

---

# PRODUÇÃO DE HOLOGRAMAS COM EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO\*

---

*Claudio Galli*  
Instituto de Física – PUCRS  
Porto Alegre – RS

## Resumo

*A finalidade deste trabalho é a de descrever um método simples e econômico, utilizando equipamentos comumente existentes nos laboratórios de Óptica, para a produção de hologramas de transmissão de boa qualidade. O método consiste da expansão de um feixe laser de He-Ne de baixa potência que ilumina, ao mesmo tempo, o objeto a ser holografado e um espelho plano, sem a necessidade de ser utilizado um divisor de feixe. A luz refletida pelo objeto (onda objeto) e a refletida pelo espelho plano (onda de referência) superpõem-se ao chegarem no filme (Kodak, Non-AH Holografic Film), no qual fica registrado um padrão de interferência. Quando o filme, após o processo de revelação, é iluminado com a luz do mesmo laser, vê-se o holograma em questão. Este método pode ser utilizado em aulas de laboratório, por permitir a aplicação de conhecimentos estudados na Óptica e pelo seu grande interesse tecnológico.*

**Palavras-chave:** *Método simples, hologramas de transmissão, onda objeto, onda referência, superposição de ondas, padrão de interferência.*

## I. Introdução

A holografia, cujos princípios foram inicialmente apresentados pelo prêmio Nobel (1971), Dennis Gabor, da Universidade de Londres, é uma excelente técnica para ser apresentada nas aulas de Óptica dos cursos universitários, pelo seu grande interesse tecnológico. No entanto, hologramas de boa qualidade têm sido produzidos utilizando-se equipamentos muitas vezes inacessíveis pelos seus altos custos.

---

\* Publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 10, n. 3, dez. 1993.

A finalidade deste trabalho é a de descrever um método simples e economicamente viável de produção de hologramas de transmissão, de boa qualidade, com materiais comumente utilizados nos laboratórios de Óptica.

## II. Descrição do método

O método consiste da exposição de um feixe de uma fonte laser He-Ne que ilumina, ao mesmo tempo, o objeto a ser holografado e um espelho plano, não havendo, portanto, a necessidade de ser utilizado um divisor de feixe.

A luz refletida pelo objeto (onda objeto) e a refletida pelo espelho (onda de referência) chegam ao filme, no qual fica registrado o padrão de interferência que irá constituir o holograma em questão. Como obturador, tem-se utilizado uma “máscara” retangular de cartolina preta, que é retirada (sempre com a sala totalmente escura) da frente do laser e recolocada em um intervalo de tempo (tempo de exposição), que varia de 3 a 5s. O tempo de exposição é controlado intercalando-se uma palavra (por exemplo, PALEGRE) entre a contagem numérica de 0 até 3 ou de 0 até 5.

Deve-se ter certeza que, durante o tempo de exposição, o sistema esteja livre de ruídos e vibrações.

A seguir, o filme é levado para o processo de revelação, fixação, lavagem e secagem. Após esse processo, apresenta um tom acinzentado quando observado com luz branca, sem aparecer nenhuma imagem. O filme que temos usado é Non-AH Holografic Film-KODAK para laser He-Ne.

No filme fica registrado um padrão de interferência como resultado da superposição das ondas refletidas pelo objeto com as ondas de referência. Quando o filme, após o processo de revelação, é iluminado com a luz do mesmo laser, vê-se a imagem do objeto (holograma) reconstituída no espaço e em três dimensões.

Esse filme, por não ser encontrado no mercado nacional, foi importado sem dificuldades burocráticas e por um preço muito acessível – cerca de 60 dólares o rolo.

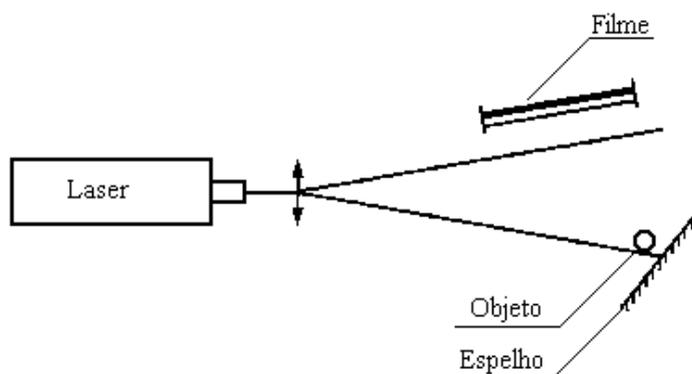
Cada rolo deste filme permite confeccionar cerca de 40 hologramas e pode ser adquirido de:

Metrologic Instruments, Inc.  
Mailing: P.O. BOX 307, Belmawr  
New Jersey 08099-0307 U.S.A.  
FAX: (609) 228-6673

### III. Descrição da montagem experimental

Para a produção desse tipo de holograma de transmissão é utilizado um sistema montado sobre uma mesa, adequada para minimizar vibrações, conforme o esquema da Fig. 1. Como fonte laser, temos utilizado um laser He-Ne de 0,5mW marca Carl Zeiss-Jena, em funcionamento há cerca de 15 anos e, mais recentemente, um laser He-Ne de 6mW, fabricado pela Opto-Eletrônica. A expansão do feixe luminoso é realizada com a objetiva de um microscópio, que pode ser facilmente conseguida. Deve-se atentar para que os comprimentos dos feixes refletidos pelo objeto (onda objeto) e refletido pelo espelho (onda de referência) sejam aproximadamente iguais. O espelho plano utilizado foi adquirido na FUNBEC, com lados iguais a 54mm e 80mm, e espessura de 13mm. Pedacos de filme com dimensões aproximadas de 80mm x 60mm são fixados com fita “durex”, em uma chapa de vidro, conforme mostra o esquema da Fig. 2. Essa fixação deve ser realizada com cuidado, porque não pode ocorrer o menor movimento do filme e este deve estar bem aderido ao vidro durante a exposição. Outro cuidado é o seguinte: a face emulsionada do filme deve estar exposta para receber os dois feixes de luz.

Após a exposição, o filme é revelado com revelador KODAK D-19, durante 5 minutos, mantendo-se a temperatura entre 18°C e 20°C. O filme é, posteriormente, enxaguado em água corrente e mergulhado no líquido fixador durante 10 minutos e, a seguir, novamente enxaguado.



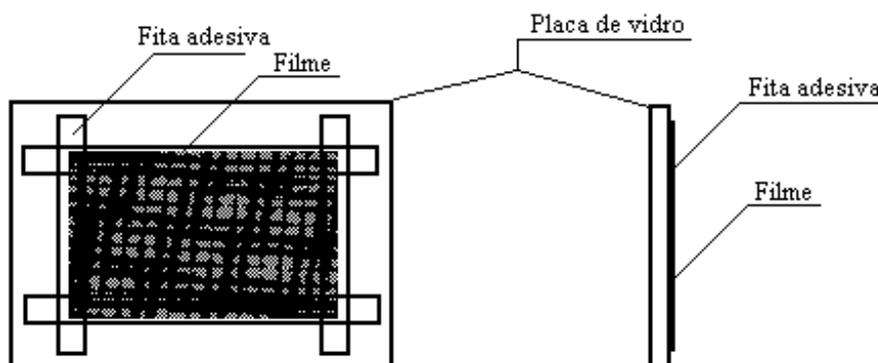
*Fig. 1*

Após a completa secagem, o filme é novamente iluminado com a luz do mesmo laser, permitindo a observação do holograma.

Os objetos utilizados para a produção de hologramas são peças de fixação utilizadas nos laboratórios, peças de jogo de xadrez, parafusos e dados.

Temos produzido hologramas em uma sala com área de aproximadamente 12m<sup>2</sup>, completamente vedada à luz externa, contendo um balcão com pia para o processo de revelação dos filmes e uma mesa própria para evitar vibrações, construída conforme sugestões do professor Francisco Catelli, apresentadas em artigo publicado

na revista Chronos, 1989. Os trabalhos são realizados por grupos de até quatro estudantes, os quais confeccionam seus próprios hologramas.



*Fig. 2*

Conseguimos bons hologramas com tempos de exposição de aproximadamente 5 segundos com o laser de 0,5 mW de potência e cerca de 3 segundos, com o laser de 6 mW.

#### **IV. Conclusão**

Este método, pela sua simplicidade e pelo baixo custo dos equipamentos utilizados, poderá ser de grande utilidade nas aulas práticas de Óptica dos nossos cursos universitários, por permitir a aplicação de conhecimentos em uma técnica de teste não destrutivo de grande interesse tecnológico. Por fim, é interessante ressaltar o entusiasmo demonstrado pelos estudantes quando produzem o seu primeiro holograma.

#### **Referências Bibliográficas**

CATELLI, F. Holografia. **Revista Chronos**, v. 22, n. 1, 1989.

COLLIER, R. J.; BURCKHARDT, B. C.; LIN, L. H. **Optical holography**. Academy Press, 1971.

LUNAZZI, J. J. Holografia. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 34, 1992.

MAILLET, H. **O laser – princípios e técnicas de aplicação**. Manoele Ltda., 1987.

SAXBY, G. **Practical holography**. Prentice Hall, 1988.