

# Tecnologia & Materiais

## Silêncio confortável

*Materiais como fibras de vidro, fibras de rocha, espumas de poliuretano e materiais como fibras de vidro, fibras de poliuretano e gesso podem ajudar a minimizar problemas com ruídos. A eficácia dos produtos, entretanto, dependerá do especificado projeto de acústica*

Além dos problemas de trânsito, poluição do ar e violência, o crescimento desordenado das cidades intensificou também o ruído produzido em suas ruas e avenidas, piorando ainda mais a já precária qualidade de vida dos cidadãos.

Em igual proporção, aumentou a necessidade de recursos que dotem as edificações de isolamento acústico e protejam da entropia externa. Colocados em forros, pisos e paredes, ou ainda envolvendo instalações prediais, esses produtos resultam da combinação de diversos materiais e reduzem de maneira satisfatória a vulnerabilidade dos edifícios. Tudo depende da especificação dos sistemas adequados e da sua inserção em projetos bem dimensionados.

Segundo o arquiteto Milton Granado, diretor do escritório Daltrini Granado, não há fórmulas prontas para projetos de acústica; as soluções devem ser pensadas no início da elaboração dos projetos de arquitetura. Até porque são muitos os aspectos considerados e um mesmo edifício pode abrigar diferentes estabelecimentos com necessidades diversas.

Assim, tudo deve partir da identificação do uso de cada espaço. "Cada ambiente, conforme sua utilização, demanda níveis definidos de níveis de pressão sonora e de reverberação para permitir o conforto acústico e eliminar as condições que não esclarece o consultor em acústica João Afonso Abel Jankovitz. "Níveis muito baixos de pressão sonora podem tornar o ambiente cansativo, induzindo as pessoas à inatividade e à sonolência", exemplifica.

Além disso, os ambientes devem ser hierarquizados em função de sua suscetibilidade ao som, de forma que os mais sensíveis fiquem mais distantes da fonte. Identificar adequadamente as origens de ruído no interior das construções para evitar vibrações e outros itens que devem ser considerados.

Da mesma forma, as instalações prediais, fontes constantes de emissão de ruídos, também merecem uma análise e, se necessário, tratamento. "Nesse caso, recomenda-se impedir o contato rígido entre as instalações e os componentes da estrutura, de modo a evitar a transmissão pela da estrutura", revela Milton Granado. Para tanto, podem-se adotar sistemas de suportes elásticos em dutos de ar-condicionado, instalações de água e esgoto e base de bacias sanitárias.

Outra recomendação é revestir com materiais porosos ou fibrosos os dutos instalados no interior de pisos, alvenaria e como os que atravessarem lajes e paredes. "Um bom projeto deve considerar o desempenho dos materiais a serem usados, as formas de fixação, posição relativa à fonte de ruído e facilidade de manutenção, tudo sem restringir a funcionalidade do ambiente", resume Jankovitz.

### Alguns aspectos importantes em projetos de acústica

- Divisórias de gesso: bases e topos das chapas devem estar bem vedados
- Pontos de telefonia e de força: representam vazamento de som, portanto, devem se desencontrar em pelo menos 100 mm
- Portas: preferir as acústicas de madeira e cuidar da vedação em todo o perímetro do batente
- Tubulações: dutos internos não devem unir as divisórias. Recomenda-se que o sistema esteja ancorado exclusivamente no montante
- Cantos de divisória: devem ter chapas desencontradas
- Forros absorventes: verificar sempre o NRC do forro
- Compatibilização: verificar os encontros de forro e de divisórias

### Eficiência em conta

Combinando preocupação ambiental e baixo custo, uma equipe da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia (FAU-UnB) desenvolveu um material de absorção sonora a partir de fibras vegetais e de papel reciclado. As placas, desenvolvidas pela professora Rosana Stockler, coordenadora do projeto, diminuem a reverberação do som, o que as torna adequadas para ambientes onde o prolongamento do som não é interessante, como estúdios e salas de aula. De acordo com a professora, o custo do material corresponde a no máximo 10% do valor do metro quadrado das placas convencionais existentes no mercado.

A ideia surgiu após um trabalho feito pela FAU-UnB nas escolas e hospitais públicos do Distrito Federal para avaliar a qualidade acústica e o controle de ruído nesses ambientes. "Na maioria dos casos construídas no início da década de 60, as escolas apresentam preocupação acústica. Como resultado, mesmo após o professor ter acabado uma explanação, sua voz continua reverberando no ambiente, comprometendo o entendimento", revela Rosana. "Além disso, o padrão arquitetônico de Brasília utiliza materiais lisos e rígidos, como concreto, vidros de alta espessura e esquadrias metálicas, o que intensifica a reverberação", acrescenta.

Os experimentos contaram com a participação de alunos do Instituto de Artes e do curso de engenharia mecânica realizados com fibras de tronco de bananeira e papel reciclado. De acordo com a professora Rosana Stockler, outras fibras, como o capim de soja, também apresentam resultados parecidos. "As fibras são necessárias porque inibem a decantação (sedimentação) de partículas de poeira e outros contaminantes", afirma.

papel. Optamos pela bananeira porque era o material mais acessível e, assim, otimizava a continuidade da pesquisa professora.

Além da fibra de bananeira cozida em água e soda cáustica e da polpa de papel, misturadas em partes iguais, o principal componente aerante responsável pela formação das bolhas de ar que tornam a placa porosa.

Testadas e aprovadas pelo Laboratório Acústico do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade para frequências médias ou altas, as placas obtiveram índice de absorção do som de 60% a 90%. O processo de produção do material está em andamento e a pesquisadora aguarda interessados em investir na industrialização e comercialização do produto.

## Leis da Física

Quando o objetivo é agregar conforto acústico a um ambiente, a primeira opção é eliminar a fonte de emissão de som por outra mais silenciosa. Como isso nem sempre é possível, restam duas alternativas: bloquear ou absorver as ondas. Nesse caso, dois conceitos podem ser adotados. O primeiro, chamado de Lei das Massas, parte do pressuposto de que, com a propagação através das paredes, por meio de vibração, quanto maior for a massa superficial de uma parede, maior será a atenuação proporcionada.

No entanto, como a utilização de paredes pesadas costuma ser uma opção economicamente inviável, a maioria das soluções de ruído utilizadas hoje recorre ao conceito de descontinuidade de meios, ou "massa-mola-massa", no qual um material inserido no vão formado por duas placas rígidas. "O que garante o desempenho, portanto, é principalmente a espessura e as propriedades do recheio, que têm a função de abafar as ondas estacionárias dentro dessa cavidade", explica o engenheiro Akkermann, sócio diretor da Akkermann Engenharia.

A diversidade de materiais acústicos não é grande: restringe-se a lãs minerais, espumas e tecidos absorventes, além da madeira.

Entretanto, a possibilidade de utilizá-los em diferentes densidades e locais permite que se obtenha bons desempenhos. Existem, a principal limitação do mercado hoje é o preço", afirma Akkermann. De acordo com o arquiteto Milton Graciano, as soluções que mais vêm se destacando como isolamento acústico é o gesso, em especial na forma de drywall.

Constituído por perfis de aço galvanizado e revestido com placas de gesso, o drywall forma um sanduíche que possui uma lâmina mineral em seu miolo. Uma vez que os índices de isolamento são determinados primeiro pela densidade do material e depois pela espessura e quantidade de placas de gesso utilizadas na confecção da parede, o sistema permite uma boa capacidade de absorção do fechamento até os níveis desejados. Em teatros, salas de espetáculo e em cinemas, locais normalmente utilizam-se placas duplas ou triplas de drywall, o desempenho pode atingir até 70 dB.

Existem ainda placas de gesso e painéis metálicos específicos para composição de forros acústicos. Em ambos os casos, as qualidades absorventes e refletivas são as fissuras e microperfurações que dissipam principalmente a energia das ondas de baixa frequência por meio de um mecanismo reativo de ressonância.

A capacidade de absorção também depende da posição das placas em relação às paredes, da espessura das placas, da quantidade e diâmetro dos orifícios, sem contar a possibilidade de ser colocada uma camada de material isolante oculto de gesso ou de metal. No entanto, além das propriedades acústicas, térmicas e estéticas, a escolha do revestimento deve considerar sua influência sobre a luminosidade do ambiente e as condições para a instalação dos equipamentos de iluminação.

## Transformação de energia

Comuns também em projetos de conforto térmico, as lãs minerais podem ser aplicadas no forro, na cobertura e no piso. As lãs de rocha e de vidro devem sua capacidade de absorver ruídos à própria porosidade: quando a fibra entra em contato com a onda sonora, ocorre uma fricção que converte parte da energia sonora em calor, reduzindo a intensidade do som.

Disponíveis em várias densidades, os painéis de lãs minerais aglomeradas com resinas especiais podem ser flexíveis, rígidos e receber acabamentos superficiais diversos, como alumínio reforçado ou PVC, que agregam resistência térmica para manutenção e limpeza. Além disso, alguns modelos admitem pintura e, assim, facilitam o trabalho de arquiteto.

Tanto a lâmina basáltica de rocha quanto a lâmina de vidro são classificadas como materiais incombustíveis. Entretanto, quando se trata de proteção passiva ao fogo, como ocorre com estruturas metálicas, portas e paredes corta-fogo, recomenda-se a substituição do vidro pela lâmina de rocha ou pela lâmina cerâmica, que suportam a temperatura e o tempo de exposição direta às chamas e atendem a uma norma técnica.

Também classificadas como materiais absorventes estão as espumas de poliuretano flexível. Esse material atua na redução da reverberação do som, melhorando, em consequência, sua audição. Quase sempre revestidas com tecido decorativo em diversas espessuras, modelos e cores, as espumas são indicadas para tratamento acústico por causa da predominância de células abertas em sua estrutura, da baixa resistência à passagem do ar e de suas propriedades elásticas. Assim, a eficiência acústica será melhorada conforme aumenta a espessura e a área da espuma. Além disso, as espumas de baixa densidade permitem a penetração das ondas sonoras e minimizam a reflexão na superfície.

As placas podem apresentar, ainda, superfície esculpida na forma de cunhas anecóicas, para proporcionarem o aumento da absorção e difusão do som. Utilizadas principalmente em forros, são indicadas para ambientes que necessitam de qualidade acústica em médias e altas frequências, como estúdios de gravação, auditórios e home theaters.

Solução de baixo custo e de fácil instalação, os carpetes também são recomendados para áreas que necessitem de eficiência para a absorção de ruído, sobretudo em frequências médias e altas, esse revestimento, entretanto, não deve ser usado de forma indiscriminada, sob o risco de abafar demais o som.

#### **Qualidade de absorção sonora de acordo com o NRC (coeficiente de redução de ruído)**

Os forros são considerados acústicos a partir do índice de redução sonora de 0,50. Veja a seguir a classificação:

Forro acústico de excelente absorção acústica: 0,75 a 1,00 NRC  
Forro acústico de muito boa absorção acústica: 0,65 a 0,75 NRC  
Forro acústico de boa absorção acústica: 0,50 a 0,65 NRC  
Placas de gesso: 0,05 NRC

#### **Em busca do equilíbrio**

Os materiais disponíveis para tratamento acústico se classificam de acordo com o tipo de função que podem desempenhar em determinado ambiente.

**Isolantes ?** impedem a transferência do ruído de um ambiente para outro. São materiais densos e pesados, como tijolo maciço, pedras lisas, gesso, madeira e chumbo. Vidros com espessura de 6 mm também se incluem nessa categoria.

**Refletores ?** podem ser isolantes, mas aumentam a reverberação interna do som. Em geral, são materiais lisos, como cerâmico, massa corrida, madeira e papel de parede.

**Difusores ?** refletem o som de forma difusa, sem ressonâncias. São compostos de materiais refletores colocados em arranjos irregulares como pedras ou lambris de madeira.

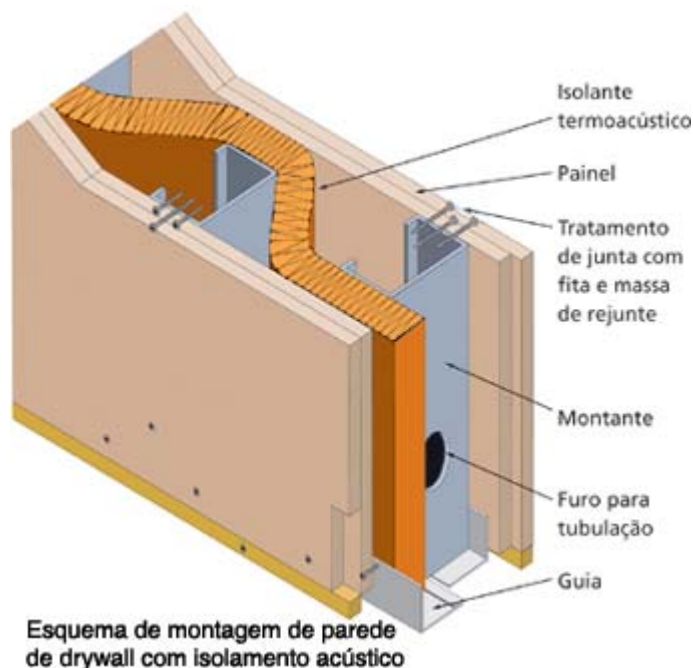
**Absorventes ?** não deixam o som passar de um ambiente para o outro e evitam eco. Ao contrário dos isolantes, são materiais leves, de baixa densidade, fibrosos ou de poros abertos. Assim, materiais que tem grande poder de isolamento acústico quase não tem poder de absorção. Exemplos: lã mineral, fibra de vidro revestido, manta de poliuretano, forrações com cortiça, carpetes grossos e cortinas pesadas, de veludo entre outros tecidos.

#### **Isolamento**

Para obter um efeito isolante, os materiais mais utilizados são a madeira e o concreto. Dotada da propriedade de evitar a reflexão em uma única direção, a madeira agrega valor estético ao ambiente, mas não pode ser aplicada sempre porque apresenta problemas relacionados à segurança contra incêndios.

Em virtude de sua densidade, o concreto tem a propriedade de bloquear o som. Uma parede de 10 cm de espessura não-revestida apresenta um índice de isolamento contra sons aéreos de 37 dB. O desempenho, porém, depende da textura, da porosidade e de haver ou não tinta sobre a superfície. É importante considerar que uma parede maciça de concreto acústica, pois apresenta um elevado índice de redução sonora, mas seus níveis de reflexão de som também são bastante altos. alerta o consultor João Afonso Abel Jankovitz.

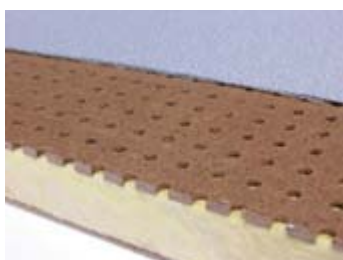
Um material que por sua densidade vem sendo cada vez mais empregado como isolante acústico é o lençol de chumbo para revestimento de portas, paredes ou divisórias de salas de raios-X, o "lençol" é composto do metal com espuma.



## EXIGÊNCIAS DE CONFORTO ACÚSTICO

As condições de conforto acústico são normalizadas e expressas na NBR 10152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Veja no quadro alguns valores indicados por essa norma

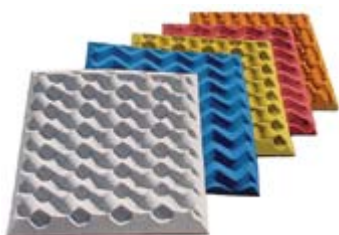
Locais	dB(A)
Hospitais: apartamentos, enfermarias, berçários, centros cirúrgicos	35-40
Escolas: salas de aula e laboratórios	40-50
Residências: ● dormitórios	35-45
● salas de estar	40-50
Escritórios: ● áreas de projeto e de administração	35-40
● áreas com computadores	45-65



### DOIS EM UM

O painel acústico da Jorsil pode ser utilizado como revestimento de paredes e como divisória piso-teto. Composto de miolo de lã de vidro e chapas Duratex revestido com espuma e tecido. Pode receber tratamento antimanchas, antiácido e chama.

Dimensões: 1.200 x 2.730 x 35 mm ou sob projeto. Em 10 cores. R\$ 98/m<sup>2</sup>  
MO 54940



### ESPUMA E METAL

Composta de espuma de poliuretano e chumbo, materiais de densidades extr Artcusic, da Poli PMI, atua em amplo espectro de frequências. Pode revestir superfície, curvas ou planos, e dispensa o uso de estruturas. Preço sob consu  
MO 54949

## PERFORMANCE

Outra opção da Isover, o Forrovid Prisma Plus é um painel de lã de vidro revestido na face aparente com filme PVC b microperfurado, com função termoacústica. É removível, tem 25 mm de espessura e índice de absorção acústica de 0,85 NRC. R\$ 29,54/m<sup>2</sup>  
MO 54942



## REFORÇADO

Da Illbruck-Sonex, o Sonex PB é indicado para tratamento de portas e para reforçar isolamento de máquinas. As placas têm 500 x 500 mm, 40 mm de compostas de espuma flexível de poliuretano auto-extinguível de 36 kg/m<sup>3</sup> com lençol de chumbo de 0,3 mm. R\$ 100,29/m<sup>2</sup>  
MO 54943



## LÃ DE VIDRO

Com 25 mm de espessura e 80 kg/m<sup>3</sup> de densidade, o Sonare, da Isover, é formado por painéis enrijecidos por perfis internos e revestido na face aparente e nas bordas laterais. O tecido é resistente contra ácaros, mofo e bactérias. Tem 2.7 mm de espessura. R\$ 69,55/m<sup>2</sup>  
MO 54941



## COMO CONCRETO

Com aspecto semelhante ao do concreto, o Sonex Roc, da Illbruck-Sonex, é composto por espuma flexível de poliuretano auto-extinguível de 30 kg/m<sup>3</sup> de densidade. Em vários tamanhos, as placas para forro têm espessuras entre 25 e 40 mm e NRC entre 0,85 e 1,0. R\$ 51,53/m<sup>2</sup>  
MO 54944



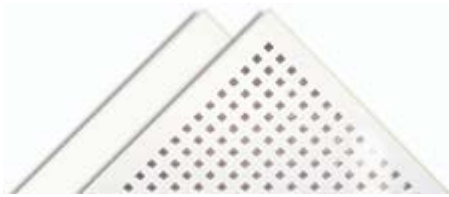
## ROCHA

Produzido pela Rockfibras, o forro Ultracoustic-T é composto por painel rígido de fibra de vidro basáltica Thermax e revestido com filme de PVC texturizado branco. Tem função termoacústica, é removível e imune a roedores e insetos. R\$ 30 a 40/m<sup>2</sup>  
MO 54947



## INDUSTRIAL

Nas versões ondulada e plana, o Sonique, da Isover, é formado por módulos de absorção sonora que melhoram o isolamento de áreas fabris e reduzem a reverberação. É um excelente isolante para incrementar o desempenho acústico. Possui película protetora contra poeira e filme impermeável de PVC. R\$ 33,36/m<sup>2</sup>  
MO 54945



### PARA TODA OBRA

Com feltro acústico na face das placas de gesso Gyptc adaptam-se a ambientes quanto teatros e bibliotecas de absorção acústica de

do plenum e da aplicação de lã mineral na instalação. R\$ 90/m<sup>2</sup>  
MO 54946



### PORTAS ACÚSTICAS

Indicadas para locais como estúdios, escritórios e casas de máquinas, são fabricadas em chapa de aço carbono SAE 1010 e proporcionam isolações a partir de 25 dB (STC). Em modelos padronizados ou sob encomenda. R\$ 1.943 a 2.817  
MO 54948



### VERSÁTIL

À base de vinil de alta densidade, o Fonac Barrier, de 2,5 mm de espessura e é fornecido em rolos. Indicado para revestimento de drywall, divisórias e forros, ou ainda como revestimento de tubulações. Nesse caso, deve ser incorporado a uma espuma flexível de poliuretano que atua como amortecedor. R\$ 49,50/m<sup>2</sup>  
MO 54951



### BEM ACABADO

Lançamento da Armstrong, o forro Ultima Vector pode ser instalado mesmo quando o plenum é limitado. Feito de fibra de vidro, possui uma borda patenteada que cria uma junta de 6 mm entre os painéis de 19 mm de espessura, diminuindo a visualização do perfil e proporcionando o melhor acabamento. R\$ 140/m<sup>2</sup>  
MO 54950