



## O que é som 04

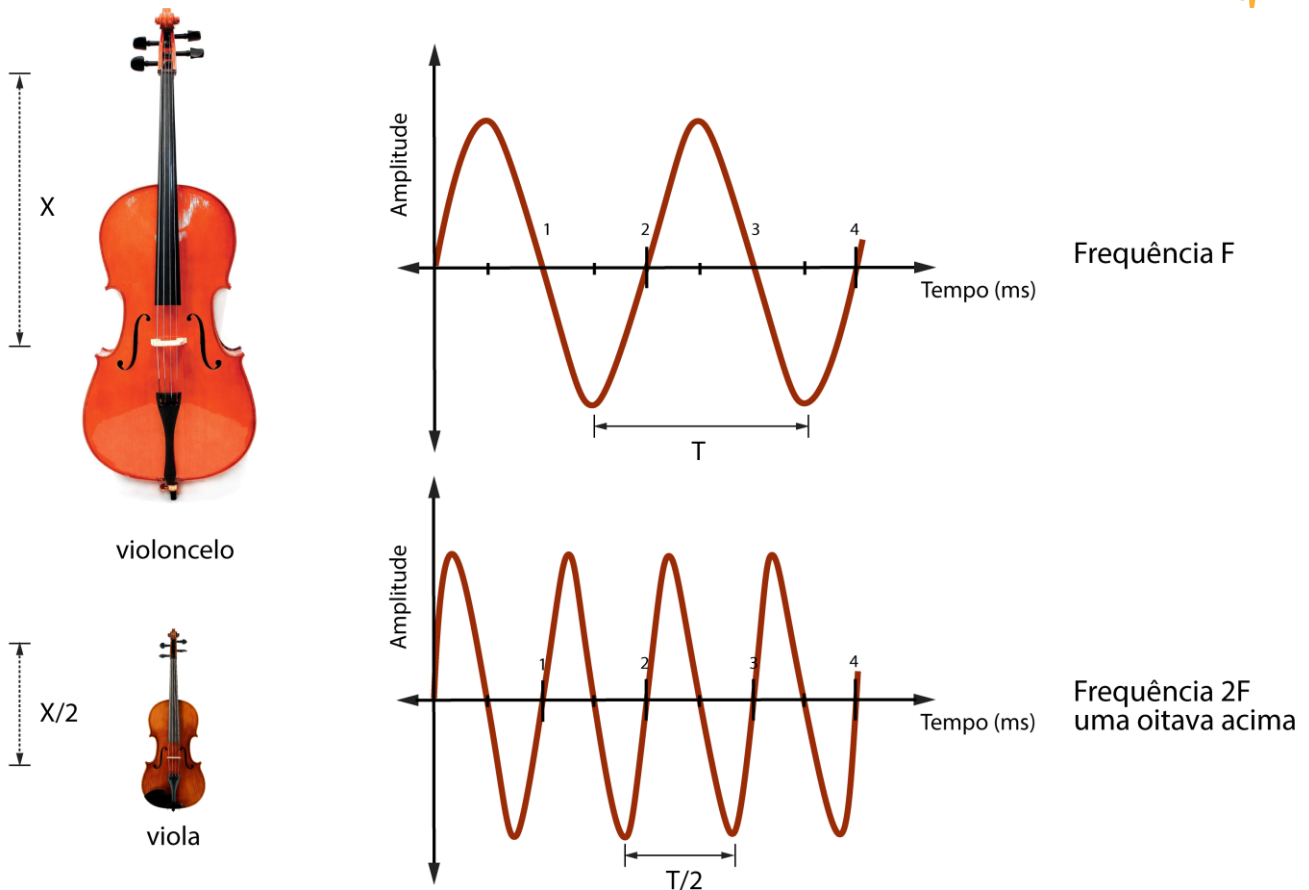
### Velocidade do Som

A propagação do som no espaço envolve três partes: a fonte de onde o som se origina, o meio no qual ele se propaga e o receptor, onde este som será percebido. Hoje estudaremos o meio no qual ele se propaga, mas, no final, o mais importante ainda será a maneira como percebemos os sons. Lembra de quando você estava no campo e precisou saber, para poder achar um abrigo, quanto tempo levaria para que a tempestade chegasse até você? Quando um raio cai, sua luz chega até nós quase que instantaneamente (pois sua velocidade é altíssima: quase 300 mil quilômetros por segundo!). O som, por sua vez, se propaga a uma velocidade bem menor (344 metros por segundo). Assim, se levar três segundos para um trovão ser ouvido após vermos a luz do raio, podemos concluir que a tempestade está a uma distância aproximada de 1 km.

A velocidade do som não é igual em materiais diferentes. Podemos ver isto até nos filmes de faroeste. Quando os índios queriam antecipar a chegada de um trem, colocavam os ouvidos nos trilhos, pois assim conseguiam ouvir o trem melhor e mais rápido do que através da transmissão via ar. Isso ocorre porque o som viaja quase 15 vezes mais rápido no aço ( $\sim 5.100$  m/s) do que no ar ( $\sim 344$  m/s). Talvez você já tenha passado por uma situação semelhante, já que quem mora num prédio pode acabar escutando o piano de um vizinho através da estrutura do edifício.

### Comprimento da Onda

Através da velocidade do som conseguimos calcular o comprimento de onda. Intuitivamente sabemos que quanto maior for uma onda sonora, mais grave irá soar o instrumento, e que cada nota (ou som) tem uma frequência associada a ela, bem como um comprimento de onda. Assim, temos relações interessantes entre comprimentos de ondas: se dividirmos o tamanho de uma corda por dois, geraremos uma nota que soará uma oitava acima da original. E mais: podemos perceber uma relação clara entre tamanho de onda e frequência: a corda foi dividida pela metade, enquanto a frequência do som dobrou.



Achamos esta mesma relação em muitos outros contextos musicais, como, por exemplo, na viola, que soa exatamente uma oitava acima de um violoncelo e tem aproximadamente a metade de seu tamanho. O tamanho da onda é, então, inversamente proporcional à frequência, como podemos observar na fórmula a seguir.

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Sendo que:  $f$  = frequência,  $v$  = velocidade do som, e  $\lambda$  = tamanho da onda

Vamos calcular? Qual é a frequência de um som com o comprimento de onda de 10 m? Para saber, basta tomar 344 e dividir por 10.

$$344/10 = 34,4 \text{ Hz}$$

Desse modo podemos relacionar quaisquer frequências ao seu comprimento. E se fosse o contrário? Qual seria o comprimento de onda para um som de 100 Hz, 1 kHz ou 10 kHz?

$$\lambda = 344/100 = 3,44 \text{ m}$$



O que é importante aqui é lembrarmos que 100 Hz tem mais ou menos o tamanho de um fusca, 1 kHz apresenta o tamanho de seu antebraço (do cotovelo ao pulso) e 10 kHz tem largura próxima à de dois dedos.

Juntando esta nova informação de como calcular a frequência de um tamanho de onda (ou o tamanho de onda de uma frequência), com a fórmula que relaciona frequência e período, teremos as fórmulas mais importantes que comentamos até agora. Estas são as únicas que peço para você decorar:

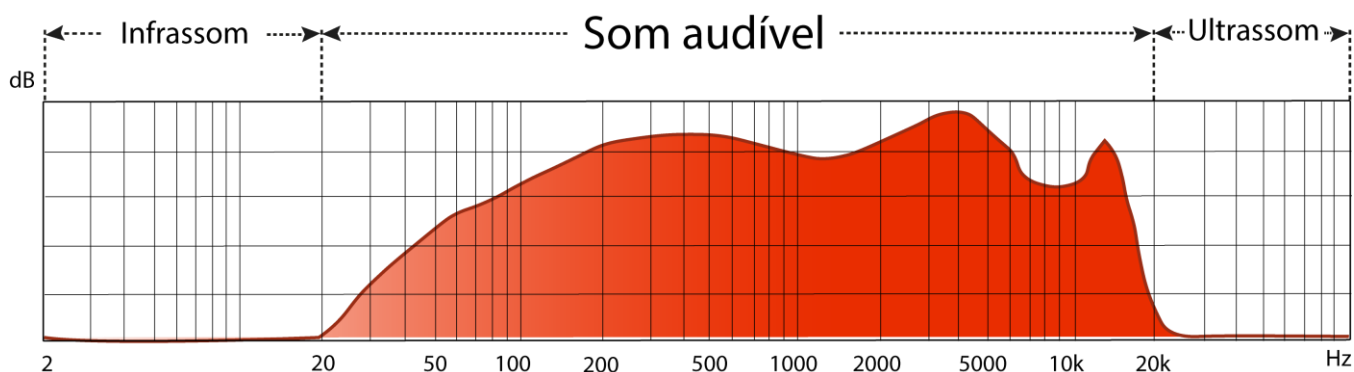
$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Entender a relação entre tamanhos de onda e frequências nos será muito útil quando começarmos a calcular ondas estacionárias em futuros vídeos. As fórmulas são bem parecidas e derivadas desta, mais simples.

## Conclusão

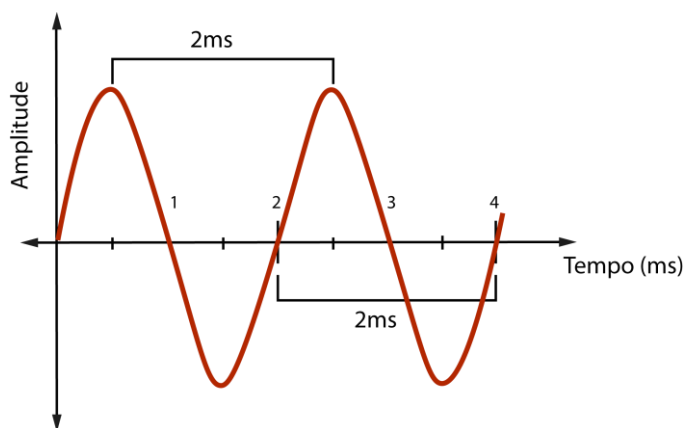
Vimos até agora o que é FREQUENCIA, PERÍODO E COMPRIMENTO DE ONDA, correto? Vamos mais uma vez: Uma onda senoidal (ou senóide), contém uma periodicidade constante de vibrações, formando uma frequência de som definida, em sua relação de ciclos por segundo. A frequência é estabelecida a partir da quantidade de ciclos completos em um segundo. Quanto mais ciclos por segundo, maior será a frequência e mais agudo será o som. O grave, em oposição, terá menos ciclos por segundo, e portanto, uma frequência mais baixa.





A audição humana tem como limite extremo de percepção as frequências de 20 Hz a 20.000 Hz (ou 20 kHz), respectivamente, dos graves para os agudos. O período de onda é proporcional à frequência, e pode ser estabelecido na relação de distância entre dois pontos extremos máximos ou mínimos (picos ou vales) seguidos no eixo horizontal, de tempo. Isso se relaciona ao comprimento de onda, que demonstra que as ondas graves tem comprimento maior que as ondas agudas (o que explica o porquê de sons muito graves, como certas notas no Baixo, tremerem o chão quando emitidas com intensidade muito forte).

O período e a frequência são inversamente proporcionais, quando a frequência aumenta, o período diminui, e o mesmo ao contrário. Lembre-se, quanto maior a frequência, mais ciclos devem caber em uma mesma quantidade de tempo, fazendo com que o comprimento de onda seja menor. Sons mais graves tem maior capacidade de alcance e



propagação, enquanto os sons agudos não vão tão longe e se propagam de forma muito mais direcionada. É por esse motivo que caixas de tweeter, como as de carro, e mesmo os monitores de estúdio, devem ficar na mesma direção e altura dos ouvidos, para que não se perca os agudos da mixagem. Isso não afeta as ondas graves, que se propagam com igual intensidade por todo o ambiente.

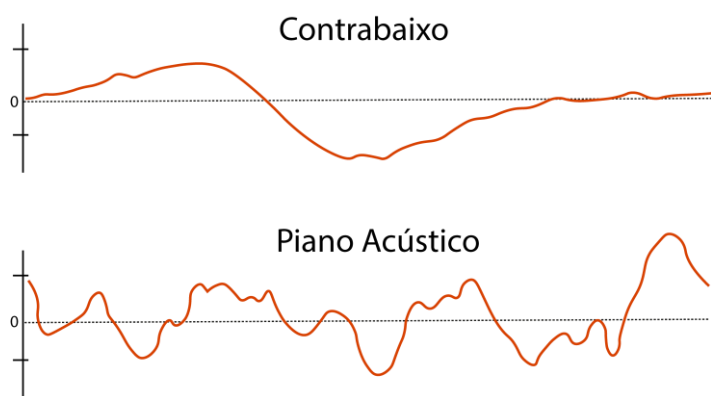
O comprimento de onda é, portanto, também relativo aos ciclos por segundo. Quanto mais ciclos em um mesmo segundo, menor é o período e o comprimento de onda, e mais agudo é o som (que se desloca de maneira mais curta, e sendo assim, mais direcionado). Quanto aos graves, menos ciclos serão gerados no intervalo de um segundo, diminuindo a frequência, e aumentando a relação de período e comprimento de onda, fazendo o som se deslocar de forma mais longa.

A amplitude, como mencionado anteriormente, é relacionada ao volume (ou intensidade/pressão sonora). No gráfico da senoide, a amplitude é estabelecida na relação entre o ponto de repouso, o ponto máximo do extremo positivo (Pico), e o ponto máximo do extremo negativo (Vale). Esse nível é medido fisicamente por dB SPL (Sound Pressure Level).

Ok, esta na hora de concluir! Vimos que o som é resultado de quatro parâmetros fundamentais: 1. Altura (Frequência), 2. Ritmo (e Duração), 3. Intensidade (Amplitude), e 4. Timbre (Relação de Harmônicos e Características Sonoras).



A questão da duração (e ritmo), não foi comentada em detalhes, mas pode ser entendida de forma básica como: o tempo em que o som acontece, até a hora que ele silencia, formando assim o ritmo.



O timbre, como dito inicialmente, é o reflexo das diversas senoides de frequências sobrepostas, geradas a partir da frequência fundamental da nota. Esses harmônicos (senoides) vão estabelecer diversos tipos de configurações (assim como o envelope sonoro) de acordo com as características próprias de cada instrumento. É esse quesito que forma o timbre e traz

identidade para cada tipo de instrumento e sonoridade.

Esses quatro parâmetros resumem tanto as questões físicas do som, quanto os aspectos musicais, inclusive psico-acustica, que um profissional vai lidar durante sua carreira no meio musical.

Com isso concluímos o tópico 'o que é som', ou enfim, uma introdução básica à Acústica! Espero que você viu a importância disso no nosso dia-a-dia de trabalho. Os técnicos de áudio tem que entender aspectos como frequências, níveis sonoros e como isso se relaciona aos nossos sistemas, como os estúdios de gravação ou set-ups de PA. Um profissional de áudio precisa entender o que acontece de maneira escondido, no ar ou no equipamento ou em outras palavras, acusticamente ou eletricamente.