



## O que é som 03

Vimos até agora alguns aspectos básicos do som, como ele se propaga e vimos a questão da senoide e como ela se relaciona a fundamental e harmônicos. Este vídeo é uma continuação destes conceitos, aprofundando mais ainda esta questão da frequência. Também vamos ver a fase, vendo o que acontece quando você junta dois sons. Além disso, vamos ver como organizar estas frequências todas de maneira prática em oitavas. Nos vídeos passados, vimos que a senoide representa de maneira prática o som. Vimos, que uma senoide completa um ciclo de compressão e rarefação.

A Senoide, em sua representação gráfica simplificada, nos ajuda a entender melhor os conceitos principais da onda sonora. Os mais importantes são 1.Frequência e 2.Amplitude.

O que é Frequência? Frequência é a mesma coisa que Altura de Som. Ela é medida por ciclos, ou vibrações por segundo (na unidade de Hertz). A palavra "Altura" tem relação com notas musicais, e não com volume (ou intensidade do som), como ouvimos e falamos normalmente em nosso cotidiano. Uma nota "alta" é uma nota "aguda", razão pela qual os graves são chamados de "baixos".



O que é Amplitude? Amplitude é a mesma coisa que Intensidade Sonora. É a relação entre os extremos (Picos e Vales) opostos da onda sonora. Quanto maior for a relação entre esses extremos, mais pressão sonora o som exercerá, sendo portanto, mais intenso. É medido em dB. Um som fraco, é considerado mais silencioso do que um som forte. (Na terminologia musical: som fraco, ou som piano.

Como já vimos, além de ser denominada por "Movimento Harmônico Simples", a onda senoidal também pode ser considerada uma Nota Fundamental (ou Frequência Fundamental). Existem diversos tipos de senoídes, correspondentes a diversos tipos de frequências, que por sua vez se referem às relações de sons graves e agudos do nosso sistema musical, e do espectro de frequências da audição humana (20 Hz a 20.000 Hz). Falaremos em mais detalhes sobre frequências depois.

Uma dada nota musical, no nosso sistema ocidental, embora seja formada por inúmeras frequências diferentes (porém múltiplas), estabelece uma relação periódica de oscilação. É isso o que determina uma altura bem determinada e definida, compreendida por nossos ouvidos como um som de qualidade musical. Em oposição, quando a vibração de uma onda sonora é irregular em sua frequência de ciclos, temos aquilo que chamamos "ruído".

O som completa ciclos em um determinado período de tempo, sendo que alguns sons podem completar mais ciclos que outros num mesmo intervalo de tempo. E o que define a diferença de altura



("afinação") entre um som e outro é justamente esta quantidade de ciclos ocorrendo numa mesma medida de tempo. Isso pode ser expresso através da fórmula de frequência  $f = \text{ciclos} \div \text{período}$ .

## Eq. Pultec

CPS = Hz



KCS = kHz

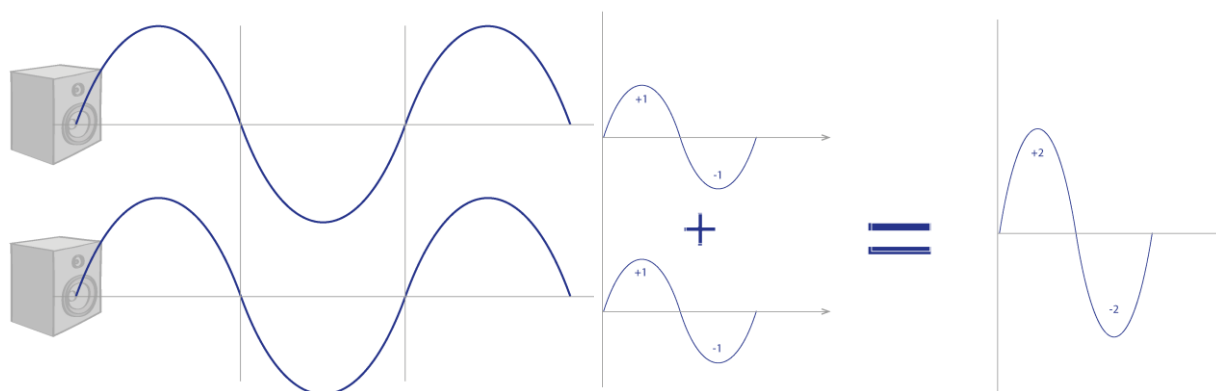
Quanto maior for este número, mais alta será a frequência e mais agudo será o som. Esta frequência é expressa em Hertz quando usamos o período de um segundo. Hertz (ou Hz) é igual à quantidade de ciclos ocorrendo em um segundo. Por exemplo, 20 Hz significa 20 ciclos por segundo. Em equipamentos antigos ainda vemos as frequências expressas na forma de ciclos por período. No Pultec, por exemplo, utilizavam o termo CPS (ciclos por segundo) no lugar de Hertz (Hz) e KCS (quilo-ciclos por segundo) substitui a kilohertz (kHz ou "mil ciclos por segundo").

Portanto, ciclos por segundos e Hertz significam a mesma coisa e somente nos anos 1970 foi feita a transição para usarmos apenas Hertz. Entender estes conceitos irá nos ajudar bastante na compreensão de fase e cancelamento, que abordaremos a seguir.

O próximo passo agora é ver o que acontece quando juntamos dois sons. Na verdade, queremos explicar para você a questão da fase e o que significa estar em-fase e fora-de-fase. Vamos então examinar é a questão da interação de dois (ou mais) sons. Quando temos duas fontes diferentes emitindo um mesmo som ao mesmo tempo (por exemplo, duas caixas de som), teremos uma adição.

## Em fase

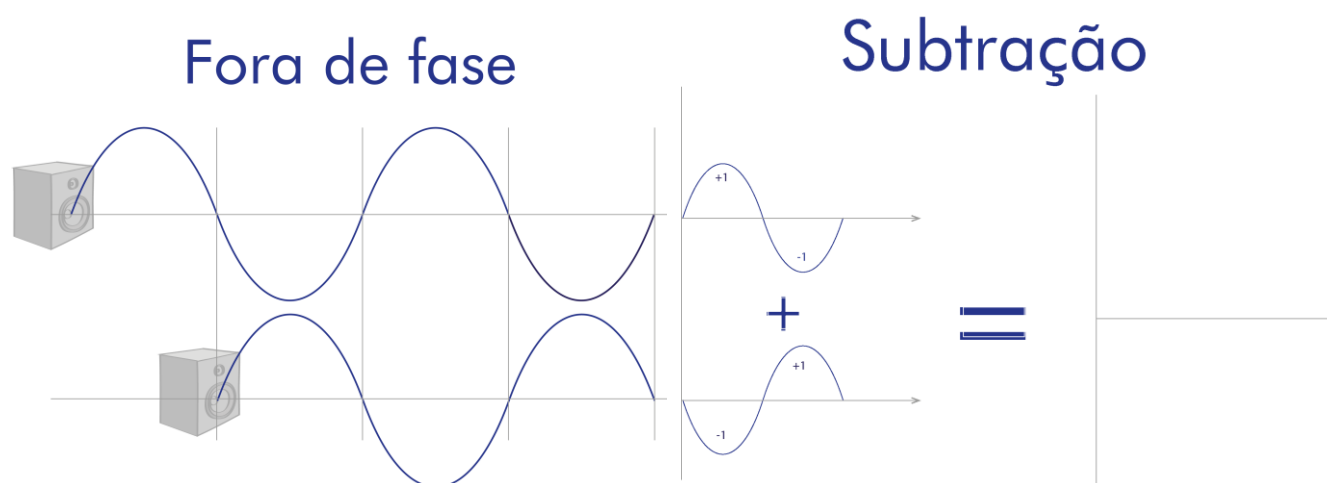
## Adição



Chamamos este acontecimento de "estar em fase" e perceberemos um aumento na intensidade deste som, pois a variação de pressão acaba ampliada. Agora, se tivermos duas caixas iguais, mas fora de fase entre si, quando a primeira estiver comprimindo o ar à sua frente, a outra estará descomprimindo. Com isto, teremos uma subtração entre os dois sons, que em teoria resultará em ausência de som (pois não teremos mais variação de pressão). É muito importante entendermos o que isso significa na prática. Por exemplo, numa microfonação em que podemos ter dois microfones em lugares diferentes de uma



sala, é de se esperar que cada um capte fases diferentes do som de um mesmo instrumento (uma vez que este som terá de percorrer caminhos e tempos diferentes até chegar a cada microfone). Juntar essas duas captações pode ser desastroso por conta destes cancelamentos.



A unidade usada para se medir a fase é o grau, que é expresso por um pequeno zero levantado. Pensando que os ciclos de um som se repetem como as voltas em um círculo, consideramos que eles cumprem 360 graus antes de voltar a repetir (e cada meio-ciclo de compressão e rarefação percorre 180 graus). Sons podem ser então descritos como defasados em x graus. Por exemplo, como seria o som resultante se tivermos dois sons defasados em 90 graus? Defasagens ocorrem muito na acústica, especialmente entre sons diretos e suas reflexões primárias.

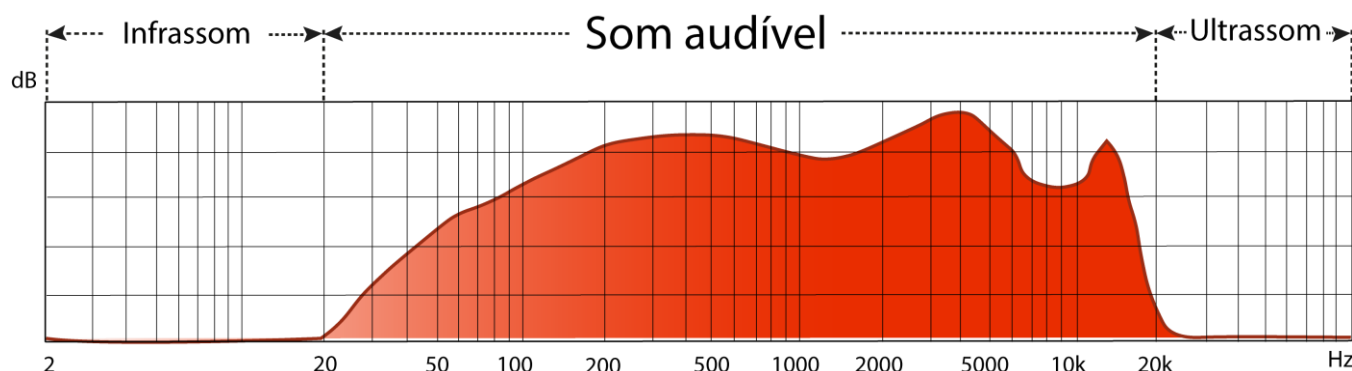
Um problema muito comum em acústica é a “speaker-boundary interference” (interferência entre falantes e superfícies próximas). Sons mais graves, normalmente até 500 Hz, têm a capacidade de contornar as caixas e se propagar para os lados. Ao refletir nas superfícies próximas (as paredes, por exemplo), elas irão percorrer um caminho mais longo e, por conta disso, acabarão defasadas em relação ao som que caminhou em linha reta até nossos ouvidos.

Ao se combinarem fora de fase com o som direto das caixas, teremos o cancelamento dessas frequências. As consequências típicas de quando escutamos sons com problemas de fase são a dificuldade de localizar instrumentos no palco sonoro e certos “buracos” em frequências graves. Estes problemas ocorrem caracteristicamente na transição entre o grave-agudo e médio-grave e dificulta bastante o acerto da sonoridade de instrumentos graves como o bumbo, o baixo ou a parte grave da caixa, entre outros.

Como último tópico por hoje vamos ver a questão da Percepção e como ela está sendo usada para uma Organização de sons em oitavas. Sua compreensão é essencial para o trabalho de um técnico de áudio! Observando a audição humana, percebemos que ela apresenta um decaimento gradual e



acentuado nas frequências graves e uma queda nas frequências agudas. Isto significa que nossa audição não é plana.



Os sons que ouvimos podem ser organizados em três regiões básicas: graves, médias e agudas. Graves seriam o baixo e o bumbo, médias seriam os teclados e as guitarras e agudas os pratos e o chimbau (contra-tempo ou hi-hat). Estas diferenças ocorrem porque as frequências que nossa voz produz são diretamente relacionadas à resposta de frequências de nossa audição. E da mesma maneira, nossos instrumentos foram construídos para emitir nesta mesma faixa de frequências. Consequentemente, nossas músicas também.

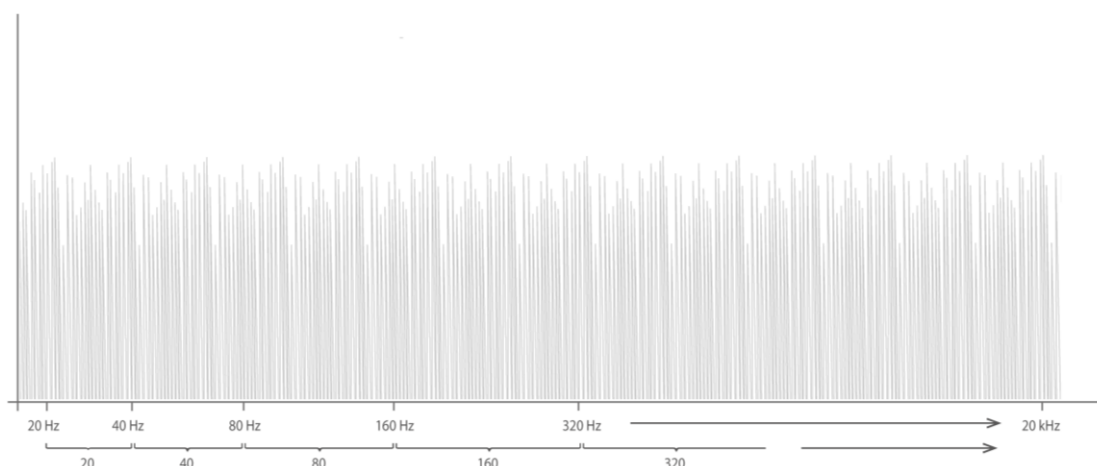
Outro aspecto muito importante para examinarmos alturas e este espectro são as oitavas. Uma oitava tem duas vezes mais ciclos por segundo do que a oitava anterior. Por exemplo, se você tiver 250 Hz, a oitava acima disso seria 500 Hz ( $2 \times 250$  Hz). Quem estudou música conhece o conceito das oitavas. Elas dividem o teclado de forma uniforme e, o que ouvimos, em distâncias iguais. O Dó "do meio" (C3) tem duas vezes mais ciclos por segundo (261,6 Hz) do que o Dó (C2) uma oitava abaixo (130,8 Hz). No mundo do áudio também usamos as oitavas, pois é a forma mais musical de organizar as diversas frequências do espectro. Podemos aplicar este conceito de oitavas para organizar o espectro de frequências que escutamos e usar estas definições de grave/médio/agudo. Assim, a oitava de 20 a 40 Hz seriam os grave-graves, os de 40 a 80 Hz os grave-médios, e por aí vai.

Como vimos anteriormente, sons de diferentes frequências não apenas soam diferentes, mas se propagam de maneiras diferentes, e, por isso, essas distinções são essenciais. Também podemos usar as oitavas para entender a diferença entre o ruído branco e o ruído rosa. Estes ruídos, empregados em medições acústicas e de áudio, apresentam todas as frequências soando ao mesmo tempo, mas com a diferença de que o ruído branco tem o mesmo volume em cada frequência, enquanto o ruído rosa tem o mesmo volume por oitava. Em uma representação gráfica de espectro por oitava, o ruído rosa seria, então, plano, enquanto o branco tem uma elevação por oitava, soando bem mais agudo.



Estes conceitos da divisão do espectro sonoro serão usados tempo todo em um projeto. Então, ao fazermos um projeto de reverberação, nos ocuparemos somente de seis oitavas: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz e 4 kHz. Na parte grave do espectro, abaixo de 200 Hz, iremos investigar problemas com as ondas estacionárias, e até 500 Hz iremos cuidar das “speaker-boundary interferences”. Já acima de 500 Hz, iremos cuidar das questões relevantes para o controle das reflexões primárias e tardias, que discutiremos em artigos futuros.

## Ruído Branco



## Ruído Rosa

