

HOLOGRAFIA e ondas de luz

Por: Bruno, Enzo, Gonçalo e Xabi

30/08/2024

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

U.PORTO Jr **Escola de Verão de Física**

Índice

- **Introdução**

 - O que é a holografia?

 - Esquemas óticos

 - Luz e interferência

 - Aplicações da holografia

 - Objetivo do projeto

- **Experiência**

 - Caracterização da fonte de luz

 - Montagem ótica

 - Exposição e Revelação

 - Resultados

- **Conclusões**



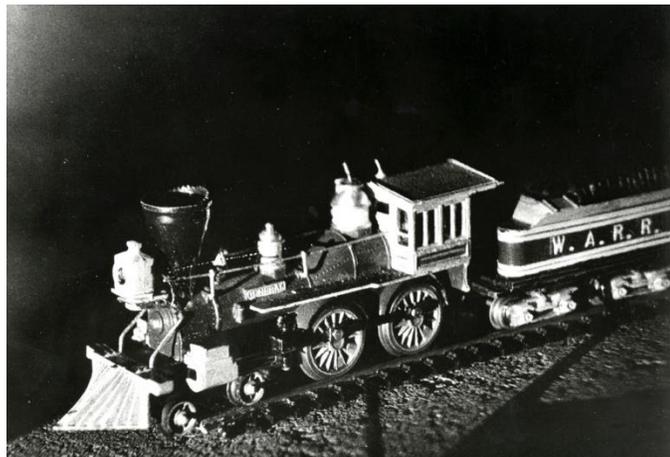
Introdução

O que é a holografia?

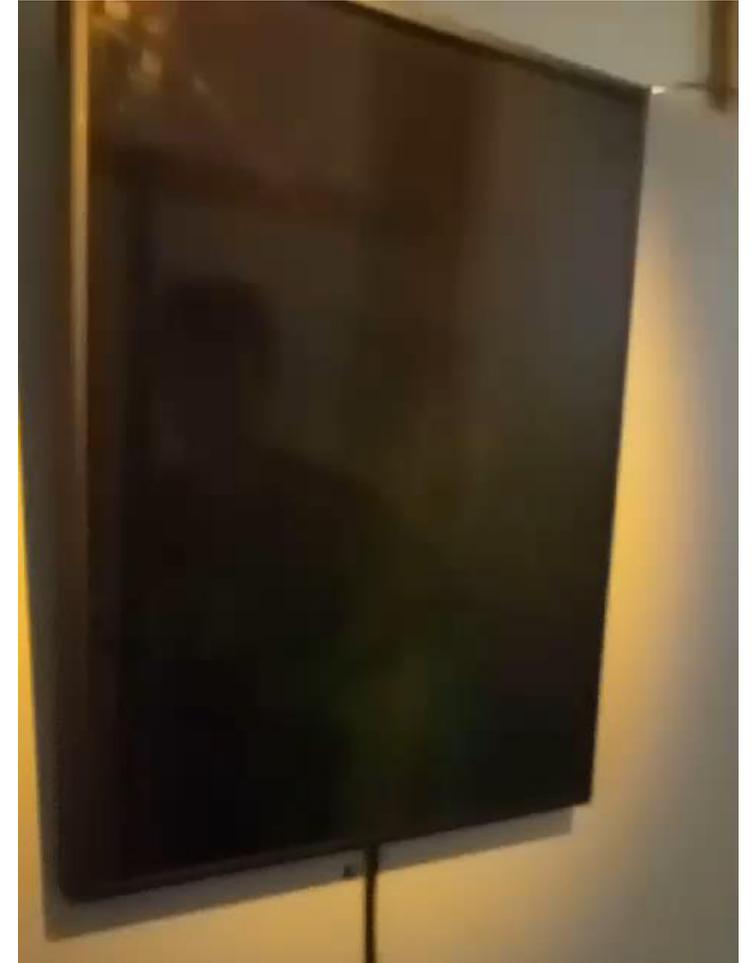
Um holograma é o registo de informação de um objeto através da interferência de luz numa superfície.

holograma
holo (todo/tudo) + *gramma*
(mensagem)

Dennis Gabor (invenção holografia 1948)
Prémio Nobel da Física em 1971



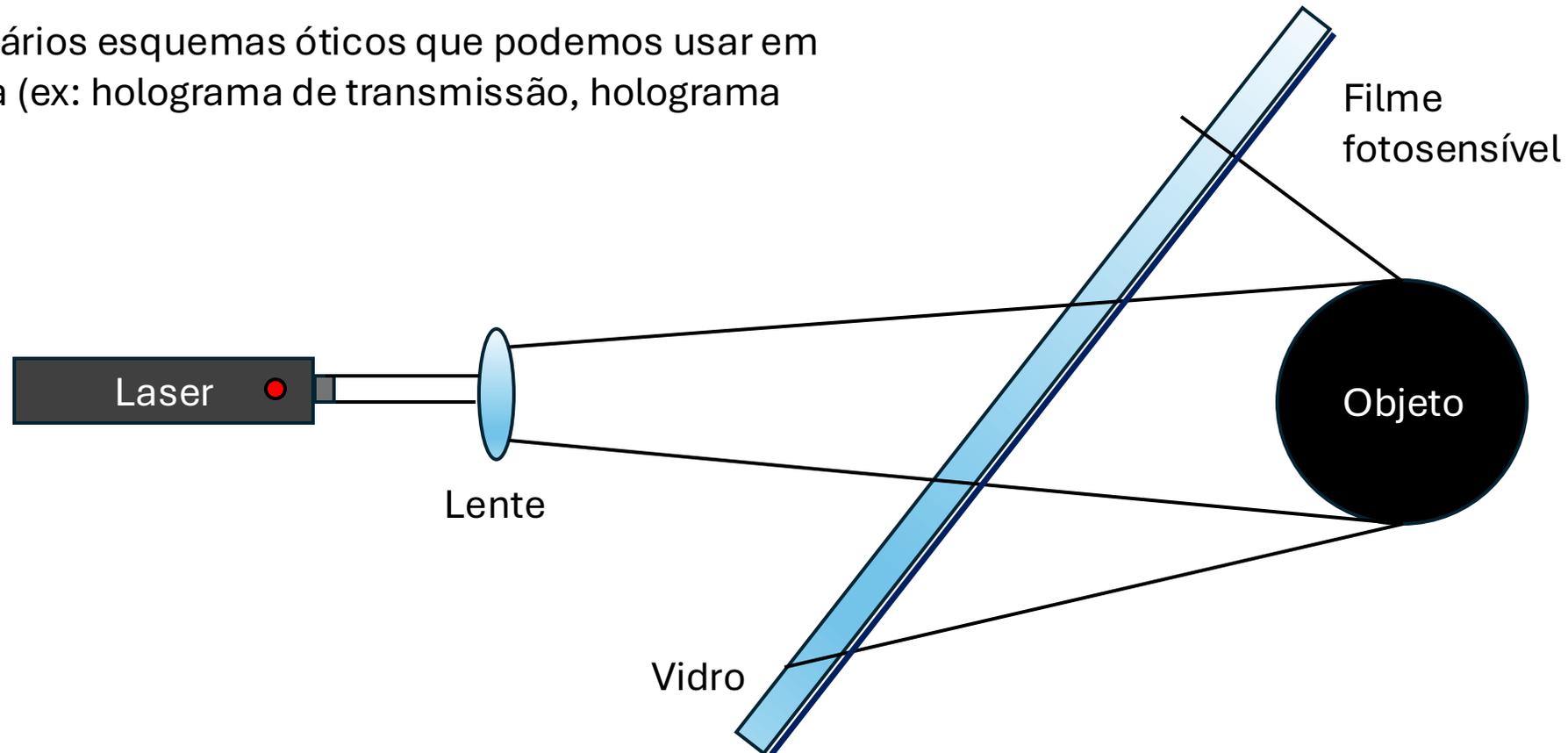
Primeiro holograma usando um laser como fonte de luz



Holograma do Presidente Marcelo Rebelo de Sousa, exposto

Esquemas óticos para holografia

Existem vários esquemas óticos que podemos usar em holografia (ex: holograma de transmissão, holograma reflexão)



Esquema de holografia em reflexão

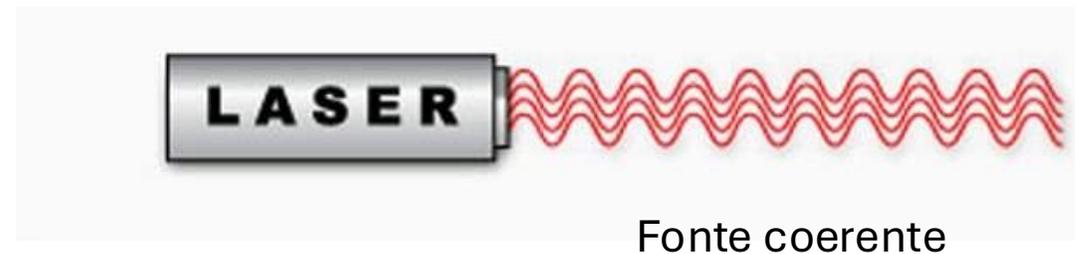
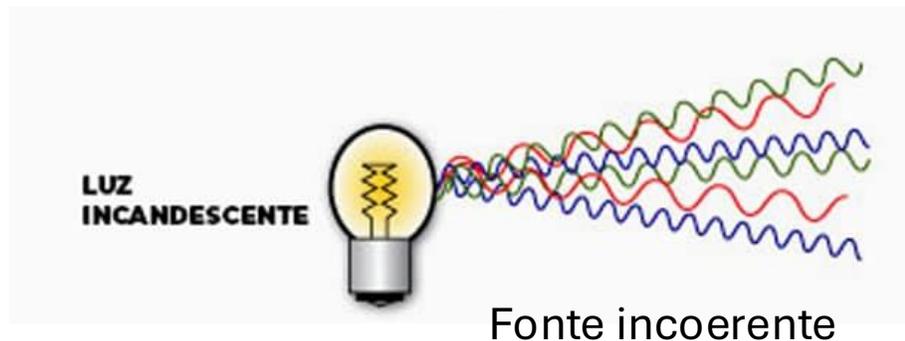
Luz e interferência

Um holograma é o registo de informação de um objeto através da **interferência da luz** que incide numa superfície.

Podemos usar qualquer luz para fazer um holograma?

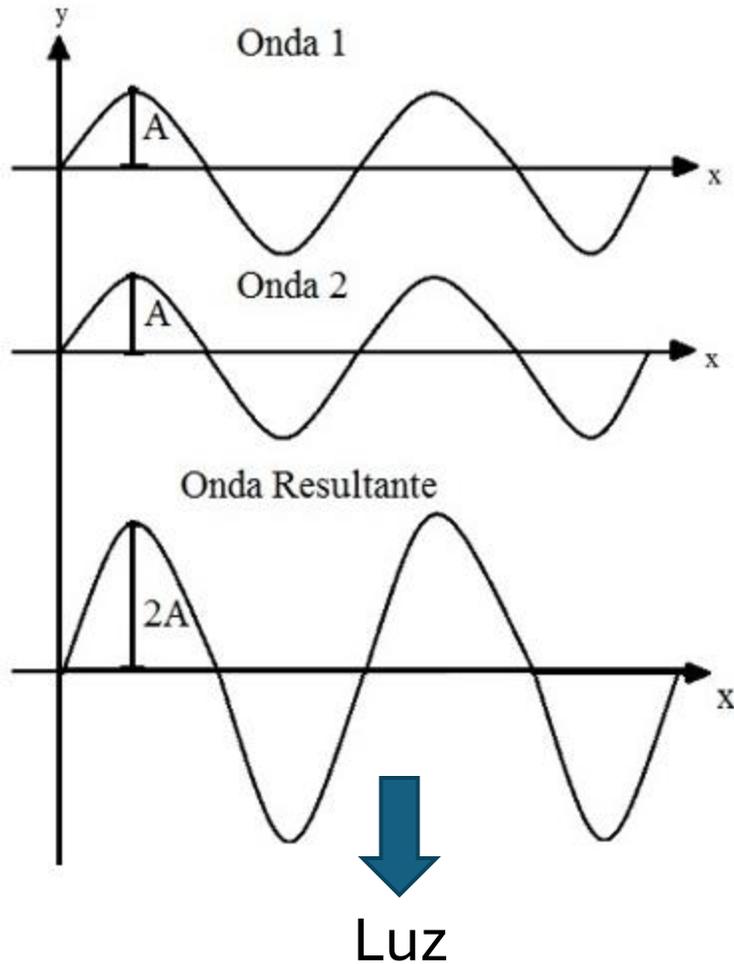


Precisamos de **luz coerente** para produzir o padrão de **interferência**



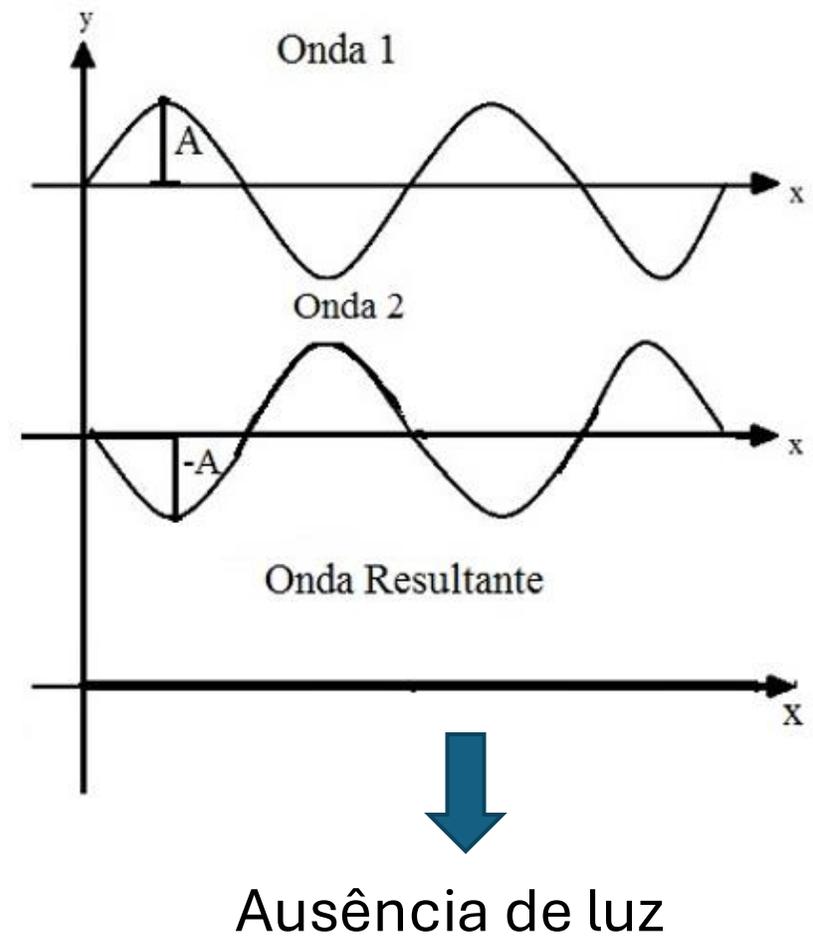
Luz e interferência

CONSTRUTIVA



Diferença de fase constante

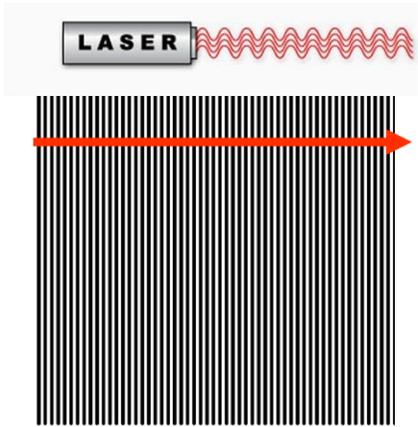
DESTRUTIVA



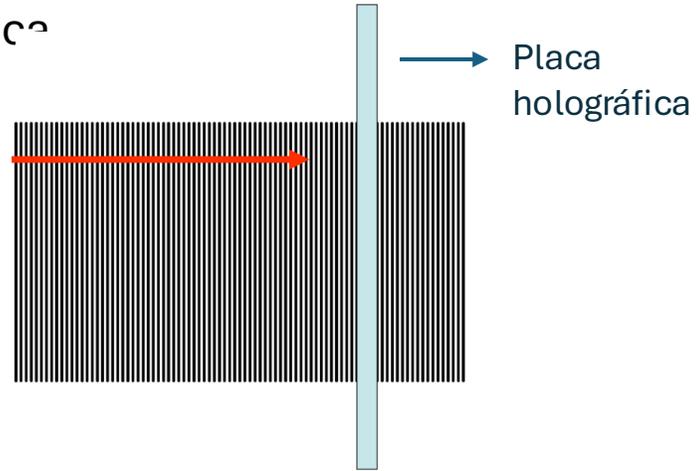
Ausência de luz

Processo de holografia

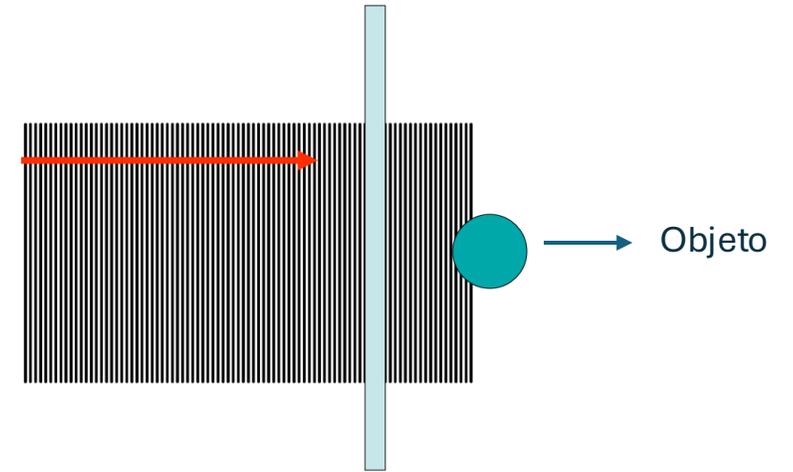
1. Feixe laser



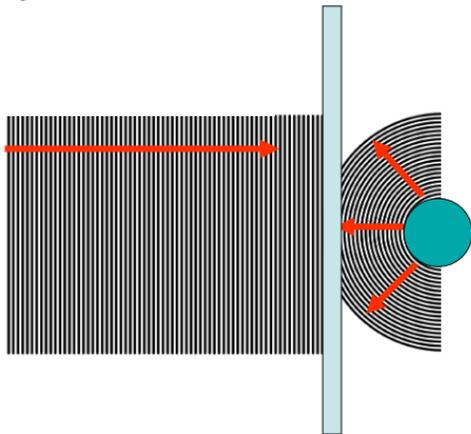
2. Feixe de referência incide na placa



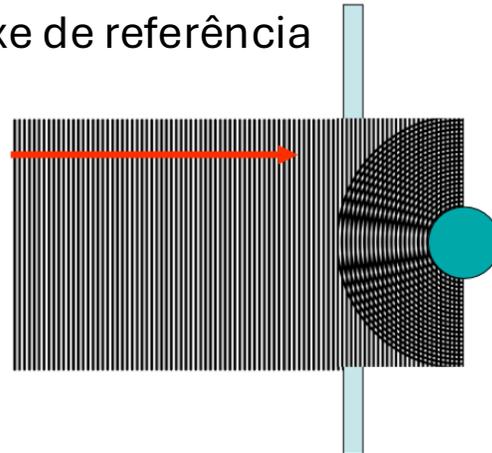
3. Feixe incide no objeto



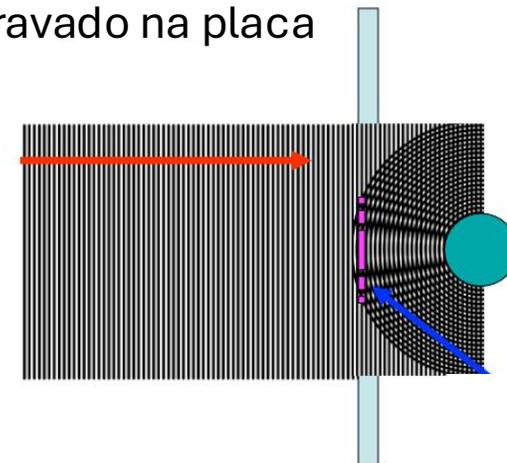
4. Objeto reflete a luz



5. A luz refletida pelo objeto interfere com o feixe de referência

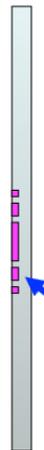


6. Padrão de interferência é gravado na placa



7.

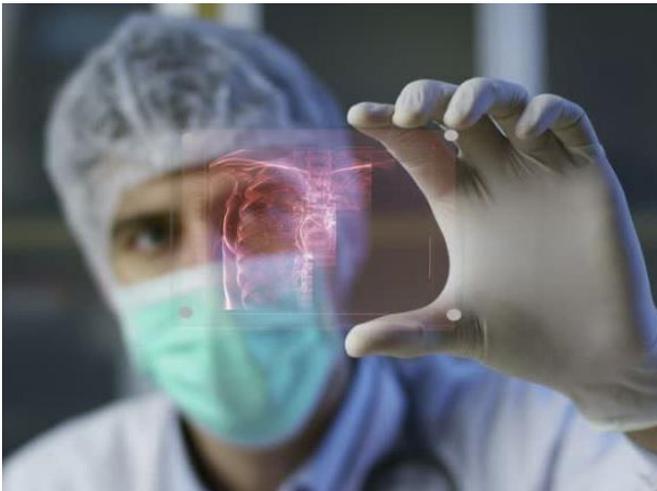
Revelação do padrão



Aplicações Práticas da Holografia

Saúde;
Segurança;
Armazenamento de dados;

Arte;
Entretenimento;
Indústria.



Objetivo do projeto

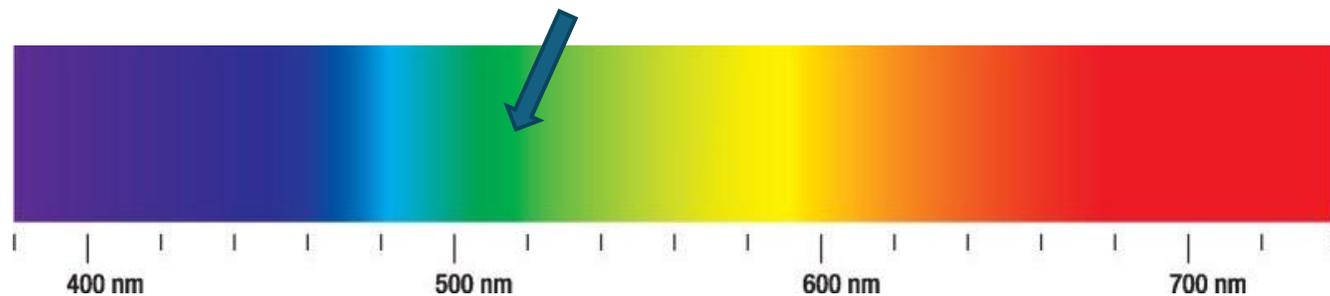
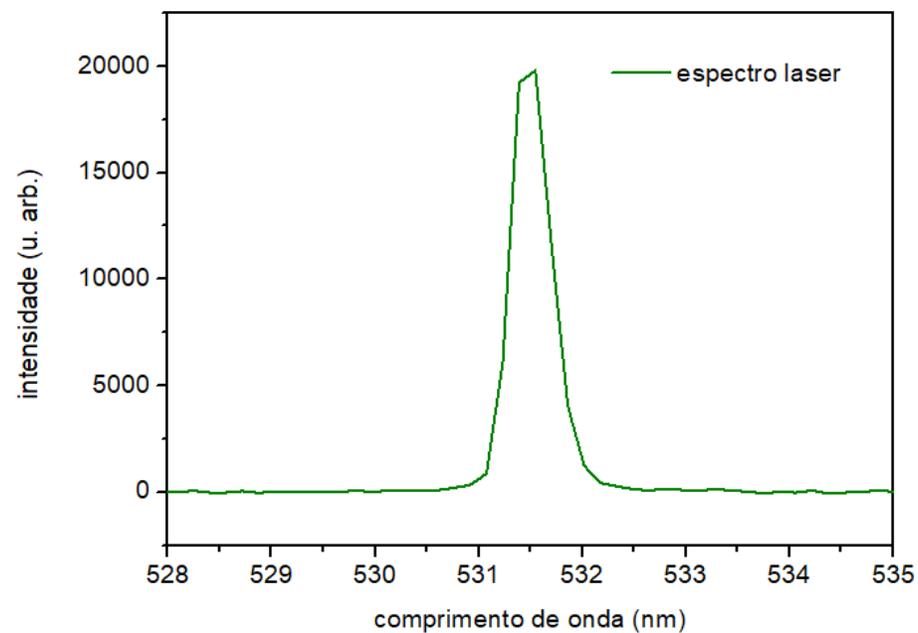
Registrar um holograma de um objeto à nossa escolha numa placa holográfica de elevada resolução, usando uma montagem ótica para um holograma de reflexão e utilizando uma fonte de luz laser.



Experiência

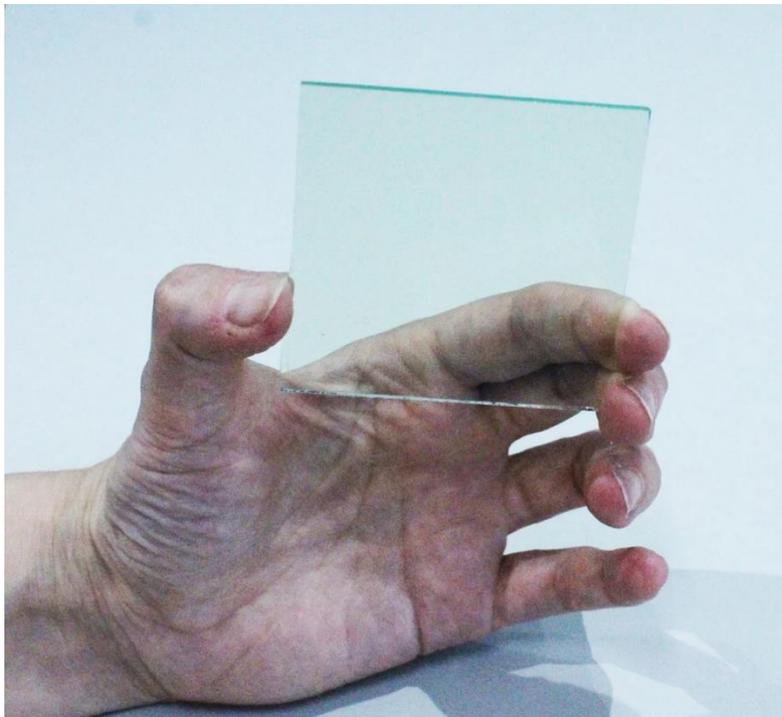
Caracterização da fonte de luz

espectro da luz do laser



Potência de saída: 55.6 mW
Comprimento de onda \approx 532 nm
Fonte de luz “monocromática”

A placa holográfica



- Tamanho da placa: 10.2 cm x 12.7 cm
- Placa **sensível à luz verde** (componente fotossensível depositado num dos lados da placa)
- Placa cuja exposição ótima é de $100 \mu\text{J}/\text{cm}^2$. Necessário ajustar tempo de exposição e potência da luz.

Fluência necessária = $100 \mu\text{J}/\text{cm}^2$

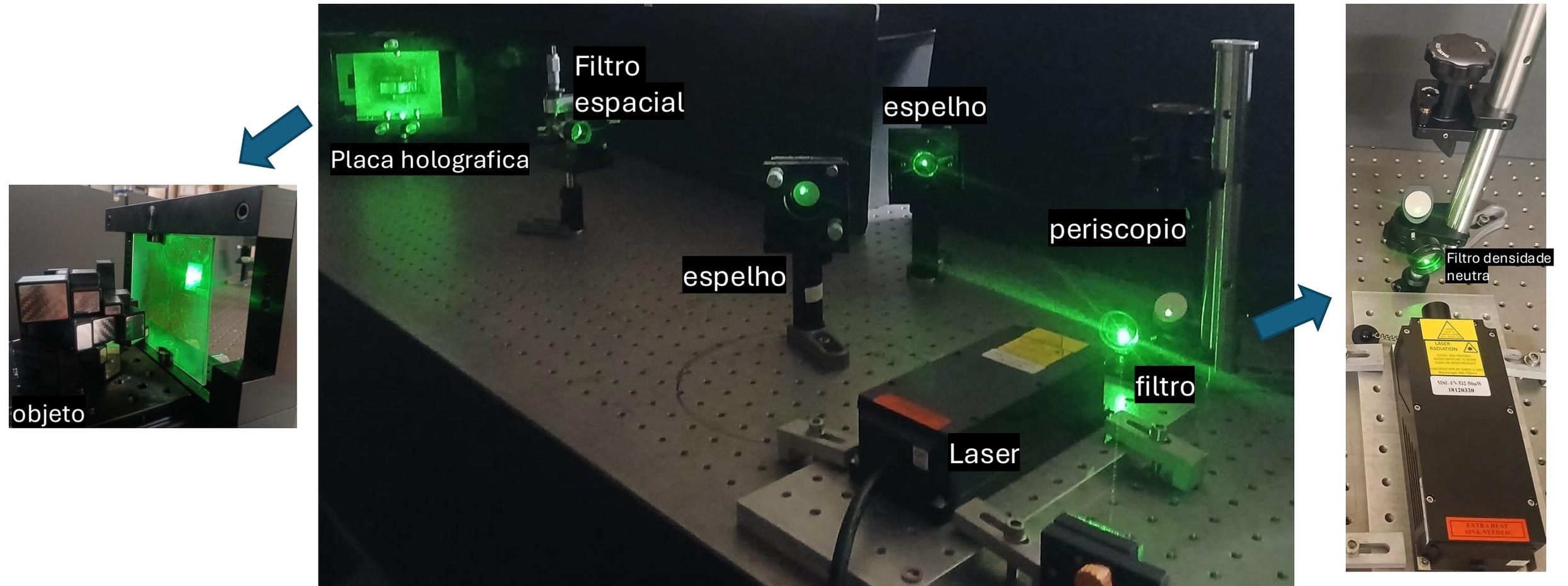
$$\text{Fluência} = \frac{\text{Energia}}{\text{Área irradiada}}$$

$$\text{Energia} = \frac{\text{Potência}}{\Delta t}$$

Escolhemos um tempo de exposição (Δt) de **8 segundos** e calculamos a **potência da luz necessária** na zona da placa.

$\approx 36 \mu\text{W}$

Montagem experimental – holograma de reflexão

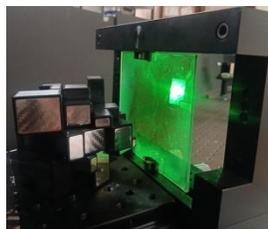


Procedimento experimental pós-montagem

Exposição + Revelação

Tempo de espera
5 minutos

Tempo de exposição
8 segundos



Sem luz ambiente. Apenas luz vermelha e a luz do laser.

Minimi



No light

do e outras perturbações.

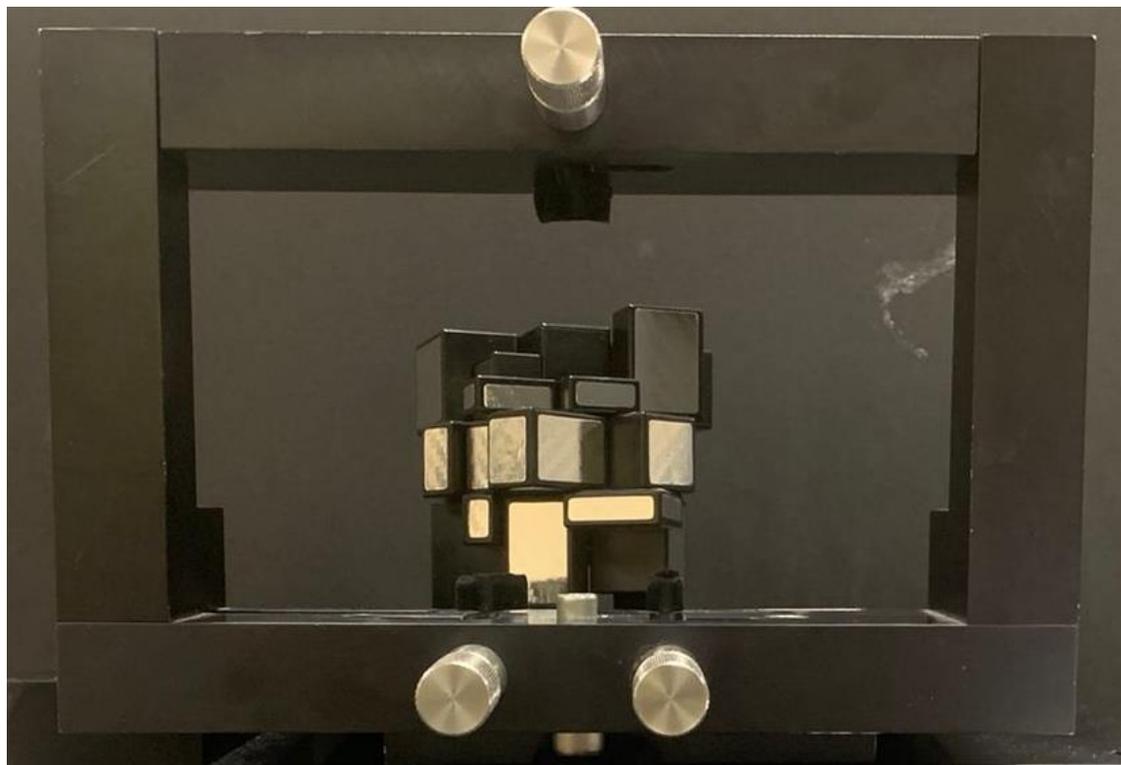




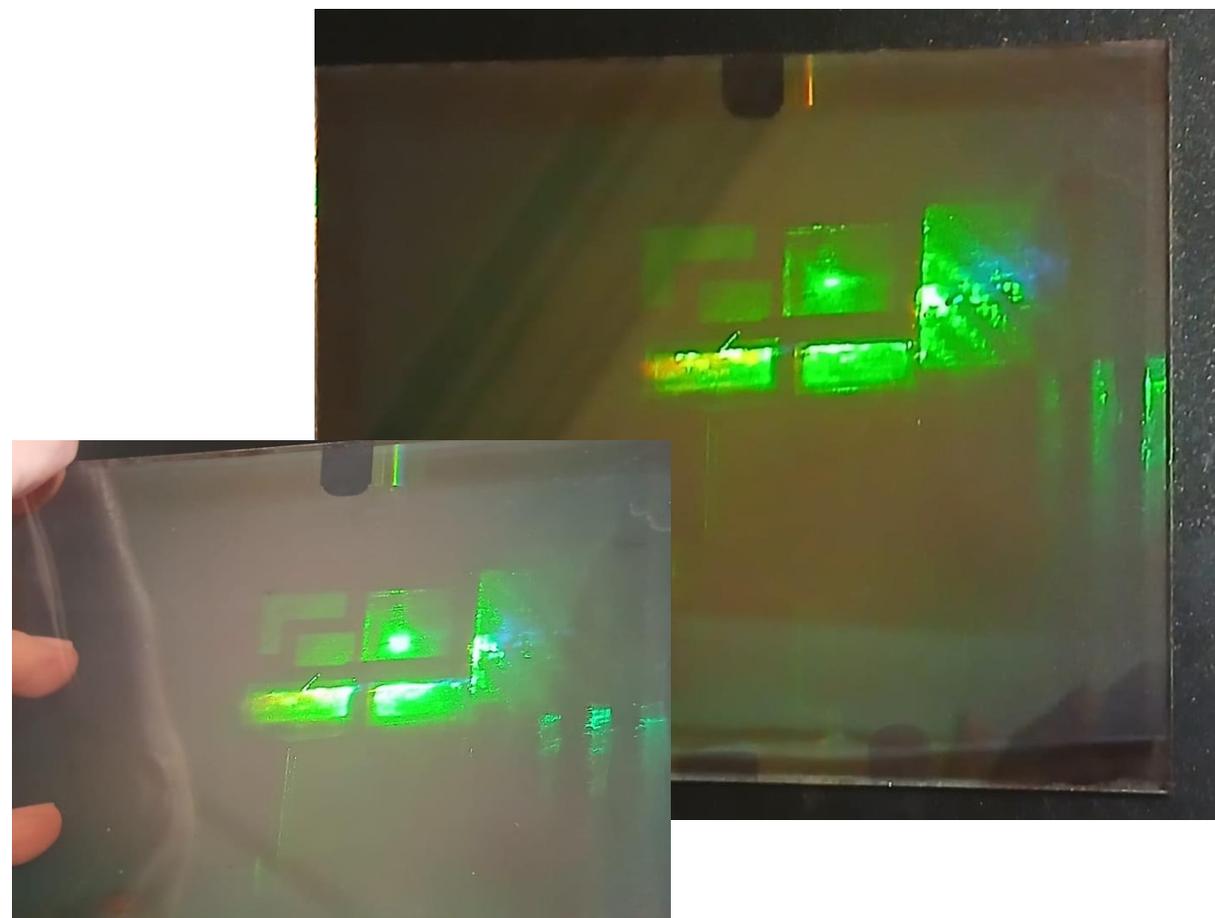
Resultados

Resultado final - objeto 1

Objeto



Holograma

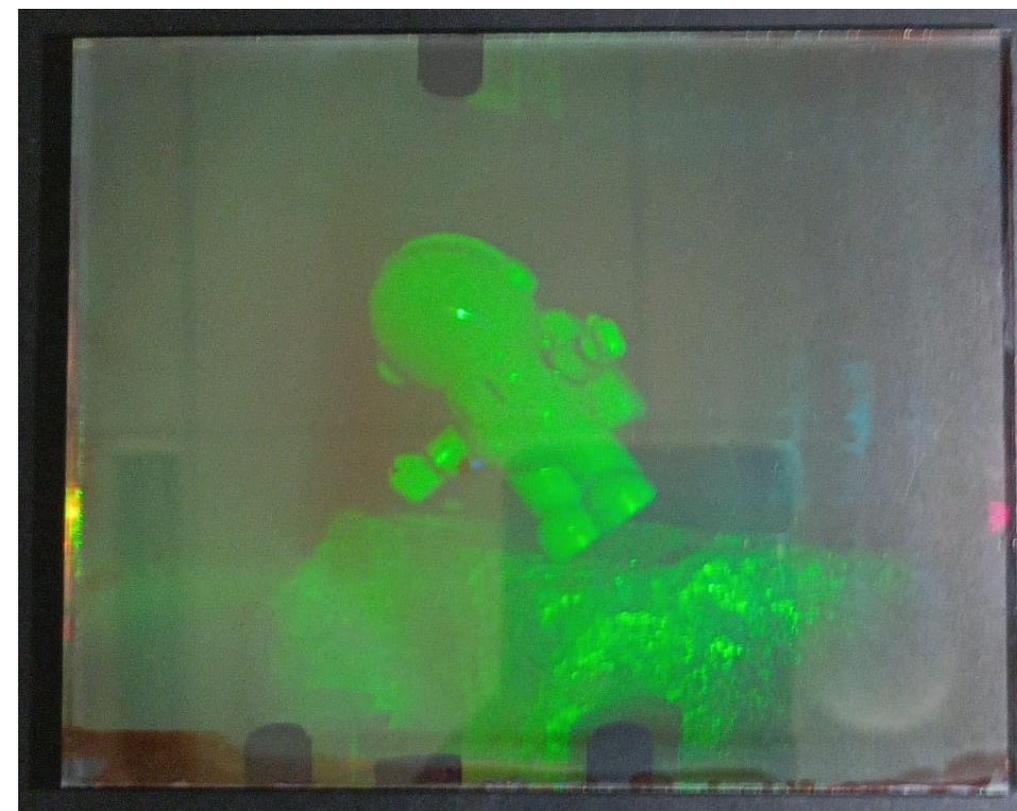


Resultado final - objeto 2

Objeto



Holograma



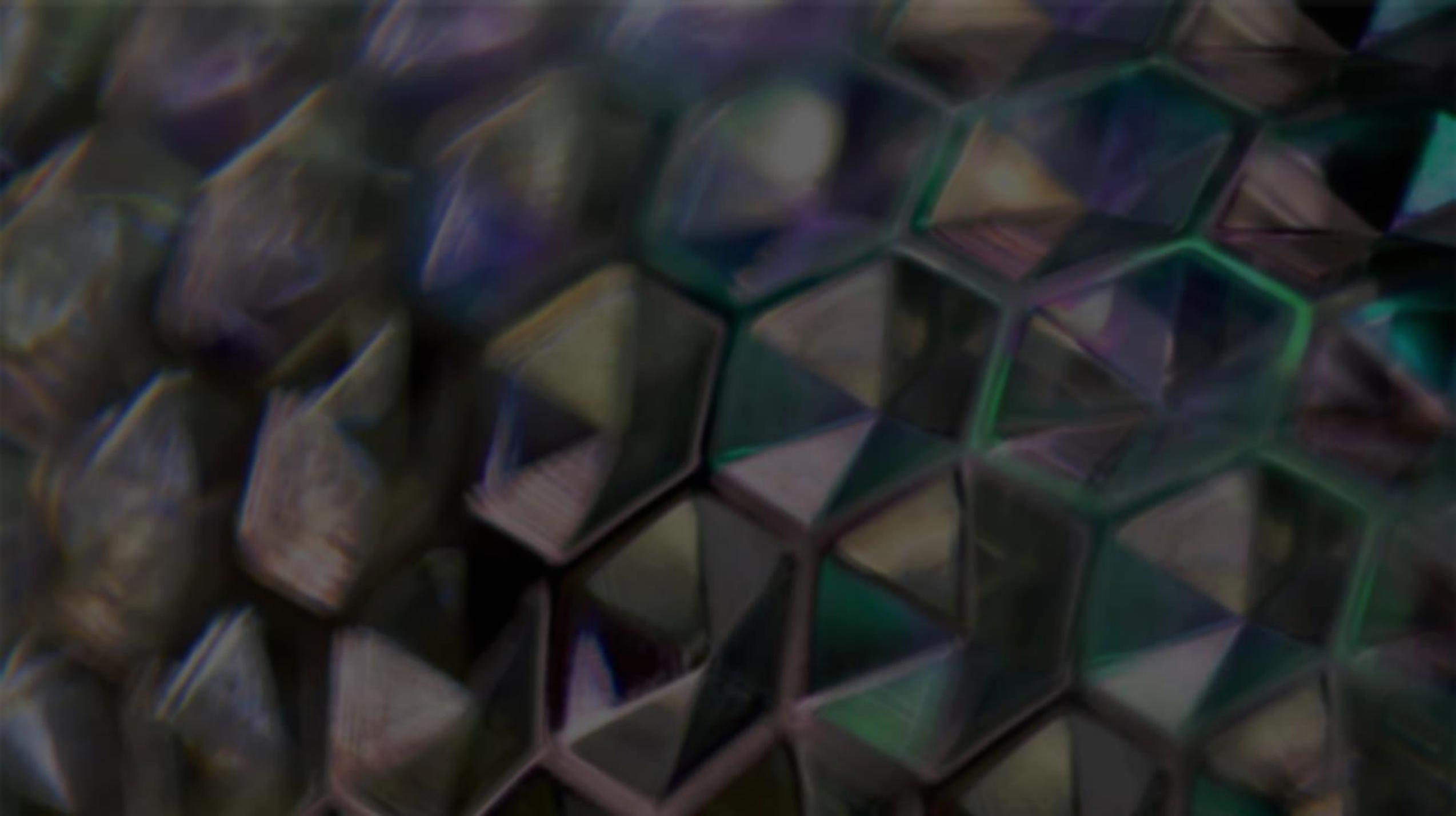


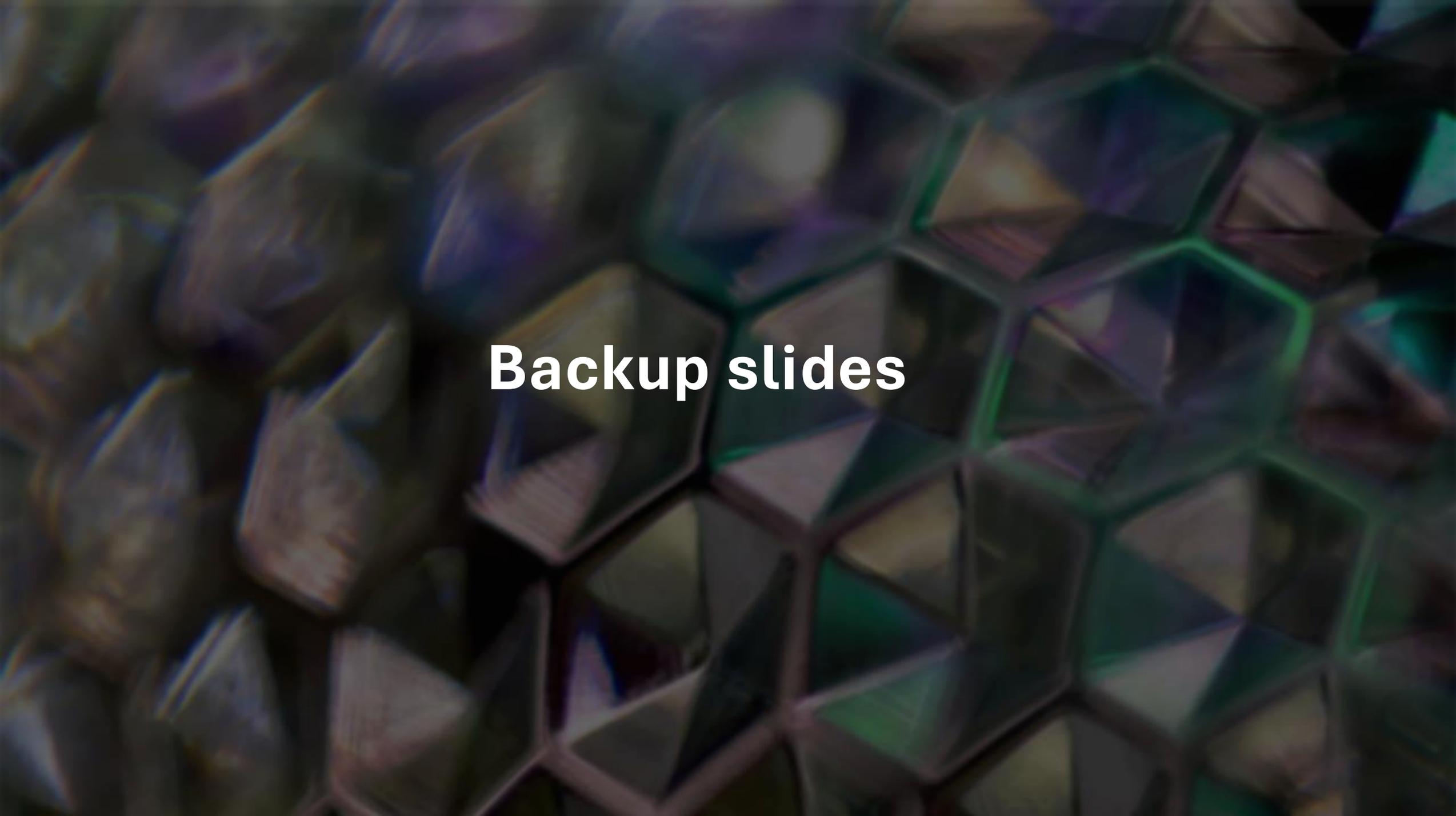
Conclusões

Discussão e conclusões

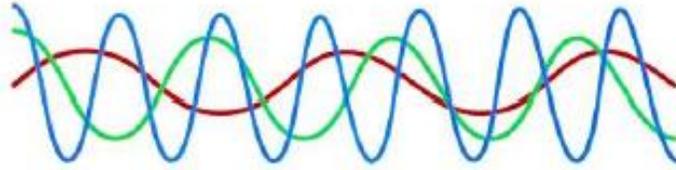
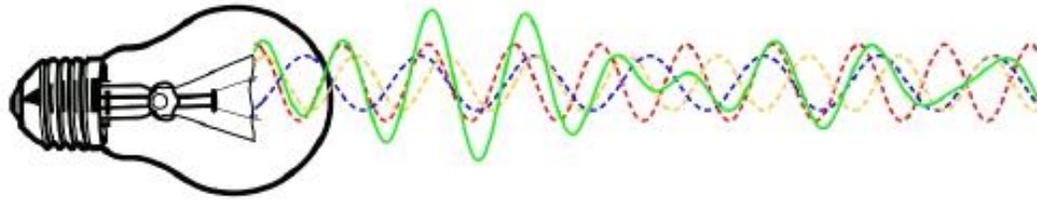
- Conseguimos fazer um holograma em reflexão. Otimizamos a potência do laser e escolhemos objetos bastante refletivos;
- Holografia é diferente de fotografia;
- Um holograma é uma figura tridimensional obtida por registro num substrato próprio dos efeitos resultantes da sobreposição de duas ondas.

Obrigado pela atenção





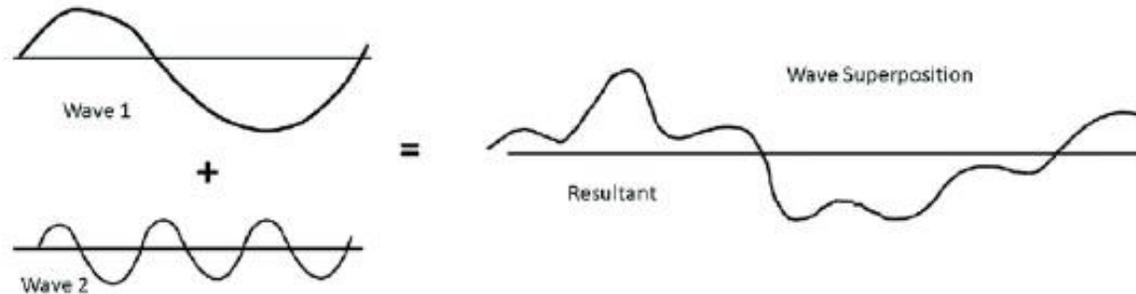
Backup slides

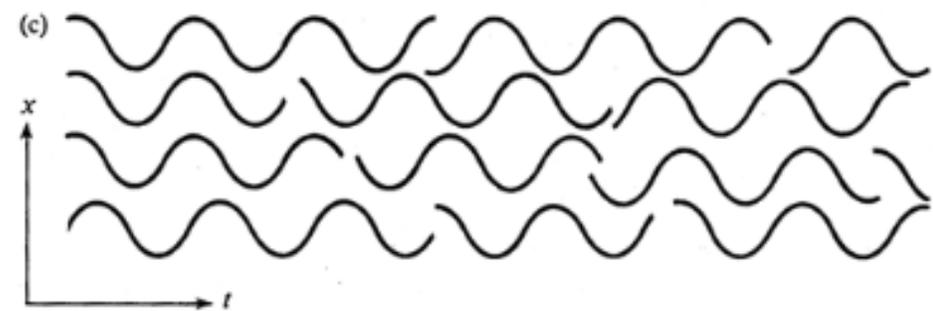
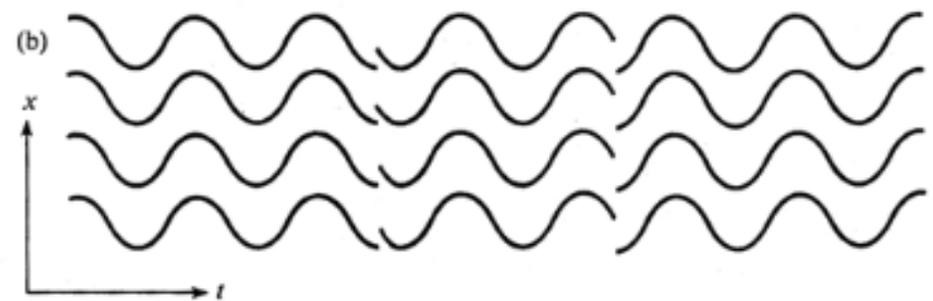
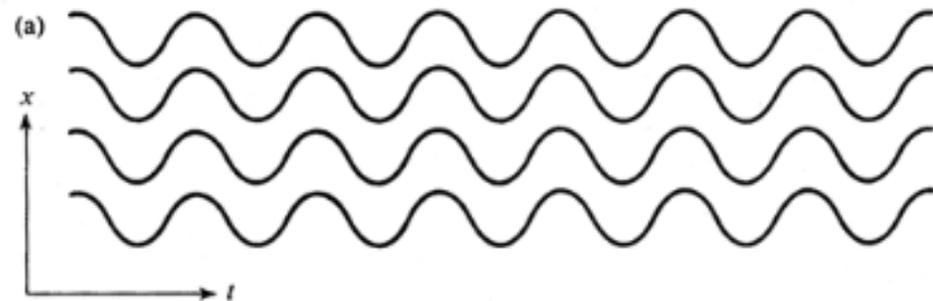


Fontes de luz
incoerentes

Várias frequências
Aleatoriedade da diferença de fase

Não criam padrão de interferência



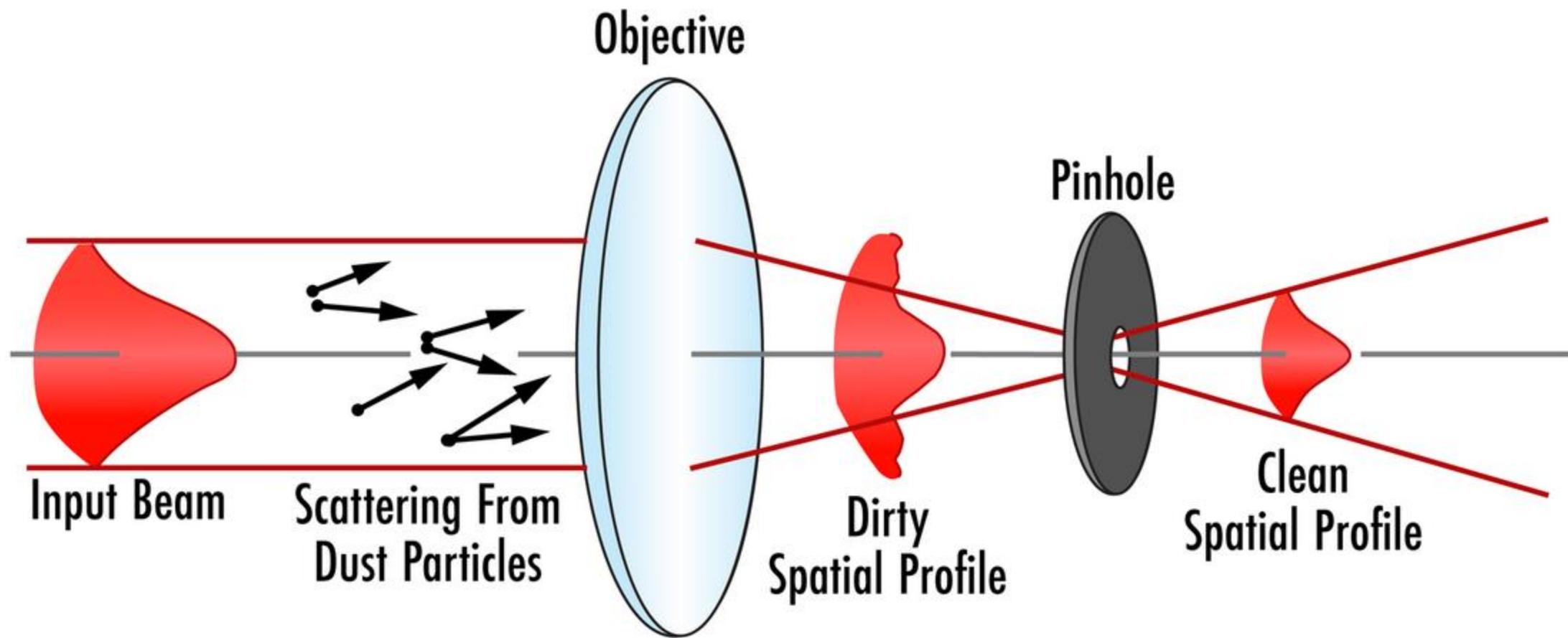


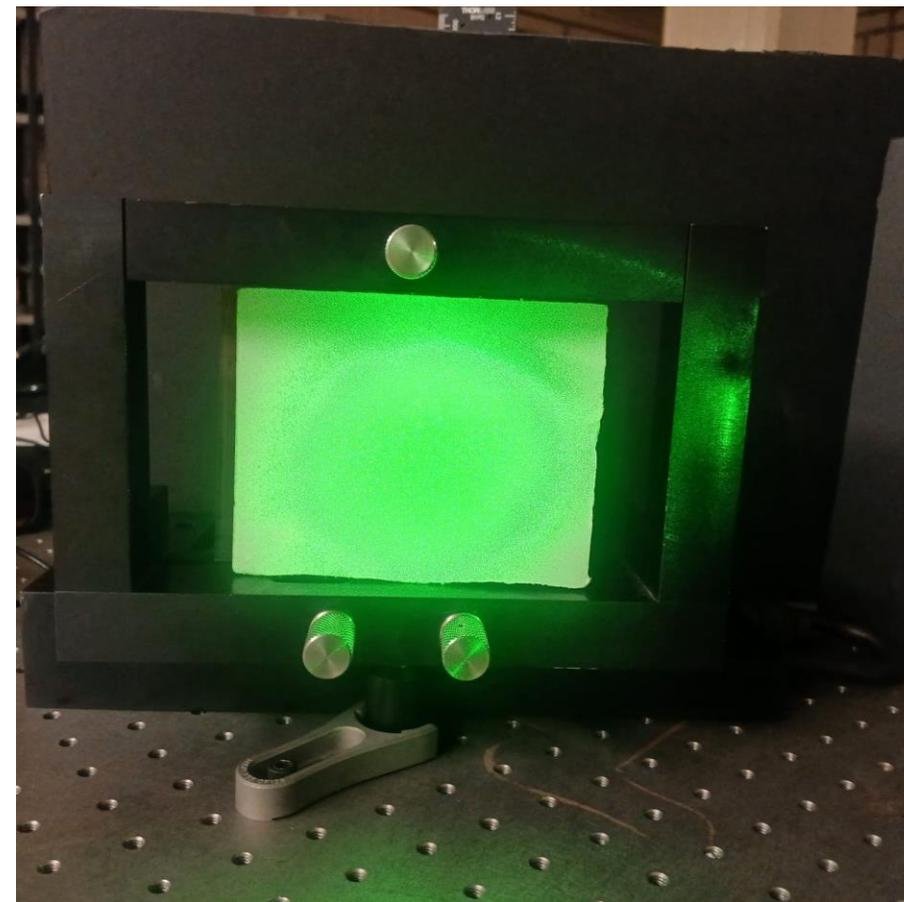
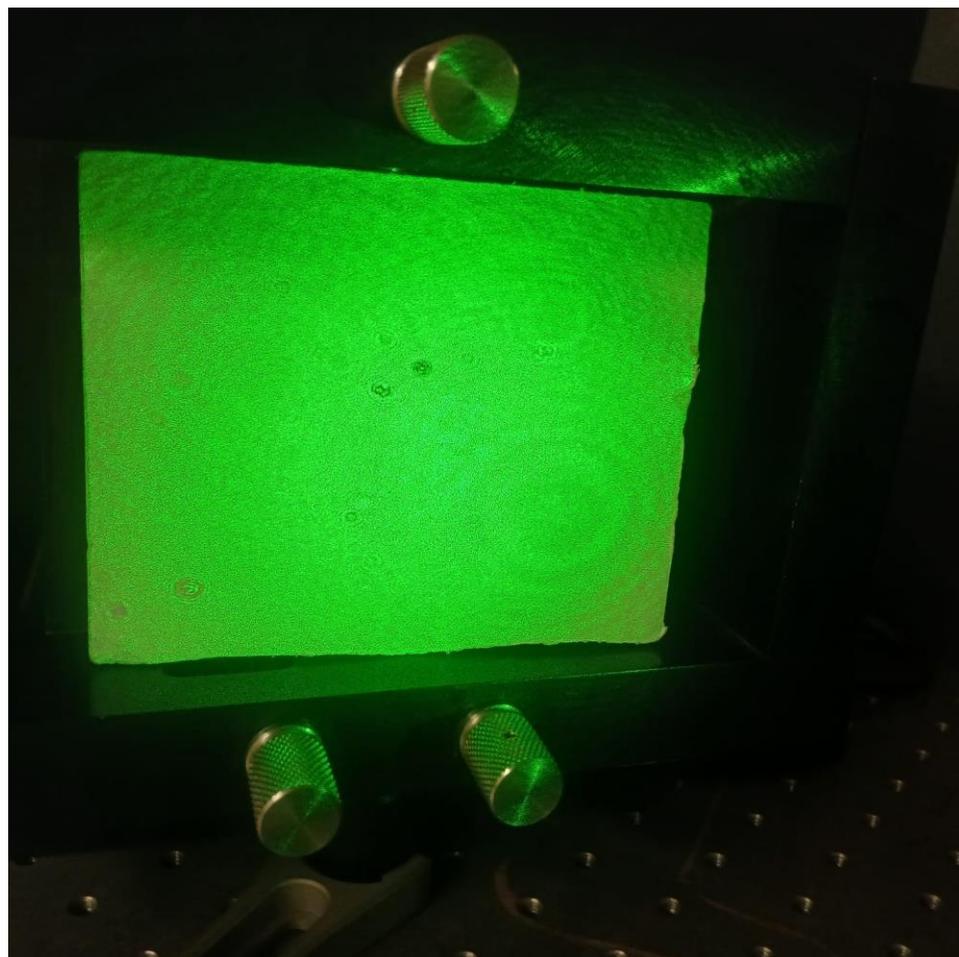
- $\lambda = 632.8$ nm and linewidth 1500 MHz
- Thus coherence time and length is

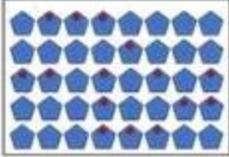
$$\tau_{coh} = \frac{1}{\Delta\nu} = \frac{1}{1.5 \times 10^9} = 6.67 \times 10^{-10} \text{ sec}$$

$$L_{coh} = c\tau_{coh} = 2.98 \times 10^8 (6.67 \times 10^{-10}) = 0.2 \text{ m}$$

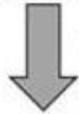
- If single mode operation linewidth goes to 1 Mz
and coherence time is 1 microsec, coherence length 300 m



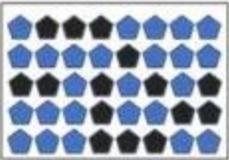




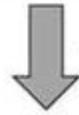
Exposed plate



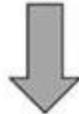
DEVELOPER



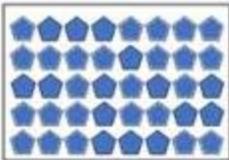
Developer will blacken particles that interfered with light



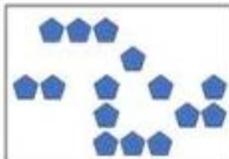
WASH



BLEACH

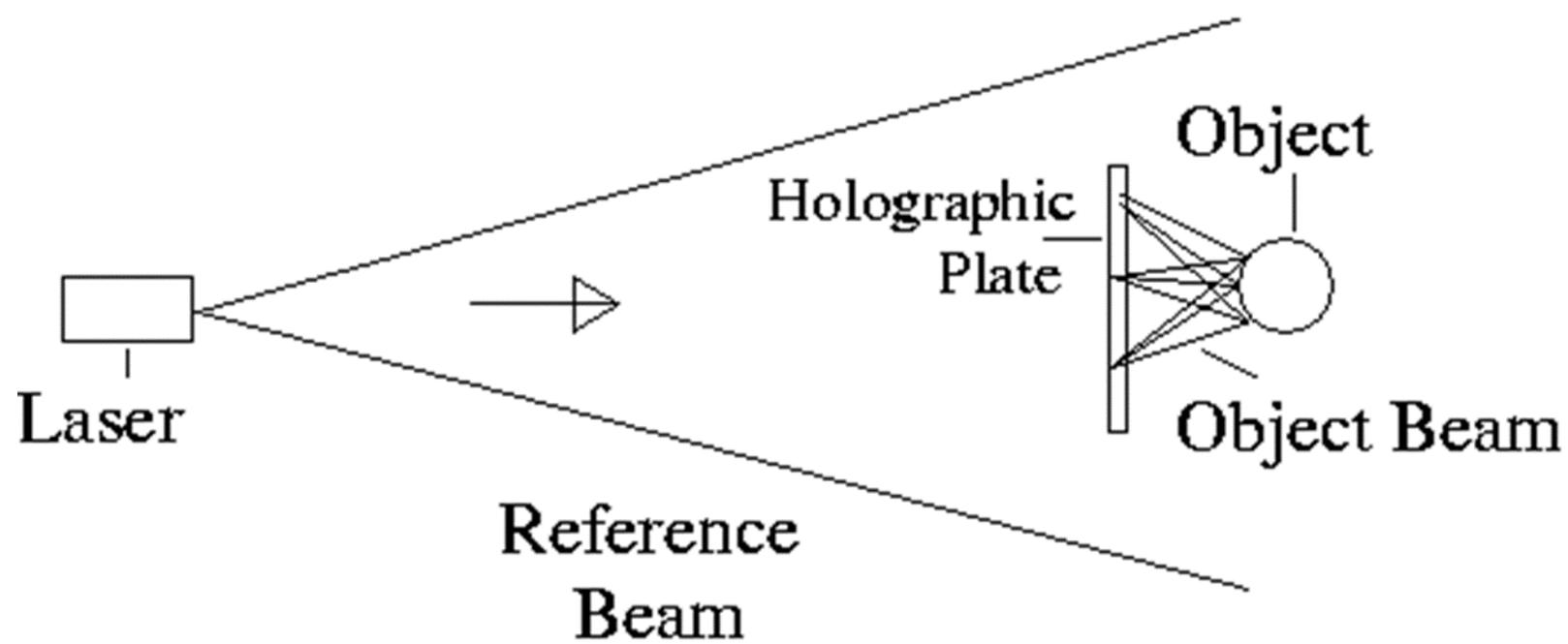


During bleaching the unexposed particles will be dissolved and the blacken particles become transparent again

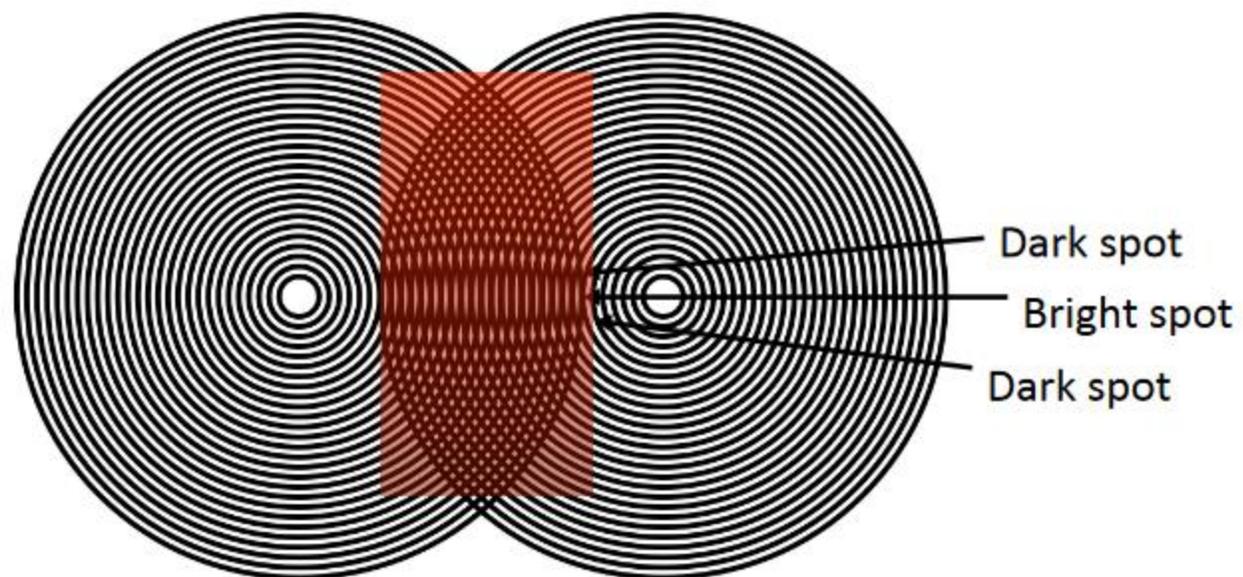


The plate is no longer sensitive to light and it will not change once it is washed.

Reflection Hologram



Interference Fringes



Constructive and destructive interference happens when two waves collide. This produces bright and dark spots.

Alternating bright and dark spots are called **fringes**.

