensibilizadas mas não demonstraram espectro nem coloração alguma. Foram feitas 3 exposições de 10 a 15 minutos com a menor abertura da máquina (4).

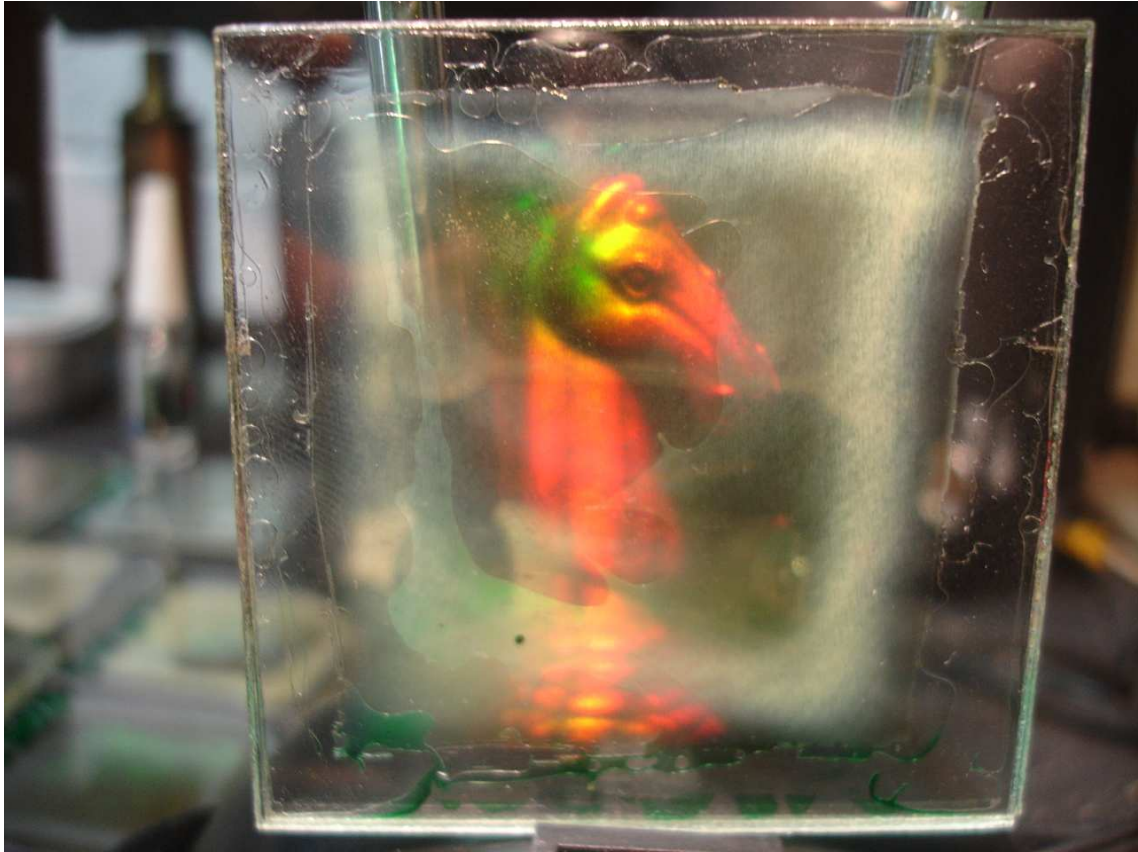
Foram realizadas exposições de curto período, como meio minuto, 1 minuto, 2 minutos e assim por diante.

Percebeu-se que acima de 4 minutos que a gelatina era sensibilizada de forma considerável.

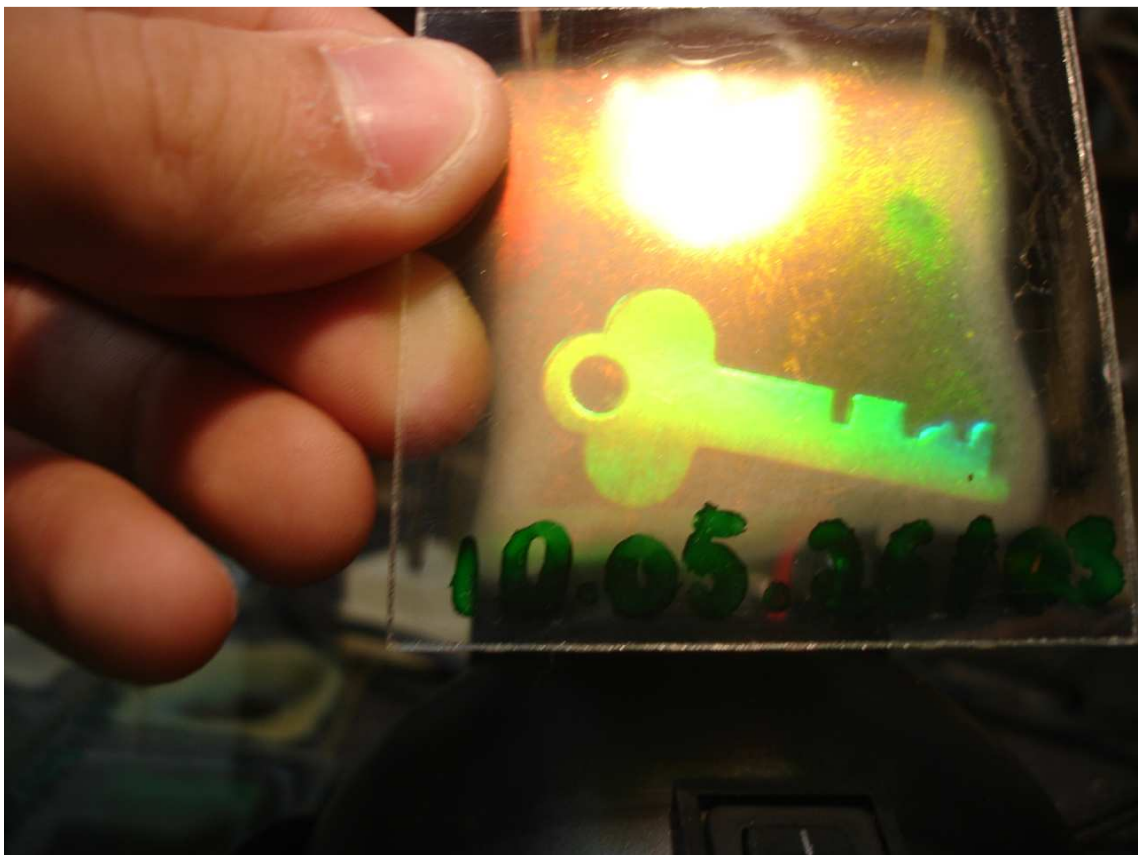
## 7. ADENDOS



**Figura 8:** Reprodução do espectro da luz de xenônio através da rede de difração.



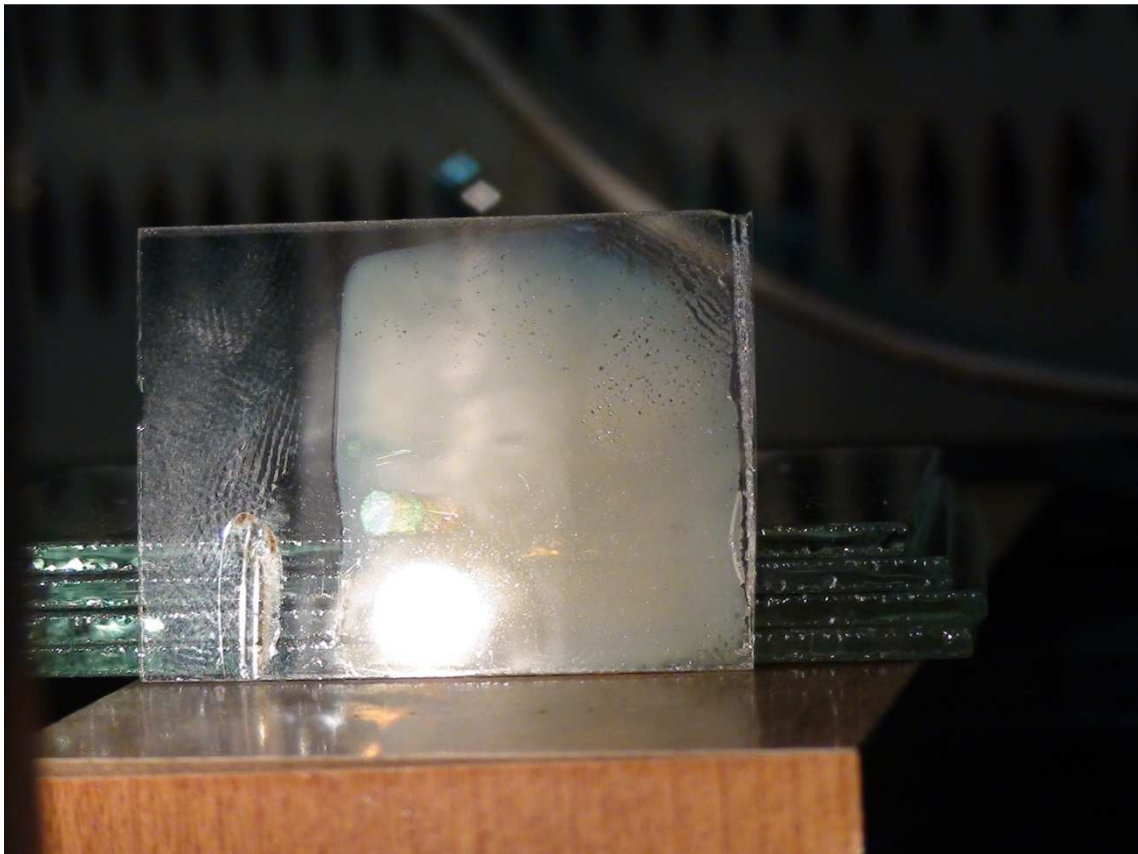
**Figura 9:** Holografia de um molde de cavalo.



**Figura 10:** Holografia de uma chave.



**Figura 11:** Efeito lippmann.



**Figura 12:** Mais exemplo de efeito lippmann.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Reflectivity>

Mídia eletrônica relacionada à refletividade, em fotometria e transferência de calor, abordando a reflectância, o tipo de superfície, a refletividade da água e grade de eficiência.

[2] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ordens\\_de\\_magnitude\\_%28comprimento%29](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ordens_de_magnitude_%28comprimento%29)

Mídia eletrônica relacionada às ordens de grandeza, ou comprimento, de caráter subatômico.

[3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Holography>

Mídia eletrônica relacionada à holografia, abordando a história, teoria, mídia de gravação de holografia e aplicações.

[4] [http://holokits.com/a~holography\\_medical\\_applications.htm](http://holokits.com/a~holography_medical_applications.htm)

Mídia eletrônica relacionada às aplicações da holografia no segmento da medicina.

[5]

[http://search.arxiv.org:8081/paper.jsp?r=0905.1157&qid=12736318157229ch\\_nCnN\\_1378938971&q=Lunazzi](http://search.arxiv.org:8081/paper.jsp?r=0905.1157&qid=12736318157229ch_nCnN_1378938971&q=Lunazzi)

Mídia eletrônica relacionada ao modo de preservação de um material holográfico, relacionado à física óptica.

[6] <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/doctorlunazzi/jjl.htm>

Biografia do orientador e professor da disciplina em questão, e suas áreas de atuação na física.

[7] [http://www.nobel-winners.com/Physics/gabriel\\_lippmann.html](http://www.nobel-winners.com/Physics/gabriel_lippmann.html)

Mídia eletrônica relacionada ao vencedor do prêmio Nobel, Gabriel Lippmann, pela produção do primeiro prato fotográfico colorido. Biografia do protagonista.

[8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Gabriel\\_Lippmann](http://en.wikipedia.org/wiki/Gabriel_Lippmann)

Mídia eletrônica relacionada a Gabriel Lippmann, vencedor de um prêmio Nobel, abordando a biografia, técnicas e literaturas.