

Râmela Ramires - 11371047

## Experimento 5

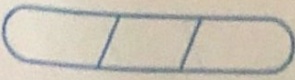
### → Introdução

Uma cuba de ondas é utilizada como instrumento de demonstração de fenômenos ondulatórios como reflexões, refração, interferência e difração. Ao gerarmos uma perturbação em um meio líquido, a sua superfície livre se ondula e se propaga ao longo do plano determinado por ela. Os raios luminosos, provenientes da lâmpada, ao encontrar uma superfície curva irão convergir ou divergir nestas lentes formadas pelas cristas e vales da onda que se propaga na água. As cristas funcionam como lentes convergentes, quando os raios claros, enquanto que os vales como lentes divergentes, quando os raios escuros, quando projetados em um anteparo. O comprimento de onda ( $\lambda$ ) é dado pela distância entre dois pontos claros ou escuros.

### → Materiais

- ↳ Fonte DC;
- ↳ Cuba de acrílico com água;
- ↳ Suporte para a cuba;
- ↳ Abrador mecânico conectado ao frequencímetro;
- ↳ Estroboscópio;
- ↳ Anteparo para folha A4;
- ↳ Objetos de acrílico com diferentes formas para anteparos (fenda pontual);
- ↳ Paquímetro, régua ou trena.

### → Métodos

  
Para a realização do experimento, colocamos água na cuba de acrílico até uma altura de 0,5 a 0,75 cm e colocamos um suporte com a folha A4 no fundo da cuba. Ligamos a fonte e aumentamos lentamente a frequência do motor do vibrador observando a imagem formada na folha, percebendo que quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda. O experimento foi dividido em etapas: A, B, C e D.

Na etapa A foi o fenômeno de reflexão, produzimos ondas planas utilizando três frequências de vibrações de 10, 20 e 30 Hz, depois, inserimos na cuba um anteparo retilíneo com três ângulos diferentes, analisando as ondas incidentes e refletidas em função do ângulo para uma frequência fixa e após, inserimos um obstáculo curvilíneo para estudar as diferentes reflexões.

Na etapa B foi o fenômeno de refração, produzindo ondas planas, inserimos a placa de acrílico oblíqua em relação a direção de propagação das ondas. Depois, analisamos o aspecto resultante para 2 frequências diferentes (20 e 30 Hz) e com 2 inclinações diferentes (0 e 45 graus).

Na parte C foi o fenômeno de interferência. Primeiro, utilizamos uma fonte pontual presa ao gradador para determinar a figura resultante para 3 frequências diferentes: 10, 20 e 30 Hz. E depois utilizamos 2 fontes pontuais presas ao gradador com distância de 5 cm e as 3 frequências, repetimos para distâncias de 7,5 e 10 cm.

Na parte D foi o fenômeno de difração, utilizamos um gradador de ondas planas com frequência de 10, 20 e 30 Hz, e colocamos um obstáculo reto com uma fenda para estudar a figura resultante em função da abertura da fenda, após, colocamos um obstáculo reto com duas ~~fontes~~ fendas em paralelo para comparação das imagens. Lembrando que em todos os fenômenos estudados foram analisados  $\lambda$  e a velocidade de propagação. Todas as imagens estão em anexo.

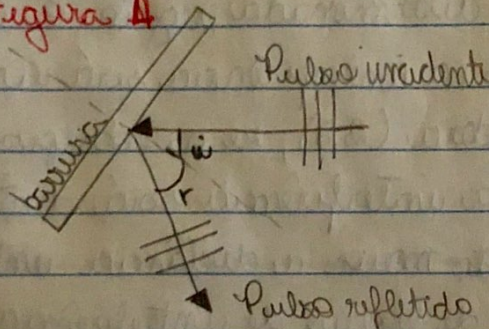
## → Resultados e discussão

Primeiramente, calculou-se um valor de velocidade de propagação das ondas, através da equação  $v = \lambda \cdot f$ , com os valores de frequência (10, 20 e 30 Hz) e das distâncias transformadas em metros. Os resultados estão na tabela 1 em anexo e o valor médio da velocidade foi de 0,475 m/s.

### • Parte A: Reflexão

Nesse fenômeno a onda encontra um anteparo e é refletida, como mostra a figura:

Figura A



O ângulo de incidência ( $i$ ) é igual ao ângulo de reflexão.

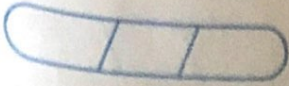
No caso de o anteparo possuir um ângulo  $0^\circ$ , as ondas incidentes e refletidas possuem o mesmo sentido, mas direção oposta.

Nos casos de anteparo rotacionado a  $30^\circ$  e  $45^\circ$ , os sentidos das ondas possuem um sentido diferente, de acordo com a angulação.

Em todos os casos, vissem interferências construtivas e destrutivas, e isso pode ser visto na superfície da água. Por último, no anteparo curvilíneo as ondas refletidas se propagam de forma circular; nesse caso os fenômenos de interferência podem ser vistos mais claramente.

### Parte B: Refração (Figura B)

Com adicionar o anteparo na água, diminui-se a profundidade das lâminas, por isso nesse caso a profundidade deve ser levada em conta, pois afeta a velocidade de propagação das ondas. No caso em que a placa está paralela a propagação de ondas, a velocidade e o comprimento de onda diminuem ao passarem para a região mais rasa da cuba, mas a direção continua a mesma; os resultados podem ser vistos ao observar as faixas escuras e claras mais estreitas, já ao rotacionar o anteparo em ângulos de  $30^\circ$  a  $45^\circ$  a direção



$\lambda$  = comprimento de onda.

Propagação da onda muda, uma vez que, ao arrefecer, diminui a velocidade de propagação da onda, assim ela fica um pouco mais atirada em relação a outra, e possuem um mesmo  $\lambda$ . Isso está de acordo com o esperado teoricamente, e pode-se encontrar o  $\lambda$  a partir das observações da lei de Snell, com os respectivos ângulos incidentes.

### Parte C: Interferência (figura C)

Se for utilizada apenas uma fonte pontual de ondas, verifica-se que elas seguem sua trajetória sem sofrer qualquer tipo de interferência. Já quando existe duas fontes pontuais, as ondas se sobrepõem quando se encontram em uma determinada região. Se a sobreposição ocorre em duas cristas, a interferência será construtiva e a amplitude ( $A$ ) da onda dobrará ( $2A$ ); se a sobreposição for entre uma crista e um vale a interferência será destrutiva e a amplitude será nula. Quanto maior a distância entre as fontes, maior será a quantidade de locais de interferência. Nesses casos de interferência, a velocidade, o comprimento e a frequência da onda não se alteram, pois o meio continua o mesmo, o que sofre mudança é a amplitude, como já explicado.

### Parte D: Difração (figura D)

Ao se depararem com um obstáculo as ondas tendem a contorná-lo, e se houver um orifício a onda irá se propagar através dele, tendo a direção de propagação alterada, tornando ondas secundárias. Ao passarem pela fenda, as ondas planas tornam-se circulares, e quanto menor forem o  $\lambda$  e a largura da fenda, mais arredondadas serão as ondas propagadas. Se tiver 2 fendas, ao passarem por elas as ondas propagadas sofrem a mesma interferência discutida no item anterior. Em ambos os casos a velocidade, o comprimento e a frequência da onda não se alteram, pois o meio continua o mesmo.

## → Conclusão

Com a realização do experimento, pode-se analisar os fenômenos ondulatórios que podem estar envolvidos ao se propagar uma onda. Com a observação, foi possível calcular a velocidade da propagação, a interação dela com o meio e o anteparo.

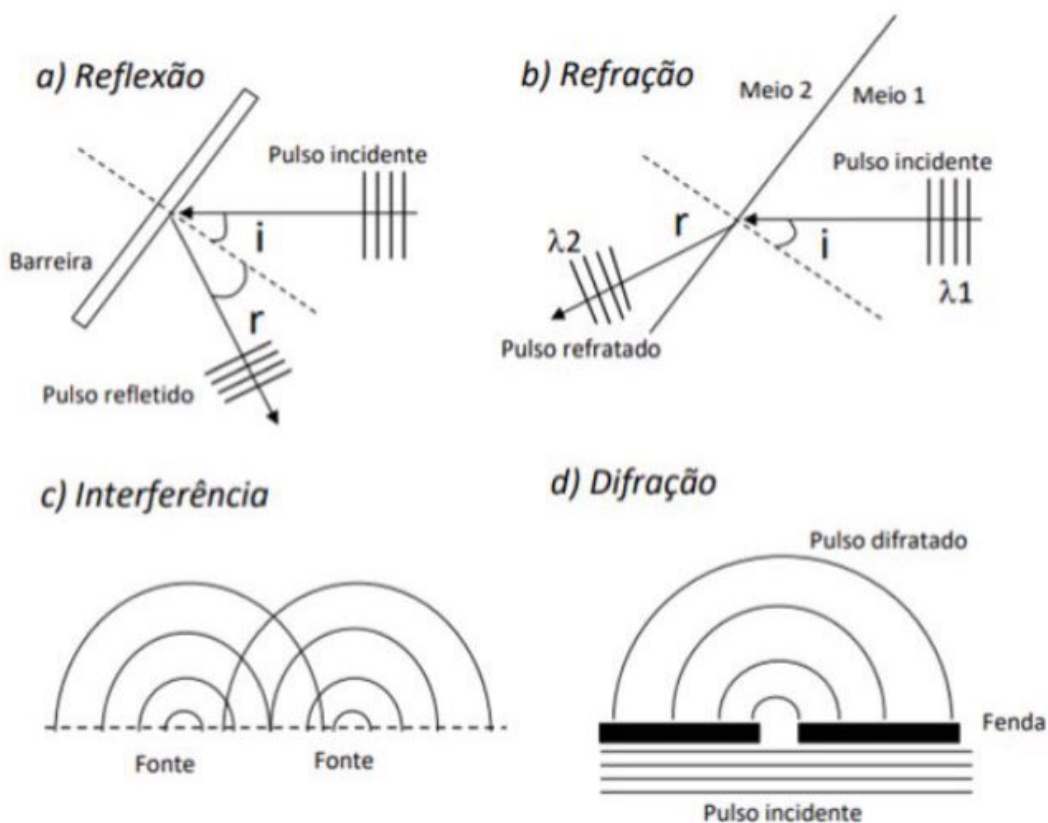
Para chegar às conclusões finais, inicialmente analisou-se as características principais das ondas: como velocidade,  $\lambda$ , meio, frequência e amplitude. Assim, com as imagens resultantes pode-se perceber a proximidade com a teoria, validando a metodologia utilizada.

# ANEXOS

**TABELA 1:** Valores de frequência (em Hz), comprimento de onda  $\lambda$  (em m) e velocidade de propagação (em m/s) para cada onda.

Frequência (Hz)	comprimento de onda (m)	Velocidade (m/s)
10	0,0431	0,431
20	0,0227	0,454
30	0,0180	0,540

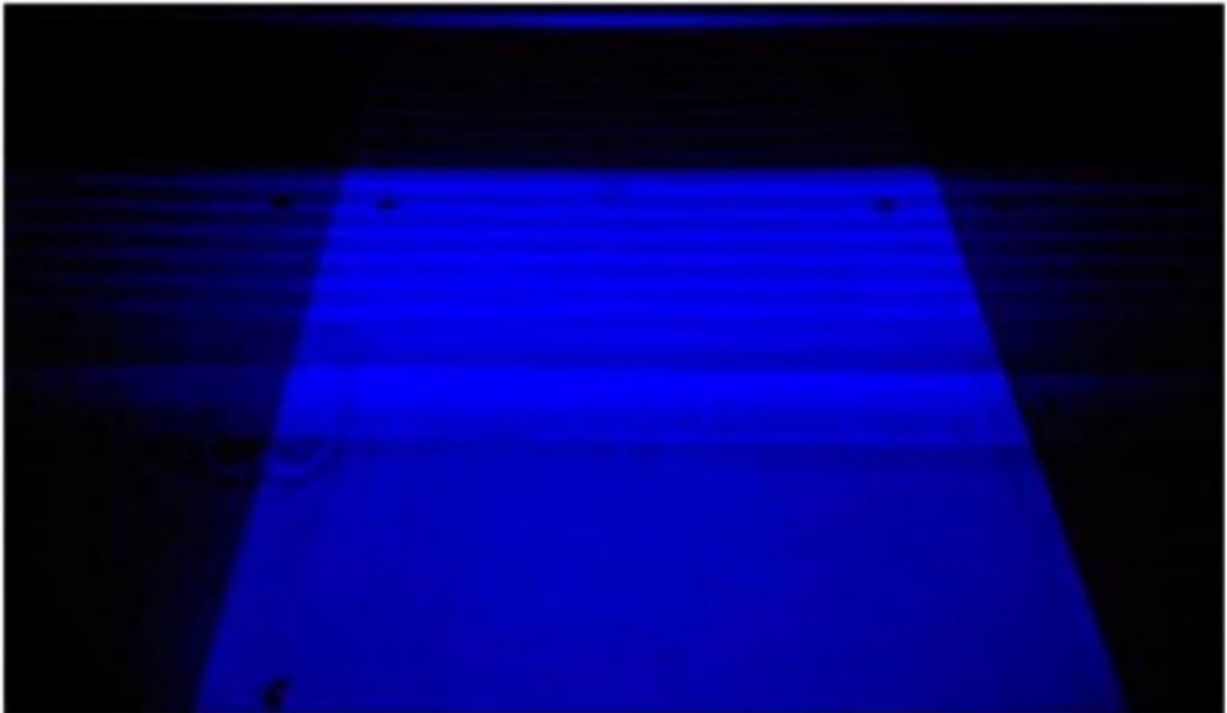
**FIGURA 1:** Representação dos fenômenos ondulatórios.



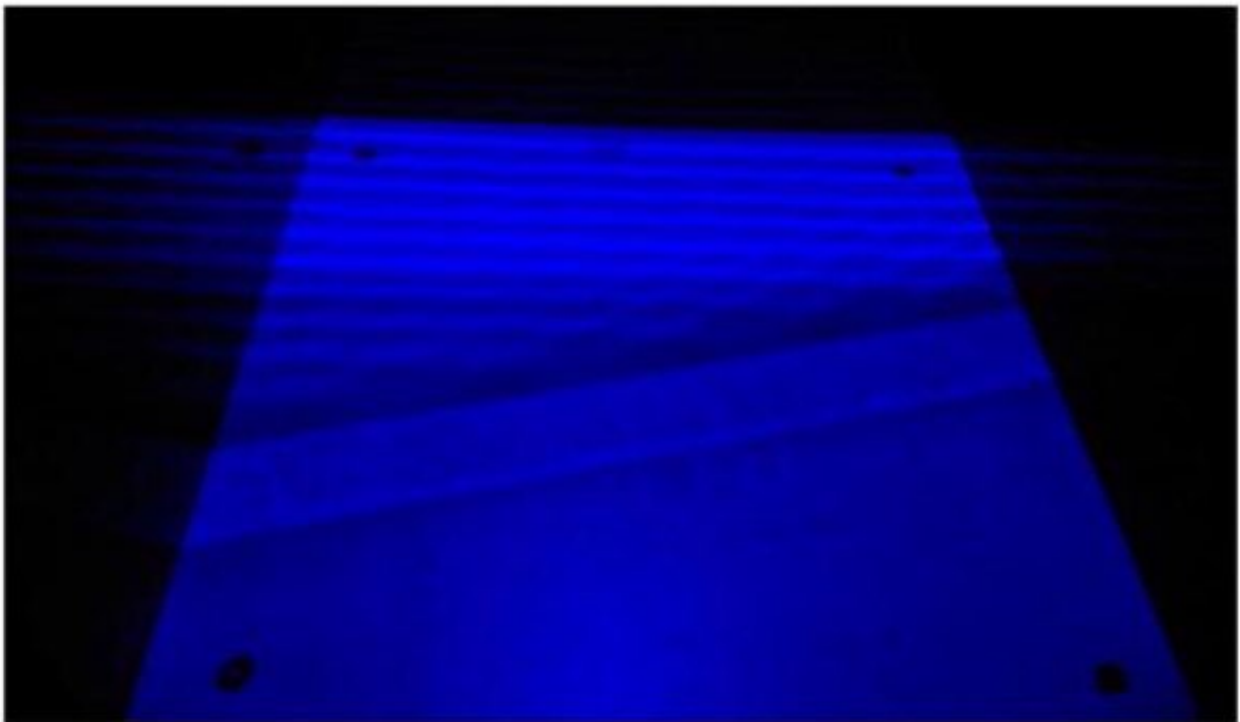
# Reflexão

1.2. Frequência fixa de 30Hz e variação do ângulo do anteparo

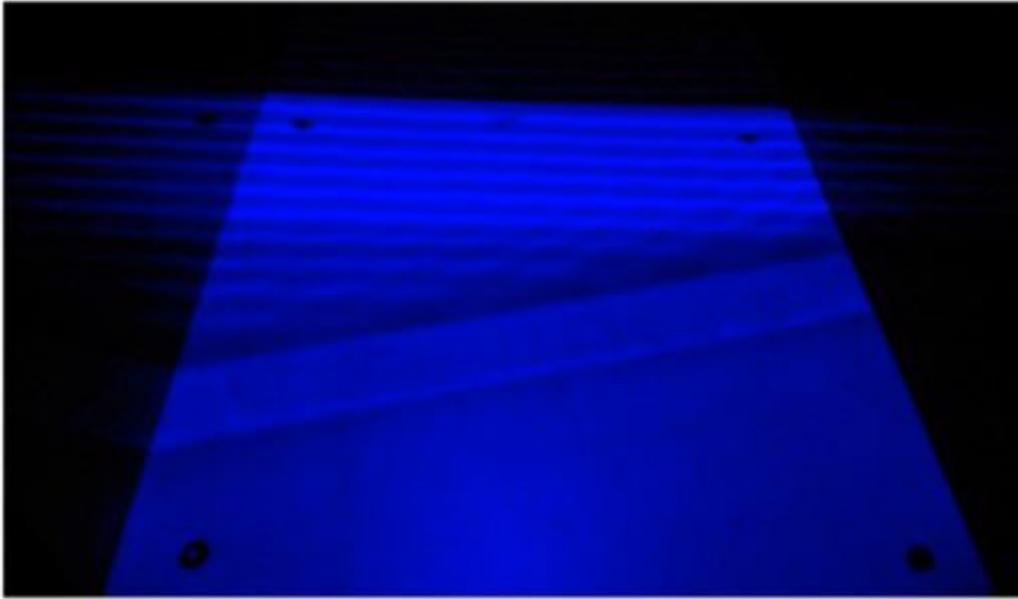
- Ângulo de  $0^\circ$



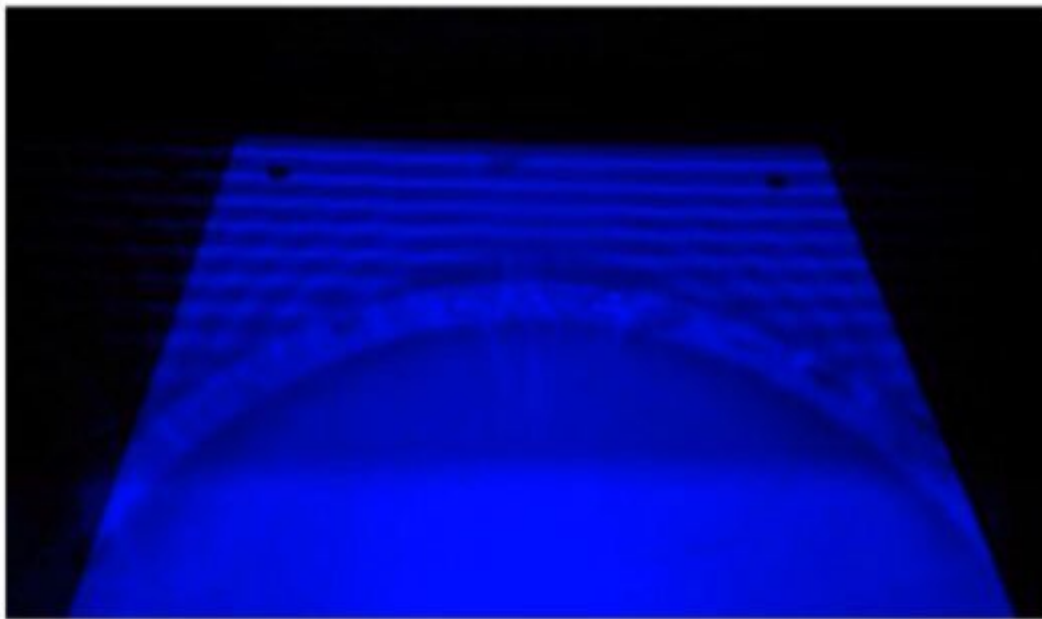
- Ângulo de  $30^\circ$



- Ângulo de 45°



- Anteparo Curvilíneo

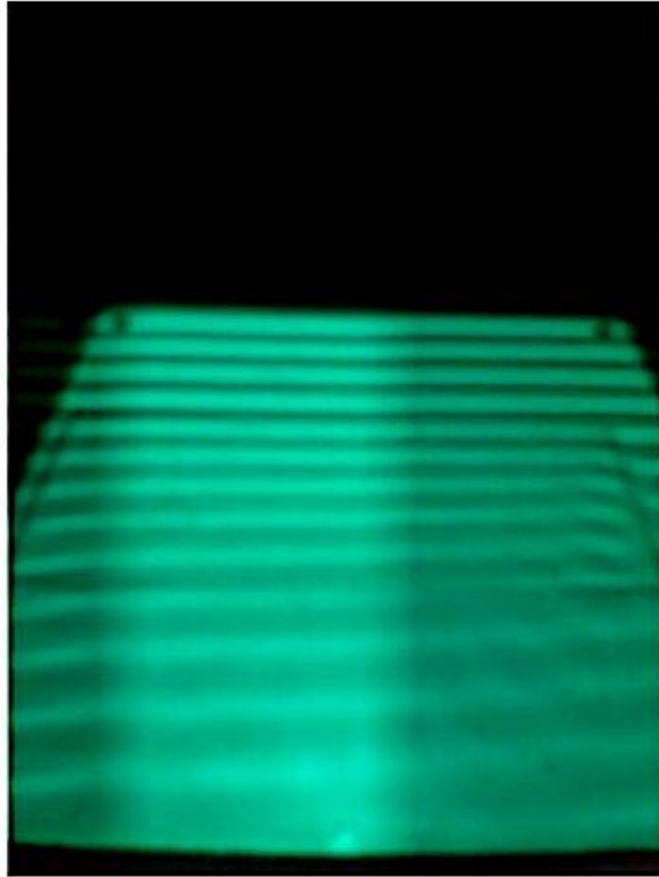


## 2. Refração

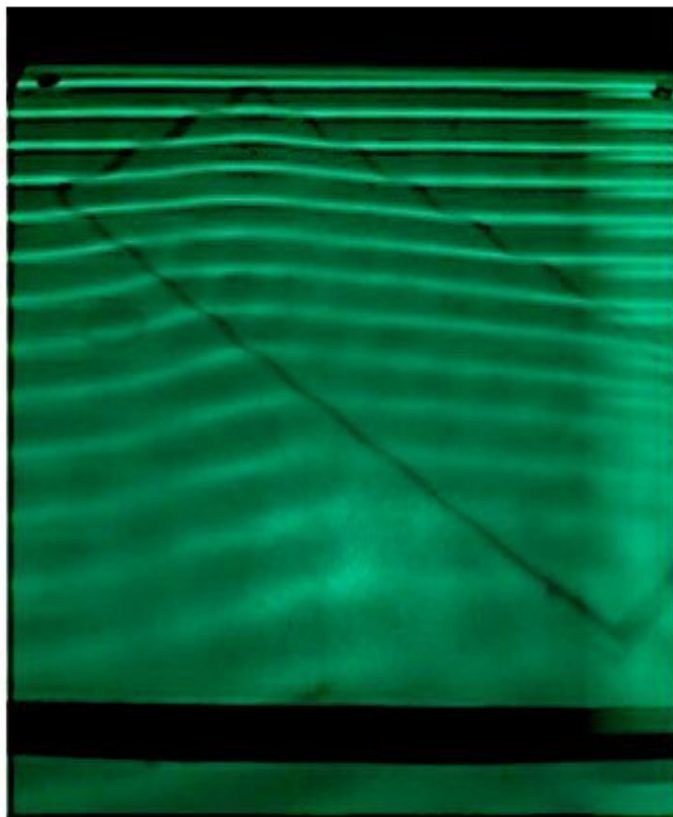
### 2.2. Variação da Frequência e Ângulo do Anteparo

- Frequência de 20 Hz e 0°

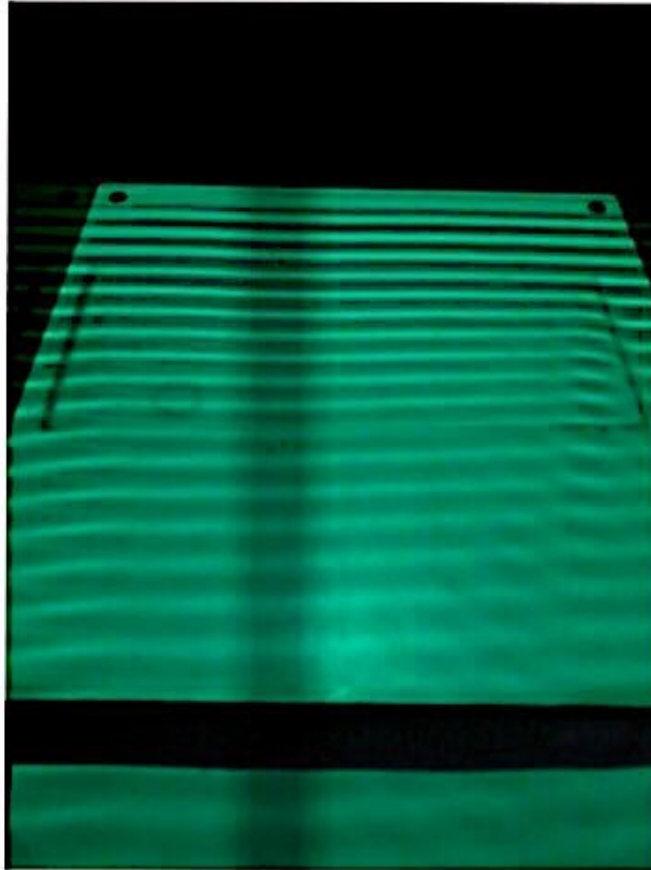




- Frequência de 20 Hz e 45°



- Frequência de 30 Hz e  $0^\circ$



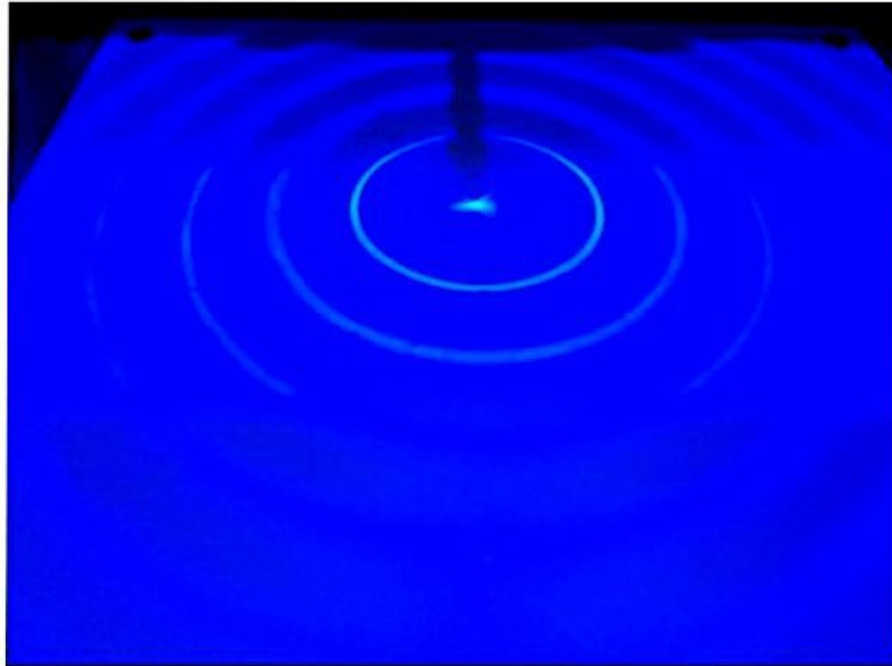
- Frequência de 30 Hz e  $45^\circ$



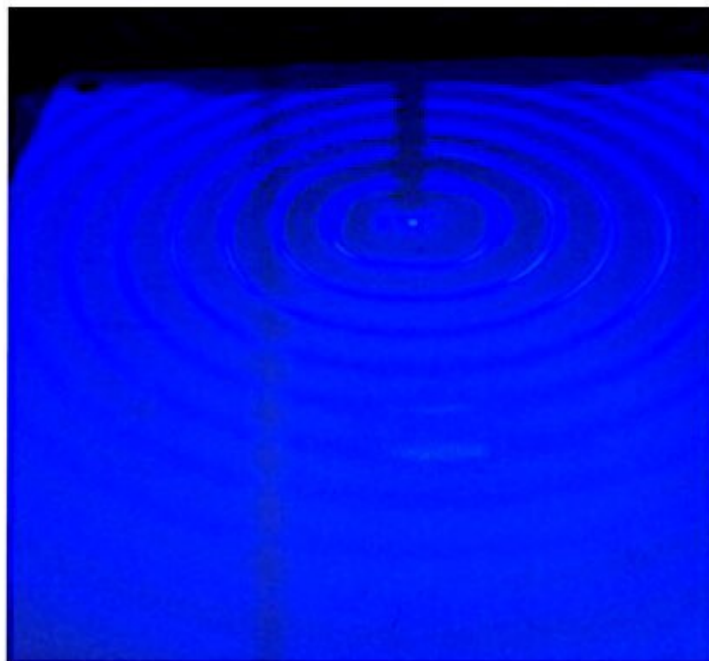
### 3. Interferência

#### 3.1 Uma fonte pontual

- 20 Hz: Comprimento de onda projetado é de  $0,0028 \pm 0,0005$  m

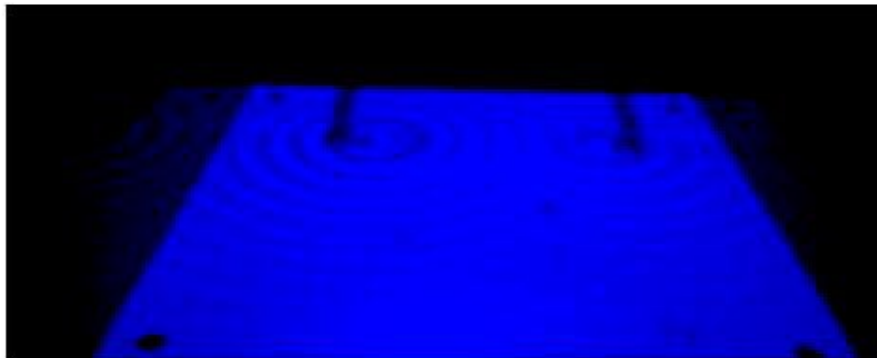


- 30 Hz: Comprimento de onda projetado é de  $0,00185 \pm 0,0005$  m

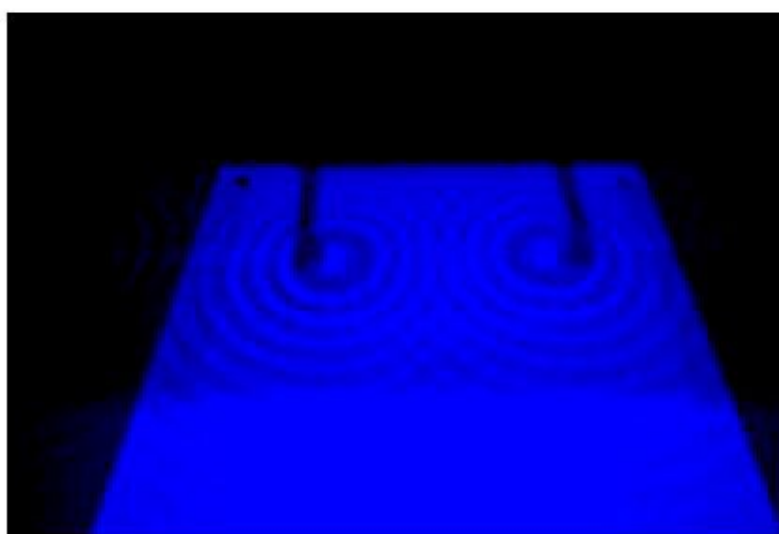


#### 3.2 Duas fonte pontuais com distâncias de 5 cm

- 20 Hz

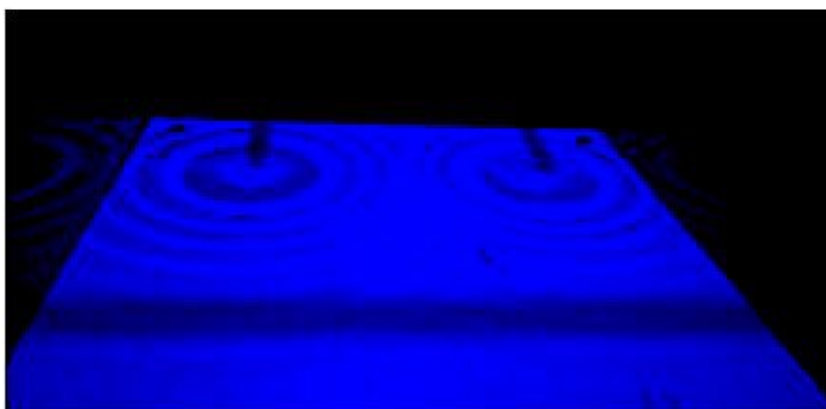


- 30 Hz

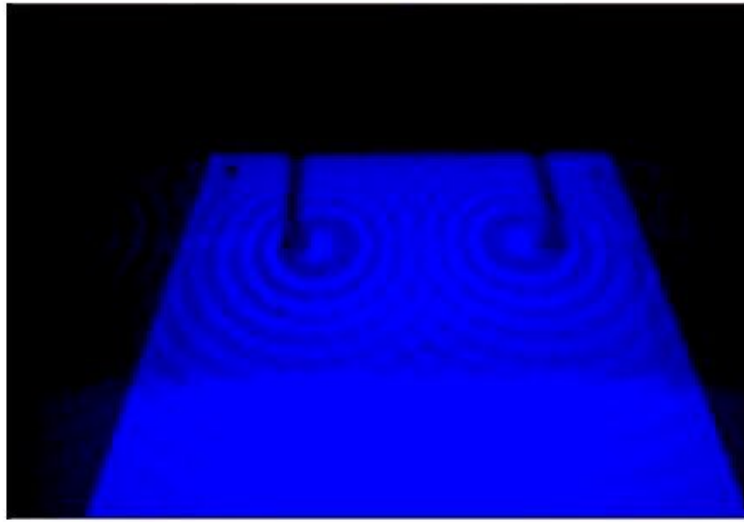


### 3.3. Duas fonte pontuais com distâncias de 7,5 cm

- 20 Hz

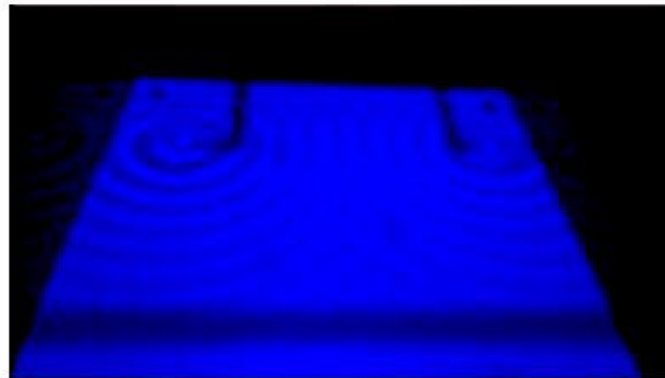


- 30 Hz

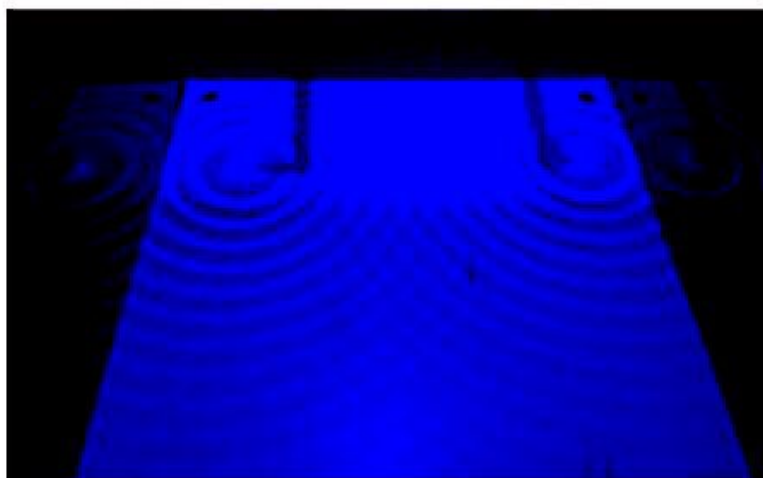


### 3.4. Duas fonte pontuais com distâncias de 10 cm

- 20 Hz



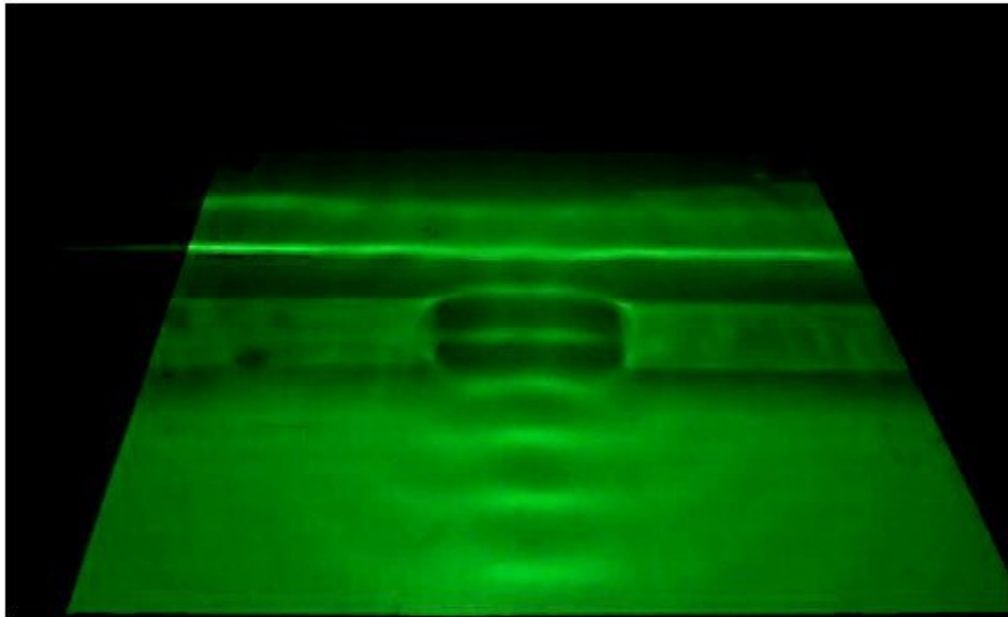
- 30 Hz



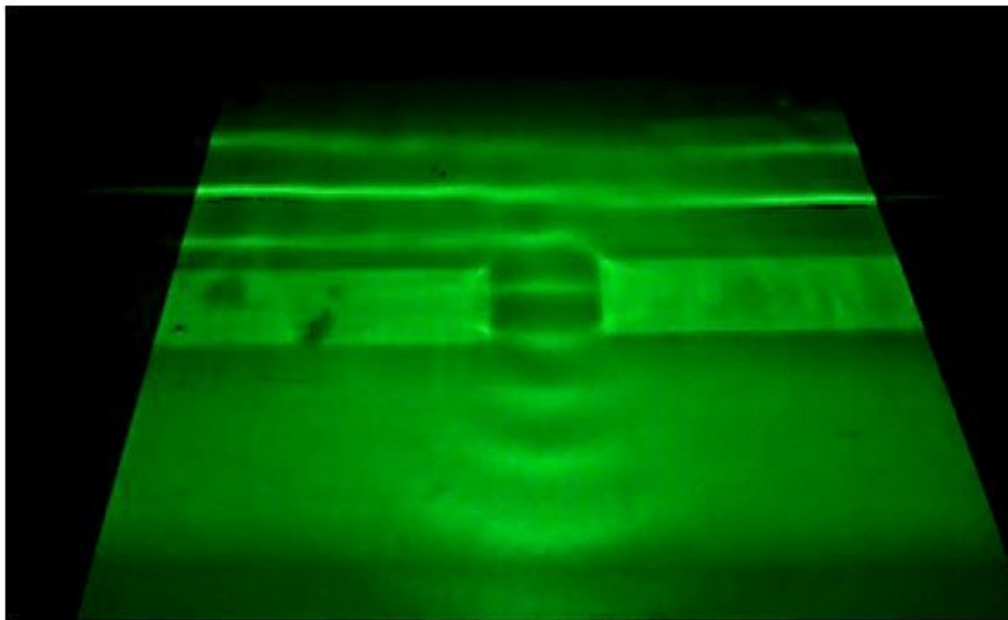
#### 4. Difração

4.1. Frequência de 20 Hz com variação da abertura do anteparo em relação ao comprimento de onda

- $\gg \lambda$

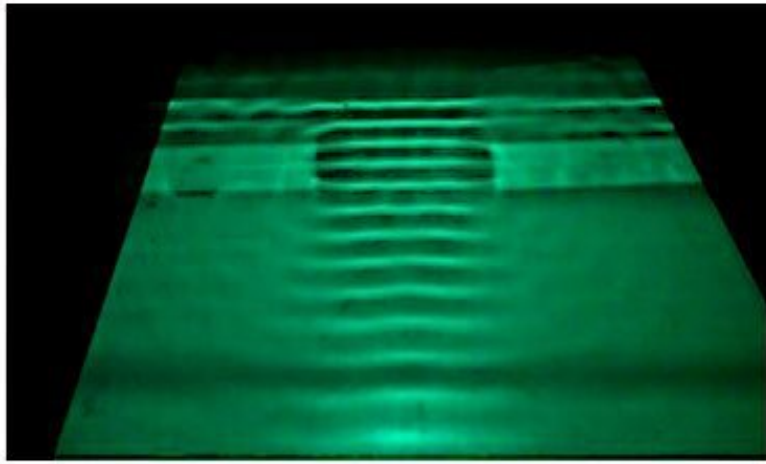


- $> \lambda$

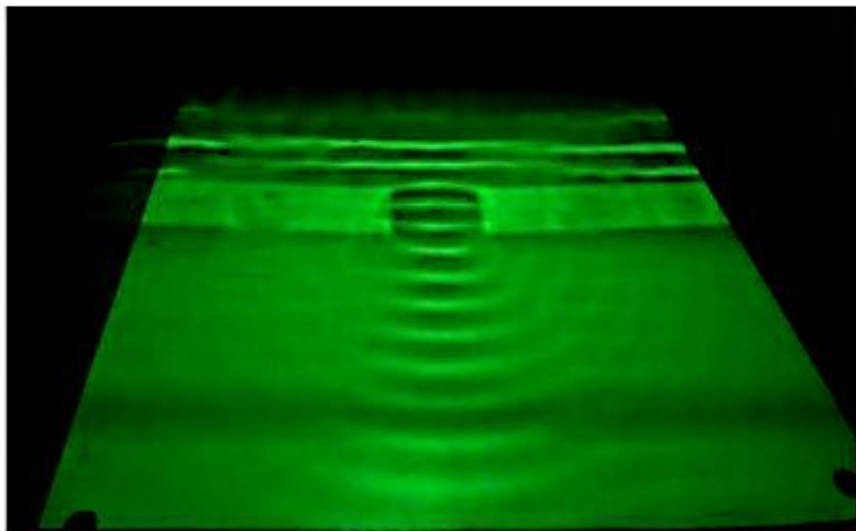


4.2. Frequência de 30 Hz com variação da abertura do anteparo em relação ao comprimento de onda

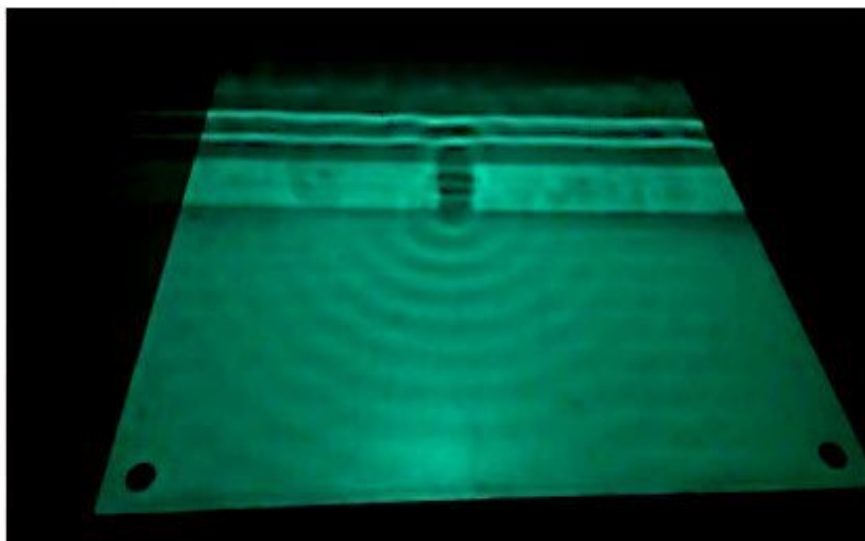
- $\gg \lambda$



•  $> \lambda$



•  $\approx \lambda$



#### 4.3. Frequência de 30 Hz com duas fendas

