

## Ângulos de cobertura de caixas acústicas

Um bom projeto de sonorização parte das características do ambiente para a escolha das caixas acústicas e não o contrário. Há muitos modelos disponíveis no mercado e cada um para uma determinada aplicação/ambiente.

A transmissão do áudio tem como objetivo o transporte preciso do programa original através de diferentes meios, equipamentos e distâncias.

Uma das informações importantes para este trabalho é conhecer qual a dispersão das caixas acústicas. Após a escolha do modelo mais indicado é feita a instalação e as caixas acústicas devem ser direcionadas para a(s) área(s) de interesse, geralmente para áreas onde estejam os ouvintes. Deve-se evitar reflexões em piso, paredes, teto e obter um equilíbrio na resposta em frequência e pressão em todo o ambiente.

Mas não é tão simples quanto parece. Existem diversas formas para a especificação da dispersão das caixas acústicas, variando entre a mais básica até a mais completa. Podem ser especificadas as coberturas horizontal e vertical (*coverage HxV*), diagrama polar, gráfico isobárico (áreas com a mesma pressão), índice de diretividade (D), fator de diretividade (Q), *beamwidth* e *balloon* em 3D.

Vamos abordar a especificação do padrão de cobertura horizontal e vertical, que é o mais simples e comum de ser encontrado nos manuais das caixas acústicas, tanto para sistemas de reforço sonoro direcional quanto para sonorização distribuída.

A cobertura é conhecida como método “radial” e define o ângulo de cobertura horizontal ou vertical onde a pressão sonora cai 6dB em relação a pressão sonora no eixo da caixa acústica. O formato se parece ao de uma fatia de pizza. O conceito é fazer com que este ponto de -6dB seja a interação entre caixas acústicas adjacentes para que a soma, estando em fase, com a mesma amplitude e programa, eleve o nível em +6dB transformando o nível da pressão sonora nesta área lateral, semelhante a pressão sonora no eixo de cada uma das caixas. O resultado é uma cobertura maior. O ângulo de cobertura total de um arranjo horizontal, depende do ângulo de cobertura de cada caixa, o ângulo entre elas e os níveis de pressão aplicados nestas caixas acústicas. Uma das vantagens na angulação entre as caixas, é a redução dos cancelamentos de fase por interação das coberturas (*comb filtering*).

As coberturas das caixas acústicas podem ser simétricas ou assimétricas, em relação ao eixo central. Se uma determinada caixa acústica apresenta cobertura 60x40, significa que na horizontal há uma cobertura de 60° e na vertical 40°. Esta seria uma caixa simétrica. Uma caixa acústica com coberturas assimétricas, como as dedicadas a sonorização de arquibancadas em estádios, apresenta ângulos de cobertura distintos nos eixos horizontal e vertical. Com a inclinação da arquibancada este tipo de caixa acústica apresenta melhores ângulos de cobertura para todos os andares da arquibancada. A especificação pode ser algo como: Cobertura Horizontal Superior = X°, Horizontal Inferior = Y°, Vertical Superior = Z° e Vertical Inferior = T°.

O importante é considerar que esta cobertura está referenciada apenas a dispersão do elemento reproduzidor das altas frequências da caixa acústica. Aqui consideramos o conjunto driver/corneta, *tweeter* ou mesmo pequenos alto falantes como os utilizados em colunas (*vertical steered array*).

Alguns usuários e profissionais do áudio fazem confusão em relação a cobertura de caixas acústicas.

Qual a forma mais simples de se fazer esta medição? Aplica-se um determinado sinal na caixa acústica, em geral o *Pink Noise* (ruído rosa) e mede-se a pressão sonora no eixo. Deslocando o microfone para uma das laterais da caixa e mantendo o mesmo arco, monitora-se o nível de pressão sonora no sonômetro (medidor de pressão sonora). Quando a pressão sonora cair 6dB marca-se este ponto e mede-se o ângulo em relação ao eixo. A cobertura será duas vezes este ângulo, para caixas simétricas.

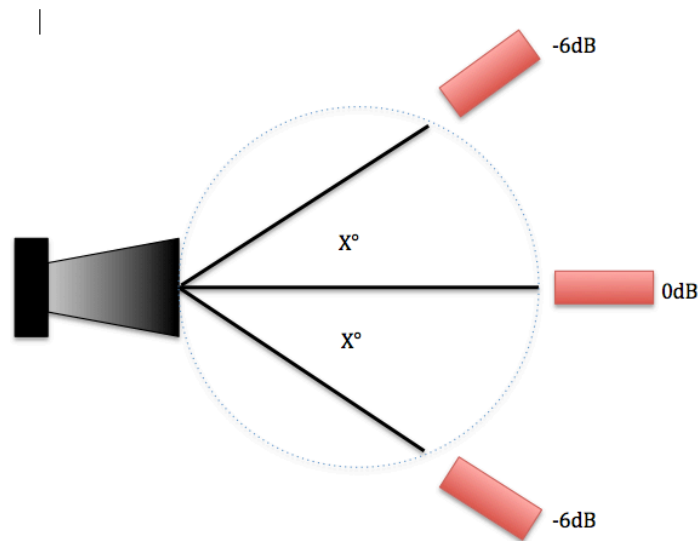


Gráfico de cobertura – Pontos de -6dB em relação a pressão sonora no eixo

O procedimento para esta medida está correto mas seria muito útil se a caixa apresentasse a mesma resposta em frequência mas somente diminuísse a pressão.

A cobertura dos alto falantes são diferentes da cobertura dos drivers/cornetas ou *tweeters*. As altas frequências tendem a ser mais direcionais que as baixas. As baixas frequências tendem a ser omnidirecionais quanto menor for a frequência. Por este motivo alguns fabricantes especificam a cobertura apenas da corneta ou elemento de altas frequências, desprezando o elemento reproduzidor das baixas frequências.

Uma corneta bem projetada apresentará a mesma resposta em frequência no eixo e na extremidade de sua cobertura, apresentando alteração apenas no nível de pressão sonora.

Utilizando-se um sistema de medição mais elaborado que um simples sonômetro, pode-se comparar as curvas de resposta em frequência no eixo e na extremidade de cobertura onde o sinal deve ser 6dB mais baixo.

Observe que em cada método de medição a cobertura será diferente. Isto por que na medição com o alto falante ligado, a cobertura é maior e a queda de pressão acontece

em um ângulo maior. Já a medição feita apenas com a corneta ligada, apresentará um ângulo de cobertura menor.

Na verdade mesmo em frequências muito baixas a cobertura não é totalmente omnidirecional. A pressão sonora na parte posterior da caixa acústica é menor que a pressão sonora na parte frontal e varia por frequência.

A pressão sonora somente será a mesma, tanto na parte frontal com o traseira, se medirmos um alto falante suspenso no espaço.

Dentro de uma caixa acústica as frequências “caminham” da parte frontal para a traseira. Então, na parte posterior, o som é de menor pressão e atrasado em relação ao sinal frontal.

Devem ser consideradas as interações não somente entre os componentes de uma única caixa acústica mas também entre as caixas acústicas, tanto vertical como horizontalmente. A região de cobertura comum entre caixas acústicas é chamada de região de crossover. Esta é a região onde ambas as caixas cobrem e não tem nada a ver com o que chamamos de crossover em um sistema multivias.

Em uma instalação deve-se atentar para estas regiões de interação. É possível manter uma cobertura mais uniforme em toda a área sonorizada. Para tanto será necessário trabalhar com caixas acústicas de coberturas distintas por região.

Uma alternativa para se reduzir estas diferenças é utilizar caixas acústicas mais direcionais como as que utilizam cornetas e sistemas de projeção de baixas frequências do tipo cardoide. Esta última utiliza o princípio de “cancelamento construtivo”, feito intencionalmente para reduzir as interações na parte posterior das caixas acústicas.

Agora podemos aumentar a eficiência na sonorização de um ambiente, trabalhando com sistemas que apresentem coberturas mais indicadas para cada um deles.

Um abraço,

Denio Costa

[www.dgcaudio.com.br](http://www.dgcaudio.com.br)

[projetos@dgcaudio.com.br](mailto:projetos@dgcaudio.com.br)