

# TUTORIAL PIANO MUSICAL

Danilo Di Fábio Bueno

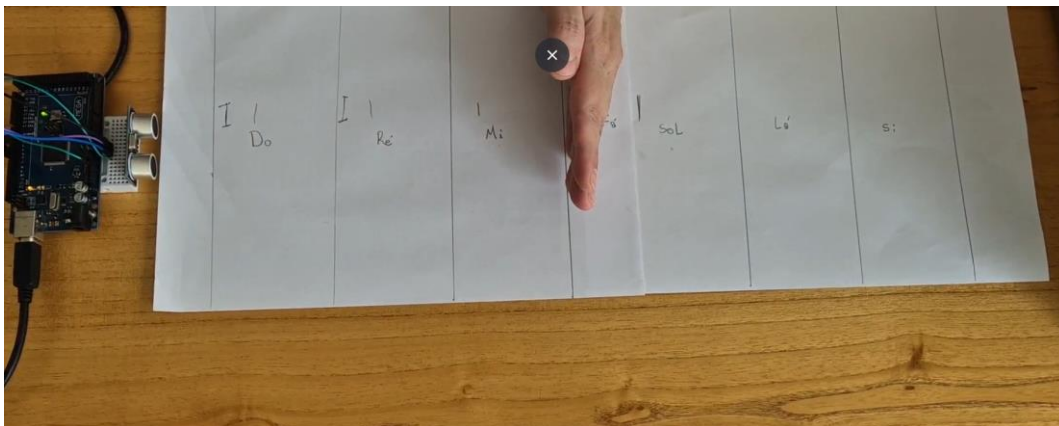
## Sumário

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| <b>1. Funcionamento .....</b> | <b>2</b> |
| <b>2. Hardware .....</b>      | <b>2</b> |
| <b>3. Software.....</b>       | <b>3</b> |
| <b>3.1. Arduino®.....</b>     | <b>3</b> |
| <b>3.2. PureData®.....</b>    | <b>4</b> |

## 1. Funcionamento

O dispositivo funciona de maneira semelhante a um piano, contudo as notas musicais são dadas pela distância entre a mão ou algum objeto manipulado pelo usuário em relação ao sensor. A Figura 1 ilustra o dispositivo em funcionamento. Uma pequena demonstração pode ser encontrada em [https://www.youtube.com/watch?v=vEcdP0ngG\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=vEcdP0ngG_8).

Figura 1 – Dispositivo em funcionamento.



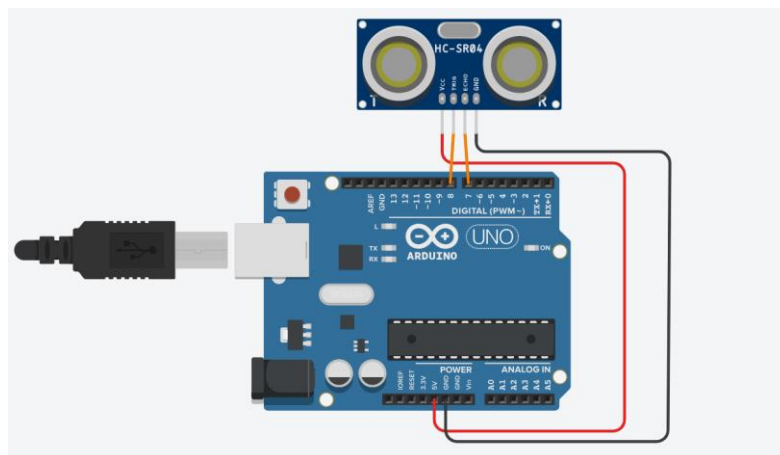
A placa *Arduino*® é responsável pela aquisição e processamento dos dados do sensor ultrassom. Após a leitura da distância, o microcontrolador deve fazer uma conversão de uma escala métrica, definida pela região de operação desejada para uma escala musical, definida pelo número de notas. O resultado dessa operação é um número de zero até  $n-1$ , onde  $n$  representa o número de notas. Esse número é transmitido via *serial* na forma de um caractere conforme a tabela ASCII.

O *software* desenvolvido *PureData*® lê o caractere enviado pelo microcontrolador através de uma porta *serial* (*USB*). Com a utilização de uma estrutura *switch*, cada caractere deverá corresponder a uma frequência específica (nota desejada). O programa também conta com uma *slidebar* virtual que permite fazer o ajuste do volume.

## 2. Hardware

O *Arduino*® é conectado ao computador via *USB*, enquanto o sensor é conectado conforme a Figura 2.

Figura 2 – Conexão do sensor ao *Arduino*®



Uma escala musical pode ser desenhada de forma semelhante à Figura 1, conferindo mais realismo ao instrumento. Mais adiante são apresentados os cálculos para desenho da escala, que também pode ser personalizada.

### 3. Software

#### 3.1. Arduino®

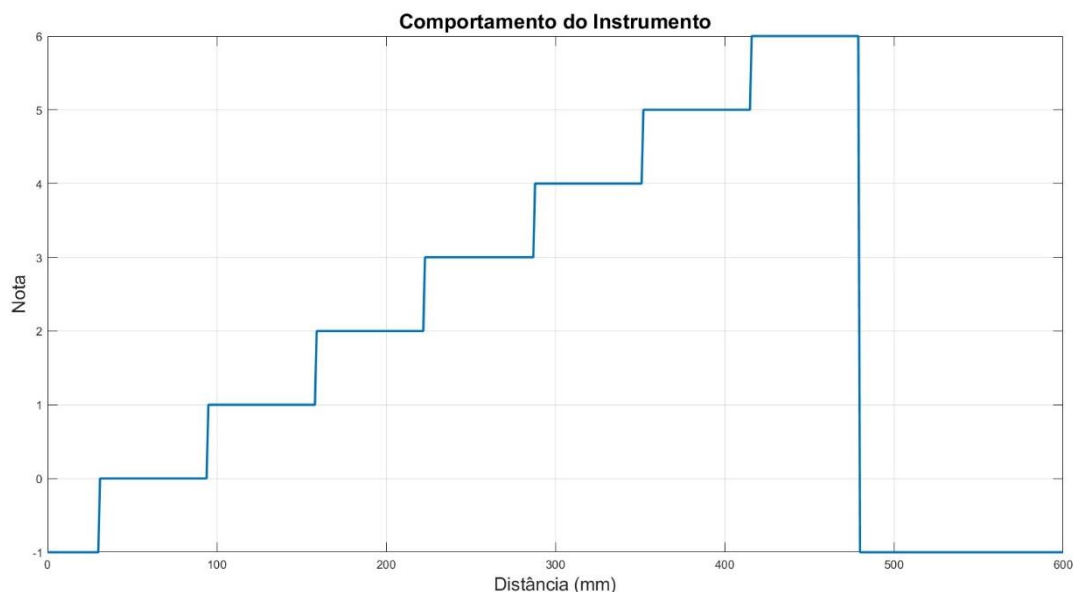
A IDE do *Arduino*® pode ser encontrada em <https://www.arduino.cc/en/software>. O Script está nesse mesmo repositório nomeado como *Piano\_Musical.ino*, já devidamente comentado.

O intervalo físico entre cada nota é calculado pela Equação (1).

$$I = \frac{M - m}{n} \quad (1)$$

Onde qual M representa a distância máxima de operação (MAXDIST), m representa a distância mínima de operação (MINDIST) e n representa o número de notas musicais. Inicialmente, o código está configurado para operar conforme a Figura 3, com um intervalo físico de 64,3 mm entre as notas.

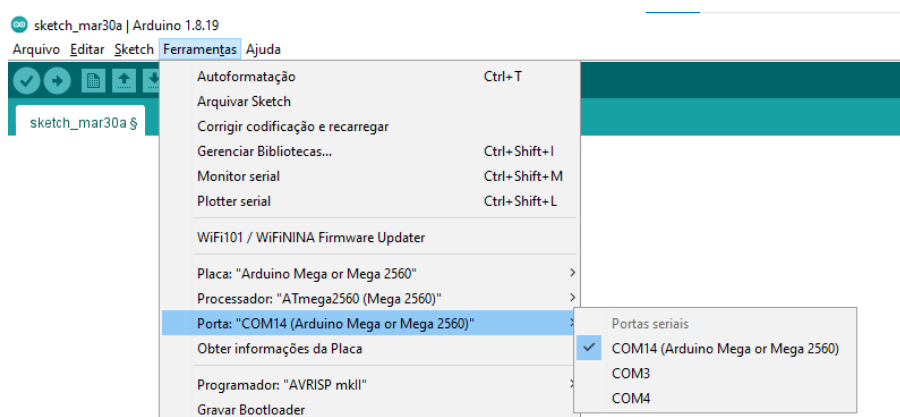
Figura 3 – Operação do instrumento.



A fim de validar o funcionamento do script pode-se abrir o monitor serial e acompanhar os caracteres enviados. Contudo, caso se faça alguma alteração nas impressões, é necessário ter o cuidado para que na hora de comunicar com o *PureData*® o programa envie apenas um caractere não havendo nem mesmo quebra de linha (“\n”).

O script esse deverá ser gravado no microcontrolador, verifique se o a placa está selecionada corretamente, bem como número da porta COM utilizada (vide Figura 4). Esse número também será utilizado posteriormente no *PureData*®.

Figura 4 – Seleção da porta COM.



### 3.2. PureData®

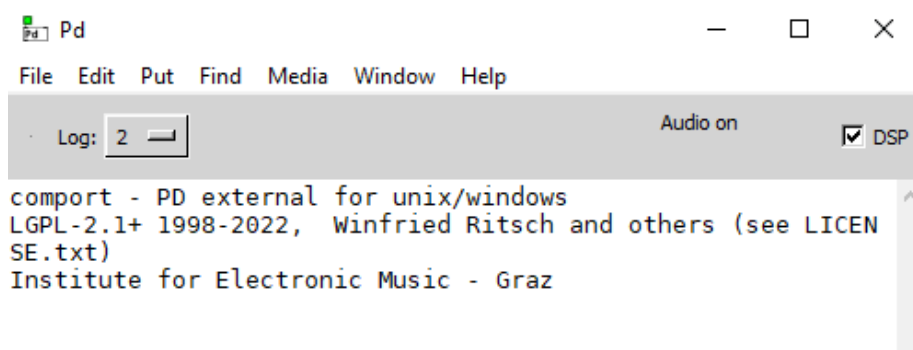
O PureData® está disponível em <https://puredata.info/downloads>. O código pode ser encontrado no mesmo repositório nomeado como *Piano\_Musical.pd*.

Em primeiro lugar, é importante notar que a comunicação Serial deverá ser realizada pela porta correspondente ao *Arduino*®. Esse passo é muito importante, portanto, certifique-se de que a COM utilizada no *PureData*® coincide com a COM do microcontrolador, caso não coincida, realize o seguinte procedimento (no *PureData*®):

- 1) Pressione cltr+e para alternar para o modo de edição;
- 2) Selecione o bloco “open 14”;
- 3) Altere o número 14 para o COM correspondente (exemplo: se seu *Arduino*® está na COM 9 altere o bloco para “open 9”;
- 4) Repita o mesmo procedimento para os blocos *close* e *comport*;
- 5) Pressione cltr+e novamente para sair do modo de edição;

Também vale frisar que todas as janelas seriais deverão ser fechadas. Além disso, a caixa DSP deverá ser marcada conforme Figura 5.

Figura 5 – Caixa DSP.



O caractere enviado pela placa é avaliado em uma estrutura switch, no qual cada caso corresponderá à frequência da nota desejada. A condição ‘A’(65) corresponde a uma distância medida fora da zona de operação (retirada do objeto da frente do sensor por exemplo), portanto nesse caso, a frequência será nula (ausência sonora).

Inicialmente, o programa está configurado para uma escala iniciando no DÓ central e progredindo até o SÍ. Contudo, a escala também pode ser personalizada, inclusive com mais notas ou utilizando-se de outras escalas, como a pentatônica, que confere um efeito bem divertido ao experimento,

O software também conta com uma pequena *slidebar* que permite ao usuário configurar o nível de intensidade sonora (volume). Ao executar o programa, tenha certeza de que o nível da *slidebar* não esteja no mínimo e que o áudio do seu computador esteja habilitado (Figura 6).

Figura 6 – *Slidebar*.

