

JUSTIFICATIVA TÉCNICA PARA A DEFINIÇÃO DOS ÂNGULOS DE COBERTURA DAS CAIXAS ACÚSTICAS LINE ARRAY PASSIVAS

A definição dos ângulos nominais de cobertura das caixas acústicas integrantes do sistema de sonorização foi realizada a partir das necessidades de distribuição sonora do ambiente, considerando a geometria da área destinada ao público, as distâncias entre os pontos de emissão e os ouvintes, as diferenças de nível entre as áreas de audiência e a necessidade de minimizar a incidência de energia sonora sobre superfícies que não integram a área útil de escuta.

Os parâmetros de $90^\circ \times 20^\circ$ e $90^\circ \times 6^\circ$, respectivamente para cobertura horizontal e vertical, não foram estabelecidos com o objetivo de identificar ou privilegiar determinado fabricante, mas de caracterizar funções acústicas distintas necessárias à composição do sistema.

1. Cobertura horizontal de 90°

A cobertura horizontal nominal de aproximadamente 90° decorre da necessidade de abranger adequadamente a largura das áreas de audiência a partir dos pontos previstos para instalação das caixas, mantendo simultaneamente controle sobre a dispersão lateral do som.

Uma abertura horizontal excessivamente ampla provocaria maior incidência sonora sobre paredes laterais, elementos arquitetônicos e demais superfícies refletoras, aumentando a participação do campo reverberante e podendo prejudicar a definição, a inteligibilidade e a localização da fonte sonora.

Por outro lado, uma abertura horizontal significativamente inferior exigiria maior quantidade de caixas acústicas ou a adoção de sobreposições excessivas entre coberturas, com possibilidade de interferências, irregularidades de resposta e variações de nível sonoro entre diferentes posições da audiência.

Assim, a abertura horizontal da ordem de 90° foi adotada como compatível com a relação entre largura, profundidade e posicionamento dos sistemas, buscando:

- cobertura integral das áreas ocupadas pelo público;
- redução da incidência sonora sobre paredes e superfícies não destinadas à audiência;
- diminuição de reflexões precoces;
- melhor relação entre som direto e som reverberante;
- maior uniformidade de pressão sonora;
- preservação da inteligibilidade da palavra e da definição musical.

2. Cobertura vertical de 20°

A abertura vertical nominal de aproximadamente 20° está associada aos setores em que é necessária uma cobertura vertical mais ampla, principalmente nas regiões de menor distância entre o sistema de caixas acústicas e os ouvintes e/ou onde existe maior diferença angular entre os primeiros e os últimos pontos da área atendida.

Nessas condições, a área de audiência ocupa um setor angular vertical relativamente amplo em relação ao centro acústico da caixa. Uma caixa de abertura vertical excessivamente estreita exigiria maior quantidade de elementos, maiores ângulos entre caixas ou soluções complementares para cobrir adequadamente essas posições.

A abertura de aproximadamente 20° , portanto, permite atender áreas de curta e média distância ou setores que necessitem maior abertura vertical, proporcionando cobertura adequada sem necessidade de direcionar energia sonora desnecessariamente para outras regiões do ambiente.

Sua adoção busca, especialmente:

- cobertura das posições mais próximas ao sistema;
- atendimento de setores com maior variação angular vertical;
- redução de zonas de sombra acústica;
- maior uniformidade entre as primeiras e as demais fileiras;
- integração da cobertura próxima com os demais elementos do sistema.

3. Cobertura vertical de 6°

Para as regiões mais distantes da audiência, a necessidade acústica é distinta. À medida que aumenta a distância entre a caixa acústica e os ouvintes, o setor angular ocupado pela área que deverá ser coberta torna-se menor, sendo desejável maior controle da dispersão vertical.

A cobertura nominal de aproximadamente 6° foi, portanto, prevista para as caixas destinadas às regiões de maior alcance e/ou aos setores que exijam maior concentração vertical da energia sonora.

A menor abertura vertical proporciona maior controle de diretividade, permitindo direcionar a energia para a área efetivamente ocupada pelo público e reduzindo sua incidência sobre teto, pisos, elementos arquitetônicos e outras superfícies capazes de produzir reflexões indesejáveis.

Esse controle é particularmente importante em sistemas line array, nos quais diferentes elementos trabalham de maneira combinada para produzir uma cobertura progressiva da audiência.

A abertura vertical reduzida objetiva:

- atendimento das áreas de maior distância;
- maior concentração de energia sonora no setor efetivamente ocupado pelo público;
- redução da energia incidente sobre teto e outras superfícies refletoras;
- melhor relação entre campo direto e campo reverberante;
- maior uniformidade do nível sonoro entre regiões próximas e distantes;
- maior controle da cobertura produzida pelo conjunto de caixas;
- manutenção da inteligibilidade e definição sonora nas posições mais afastadas.

4. Critério geométrico

Os ângulos de cobertura estão diretamente relacionados à geometria do ambiente.

Para cada posição de instalação pode ser determinado o ângulo necessário entre as linhas que unem o centro acústico da caixa aos limites inicial e final da respectiva área de audiência.

Assim, a cobertura necessária não constitui parâmetro arbitrário de catálogo, mas corresponde ao **campo angular que deve ser atendido pelo sistema a partir da posição física definida no projeto.**

Em termos simplificados, considerando a altura da fonte sonora, a altura de referência do ouvinte e as distâncias horizontais aos limites da área atendida, podem ser determinados os ângulos de incidência correspondentes. A diferença entre esses ângulos estabelece a abertura vertical necessária.

Dessa forma, setores próximos apresentam naturalmente maior campo angular e demandam abertura vertical maior, enquanto setores afastados ocupam campo angular menor, justificando a utilização de componentes com maior controle de diretividade vertical.

5. Funcionamento conjunto do sistema line array

As caixas vão atuar em setores diferentes do teatro, e não serão montadas como em line array, as 90x20 vão cobrir a plateia baixa, área das cadeiras, já as 90x6 vão cobrir as galerias. Sugiro remover o item 5.

6. Ausência de direcionamento de marca e possibilidade de equivalência técnica

Considerando o princípio da competitividade e a possibilidade de existirem diferentes soluções construtivas para obtenção do mesmo resultado acústico, os valores indicados devem ser entendidos como **parâmetros de desempenho e cobertura requeridos pelo projeto**.

Poderão ser admitidas soluções tecnicamente equivalentes que apresentem ângulos nominais distintos, desde que o proponente demonstre, por documentação técnica do fabricante e, quando solicitado, por simulação eletroacústica, que o conjunto proposto proporciona desempenho igual ou superior ao previsto no projeto. Deverão haver medições no local para que se approve as alterações propostas.

A solução equivalente deverá demonstrar, no mínimo:

- cobertura integral das áreas de audiência previstas em projeto;
- ausência de zonas significativas de sombra sonora;
- ausência de sobreposição excessiva entre fontes;
- adequada uniformidade de pressão sonora;
- controle da incidência de energia sobre paredes, teto e demais superfícies não integrantes da audiência;
- compatibilidade entre cobertura horizontal e vertical e a geometria do ambiente;
- manutenção da inteligibilidade e definição sonora;
- O sistema vai ser instalado em setores, e não com as caixas juntas em formato line array. Observando a premissa de instalar as caixas nos mesmos lugares das caixas antigas.
- O Sistema deve atender os níveis de pressão sonora e demais parâmetros de desempenho exigidos para locais de uso similares.



Arq. Urb. Helenice Macedo do Couto
CAU A15347-8