

Auditorio da Aula Magna (1955), edificio da Universidade Central da Venezuela. Com arquitetura de Carlos Raúl Villanueva, a acústica da sala foi resolvida com as chamadas nuvens acústicas – móveis criados pelo escultor Alexander Calder



Creative Commons/Caracas 18/12

A acústica de um espaço é influenciada por estrutura, fundações, pisos, sistemas e arquitetura. A recuperação acústica ou a adequação de espaços pode ser aprimorada com uso de forros especiais

Forros acústicos

TECNOLOGIA & MATERIAIS

Absorção cultural e deflexão da qualidade

POR GIOVANNY GEROLLA

Inteligibilidade da palavra falada, cobertura e naturalidade do sistema de som, baixo nível de ruído e tempo de reverberação controlado são as principais metas a serem cumpridas pelo condicionamento acústico de um auditório corporativo.

Mas é preciso pensar em tudo isso antes de construir a sala: "O especialista em acústica tem de interagir com todas as outras especialidades para a consolidação do projeto executivo: arquitetura, fundações, estruturas, pisos, circulação externa à sala, ar-condicionado, elétrica, e até mesmo condições urbanas e de tráfego circundante", indica o engenheiro Fernando Henrique Aidar. Isso porque qualquer falha pode gerar vibrações no solo ou no corpo estrutural do edifício, condenando a qualidade de propagação do som.

Por outro lado, um bom forro acústico poderá ajudar muito a melhorar tal desempenho, embora não seja condição *sine qua non* de um projeto funcional. "O desempenho do auditório, seja para música, seja para articulação da palavra falada, está definido primordialmente na geometria e na volumetria do espaço, e em sua relação, por exemplo, com o número de poltronas", afirma José Augusto Nepomuceno, arquiteto e sócio-diretor da Acústica & Sônica.

Ainda assim, o forro pode servir de reparo a um espaço que foi mal projetado, por exemplo, ou que não era originalmente um auditório, com a diminuição ou delimitação do volume espacial. O caso mais notório de recuperação acústica é o edifício da Aula Magna, auditório da Universidade Central da Venezuela, em Caracas, projetado pelo arquiteto Carlos Raúl Villanueva e com acústica de Robert Newman, no qual móveis desenhados por Alexander Calder assumiram a função do forro. "Existem, entretanto, poucos relatos de auditórios fracassados que tenham sido 'salvos' por um desenho apropriado de forro. Esse exemplo não nos autoriza a dizer que será sempre possível 'remendar' a acústica com o forro", alerta Nepomuceno.

O forro de um auditório pode ser composto de diversos materiais: concreto, madeira (maciça ou estuque), metal, vidro, gesso, lâ de rocha, placas de PVC extrudado, fibras minerais. "O importante é que isolem calor, frio, fogo e ruídos exteriores; reflitam, absorvam e difundam o som; queimem lentamente e não produzam muita fumaça e gases letais, em casos de incêndio; resistam à umidade e não se deformem, e sejam fáceis de limpar e de trocar", enumera Fernando Henrique Aidar.

Além do básico

Tendência é usar forros não somente no teto, mas também como nuvens e elementos suspensos, além de misturar materiais e combinar suas propriedades para o condicionamento acústico desejado

Qual o papel do forro no desempenho acústico de auditório para palestras? O forro é uma necessidade?

MARCOS HOLTZ *É preciso buscar um consenso sobre o que se entende por forro. Há conceitos novos: nuvens acústicas, elementos suspensos e os sistemas fechados, já conhecidos. Depois, é preciso pensar que qualquer sala terá um resultado acústico. A questão é se o resultado que surge vai ser adequado ao uso. Um forro para salas de palestras não vai funcionar para apresentações musicais. Então, tudo começa na destinação a ser dada à sala. Outro ponto é que os arquitetos no Brasil não têm muita ideia de como a acústica funciona. Não se estuda isso na faculdade, e é raro ver quem se dedica ao assunto.*

JOSÉ CARLOS GINER *Para qualquer espaço ou sala confinada não devemos pensar em um único elemento, por exemplo, o forro. Cada sala terá seu comportamento, e é preciso saber o que é mais adequado à sua finalidade. No corporativo, a palavra falada é mais importante, e o forro não é o único elemento relevante. Temos que conhecer o formato da sala, o tipo de forro, a parede, o piso, a mesa, o material da cadeira, é preciso saber o que vai rebater o som. O isolamento pode ser mais importante porque promove inteligibilidade, o que está diretamente ligado ao nível de ruído. Se a relação sinal-ruído é ruim, não há inteligibilidade, e não adianta fazer nada.*

Então o forro pode não ser necessário?



fotos: Marcelo Scandari

- 1 **MARCELO PEDROSA**, engenheiro, coordenador técnico da Gypsum Drywall
- 2 **PAULA EPISCOPO OMIZZOLO**, arquiteta da AMF KnauF
- 3 **JOSÉ CARLOS GINER**, engenheiro
- 4 **MARIA TEREZA ALMEIDA**, gerente técnica da Hunter Douglas
- 5 **CATARINA SILVA**, arquiteta da Armstrong
- 6 **MARCOS HOLTZ**, arquiteto da Harmonia Acústica
- 7 **PASCHOAL GUGLIELMI**, diretor comercial da OWA
- 8 **JOÃO ALVARENGA**, coordenador técnico da KnauF
- 9 **LEONARDO SIAIS FURTADO**, engenheiro, diretor da Isar

JOSÉ CARLOS Exatamente. Depende muito do projeto. Um dos erros mais grosseiros é lançar em uma sala toda forro absorvente, sem critério. Eu não entendo para quê fazer esse tipo de coisa se o resultado acústico sem o forro era até melhor. Não adianta achar que condicionamento acústico é sinônimo de absorção. É preciso pensar também em reflexão e difusão.

MARCELO PEDROSA O condicionamento acústico também leva em conta a percepção do que cada um tem de ruídos existentes. Por exemplo, nesta sala, ouvimos os aviões lá fora, e só a presença do forro acústico já minimizaria bastante essa relação com o ruído externo, isolando o ambiente. O projeto passa por pontos distintos: o primeiro é conter o que está dentro do espaço para que haja confidencialidade, o segundo é segurar o barulho que vem de fora para que não vire ruído, e em terceiro vem a otimização do que se produz ali dentro, por meio da inserção de outros elementos condicionantes de acordo com a função do espaço.

MARCOS Hoje, alguns clientes gostam, por questões estéticas, de salas sem forro: amplia os espaços, dá vez aos elementos suspensos... É um estilo mais despojado de escritório, que foge aos padrões tradicionais. Nesses casos, há outras opções de condicionamento acústico, como o jateamento de celulose e a espuma lisa plana, colada à laje.

PASCHOAL GUGLIELMI A preocupação é que o som tenha qualidade e abrangência. Em uma sala de conferências, o cuidado é para que o som chegue às últimas fileiras. O projetista utiliza elementos que produzam um nível de reverberação adequado para que a palestra não morra nas primeiras filas. Investir somente em material absorvente produz uma sala muito seca, e a voz não estará inteligível no ponto mais distante. Por outro lado, se o espaço tem paredes e forros de madeira, que refletem o som para o fundo da sala, lá serão necessários materiais absorventes para não surgir o problema de ecos.

MARIA TEREZA ALMEIDA Acredito

também que cabe a nós, fabricantes, a responsabilidade de oferecer aos especialistas e consultores soluções bem certificadas, apresentando curvas de desempenho acústico dos materiais com bastante clareza e seriedade, e alternativas de produtos que possam ser compostos entre si - placas que, ao mesmo tempo, sejam absorventes e incorporem a iluminação, com translucidez e o mínimo de poluição visual. Isso é o melhor que nós fabricantes podemos fazer, porque não vamos fazer o projeto nós mesmos. Somos procurados por uma série de arquitetos que não entendem de acústica e sugerimos que procurem a consultoria de especialistas.

JOÃO ALVARENGA Interessante exemplo de como o forro pode ser essencial ao projeto é o da Sala São Paulo. Lá o forro é modular, em peças móveis que sobem e descem, de forma a adaptar a cada apresentação o volume ideal da sala. Isso individualiza o tempo de reverberação.

A acústica, dentre todas as interfaces de projeto, parece ser a que chega mais próximo de ter uma fórmula individual para cada caso no desenvolvimento de projeto. Então, como desenvolver produtos que possam ser aplicados à totalidade - ou a pelo menos uma maior gama de projetos?

JOÃO É muita pesquisa. Além do desempenho técnico e funcional, há a durabilidade, a resistência mecânica contra o fogo, contra infiltrações e umidades, entre outros.

MARCOS A PróAcústica está desenvolvendo um manual para projeto corporativo, e essa foi exatamente uma das nossas grandes discussões: será que um manual não engessaria o projeto? Estabelecemos então critérios baseados no desempenho em função do uso desses espaços, fornecendo níveis de ruído ambiente e tempos de reverberação ideais. Geraram grande polêmica os dados que fornecedores deveriam apresentar aos projetistas. Nossa recomendação será que apresentem a curva de

absorção em terço de oitava para que possamos utilizar de forma padronizada o α_w (alpha-W) - coeficiente de absorção sonora ponderado.

CATARINA SILVA Temos produtos fabricados nos Estados Unidos, outros vêm da Europa, é normal que cada país tenha seu método de informar as especificações. E é o fabricante quem tem de realizar testes e oferecer dados necessários para o uso do α_w ou do NRC.

JOSÉ CARLOS Acho muito importante que projetistas possam trabalhar com dados técnicos confiáveis. Um grande problema que tínhamos, e às vezes ainda temos, é que números e resultados de desempenho dos produtos não se mostram verdadeiros. Estamos mais ligados nisso, porque agora temos um volume maior de trabalho e usamos softwares de simulação que exigem qualidade da informação na entrada de dados.

MARCOS Mas esse setor ainda é um dos mais bem organizados. No caso dos forros, já temos algum desenvolvimento. O problema é que fornecedores importam da Suécia, dos Estados Unidos, da Alemanha e da Espanha, e precisamos dizer a eles quais dados nos devem ser fornecidos.

PAULA EPISCOPO OMIZZOLO Há outra dificuldade que ainda não foi mencionada, que são as mudanças constantes dos ambientes corporativos, muitas vezes condicionados acusticamente para certa função e que passam a abrigar outros usos. Se houver pelo menos um cuidado especial com o forro desde o início, o conforto, em qualquer um desses usos, já estará ao menos parcialmente equacionado. Além disso, é ótimo ter um consultor acústico, mas nem sempre esse técnico está envolvido no projeto ou na reforma.

O que ocorre quando o projeto não é pensado, na origem, em termos de bom desempenho acústico e, depois de já pronto e em uso, se decide dar a ele um condicionamento para sala de conferências? Isso é possível em qualquer tipo de ambiente?

PAULA Pode não solucionar a questão acústica, mas o condicionamento vai melhorá-la.

JOSÉ CARLOS A melhor resposta é: "depende". É provável que grande parte do problema possa não ser solucionado, apenas minimizado. Em outras situações, pode até piorar.

Quando?

MARCOS Por exemplo, se houver um ruído excessivo, de 50 dBA, dentro de um auditório. Pode ser devido a um equipamento de ar-condicionado muito barulhento. A composição acústica leva em conta inúmeras variáveis, e o ruído de fundo é muito importante, principalmente na definição da inteligibilidade.

LEONARDO SIAIS FURTADO Na área de instalação e execução, temos outra grande dificuldade, que é a interferência de sistemas como iluminação, instalações prediais e de ar-condicionado, projetados para um tipo de acabamento que não fecha com o material especificado no projeto acústico. É urgente que tais projetistas saibam disso, para que vejam o que precisa ser ensaiado, o que deriva dos próprios cálculos, ou ainda o que é defeito de instalação ou resultado de projeto acústico desenvolvido em total desconexão com outros sistemas. Não se consegue, no geral, fazer o

que o projetista de acústica desenha, principalmente no isolamento.

MARCOS Nós não temos muitas opções de forros de alto grau de isolamento, sem o septo. E como os novos espaços corporativos têm de ser flexíveis, a melhor solução está nos produtos de alto desempenho.

PAULA O problema é cultural.

Nós temos o produto de alto desempenho, só que não há demanda no Brasil. Se a gente o traz, fica encajado no estoque.

CATARINA Nunca numa obra vi a execução bater exatamente com o projeto. Se não conseguimos fazer um único prédio no esquadro, na medida certa, difícil vai ser acertar o condicionamento acústico com perfeição.

LEONARDO Projetos que dão certo são sempre aqueles que têm execução acompanhada pelo projetista. Mas isso quase nunca acontece. Na verdade, o comum é que construtores mudem os produtos já especificados na hora da execução, optando pelo que é mais barato. Não tem como funcionar.

MARCOS O chefe da obra tem que ser o arquiteto, e não o incorporador. No Brasil, o responsabilizado por erros na obra não é o arquiteto. Nos Estados Unidos, tudo que dá errado na execução é culpa direta dele.

PASCHOAL Seria assim se a norma de desempenho "pegasse" por aqui – quem projeta responde pelos erros. Isso é interessante, porque joga a responsabilidade do desempenho não só nas mãos de quem fabrica, mas também de quem deve deter o conhecimento técnico para especificar. Isso garante execução mais exata.

Além dos forros de alto desempenho, quais são as novidades desse mercado?

PAULA Temos um produto absorvente de alto desempenho com acabamento em impressão de madeira. Acho que o mercado vai caminhar por essa trilha, porque os arquitetos exigem muito quanto aos acabamentos.

CATARINA Temos também forros coloridos e em várias impressões. Uma característica do mercado brasileiro, porém, é que tudo deve estar disponível para pronta-entrega, o que dificulta produzir muita variedade de impressões.

MARCOS É importante dizer que nossos projetos não aplicam exclusivamente só metal, ou fibras minerais ou madeira. Eles tendem a ser uma mistura de todos os materiais disponíveis, de funções diversas, de acordo com o desempenho objetivado.

O forro do Auditório do Centro Cultural Araras, interior de São Paulo, é em réguas de madeira de 10 cm, distanciadas 1,5 cm umas das outras. Chassis de madeira revestidos com chapa de aço atuam como rebatedores, com geometria calculada para projeção do som para o fundo do auditório, fornecendo reflexões laterais decisivas à sensação espacial durante apresentações musicais. O projeto acústico da Harmonia, com arquitetura do escritório AJM, controlou ruído de fundo dos equipamentos de ar-condicionado com envoltório para obtenção de baixos níveis de ruído interno (NC 30). Alguns dos painéis nas paredes laterais são deslizando e permitem adaptar índices de absorção de acordo com a situação do dia.

FICHA TÉCNICA

CENTRO CULTURAL DE ARARAS
LOCAL Araras, SP
INÍCIO DO PROJETO 2009
CONCLUSÃO DA OBRA 2009
ÁREA DO TERRENO 17.700 m²
ÁREA CONSTRUÍDA 3.200 m²
ARQUITETURA AJM Arquitetos – André Denton, Bruna Vitorino e Renato Galla Motta; André Luque e Fernando Botton (autores); Ana Maria Marzag, Aline Park, Maira Baruch, Bruna Cordeiro e Tullio Melo (colaboradores)
LUMINOTÉCNICA Espaço Luz
ACÚSTICA Harmonia Acústica
ESTRUTURA E FUNDAÇÕES ET Oyama
INSTALAÇÕES PNE
AR-CONDICIONADO Quatrics
CONSTRUÇÃO Rio Verde
GERENCIAMENTO DE OBRA Engineering





PAINEL

Sonic ARC são as ilhas acústicas curvas (côncavas ou convexas) da KnaufAMF, presas por tirantes ajustáveis, que fazem parte da família AMF Sonic. Compostas por painéis em moldura curva de alumínio, são revestidas com véu acústico fino de fibras minerais biossolúveis, que fazem acabamento liso e de alta absorção (AMF Thermatex, de fabricação e certificação alemãs). Disponível em formatos variados e nas cores branco, preto, azul claro, creme claro e prata.

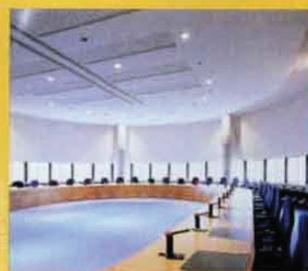
www.knaufamf.com.br



REVESTIMENTO

Os forros e revestimentos acústicos OWA Sonex são de madeira maciça ou MDF, produzidos para alto desempenho acústico. Com diferentes modelos de frisos e perfurações, servem tanto para novos projetos quanto para a adaptação funcional de ambientes já em uso.

www.owa.com.br



FORRO FIXO

O GypSom Drywall, da Gypsum Lafarge, é distribuído em seis padrões que combinam furos quadrados ou redondos com bordas rebaixasadas ou quadradas. Fazem absorção e reflexão de som ambiente e são aplicáveis como forro fixo estruturado, mediante o aparafusamento de chapas em estruturas de aço galvanizado. Possui ainda juntas prontas e massas específicas para acabamento.

www.gypsum.com.br



FORRO

O forro Climatex, da Epex, é constituído por fibras longas de madeira mineralizada, aglomeradas com cimento de alta resistência e prensadas em uma estrutura leve, durável e compacta. Não se deforma nem deteriora diante de umidade ou variações de temperatura. Resistente à flexão e à compressão, cumpre funções de absorção e de isolamento térmico e sonoro. Também é resistente a fogo, fungos, insetos, roedores, ação do tempo e dispensa manutenção.

www.epexind.com.br

NUVEM

O Soundscapes Shapes são nuvens acústicas de lã de vidro da Armstrong, distribuídas em placas de 1.220 mm x 1.220 mm x 22 mm, revestidas por membrana acústica transparente, nos formatos côncavo, convexo, quadrado, circular e hexagonal, na cor branca. Podem ser instaladas individualmente na parede, por cabos fixos no forro de gesso, ou em conjunto, presas a uma estrutura auxiliar.

www.armstrong-brasil.com.br

FORRO MODULADO

A linha Danoline de absorção acústica, da Knauf do Brasil, tem forros modulados e removíveis de drywall, em três modelos que se diferenciam nas perfurações das superfícies: Globe, com perfurações circulares de 6 mm de diâmetro e espaçamento entre eixos de 15 mm; Quadril, de perfurações quadradas de 12 mm lado e espaçamento 30 mm; e Micro, quadradas de 3 mm com 8,5 mm.

www.knauf.com.br

PAINEL

O 300C Hunter Douglas é um forro acústico de reflexão (liso) e absorção (perfurado), cujos painéis são ajustados em comprimento, planicidade e curvatura na fabricação, de acordo com as necessidades de projeto. Em aluzinc ou alumínio, é composto por painéis de 300 mm de largura e cantos em leve chanfro, justapostos (juntas secas), abas laterais 30 mm e comprimento máximo 6.000 mm. Pintados com tinta à base de poliéster e presos por tirantes e reguladores de nível, permitem balanço de até 300 mm.

www.hunterdouglas.com.br