

# Capítulo 16

## CONSTRUINDO UM SONAR

Rodolfo de Souza Rocha<sup>1</sup>

**Conteúdo:** Equação fundamental da ondulatória.

**Descritor do PAEBES:** D13 - Estabelecer relações entre frequência, período, comprimento de onda e velocidade de propagação de uma onda.

### 1 INTRODUÇÃO

Você sabe o que é um sonar? E o que é ultrassom? Sabe de alguém ou alguma tecnologia que utiliza sonar?

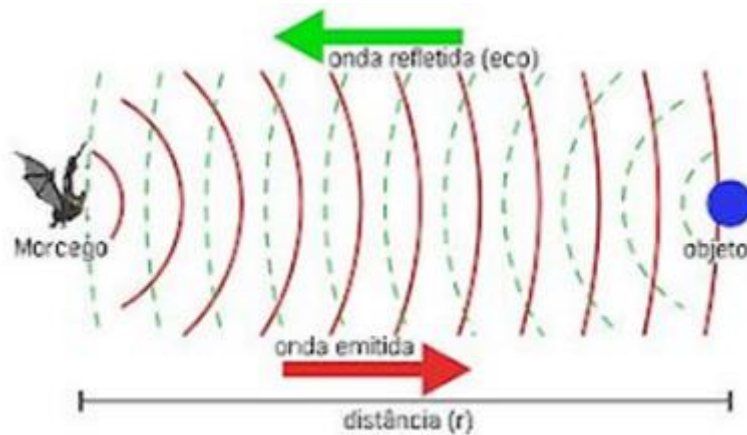
O SISTEMA DE SONAR PRÓPRIO DA NATUREZA é denominado ecolocalização e ocorre quando um animal emite uma onda sonora que rebate em um objeto, produzindo um eco que fornece informações sobre a distância e o tamanho desse objeto.

Mais de mil espécies empregam a ecolocalização, incluindo a maioria dos morcegos, todos os odontocetos e pequenos mamíferos. Muitos são animais noturnos, escavadores e marinhos que dependem da ecolocalização para encontrar alimento em um ambiente com pouca ou nenhuma luz. Os animais possuem diversos métodos de ecolocalização, desde a vibração da garganta até o bater das asas.

---

<sup>1</sup> EEEFM “Pedro de Alcântara Galvêas”

**Figura 1.** Esquema de ecolocalização do morcego.



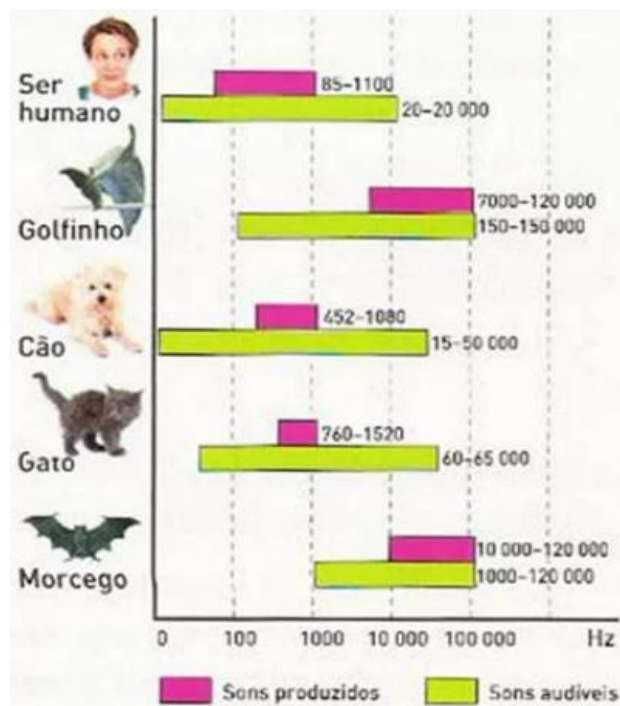
Fonte: Wikiwand [2021].

### 1.1 O QUE É ULTRASSOM?

Denominamos de ultrassom os sons que estão acima da frequência audível do ser humano.

O ser humano consegue ouvir, em média, frequências que vão de 20 Hz a 20.000 Hz.

**Figura 2.** Frequências audíveis de alguns mamíferos.



Fonte: Telesom [2021].

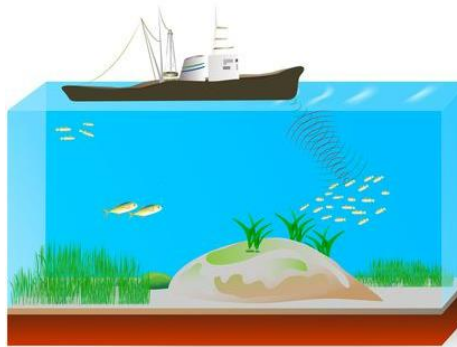
## 1.2 O ULTRASSOM E SUAS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

**Figura 3.** Imagem da ultrassonografia de um bebê.



Fonte: Clínica Femena [2021].

**Figura 4.** Navio utilizando o sonar na detecção de um cardume.



Fonte: Infoescola [2021].

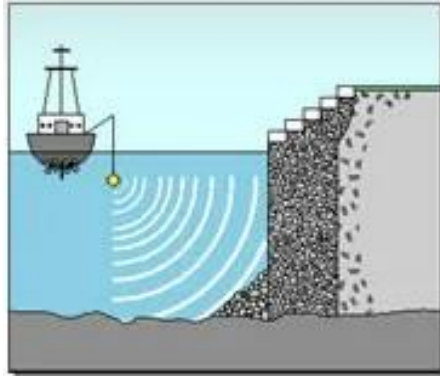
## 1.3 COMO SABER A DISTÂNCIA ATÉ O OBJETO?

Sabendo a velocidade de propagação do som no meio, podemos calcular a distância que o objeto se encontra utilizando a seguinte equação:

$$v_{som} = \frac{2d}{t}$$

O Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 é capaz de medir distâncias de 2cm a 4m com ótima precisão e baixo preço. Este módulo possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para medição.

**Figura 5.** Navio utilizando o sonar para determinar a profundidade do oceano.



Fonte: Brasil Escola [2021].

**Figura 6.** Sensor Ultrassônico para Arduíno.



Fonte: Mercado Livre [2021].

## 1.4 OBJETIVO

- Compreender o fenômeno da reflexão da onda e de utilizar os conhecimentos adquiridos com as equações de ondulatória para calcular a velocidade do som no ar.
- Incentivar os alunos a trabalharem com tecnologias.

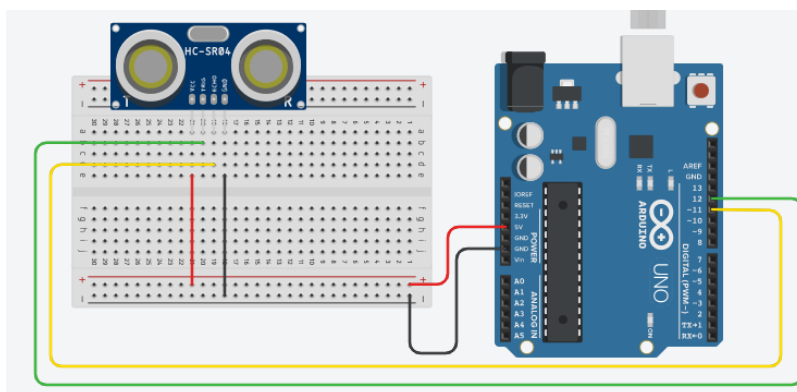
## 2 MATERIAIS UTILIZADOS

- 1 placa Arduino (UNO);
- 1 placa de ensaio (protoboard);
- 1 sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04;
- 1 trena ou fita métrica;
- 1 computador para programar o código;
- 6 jumpers para conexão.

### 3 PROCEDIMENTOS

Siga as instruções do professor. Você irá montar um sistema similar ao da figura abaixo.

**Figura 7.** Esquema de montagem da placa de Arduíno, sensor e Placa de ensaio (protoboard).



Fonte: Arquivo do autor.

Utilizando o código e observando o monitor serial da IDE do Arduino, pode-se verificar quanto tempo que o sensor envia o pulso de ultrassom e quanto tempo ele demora para receber o retorno. Com isso, dá para calcular a velocidade do som no ar.

Para o cálculo, coloque um objeto a certa distância do sensor de ultrassom. Meça essa distância com a trena ou fita métrica. Utilizando o computador, verifique quanto tempo é registrado o tempo de retorno no monitor serial.

Anote esses valores na tabela em resultados e discussões.

Utilizando a equação  $v_{som} = \frac{2d}{t}$  calcule a velocidade do som no ar e registre na tabela em resultados e discussões.

Observação: note que os valores de tempo no monitor serial estão em microssegundos ( $\mu s$ ), logo esse valor deve ser dividido por 1.000.000 para ser convertido para segundos.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Medida	Distância (m)	2*d (m)	Tempo ( $\mu s$ )	Velocidade do som (m/s)
1				
2				
3				
4				

Após preencher a tabela acima, responda:

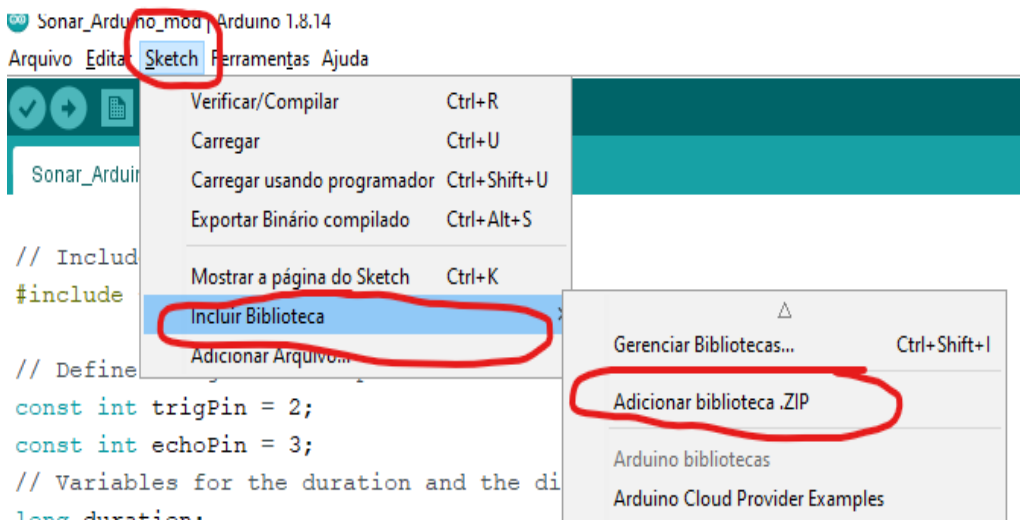
Ao analisar os dados e realizar os cálculos, qual a conclusão que você chegou? Qual o valor da velocidade do som média que o seu grupo conseguiu? Quanto vale essa velocidade em km/h?

### Informações importantes

Para essa prática, além dos materiais citados, é necessário realizar o download da biblioteca NewPing no site <https://playground.arduino.cc/Code/NewPing/>.

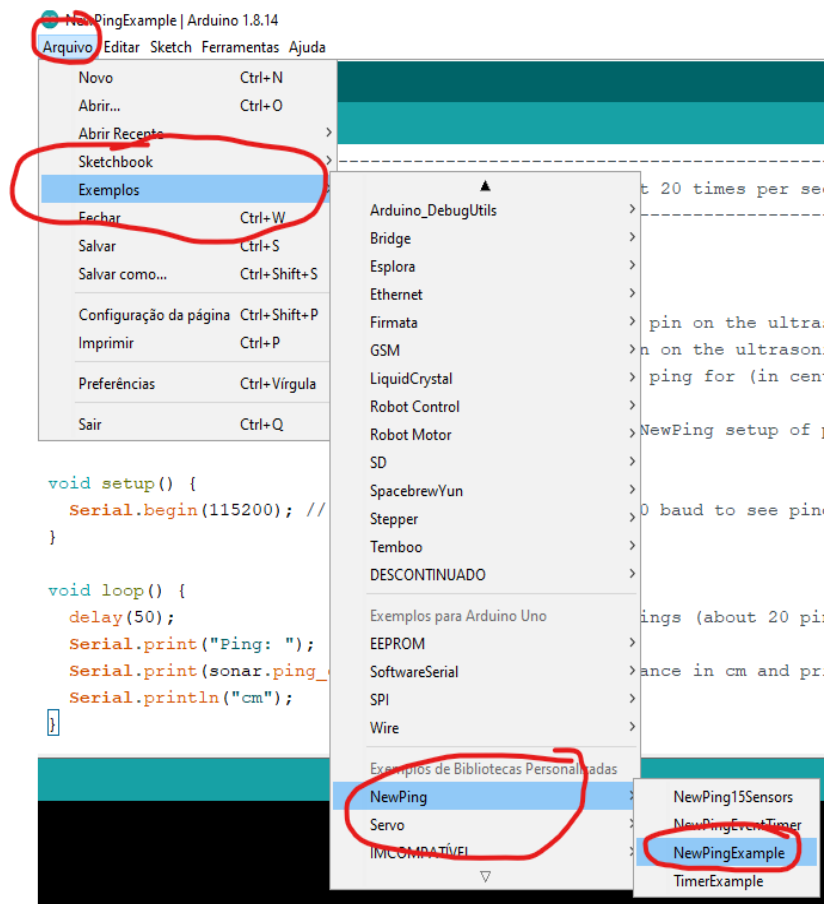
Após realizar o download, você deve importar essa biblioteca na IDE do Arduino. Para isso, vá até Sketch -> Incluir Biblioteca -> Adicionar Biblioteca Zip, conforme a figura abaixo. Depois abrir o arquivo que você fez o download.

**Figura 7.** Configurações do Arduíno no computador.



Para utilizar a biblioteca, basta ir em Arquivo => Exemplos ==> NewPing e abrir NewPingExample, conforme a figura abaixo.

**Figura 8.** Configurações do Arduíno no computador.



Fonte: IDE do Arduino.

Por fim, deve-se fazer uma pequena alteração no código. Onde se lê:

```
Serial.print(sonar.ping_cm()); // Send ping, get distance in cm and print result (0 =
outside set distance range)
Serial.println("cm");
```

Deve-se mudar para:

```
Serial.print(sonar.ping()); // Send ping, get distance in cm and print result (0 = outside
set distance range)
Serial.println("us");
```

Isso porque por padrão o PingExample vem configurado para medir distância e não o tempo de retorno. Ao realizar essa modificação o monitor serial do Arduino irá retornar o tempo de ida e volta do som em microssegundos.

Depois abra o Plotter serial, lembre-se de utilizar o plotter serial com a velocidade de 115200 (Como informado no código do NewPingExample). Assim aparecerá na tela os valores dos tempos que o som demora para ir e voltar até um determinado obstáculo.

## 5 REFERENCIAS

BRASILESCOLA. **Sonar**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/sonar.htm>. Acesso em: 23 ago. 2021.

CLINICA FEMENA. **Morfológico de 1º trimestre e de 2º trimestre com cálculo de risco**. Disponível em: <https://clinicafemena.com.br/ultrassom-morfologico/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

INFOESCOLA. **Sonar**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/tecnologia/sonar/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MERCADO LIVRE. **Sensor De Distância Ultrassônico Hc-sr04**. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1421502321-sensor-de-distncia-ultrassnico-hc-sr04-\\_JM?matt\\_tool=40343894&matt\\_word=&matt\\_source=google&matt\\_campaign\\_id=14303413655&matt\\_ad\\_group\\_id=125984293117&matt\\_match\\_type=&matt\\_network=g&matt\\_device=c](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1421502321-sensor-de-distncia-ultrassnico-hc-sr04-_JM?matt_tool=40343894&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14303413655&matt_ad_group_id=125984293117&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c). Acesso em: 23 ago. 2021.

TELESOM. **Audição Humana vs Animal**. Disponível em: <http://telesom.com.br/audicao-humana-vs-animal/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

WIKIWAND. **Ecolocalização**. Disponível em: <https://www.wikiwand.com/pt/Ecolocaliza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 23 ago. 2021.

## 6 LITERATURA CONSULTADA

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física 1: mecânica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2008.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. **Veja como funciona a ecolocalização: o sonar inerente da natureza**. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2021/02/veja-como-funciona-a-ecolocalizacao-o-sonar-inerente-da-natureza>. Acesso em: 23 ago. 2021.

SEARS, F. W. et al. **Física Universitaria**. (vol. 1). 1998.