

Ana Clara Antonio - n.º USP 9879567

## Experimento 5 - Caba de Ondas

### Introdução

Uma caba de ondas é um aparato que serve para gerar ondas em uma superfície (usualmente água), e que permite observar os fenômenos físicos envolvidos na propagação de ondas no meio. É possível também, fazermos uma analogia entre os fenômenos de propagação de ondas mecânicas com as ondas de luz, devido à similaridade existente entre elas, embora as ondas mecânicas necessitem de um meio para se propagar e as ondas eletromagnéticas não.

As geramos uma perturbação num meio líquido a sua superfície livre se ondula e se propaga ao longo do plano determinado por ela. As raios luminosos, provenientes da lâmpada, ao encontrar uma superfície curva irão convergir ou divergir nestas lentes formadas pelas cristas e ventres da onda que se propaga na água. As cristas funcionam como lentes convergentes, gerando as regiões

claras, enquanto que as outras como lentes divergentes, gerando as regiões escuras, quando projetadas em um anteparo. O comprimento da onda  $\lambda$  é dado pela distância entre duas pontas claras ou escuras.

### Materiais

- Estroboscópio
- Cubo com água
- Sistema de suporte para cubo
- Anteparo branco para folha A4
- Vibrador com medidor de frequência
- Objetos de acrílico em diferentes formas para anteparos
- Paquímetro
- Régua e trena

### Métodos

- Para a montagem do cubo, foi colocado água até uma altura de 0,5 a 0,75 cm.
- Ligando a fonte e variando lentamente a frequência do motor do vibrador. Observando as ondas no anteparo e estabelecendo um melhor foco.
- Desligou o motor, e foi colocado uma lâmina de acrílico e transparente no fundo do cubo, observando a imagem formada.

### 1- Experimento de Reflexão

• Ser produzido ondas planas com frequências de 10, 20 e 30 Hz. Anotando as figuras e calculando os comprimentos de onda e a velocidade de propagação

• Ser inserido na cuba um anteparo retilíneo com três ângulos diferentes. Analisando as ondas incidentes e refletidas em função do ângulo para uma frequência fixa

• Inserindo um obstáculo curvilíneo e estudar as diferentes reflexões

### 2- Experimento de Refração

• Produzir ondas planas. Inserir a placa de acrílico oblíqua em relação a direção da propagação das ondas.

• Ser obtido e analisado o espectro resultante para ao menos duas inclinações diferentes e duas frequências diferentes

### 3- Experimento de Interferência

• Ser utilizado uma fonte pontual e obtida a figura resultante para 10, 20 e 30 Hz. Analisando com o cálculo do comprimento de onda e a velocidade de propagação

• Ser utilizado duas fontes pontuais presas ao gerador e distanciadas

de 5 cm com frequências de 10, 20 e 30 Hz. marcando a figura resultante e estudar o fenômeno observado.

• Foi repetido o experimento para distâncias de 7,5 e 10 cm.

#### 4. Experimento de Difração

• Foi utilizado um gerador de ondas planas com frequência de 10, 20 e 30 Hz.

• Foi colocado um obstáculo reto com uma fenda e foi estudada a figura resultante em função da abertura da fenda.

• Foi colocado um obstáculo reto com duas fendas em paralelo e estudar o fenômeno observado.

#### Resultado e Discussão

Pelo cálculo da frequência temos que:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad (1)$$

Foram usados três frequências diferentes 10, 20 e 30 Hz, e em se tratando de ondas em um líquido a profundidade da cuba é levada em consideração. Entretanto, como a profundidade é a mesma para as três frequências, é esperado então que os resultados fiquem próximos.

## 1) Reflexão

Em primeiro momento do experimento, foi analisado a reflexão das ondas a partir da variação das frequências onde foi obtido diferentes comprimentos de onda, representados na tabela 1 em anexo.

Já em um segundo momento do experimento, foi observado a reflexão das ondas a partir de uma frequência fixa de 30Hz, e a variação do ângulo de anteparo. Os resultados obtidos estão nos anexos em anexo.

A partir da equação (1), foi observado que na primeira parte do experimento conforme a frequência aumenta o comprimento de onda diminui, sendo inversamente proporcional.

Partindo da segunda parte do experimento, observou-se que conforme o ângulo de incidência aumenta há a formação de interferência destrutiva observadas próximas ao anteparo.

Observando as imagens do anteparo curvilíneo, chegou-se a conclusão de que por conta dos diferentes ângulos de incidência em toda extensão, a interferência formada é maior.

## 2) Refração

Sei observado nessa parte a refração das ondas em uma mudança de meio, com duas frequências diferentes, e com o ângulo de incidência de  $45^\circ$ . As imagens obtidas estão em anexo.

Quando a placa de acrílico está em um ângulo de  $90^\circ$ , é possível observar que há uma variação no comprimento de onda e a variação no ângulo de refração é quase nula, podendo ser observados através da equação (2)

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad (2)$$

Como o seno do ângulo de incidência é 1, temos que:

$$\frac{\lambda_2}{\sin r} = 1 \quad (3)$$

Para que a equação (3) dê certo, é preciso que o seno seja 1, então sendo assim o ângulo de incidência e refração são iguais.

Quando o ângulo de incidência é igual a  $45^\circ$ , observa-se uma variação no ângulo de refração e no comprimento de onda, podendo ser visto a partir das

diferenças das ondas vistas nas imagens, comprovando a teoria da equação (2)

### 3) Interferência

Na primeira parte foi determinado o comprimento de onda com duas diferentes frequências. Já na segunda parte, a interferência das ondas foi observada a partir de distâncias diferentes na mesma frequência, as imagens resultantes estão em anexo.

A partir dos resultados obtidos, foi possível identificar que as ondas exercem interferência construtiva, já que estão em uma mesma distância uma das outras, além de terem a mesma frequência.

### 4) Difração

Foi observado nesta parte o efeito da difração em frequências de 20 e 30 Hz e a variação da abertura do anteparo em relação aos comprimentos de onda. As imagens com os resultados estão em anexo.

Em primeiro momento foi compreendido que as ondas quando atravessam as fendas se comportam como pequenas fontes pontuais, comprovando o princípio de Huygen, cada ponto

de uma frente de onda se comporta como uma nova fonte de ondas elementares, que se propagam para além da região já atingida pela onda original e com a mesma frequência que ela.

Fei possível observar também que conforme o tamanho da abertura o comprimento de onda aumenta como mostra nas imagens em 20Hz e 3Hz.

### Conclusão

Sendo assim, com a realização do experimento fei possível observar e entender o comportamento das ondas em duas dimensões, tais como os fenômenos característicos. O comportamento das ondas provocados pela cuba de água fei semelhante ao dos raios de luz, principalmente os princípios de reflexão e refração.

Portanto, a partir do experimento fei compreendido o estudo sobre os fenômenos ondulatórios e também como executá-los.

## 1- Reflexão

### 1ª Parte

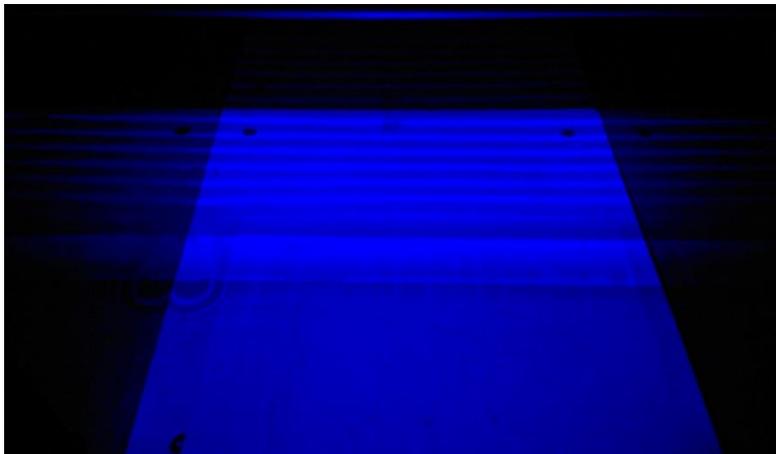
#### Variação de frequência

Frequência (Hz)	$\lambda$ (cm)
10	4,31
20	2,27
30	1,80

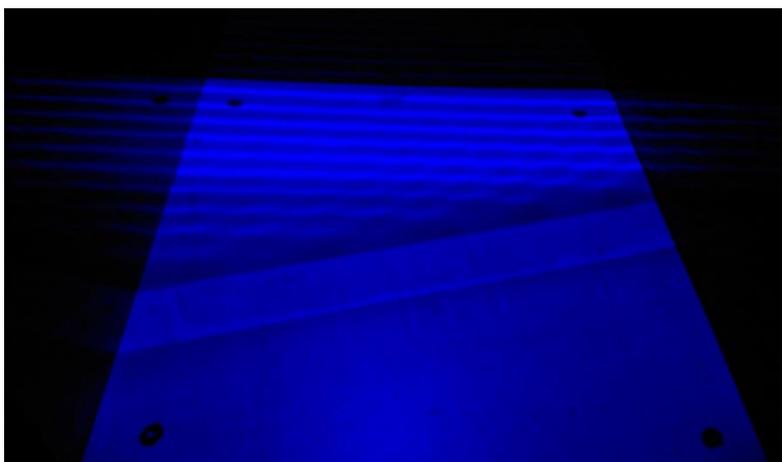
Tabela 1 - frequência e comprimento de onda projetado no papel

### 2ª Parte

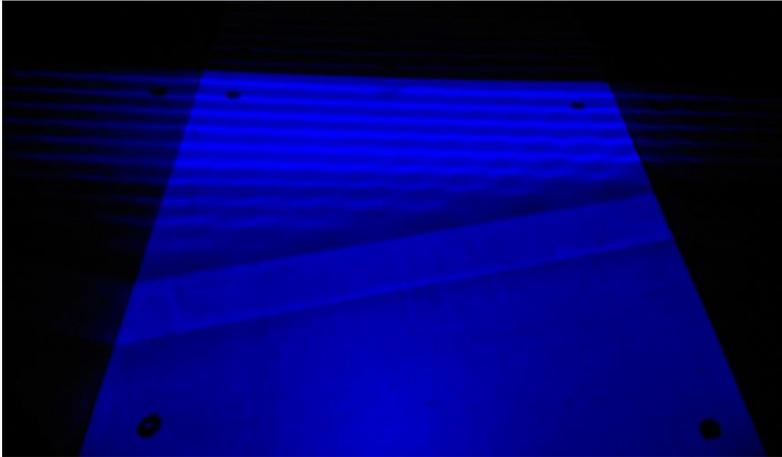
Frequência fixa de 30Hz e variação do ângulo do anteparo



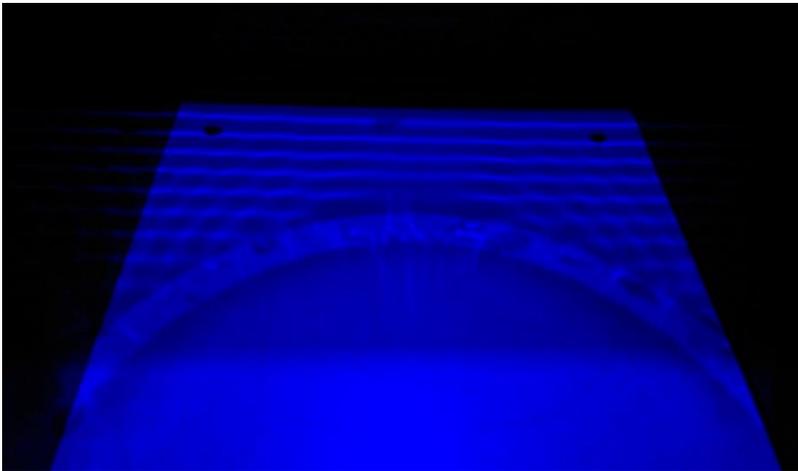
Ângulo  $0^\circ$



Ângulo  $30^\circ$



Ângulo 45°

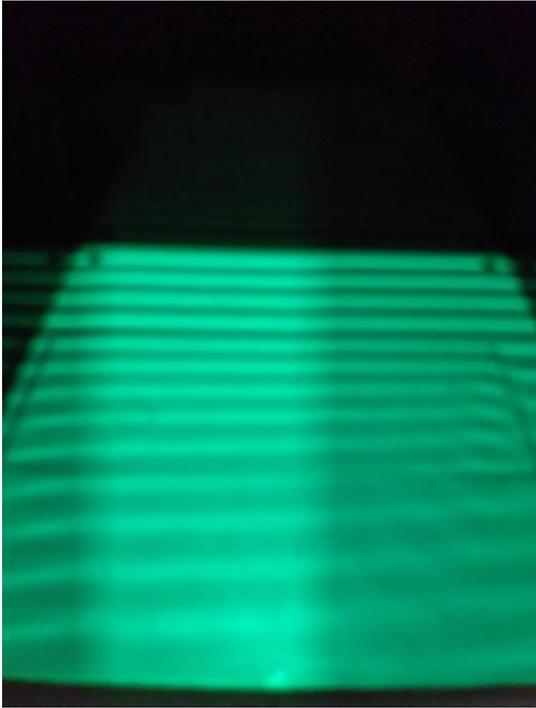


Anteparo Curvilíneo

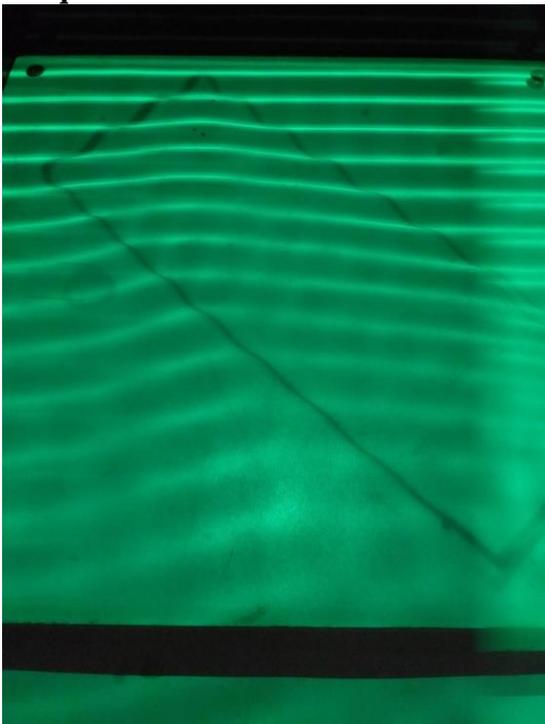
2-Refração

**Variação da frequência e ângulo do anteparo**

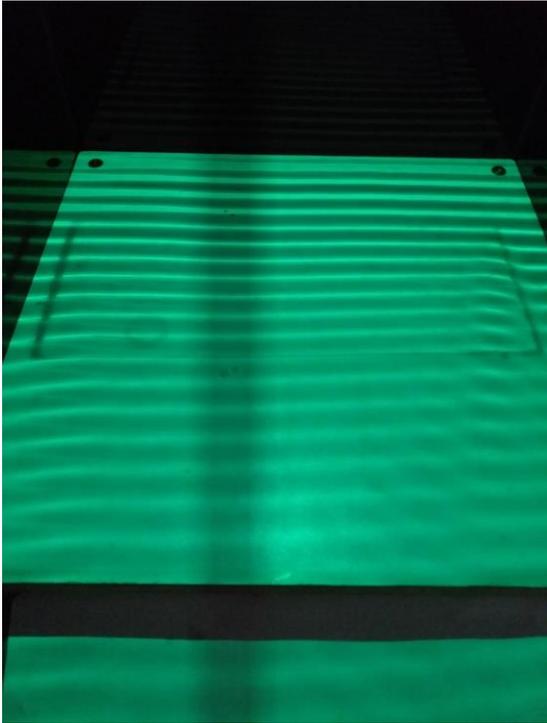
**Frequência de 20 Hz**



**Frequência de 20 Hz - 45°**



**Frequência de 30 Hz**



**Frequência de 30 Hz - 45°**

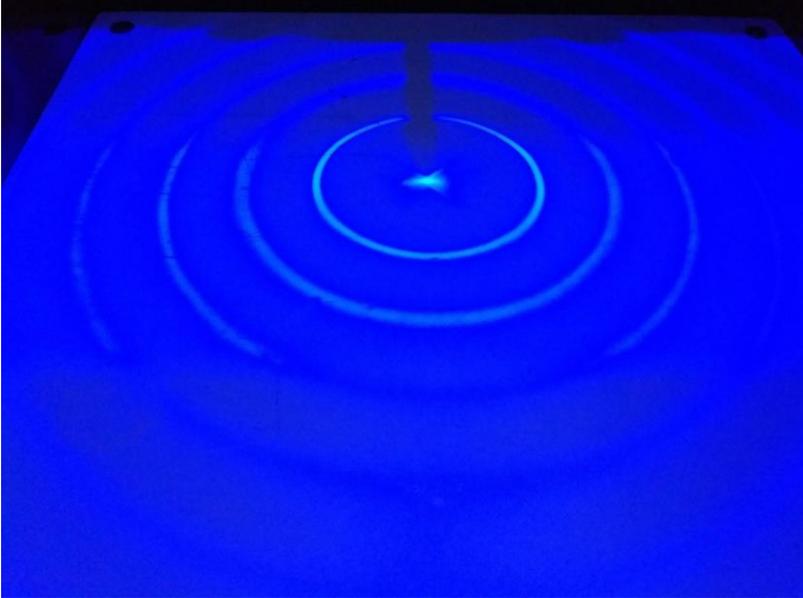


**3- Interferência**

## 1ª Parte

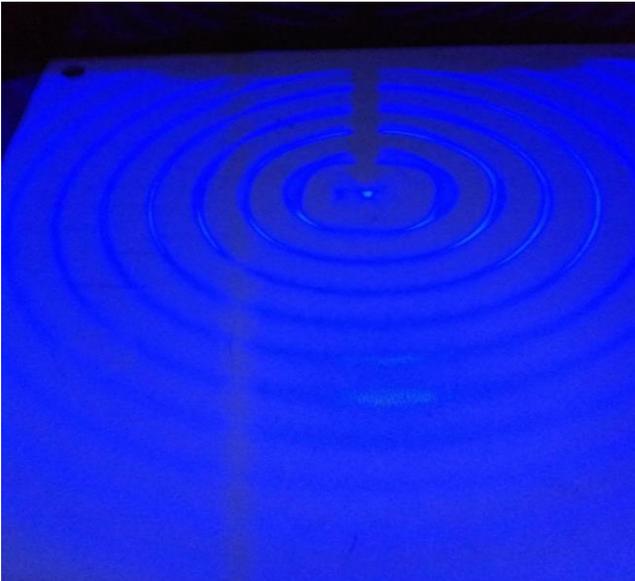
Uma fonte pontual

20 Hz



Comprimento de onda projetado =  $28 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$   
Referência = 18 mm/Referência projetada 38mm

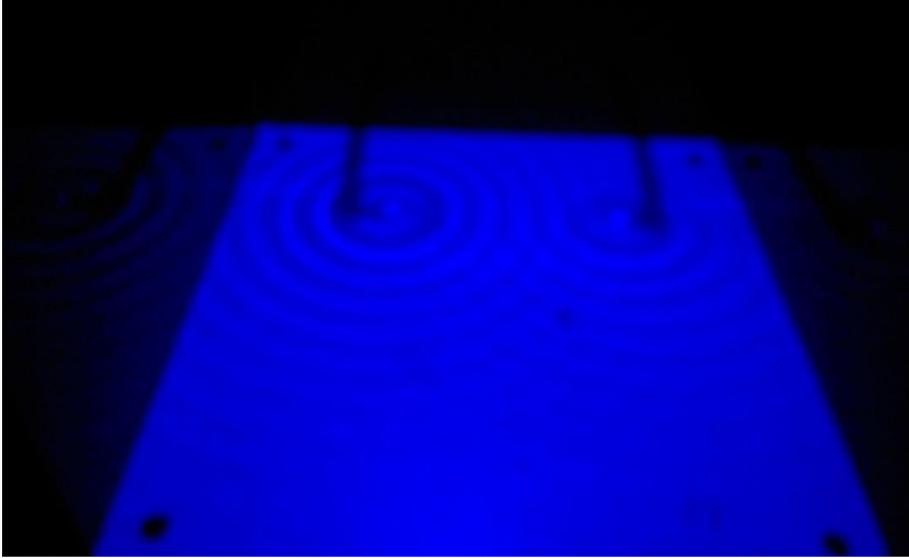
30 Hz



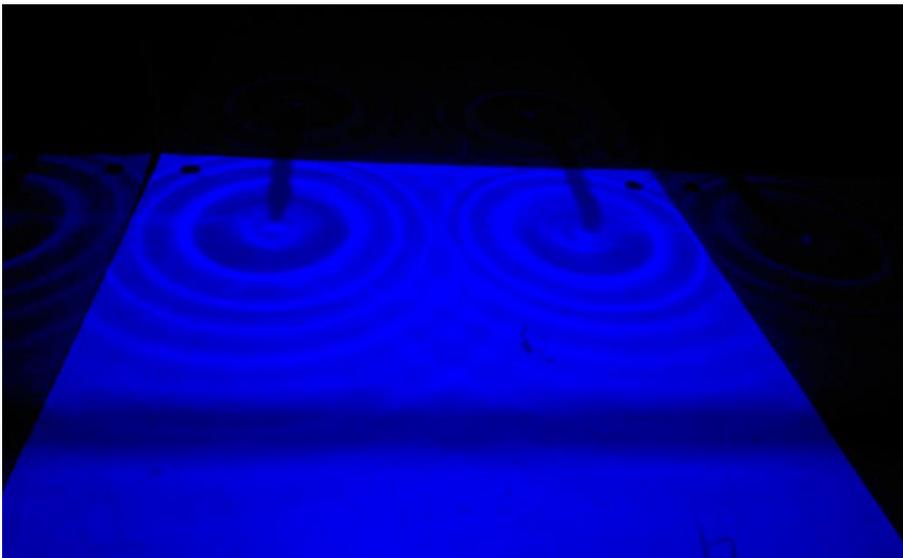
Comprimento de onda projetado =  $18,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$   
Referência = 18 mm/Referência projetada 38mm

**2ª Parte**

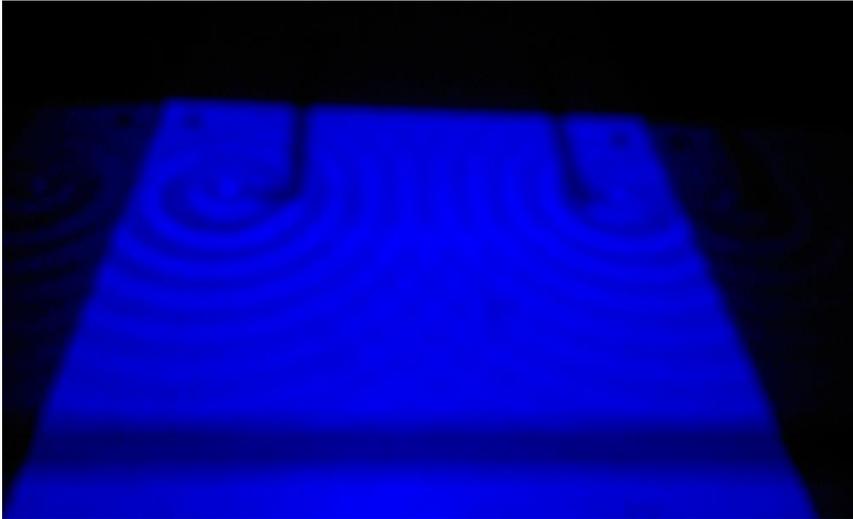
20Hz



5 cm

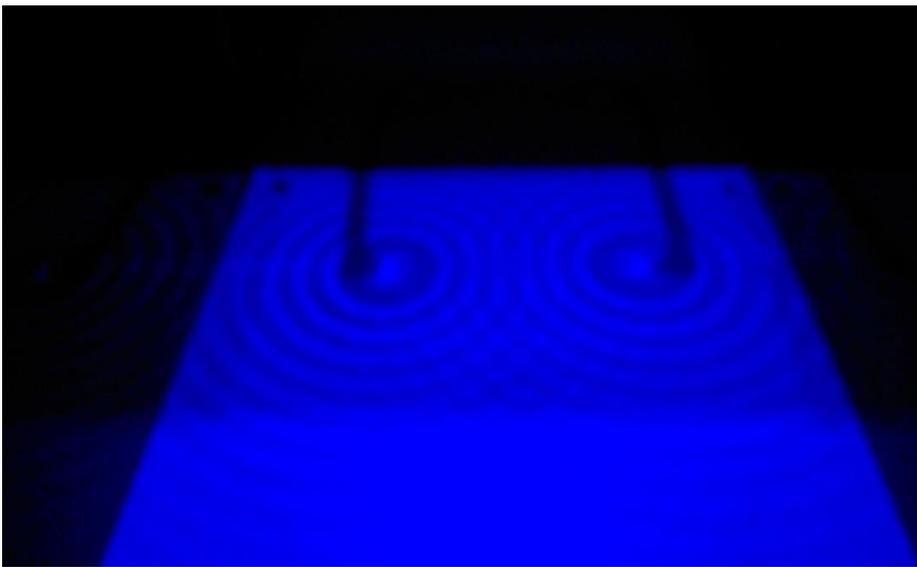


7,5 cm

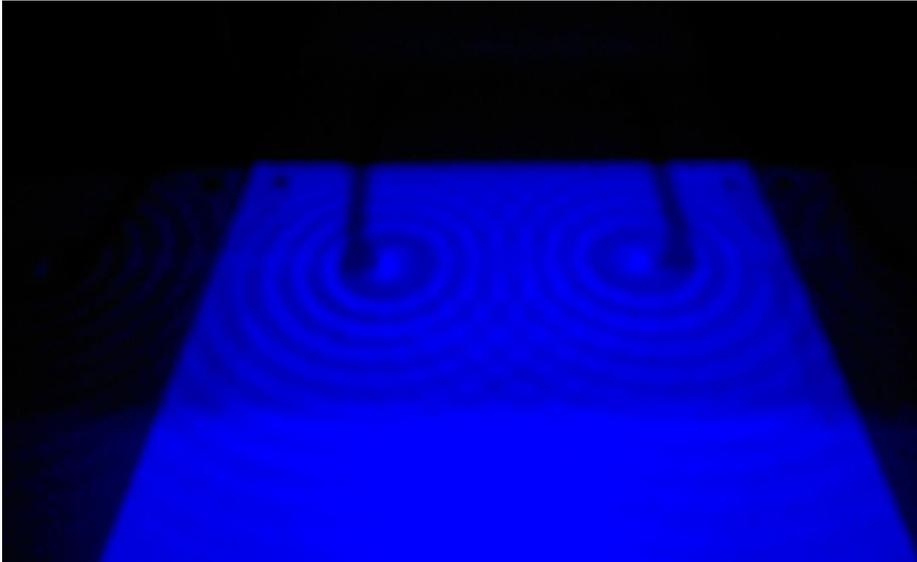


10 cm

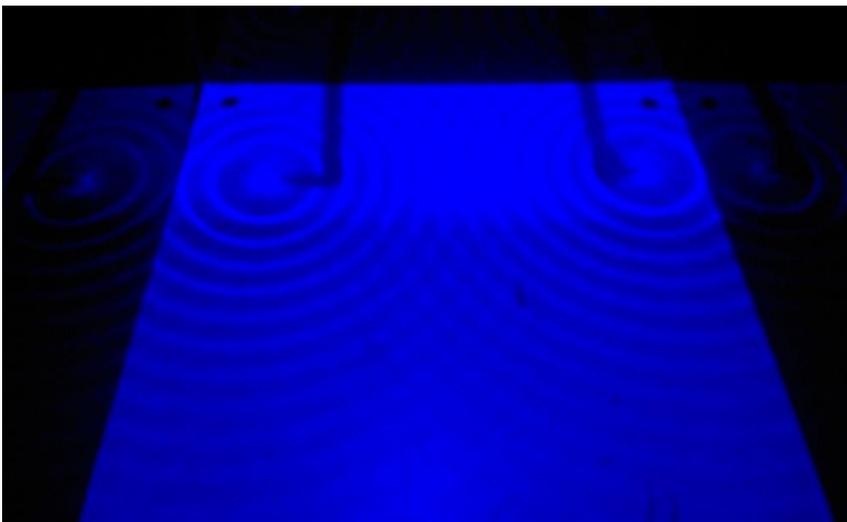
30 Hz



5 cm



7,5 cm

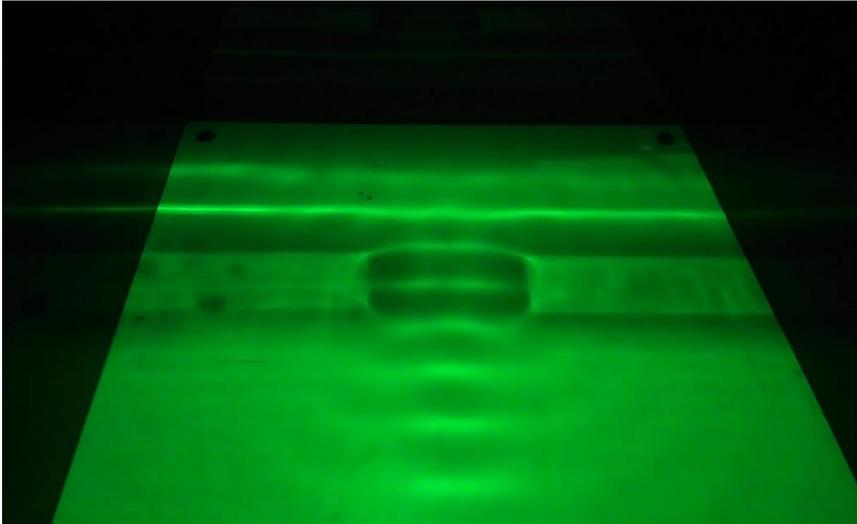


10 cm

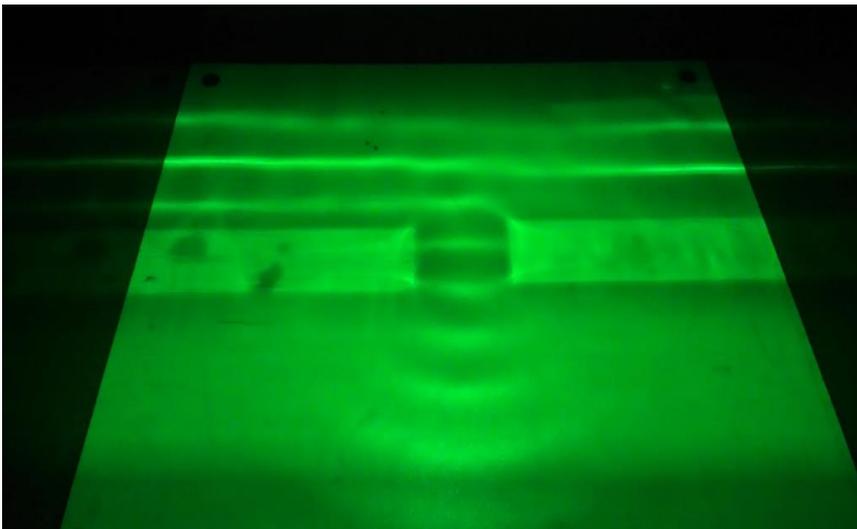
#### **4- Difração**

**Frequências de 20 e 30 Hz e variação da abertura do anteparo em relação ao comprimento de onda.**

20Hz

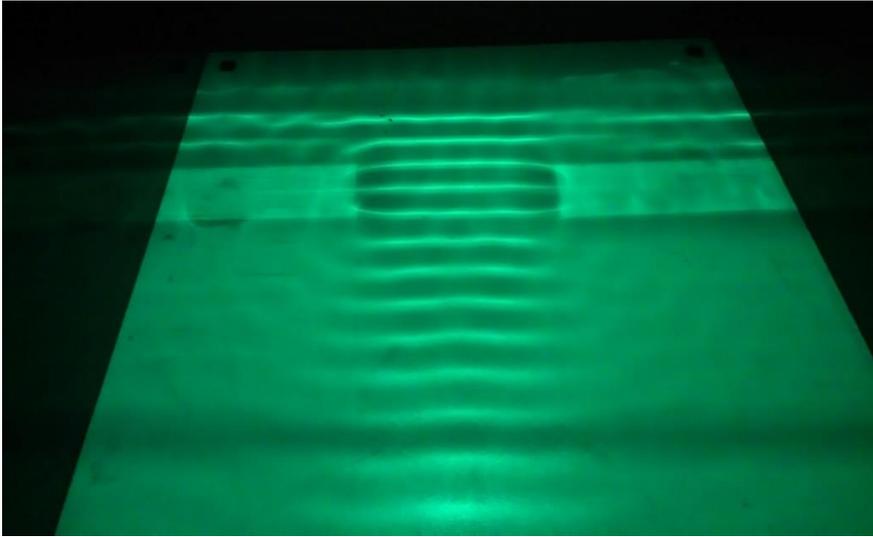


$\gg \lambda$

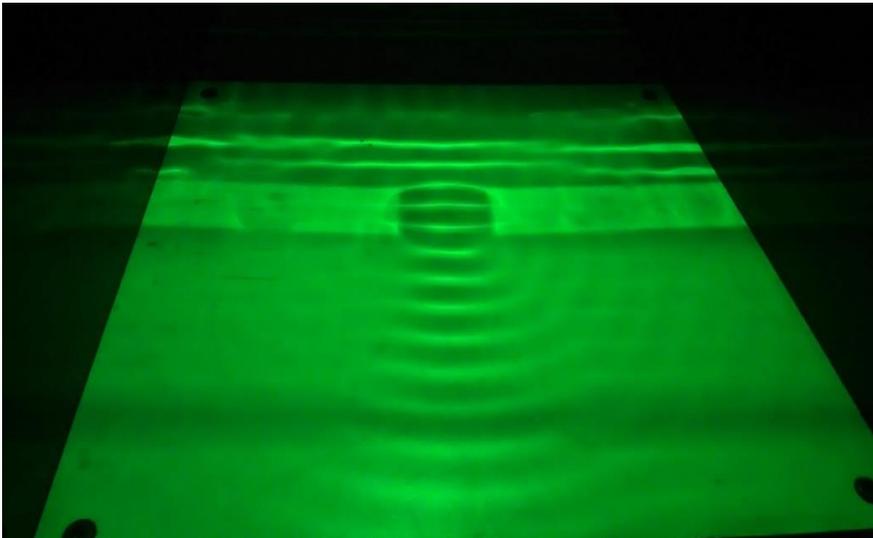


$> \lambda$

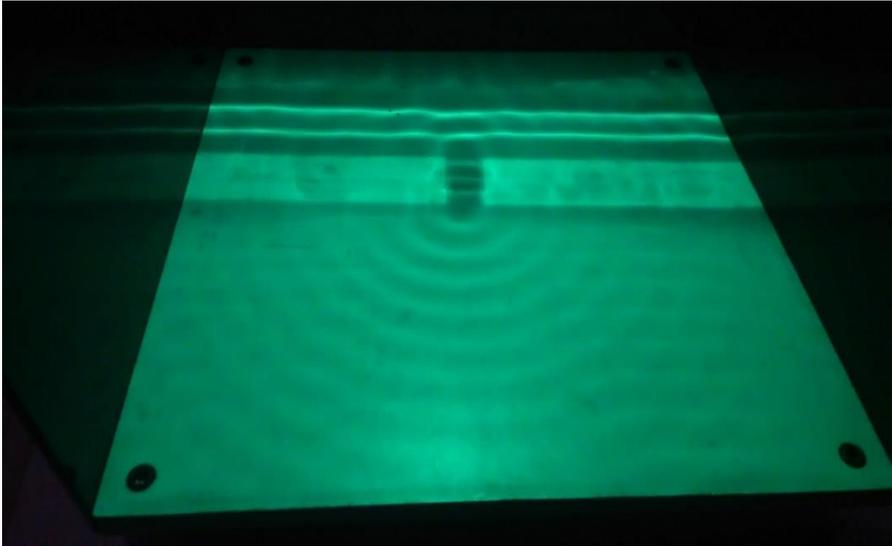
30 Hz



$\gg \lambda$



$> \lambda$



$\approx \lambda$

30 Hz com duas fendas

