

## PARTE I – FUNDAMENTOS DE ÁUDIO

Nesta primeira parte vamos definir o que é som, quais são suas características, quais equipamentos são utilizados em um sistema de sonorização e o papel de cada um deles.

Então, nossa primeira pergunta é, **mas o que é som?** O grande (e pesado) Aurélio, define som como "fenômeno acústico que consiste na propagação de ondas sonoras produzidas por um corpo que vibra em meio material elástico. Sensação auditiva criada por esse fenômeno". Está claro!? Imagino que não muito...

Vamos tentar os livros de Física e Acústica. Eles definem som mais ou menos assim: forma de energia mecânica que se propaga como onda longitudinal num meio material e que tem a propriedade de sensibilizar nossos ouvidos.

Não precisa resmungar, o que eles querem dizer é que o som é:

- Energia: quem nunca sentiu a roupa balançar perto de uma caixa acústica? Ou quem nunca sentiu o corpo tremer com um som grave?
- Produzido por vibrações: observe a corda de um violão, ela só produz som quando vibra, certo? Idem para um prato de bateria ou qualquer de seus tambores. Nós falamos fazendo o ar passar através de nossas cordas vocais que vibram conforme nosso cérebro comanda as palavras. Para ouvirmos, essas vibrações chegam aos nossos ouvidos que possuem uma membrana, nossos tímpanos, que também passam a vibrar; essas vibrações são transformadas em impulsos nervosos enviados para nosso cérebro que faz com que entendamos o que está chegando aos nossos ouvidos.
- Que se propagam em um meio: normalmente ouvimos o som através do ar, mas será que você nunca reparou que pode ouvir alguém conversando do outro lado da parede em uma sala fechada? Se você mergulhar em uma piscina, e alguém gritar seu nome, você não pode ouvir? Você nunca brincou, ou viu alguém brincar, com aqueles telefones feito com copinhos e uma linha esticada? Isso nos mostra que além de se propagar no ar, o som se propaga também nos sólidos e nos líquidos.

Portanto, o som se origina de uma vibração que se propaga pelo ar, ou outro meio, até chegar a nossos ouvidos.

Para que possamos trabalhar o som em um sistema de sonorização é preciso que ele esteja em forma de eletricidade. Utilizamos o termo **signal** para nos referirmos ao som nessa forma.

### As Características do Som

O som possui quatro características:

- Intensidade: relativa à força do som, distingue sons mais fracos de sons mais fortes. Imagine uma balada e um rock tocados ao piano ou violão, a balada é tocada mais fraca, com menor intensidade, enquanto o rock é mais intenso, mais forte. Há uma medida chamada decibel que se relaciona com a intensidade.
- Timbre: é através dele que podemos identificar um mesmo som produzido por fontes diferentes

como, por exemplo, dois instrumentos musicais tocando a mesma nota ou duas pessoas cantarolando a mesma melodia. O timbre de cada instrumento, ou pessoa, é único, como uma impressão digital.

- **Duração:** se os sons são mais longos ou mais curtos (tempo).
- **Altura:** se os sons são graves ou agudos. Os sons mais baixos são os graves, como o som de um contrabaixo, de uma trompa, do bumbo da bateria. Os sons mais altos são os agudos como os de um apito, flautim, ou a voz de um soprano lírico. Os sons intermediários são os médios, como a maioria das vozes das pessoas, ou aqueles radinhos AM. A altura do som é ligada à sua frequência.

**Frequência** significa o quanto alguma coisa se repete e se essa repetição é maior ou menor. Como o som é produzido por vibrações, a frequência corresponde a quantidade de vibrações em um segundo; e a representamos usando a unidade Hertz (lê-se "rértiz"), abreviada por Hz. Os sons mais agudos possuem uma frequência maior (mais alta) e os graves uma frequência menor (mais baixa). O ouvido humano, quando bem cuidado, ouve de 20Hz até 20000Hz (20kHz). A capacidade de ouvir os sons agudos diminui naturalmente à medida que envelhecemos.

A frequência da nota lá da oitava central é de 440Hz, ou seja, o som correspondente à esta nota vibra 440 vezes em um segundo. Esta é a nota usada como base para a afinação dos instrumentos musicais.

O **decibel** é uma medida relativa da intensidade do som. Como seria impossível medir o som numa escala de 0 a 10, por exemplo, é necessário tomar um valor de referência e fazer as medidas relativas a esse valor. Essas referências podem ser medidas elétricas, medidas de pressão sonora (algo como o "tapa no ouvido" daqueles slogans de aparelhos de som), medidas da intensidade mínima que o ouvido humano é capaz de perceber, etc. O símbolo do decibel é o dB.

## O papel de cada equipamento

Uma divisão informal dos equipamentos de um sistema de sonorização pode ser entre os que captam os sinais de áudio (microfones e direct-boxes), os que trabalham, ou processam, esse sinal (mesa, equalizador, compressor, efeito) e os responsáveis por transmitir o resultado final para os ouvintes (amplificadores e caixas-acústicas).

**Microfones:** dispositivos responsáveis pela captação do som e pela sua conversão em sinal elétrico. Eles são as primeiras peças do sistema e das que mais influenciam no resultado final. Precisamos utilizar microfones de qualidade e apropriados para cada aplicação. Existem microfones que são específicos para vocais, geralmente possuindo uma resposta moldada para dar mais corpo e brilho a voz; microfones para instrumentos costumam ser mais fechados, para pegar apenas o que está na frente (alto-falante, tons e caixa de baterias); microfones de bumbo possuem uma resposta melhor nas baixas frequências; microfones para coral, ou shotgun, para microfonação a distância, possuem um alcance longo e estreito (diretivos).

**Direct-boxes:** alguns instrumentos, especialmente teclados e contrabaixos, possuem frequências graves que não conseguem ser captadas por microfones. Por isso, para "microfonar" esses instrumentos usamos direct boxes, que são divisores eletrônicos ligados entre o instrumento e o combo (cubo), com saída também para a mesa de som. O direct-box (DI Box) preserva o som que sai do instrumento e atenua o sinal para a ligação na mesa de som.

**Mesas de som:** também conhecida como mixer, do termo original em inglês, a mesa de som é o principal componente do sistema. Nela nós misturamos todos os sinais, mas principalmente, além de misturar, nós controlamos essa mistura equilibrando os volumes da maneira correta e

regulando o sinal de cada canal para se ter o melhor resultado possível.

**Equalizadores:** devido às influências do ambiente (acústica) e aos equipamentos, nunca temos o som desejado, podemos perder um pouco de agudo, ou um pouco de grave, às vezes temos algumas frequências sobrando, o som está embotado, ou coisas desse tipo. A equalização (ajuste do equalizador) visa corrigir essas imperfeições reforçando ou atenuando o sinal em cada frequência para que possamos ouvir a todas com a mesma intensidade (resposta de frequência uniforme), melhorando a qualidade final do som. É importante ressaltar, porém, que o equalizador não resolve problemas acústicos e que não é o único equipamento ajustado para se obter o melhor resultado sonoro.

**Processadores de dinâmica:** a dinâmica musical se constitui das variações de intensidade e das nuances de um programa musical, é algo bem conhecido para músicos. Pense em uma música bastante trabalhada, certamente ela tem trechos vocais quase sussurrantes e grandiosos e explosivos refrões, solos instrumentais arrasadores e aquela “quebradinha” bem suave; essa é a dinâmica da música, a variação da sua intensidade de execução. Um orador ora fala com intensidade normal, ora fala propositadamente mais baixo, mais alto, ou até grita. Os processadores de dinâmica entram em cena para ressaltar a dinâmica e prevenir excessos tanto para o equipamento como para nossos ouvidos, protegendo ambos. Os processadores de dinâmica existentes são os **compressores**, os **limiters** (limitadores), os **noise gates**, os **expanders** (expansores) e os companders (compressores-expansores). Os compressores e os gates são os mais utilizados.

Os compressores atenuam o sinal de entrada quando este passa acima de um certo limiar (nível) escolhido pelo usuário e a atenuação se dá numa proporção também escolhida pelo usuário; isso melhora a resposta do sistema de sonorização à dinâmica e ainda preserva equipamentos e ouvidos.

Os noise-gates (ou expander gates) atuam como “botões mute (que emudecem o som) inteligentes”. Imagine a seguinte situação: um orador está falando normalmente e só percebemos sua voz, quando ele faz uma pausa ouvimos aquele ruído de fundo captado pelo microfone. O ideal seria cortar o som do microfone durante a pausa e abri-lo novamente quando o orador for falar. É exatamente isto o que os noise gates fazem.

**Efeitos:** são aparelhos que modificam o som, essa modificação pode ser produzida de maneira analógica (hoje praticamente só utilizada para instrumentos) ou digital. Os efeitos digitais mais comuns são o reverber (reverberação) que simula ambientes como hall (sala pequena), stadium (estádio) e church (igreja); o delay que atrasa o som podendo gerar eco de acordo com o tempo de atraso e o chorus que simula várias vozes, ou instrumentos, a partir de um; esses efeitos possuem infinitudes de variações, além de obviamente existirem muitos outros tipos de efeito.

**Amplificadores:** amplificam (aumentam) o sinal de áudio para que tenham potência suficiente para alimentar as caixas acústicas. Também são conhecidos como potências.

**Crossovers:** é comum termos mais de uma caixa acústica para responder à todas as frequências (graves, médios e agudos). Mesmo numa caixa acústica dita “full-range”, ou seja, que responde à todas as frequências, há alto-falantes diferentes para cada faixa. Os crossovers são divisores de frequências, eles separam os sinais agudos, médios e graves para as caixas, ou alto-falantes, correspondentes. Uma configuração muito comum atualmente é a de uma caixa “full-range”, que possui um divisor de frequências interno, ligada com uma caixa de graves, utilizando um divisor externo.

**Caixas-acústicas:** acomodam os alto-falantes que fazem a conversão do sinal elétrico novamente em som, transmitindo-o para os ouvintes.

## PARTE II – PLANEJAMENTO DO SISTEMA

Nesta segunda parte veremos quais passos devem ser trilhados para o planejamento do sistema de sonorização ideal para a necessidade de cada igreja. As mesmas considerações podem ser ampliadas para a parte de multimídia (projeção) e iluminação. É bom ter como premissas:

- a importância do “ouvir bem” para o bom andamento dos cultos e demais atividades da igreja (inclusive no plano espiritual);
- o investimento (quantia em dinheiro) significativo em um sistema de sonorização (o dinheiro precisa ser muito bem aproveitado);
- a vida útil de um sistema de sonorização bem planejado é alta (vários anos).

O primeiro ponto que deve ser observado ao se planejar um sistema de sonorização, ou a modificação de um sistema de sonorização existente, é a **definição das necessidades da igreja**. Nesta hora deve-se fazer perguntas como:

- O local em que a igreja se encontra é próprio ou alugado? A igreja planeja mudar de local? Em que horizonte de tempo?
  - Essas perguntas implicam na definição de um projeto mais flexível, ou mais personalizado.
- Qual o perfil musical da igreja?
  - Há igrejas em que só há piano, órgão e voz. Enquanto em outras há orquestras e em outras bandas. Algumas tocam ritmos como soul e rock normalmente. Em outras ainda acontecem grandes eventos musicais e também os chamados shows de evangelismo. Esse perfil tem um grande impacto no projeto do sistema de sonorização.
- Existem problemas acústicos dentro da igreja, como eco, por exemplo?
- Existe vazamento de som para a vizinhança?
- Existe a interferência de som externo à igreja (ruído de carros passando em avenidas, por exemplo)?
  - Essas três últimas perguntas tratam da acústica. Se há problemas internos que devem ser tratados (absorção, reflexão e difusão); e se há problemas de isolamento seja de dentro para fora, ou de fora para dentro. Problemas acústicos devem receber tratamento especial, pois não podem ser resolvidos com equipamentos, mas sim com tratamento adequado.
- Qual a verba disponível?
  - Pode parecer o ponto mais óbvio mas, na prática, não é. É necessário fazer um planejamento em função do que se quer e do que se pode comprar, dividindo as etapas da implantação do sistema coerentemente dentro dessa limitação.
- Quantas pessoas fazem parte da equipe técnica da igreja? Qual a capacitação delas?
  - Será necessário investir no aperfeiçoamento dos operadores atuais? Será necessário investir na formação de novos operadores?

Respondidas essas perguntas temos de maneira clara as necessidades da igreja ou, **o objetivo a ser alcançado**. A próxima fase é transformar essas necessidades ainda subjetivas em especificações concretas, o **projeto**.

O projeto de um sistema de sonorização deve ser feito por um profissional habilitado para isso (o que via de regra não inclui vendedores de loja). Em caso de locais já existentes, o ideal é que o profissional vá ao local onde o sistema será instalado para coletar os dados necessários ao projeto e efetuar medições acústicas. Na impossibilidade disso, ou para locais em projeto, o profissional necessitará de uma série de dados além dos questionamentos feitos na etapa da definição das necessidades. Alguns desses dados são: planta do local com dimensões e especificação dos materiais de todas as superfícies (forrações, piso, paredes, palco, etc.); especificação de todo o mobiliário (cadeiras, bancos, etc.); mapa do local onde se encontra a igreja indicando pontos críticos como a presença de residências ou fontes de ruído externo; etc.

Muitos reclamam dos custos do projeto de sonorização. Infelizmente ainda há uma cultura em nosso país de não valorizar os serviços, apenas os equipamentos. Mas a questão é simples, sem um bom projeto, o dinheiro investido em equipamento será desperdiçado em maior ou menor escala. Um bom projeto garantirá, dentro das necessidades e restrições, o menor custo e o maior benefício. Ou seja, a máxima satisfação possível.

Colocando um “bedelho” no projeto alheio, gostaria de colocar algumas soluções menos comuns que podem ser consideradas atualmente em um projeto de sonorização:

**Mesa analógica integrada:** para igrejas pequenas. Elas já dispõem de processadores de efeitos e equalizadores no mesmo equipamento. Há modelos que, inclusive, são amplificados. A desvantagem é que ocorrendo um defeito, perde-se temporariamente todo o equipamento. A grande vantagem é que pelo valor de uma mesa adquire-se mais equipamentos (e de qualidade compatível).

**Mesa digital:** com a popularização das mesas digitais seus custos caíram bastante. Uma mesa digital sozinha, além de fornecer uma ótima qualidade de áudio, coloca às mãos do operador um rack de equipamentos que seria impossível de se ter de outra forma, seja pelo custo, seja mesmo pelo espaço. Boas mesas digitais oferecem diversos processadores de efeito, processador de dinâmica individual por canal, múltiplos equalizadores paramétricos, etc. Além da mesa analógica, elas substituem todos os periféricos.

**Bateria eletrônica:** outro equipamento digital que teve uma diminuição de custo e um aumento de qualidade, oferecendo uma opção muito interessante em relação ao instrumento acústico. Uma bateria eletrônica elimina os problemas acústicos causados pela bateria convencional (volume muito alto cobrindo outros instrumentos e vozes e gerando reflexões excessivas), a dificuldade de captação do som (uma bateria convencional precisa ao menos cinco microfones para uma boa captação, ocupando cinco canais da mesa de som e, idealmente, gates e compressores) e oferece uma gama de timbres que seria impossível de se obter em um único instrumento (diversos sons de bateria em um mesmo instrumento).

**Monitoração “in-ear”:** o uso de fones de ouvido elimina o problema dos retornos convencionais (volume excessivo, distribuição dos instrumentos no retorno, microfonia, interferência no PA, etc.) a um custo muito interessante, podendo ser inferior ao do retorno convencional. É possível trabalhar um sistema híbrido, deixando a monitoração com fones para músicos e mantendo uma monitoração convencional para o pastor, por exemplo.

**Line arrays** em ambientes internos: os line arrays se popularizaram como uma das melhores soluções para ambientes externos. O que tem sido pouco difundido, porém, é seu uso em ambientes internos oferecendo altíssima fidelidade de áudio. Podendo ser uma opção melhor que os PAs em fly, ou clusters centrais (obviamente isso depende de uma análise de viabilidade técnica e de um bom projeto).

**Caixas ativas:** as caixas acústicas com amplificadores incorporados têm se tornado padrão de

mercado para caixas de baixa e média potência. Eliminam o problema de casamento de impedância e dimensionamento incorreto de potências. Algumas chegam a incorporar até equalizadores e processadores de dinâmica.

Com o projeto pronto, é hora de **executar o projeto**, o que pode ser feito de uma vez, ou em partes, seja por questões técnicas, seja por questões financeiras. É necessário planejar o cronograma de aquisição e execução (o que pode ser parte do próprio projeto ainda).

A **compra** do material deve levar em conta o padrão de qualidade, devendo haver um equilíbrio entre todos os equipamentos e as possibilidades acústicas e financeiras. Ou seja, não adianta um equipamento “top de linha” em um local que não possui ótimas condições acústicas (planejadas), mesmo que não apresente um problema acústico crônico como eco. Também não adianta aquele microfone famoso pela qualidade (de verdade) e uma caixa acústica “caseira”.

Outro ponto importante na aquisição do material é refletir sobre o adquirir tudo de uma vez, ou apenas o essencial para complementar posteriormente, fazendo algo modular. Exemplificando, é melhor adquirir apenas mesa e equalizadores de melhor qualidade, para depois colocar processadores de dinâmica e de efeitos; ou adquirir tudo de uma vez, com a mesma verba, rebaixando a qualidade?

A **instalação** requer cuidados especiais. Não adianta gastar em equipamento e economizar na instalação, além de não obter a qualidade possível, vai se diminuir a vida útil do sistema e, eventualmente, até provocar problemas nos equipamentos. Cabeamento e conectorização de qualidade são fundamentais (tanto o material como a montagem). A instalação elétrica bem dimensionada, com proteção adequada e bom aterramento, também é imprescindível!

Os detalhes em uma instalação são fundamentais. Um cabo mal feito, ou alguns centímetros de erro no posicionamento das caixas podem provocar uma perda de qualidade inimaginável!

O **ajuste** do equipamento após a instalação (“alinhamento do sistema”) também deve ser feito por um profissional habilitado e, sempre que possível, utilizando-se de equipamentos para garantir um resultado mais preciso.

Finalmente, há a **manutenção preventiva** do sistema que deve ser periódica. Deve-se fazer uma manutenção básica em intervalos menores, de um a três meses, e uma manutenção completa, em intervalos de seis meses a um ano.

Na manutenção básica deve ser feita a limpeza dos equipamentos, cabos e conectores, conectando-se novamente todo o equipamento. Aproveita-se também para limpar as telas que protegem as ventoinhas e outros detalhes menores.

A manutenção completa deve ser feita com o apoio de um técnico. Nela todos os equipamentos são tirados do lugar para limpeza geral, inclusive as caixas acústicas (ou se vai até elas). Essa limpeza geral inclui a abertura dos equipamentos, jateamento de ar, uso de limpa contatos nas conexões, etc. Inspeção dos equipamentos (não só visual como através de equipamentos). Refazer cabos e conexões suspeitas ou já degradadas, etc. Enfim, o chamado “pente fino”.

---

**Veja mais informações sobre áudio no site [Áudio nas Igrejas](http://www.audionasigrejas.org):**

**[www.audionasigrejas.org](http://www.audionasigrejas.org)**