

## **Os segredos do Áudio e Vídeo – como entender o maravilhoso mundo eletrônico numa linguagem fácil.**

### **A natureza dos sons**

O início dos sons musicais se deu nos instrumentos antigos, que eram logicamente todos acústicos. Um instrumento acústico é aquele que produz sons por seus próprios recursos, sem a utilização de energia elétrica. A família do que se poderia chamar de violões, foram os primeiros instrumentos da história. Algo parecido com o alaúde, um braço, uma caixa acústica e algumas cordas. As cordas vibradas pelos sutis golpes dos dedos produzem determinados sons, os quais ressoam na caixa de madeira. Este conhecido som harmonioso das cordas vem fascinando o mundo há muito tempo. Ainda hoje, a caixa do violão guarda maravilhosos segredos.

O violino também um dos mais antigos instrumentos, é similar ao violão, porém, com braço e caixa menores. Quase todos os instrumentos acústicos possuem suas famílias. Acima do violino, vem a viola o violoncelo e o baixo. Os sons vão ficando mais graves com o aumento do braço, do comprimento e espessuras das cordas e do tamanho da caixa. O violino tem som mais fino(agudo) e o baixo som mais grosso(grave). Antes do violino, nasceu a viola da gamba, instrumento muito antigo, menor que um violoncelo e maior que a viola.

Outras famílias;

### **Violões**

Cavaquinho, viola e violão. O cavaquinho, bem brasileiro é o menor da família, como é menor seu som é mais agudo. A viola que é intermediário, possui o seu som mais agudo que o violão e menos agudo que o cavaquinho, com a particularidade de ter dez cordas ao invés de seis como o violão. O violão tão conhecido de nós, certamente é o companheiro maior dos compositores brasileiros. No México existe o violão como o nosso e no lugar do cavaquinho a charanga, que curiosamente utiliza uma casca de algo similar a um tatu, como a caixa acústica do instrumento, que é fechado com couro resinado. Existe também no México um grande violão, utilizado pelos trios típicos mexicanos e Mariaches, que possui um som que é um pouco menos grave que o baixo acústico, mas é tocado como o violão, na horizontal e não na vertical como o baixo acústico do jazz. As madeiras dos violões são muito importantes e costumam ser muito secas e finas. O violão, como os violinos recebem vernizes especiais no seu acabamento, o que finaliza o som e timbre característicos, para que o instrumento tenha estabilidade de som, caso contrário a madeira sofreria interferências de umidade e calor tornando instável sua afinação.

## **Sopros de metal**

### **Saxofone**

Sax sopranino, soprano reto e curvo, alto, tenor, barítono e baixo, este último muito raro. Os Sax são os instrumentos de sopro dos mais complexos, eles utilizam a chamada boquilha, onde é presa a palheta, a vibração da palheta é que produz o som característico do Sax, mais rouco. Além disso, os Sax possuem muitos registros (chaves), que são abertas e fechadas para produzirem as notas. Os Sax costumam ter três escalas musicais. Os Sax menores produzem sons mais agudos e os maiores sons mais graves.

### **Trumpete**

Estes instrumentos possuem registros mais simples, em geral apenas três. A maior dificuldade desse instrumento é a embocadura, é desta forma que o som é produzido. Na família temos o trumpete, o flugue horn e outras variações de tamanho, como aquele pequenino que o Jô Soares toca.

### **Trombone**

Normalmente o trombone não possui chaves e sim vara, porém alguns menos comuns utilizam as chaves. É da movimentação da vara, que são provocadas as mudanças das notas. Este também é um instrumento difícil, é como tocar um baixo sem trastes (divisões no braço que orientam o músico nas escalas e notas).

### **Flauta Transversal**

Este é também um instrumento de difícil embocadura. A flauta transversal também possui chaves. Este é um dos instrumentos tocados pelo famoso Derico do Jô onze e meia e instrumento que eternizou o Altamiro Carrilho.

## **Sopros de madeira**

Talvez o único instrumento do gênero utilizado em música popular, tenha sido o clarinete. Um outro sopro de madeira é o Oboé, utilizado em música erudita. O clarinete se parece fisicamente com um sax alto reto, porém, seu som é muito mais doce, devido à madeira. Isto está diretamente relacionado com o timbre, pela vibração da madeira em relação à vibração do metal. Temos também a flauta doce cuja embocadura é bem mais fácil, por ser reta e não transversa. Esta flauta além de utilizar madeira em versões mais antigas, veio a ganhar uma versão sintética nos tempos modernos, a qual utiliza um composto plástico tipo baquelite.

## **Bateria**

Na bateria existe uma família completa, os pratos que são bems agudos e existem vários diâmetros, a caixa, os tambores(conhecidos como tom tom), que geralmente são em dois, o surdo e o bumbo. A bateria é muito interessante no aspecto acústico, a qual utiliza o sistema do tambor, um cilindro de madeira com uma ou duas peles que fecham as superfícies abertas nos dois lados do cilindro. A afinação do instrumento se dá no apertar das peles na caixa(cilindro) de madeira. Ao apertar a pele, subimos o tom e ao soltar, descemos o tom. Tom pode ser entendido tecnicamente como freqüência. A curiosidade da bateria é a caixa. A caixa possui um dispositivo conhecido como esteira. Trata-se de uma faixa composta de várias linhas metálicas similares a uma corda de violão. O contato

da esteira coma pele traseira da caixa, confere a ela o som metálico que conhecemos. A esteira pode ser “desligada “ , através de uma alavanca que desencosta-a da pela. Desta forma o som fica similar ao de um tambor. Este recurso é utilizado em certas partes das músicas.

### **Cravo**

O cravo é muito parecido com o piano. Possui muitas cordas na posição horizontal, dispostas paralelamente umas das outras e presas num grande quadro assimétricos. Cada corda tem um comprimento diferente, as mais agudas são mais curtas e as mais graves, mais compridas. Quando apertamos uma tecla do cravo, um mecanismo pinça a corda que gera aquele som “raspado”. O cravo não tem dinâmica ou seja, não responde á força aplicada no teclado.

### **Piano**

Similar ao cravo, porém com mais cordas e com timbre mais graves, o piano foi inventado para suprir a falta de dinâmica do cravo. Ao invés do mecanismo de pinçagem o piano utiliza um sistema de percussão, através de pequenos martelos de madeira recobertos de feltro. Desta forma, se aplicarmos mais força na tecla o golpe é mais forte e conseqüentemente o nível do som também, ao contrário, se for aplicada uma força menor o som é igualmente mais fraco. Fraco ou suave no idioma italiano é piano, daí o nome do instrumento. Tanto o piano como o cravo, possuem suas caixas de madeira que compõe o seu som. No caso dos pianos, temos os de cauda e os de armário, este último para uso de aula e doméstico.

Para entender melhor toda a história e magia dos sons, vamos falar sobre uma outra classificação dos instrumentos.

***Instrumentos harmônicos*** são aqueles que produzem várias notas ao mesmo tempo, como o violão, piano, cravo, guitarra, teclados, etc

***Instrumentos melódicos*** são aqueles que produzem uma nota de cada vez, como o violino, saxofones, flautas, etc. Saiba que cada uma das quatro cordas do violino é tocada uma a cada vez.

***Rítmicos*** são aqueles que fazem a marcação do tempo musical, como a bateria e os instrumentos de percussão.

**O baixo é o mais curioso dos instrumentos nesta classificação, pois ele é ao mesmo tempo, harmônico, melódico e rítmico.**

### ***Explicando a geração dos sons nos instrumentos***

A geração de som dos saxofones é muito interessante. O corpo curvo que termina por uma corneta, que imita a nossa orelha, tem como finalidade amplificar e emitir os sons gerados. No início do saxofone, existe uma fina garganta que nela é engatada um bico, chamado de boquilha. Na boquilha é presa uma fina lâmina de bambú chamada de palheta, que é comprimida de um lado e aberta do outro. Ao soprar na boquilha a palheta vibra e produz um som fino, que ao passar pelo corpo de metal do instrumento, torna-se mais grave e rouco. Aí está a invenção de Adolf Sax, determinou a cara do Jazz.

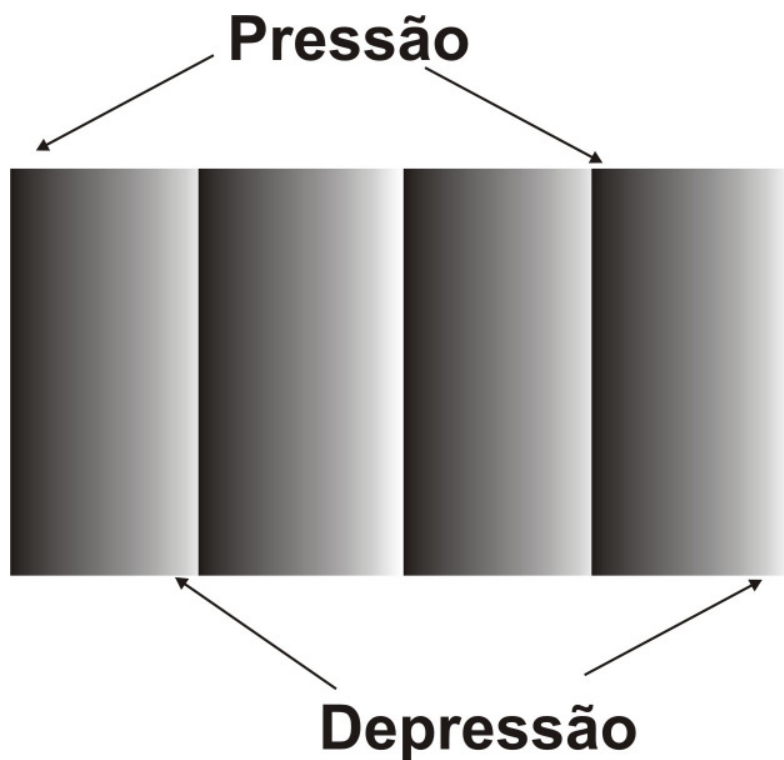
Da mesma forma o violão tão popular no Brasil é igualmente fascinante. A corda presa de um dos lados do violão e do outro com regulagem através de um esticador chamado de cravilha, está a frente do braço na mão esquerda e terminando no furo da caixa. O Maior segredo do violão é sua caixa acústica. Feita de madeira extremamente seca, e com um desenho todo especial, guarda segredos maravilhosos. Por dentro da caixa existem reforços em pontos estratégicos, de tal sorte que ao receber a onda sonora resultado da vibração da corda perturbada pelo dedo do violonista, as ondas sonoras ganham a caixa acústica através do buraco redondo da caixa. Este som singelo e de pequena energia acústica ao entrar na caixa se amplifica, ganha corpo e sonoridade. Este é o segredo desta família. O mesmo conceito se estende à família do violino, porém, aqui as cordas são perturbadas por atrito, através de uma vara com cordas feitas de carneiro. O timbre é definido pelo comprimento da corda e pelo tamanho da caixa acústica.

### ***Os sons naturais***

Os sons naturais são os produzidos pelos instrumentos acústicos. Desde o primórdio dos tempos os instrumentos antigos se baseiam nos fenômenos acústicos. Os instrumentos antigos tais como, viola da gamba, cítara, cravo, entre outros, deram origem aos instrumentos que conhecemos hoje. Em última análise, os sons naturais são os dos instrumentos acústicos, são os mais ricos, por possuírem maior quantidade de harmônicos, diz-se que um som é rico quando ele possui até o sétimo harmônico. Um violão mal construído ou tocado muito apertado ao corpo, não chegará até a sexto harmônico. Todos os sons musicais que conhecemos se originaram de instrumentos acústicos. Os instrumentos eletrônicos também são derivações dos instrumentos acústicos como guitarras, teclados, baixo elétrico, etc.

### ***O som***

O som é uma variação de pressão no ar capaz de sensibilizar nossos ouvidos. Quando balançamos um serrote, ele perturba o ar provocando um determinado som. Quando assobiamos, estamos causando um outro tipo de perturbação no ar, e conseqüentemente, um som diferente. O som se propaga a uma velocidade de 343 metros por segundo, medidos a uma temperatura de 22<sup>o</sup> C. A velocidade aumenta com o aumento da temperatura.



### ***Propagação do som***

O som se propaga através dos meios da natureza, tais como, água, ar e meios sólidos. Para o nosso mundo real, o meio mais comum é o ar. A partir da fonte sonora, o som se propaga por todas as direções. Os sons mais agudos são mais direcionais que os graves. Veremos mais adiante o conceito de frequência, que está relacionado com graves, médios e agudos.

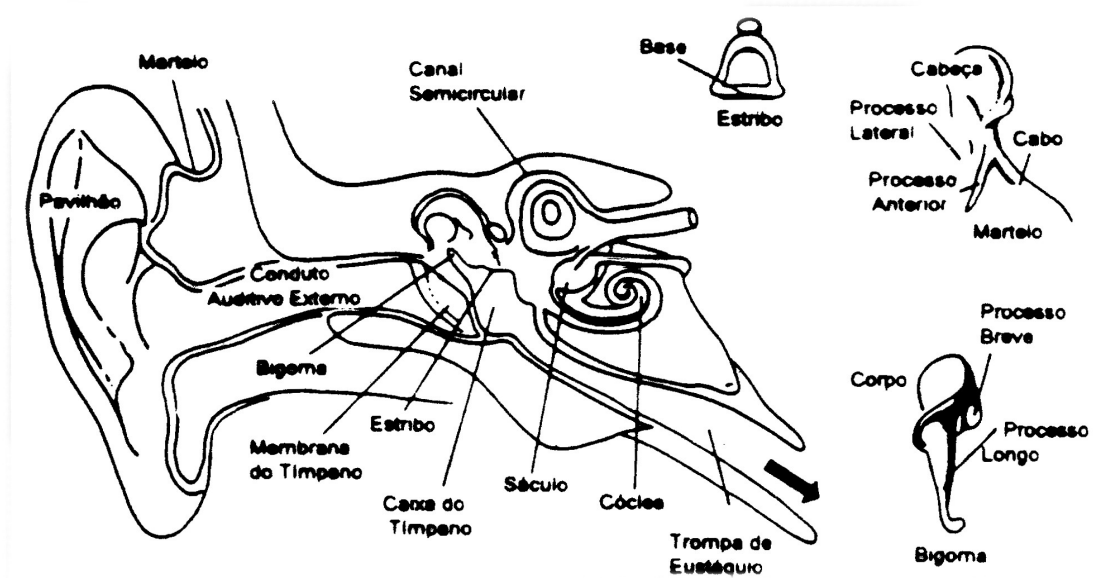


## **A dispersão sonora se dá de forma emisférica e radial por todos os lados**

### ***O mecanismo da audição humana***

A variação de pressão acima citada, chega até a nossa orelha, que tem a função de coletar a onda sonora e comprimi-la no tímpano, finíssima membrana que vibra com a pressão sonora. A vibração do tímpano, é transmitida até uma segunda membrana, já no ouvido interno, chamado de cóclea, através de um conjunto mecânico composto de três peças, martelo, bigorna e estribo. A segunda membrana, a da cóclea, veda um fluído que a preenche toda. A cóclea possui a forma de um caracol, que além de preenchido com o fluído, é habitado por milhões de pelinhos, chamados de gângleos. Após a compressão inicial do tímpano transmitido até o fluído na cóclea, que é dividida em três seções responsáveis pelo reconhecimento das diferentes frequências, os gângleos se movimentam através do deslocamento do fluído. Os minuciosos movimentos dos gângleos geram impulsos elétricos ao nosso cérebro, causando-nos a sensação do som. Devemos lembrar que todo o corpo humano é controlado por impulsos elétricos, nossos músculos, nosso paladar, a excitação da luz de nossa visão. Nossos pensamentos em nosso cérebro, funcionam como um computador, que armazena informações e estas são liberadas por comandos elétricos que comandam nossa vontade. A bio-engenharia faz hoje estudos de impulsos elétricos diretamente em músculos, que fazem pessoas paráliticas darem novos passos após muitos anos de imobilização. Os impulsos substituem aqueles que o cérebro ainda envia, porém, não mais chegam ao local correto.

No futuro as caixas acústicas, amplificadores e demais fontes serão substituídos minúsculos receptores que ficarão no nosso corpo, recebendo informações ou músicas que serão transmitidas diretamente para o nosso cérebro, sem passar necessariamente pelos ouvidos.



### ***Percepção da direção dos sons***

Nosso mecanismo de audição utiliza o fato de termos dois ouvidos, atuando de duas formas : pela diferença de tempo em que a onda sonora chega em cada um dos ouvidos, e pela intensidade de som imprimida em cada ouvido. A diferença de tempo é melhor para freqüências abaixo de 3.000 Hz. A diferença de intensidade é melhor acima de 3.000 Hz, o osso do crânio consegue bloquear as freqüências altas, fazendo que a onda sonora entre apenas pelos ouvidos. As freqüências baixas, ao contrário, conseguem atravessar o osso do crânio movendo o fluido da cóclea também desta forma, interferindo no reconhecimento da direção. Esta é uma das razões de não percebermos a direção das freqüências graves.

### ***Os limites da audição***

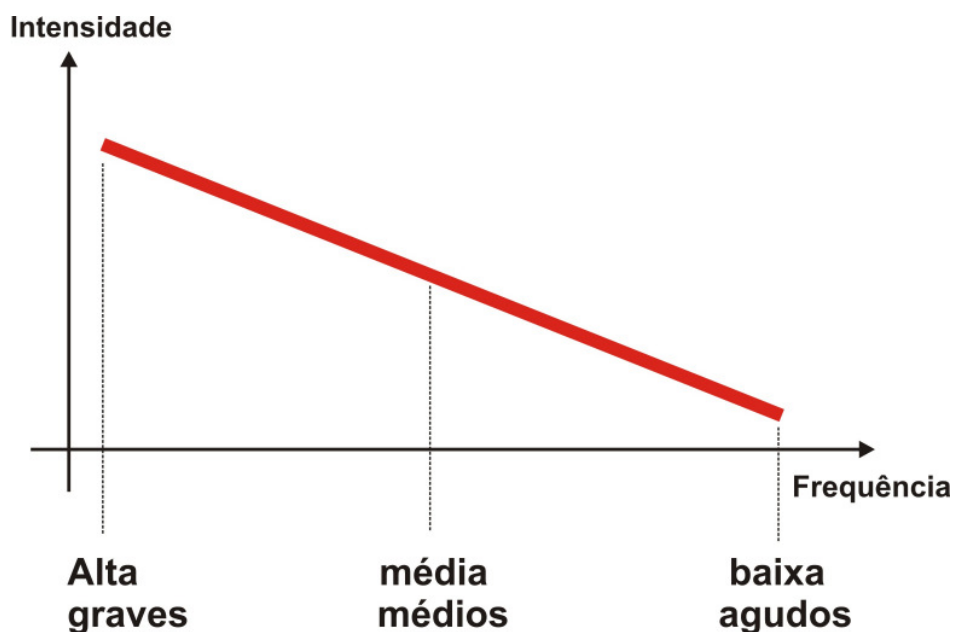
Nossa audição é muito sensível, inicia-se em cerca de 35 dB, valor do ruído de fundo de silêncio total no campo, até 120 dB, ruído da turbina de um jato a cerca de 20 metros de distância. Quando nosso ouvido é exposto a uma pressão sonora acima dos limites, o tímpano pode ser perfurado, ou alguns gânglios podem ficar colados na parede da cóclea de forma irreversível. Isto acaba gerando um ruído contínuo, como se fosse uma rádio fora da estação, geralmente com som mais agudo.

### ***Escala de níveis de sons***

<b>Situação</b>	<b>dB</b>
Início da dor	140
Turbina de avião a jato	130
Show de rock	110
Ruído de caminhão pesado	100
Tráfego intenso de uma metrópole	90
Cinema comercial Dolby Digital/DTS	85
Nível alto de conversação	70
Nível normal de conversação	55
Biblioteca	40
Silêncio no campo	20
Início da audição humana	0

### ***Energia dos sons***

A energia se distribui no espectro sonoro de uma maneira muito especial. A energia é maior nos graves de subwoofer, que é menor nos médios graves, que por sua vez é menor que nos médios e por fim a menor energia que está nos agudos. A quantidade de energia está diretamente ligada com o deslocamento dos cones dos alto-falantes. Você já viu um alto-falante vibrando, e nunca viu o mesmo acontecer com um tweeter.

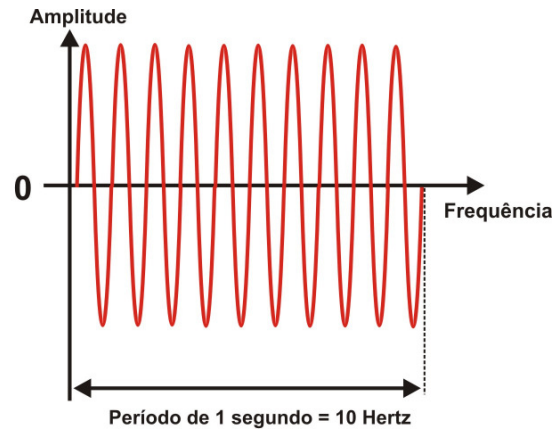
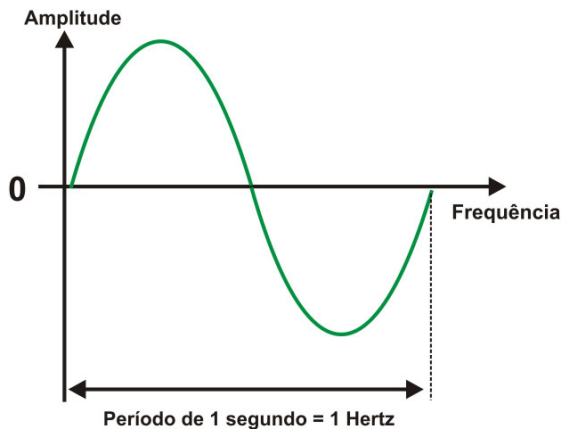


### ***Conceitos físicos do som***

#### ***Frequência***

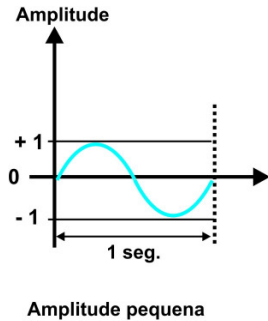
Este conceito está relacionado com o tipo de som que ouvimos. Frequências baixas estão relacionadas aos sons graves, as frequências médias referem-se aos sons médios e as altas frequências altas se relacionam aos sons agudos. Conforme a figura, a frequência é a quantidade de ciclos que ocorrem em um segundo. Adotou-se que a quantidade de ciclos em um segundo seria chamada de Hertz, nome do físico que descobriu a propriedade. Quanto maior a frequência maior o tom, ou seja, os tons serão mais agudos. Em contrapartida, quanto menor a frequência, menor o tom.

Os graves de subwoofer estão entre 10 e 100 Hz. Os médio graves de 100 a 300 Hz, os médios de 300 a 3.500 Hz e os agudos de 3.500 a 20.000 Hz. Hertz se abrevia como Hz. Quando chegamos a casa dos 1000 Hz, costumamos a expressar como KHz, da mesma forma que utilizamos 1 Kg para expressar 1000 gramas.



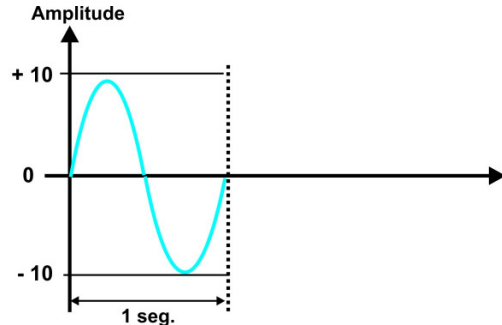
### **Intensidade**

A intensidade está relacionada com a amplitude da onda sonora. O famoso amplificador, tem a origem de seu nome aqui, que significa aumentar a amplitude da onda, que nos leva a um aumento de intensidade sonora. A intensidade sonora é expressa em dB (decibel). Decibel é a décima parte de um Bell, assim como temos metros, centímetros e decímetros, que é a décima parte de um metro. Provavelmente o Bell deve ter tido origem em um antigo sino de igreja, e ter sido adotado como medida inicial de som. Como o som do sino se mostrou extremamente alto para o nosso cotidiano, foi adotada sua décima parte.



Amplitude pequena

**Amplificador**



Amplitude grande

A matemática do decibel é muito interessante pois nos permite estabelecer a relação entre duas grandezas. Esta constatação é impressionante, veja o exemplo. Qual a diferença de intensidade entre duas medidas de potência, exemplo: uma de 200 WRMS e outra de 100 WRMS.

$$\text{Intensidade} = 10 \log P1 / P2 \quad I = 10 \log 200 / 100I = 10 \log 2$$

$$I = 10 \times 0,301I = 3 \text{ dB}$$