

Sistemas Acústicos



SUMÁRIO

Apresentação do curso

4

Definições

5

Reflexão

10

Difusão

10

Absorção

10

Reverberação

11

Condicionamento acústico de ambientes

14

Refração

17

Transmissão

18

SUMÁRIO

Sistemas compostos: alternativa para bom isolamento acústico	19
Avaliando o desempenho acústico	21
Escolhendo materiais acústicos	22
Produtos disponíveis	24
Forros removíveis	24
Forros monolíticos	28
Forros suspensos	31
Revestimento de parede	36
Conclusão	38

APRESENTAÇÃO DO CURSO

Seja bem-vindo a mais um e-book do Sinduscon na Prática. Este curso é composto por 2 videoaulas, 1 e-book e 1 guia rápido. Você também pode adquirir um certificado de conclusão do curso respondendo a um questionário a respeito do assunto estudado.

Pronto para começar a estudar? Recomendamos então que siga as seguintes etapas:

- 1.** Acesse o curso on-line e assista a primeira videoaula;
- 2.** Revise o conteúdo da aula com a ajuda do e-book;

- 3.** Assista a segunda videoaula;
- 4.** Revise seu conteúdo com ajuda do e-book;
- 5.** Responda a avaliação;
- 6.** Baixe seu certificado.

Lembre-se que, além deste e-book, você poderá baixar também na página web do curso, um guia rápido. Ele funcionará como material de consulta.

Boa sorte e conte conosco!

Definições

Acústica é a ciência do som, um ramo da física que estuda ondas sonoras, sua produção, transmissão e efeito. Também pode significar as propriedades de um determinado material para absorção ou isolamento dessas ondas. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece a NBR 10152 que regula os Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Lembre-se sempre de observá-la.

Para entendermos melhor o conceito de acústica, vamos relembrar alguns conceitos:

O som se propaga por ondas com uma determinada repetição periódica, através da rarefação e compressão das partículas do meio. A taxa desta repetição define a frequência e vai determinar se ouviremos sons mais graves ou agudos.

Definições

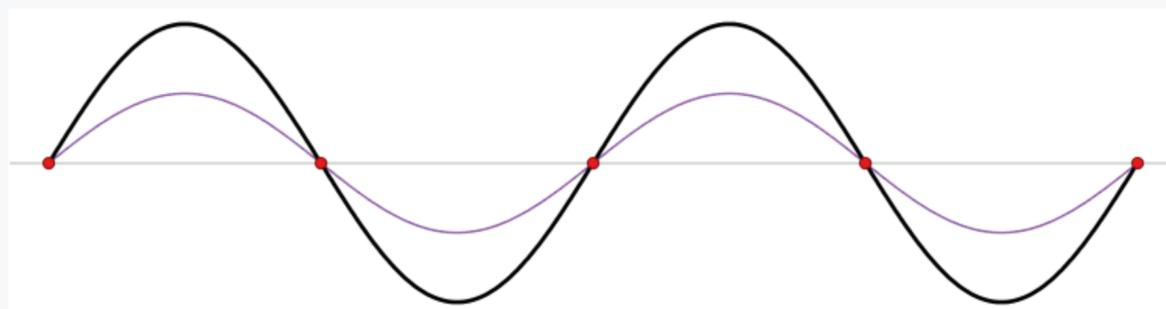


Imagem: Repetição de sons

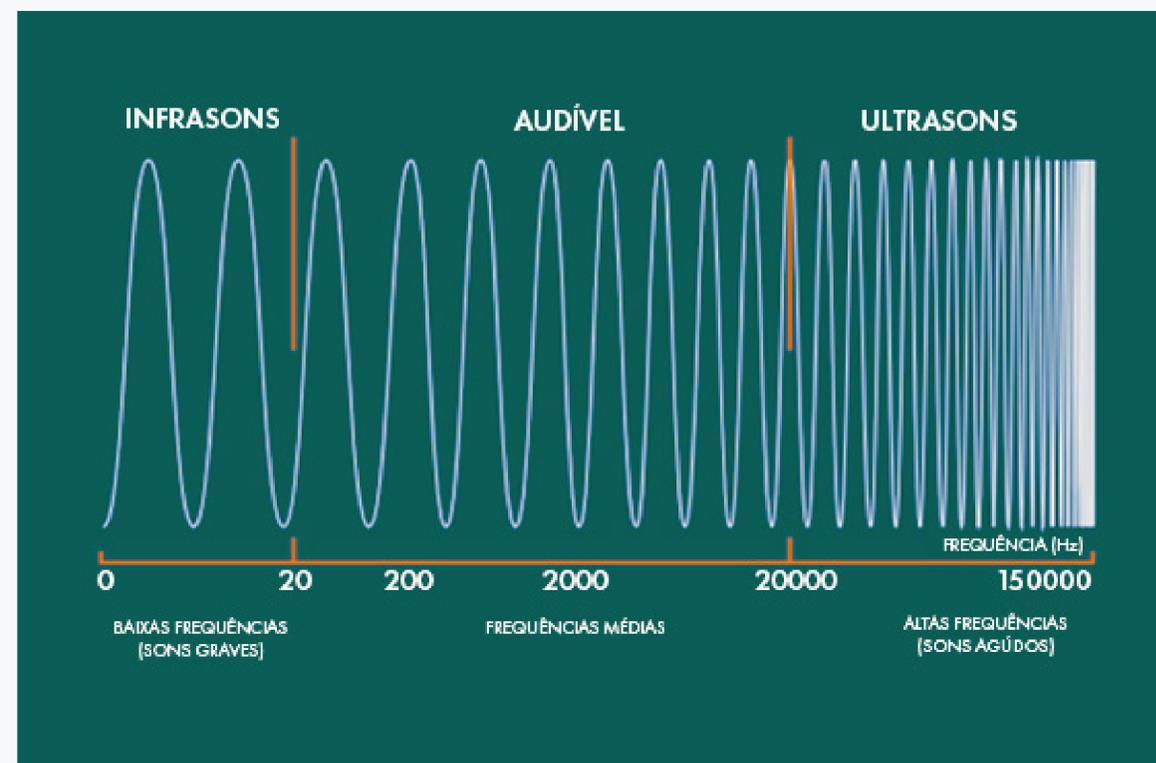


Imagem: frequências do som

Definições

A unidade utilizada para quantificar a frequência do som é o Hertz (Hz), que representa o número de repetições periódicas ocorridas por segundo. Por exemplo, na frequência de 1 Hz a repetição ocorre uma vez a cada segundo.

O ser humano não é capaz de ouvir todas as frequências que existem na natureza. Em média, começamos a escutar sons com frequências a partir de 20 Hz e paramos de escutar acima de 20.000 Hz.

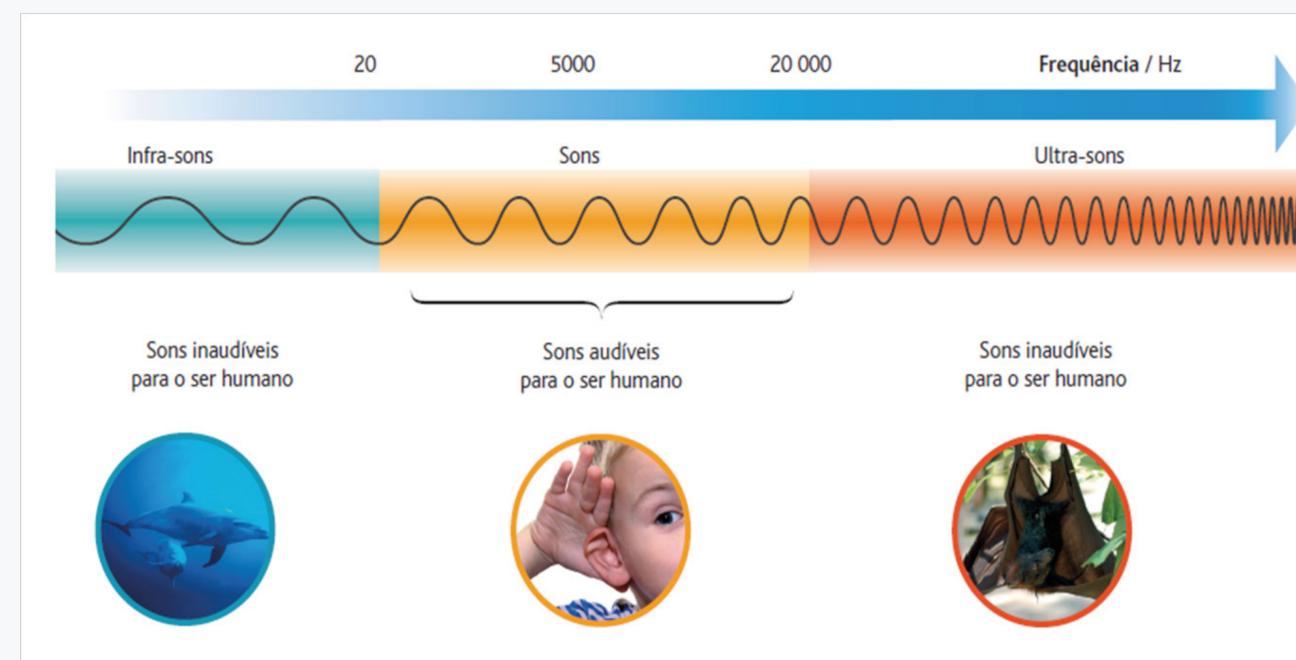


Imagem: frequência audível

Definições

O som se propaga em velocidades distintas nos diferentes meios. Em meios sólidos, a propagação do som é mais rápida que no ar. Por exemplo, quando um trem se aproxima, primeiro são sentidas as vibrações nos trilhos, seguidas pelas vibrações no ar antes que possamos ouvir o ruído do veículo em ação.

O nível de pressão sonora, expresso em decibel (dB), é uma escala que relaciona de forma logarítmica a pressão sonora medida com uma outra de referência. Usualmente, esta referência é a pressão sonora a partir da qual o ser humano começa a escutar os sons ($20 \mu\text{Pa}$). Quanto mais alta a onda, maior será o volume e conseqüentemente, maior será a quantidade de decibéis.

Definições



Imagem: escala de decibéis

Reflexão

A parte da energia sonora que incide sobre um material e retorna ao ambiente é descrita como reflexão do som. Materiais reflexivos apresentam superfícies rígidas como, por exemplo, blocos cerâmicos ou de concreto ou vidros.

Difusão

Já a difusão é um tipo especial de reflexão em que a onda sonora incide sobre uma superfície irregular, que "espalha" a energia sonora no ambiente em diversas direções. Elementos difusores são irregulares e podem ser projetados para atuarem de forma específica no condicionamento do som em um ambiente.

Absorção

A absorção sonora corresponde à capacidade do material de dissipar a energia do som. Diversos parâmetros foram desenvolvidos para quantificar objetivamente o comportamento do som no ambiente e relacioná-lo com as impressões sonoras subjetivas do ouvinte.

Reverberação

Para tratar a reverberação, temos o condicionamento acústico, com o conceito de absorção.

A reverberação sonora em espaços fechados é um fenômeno que ocorre quando o som permanece no ambiente ao refletir em paredes, pisos, tetos e demais superfícies. Os materiais de absorção, a mobília e até mesmo as pessoas presentes contribuem, em geral, para reduzir a reverberação. Quanto maior for o volume do ambiente e quanto menos absorção sonora estiver presente, maior será a reverberação. Por exemplo, um apartamento ou casa nova sem mobília pode ser reverberante. Depois que o ambiente está mobiliado, é possível perceber que a reverberação diminui significativamente porque os elementos no cômodo ajudam a absorver o som.

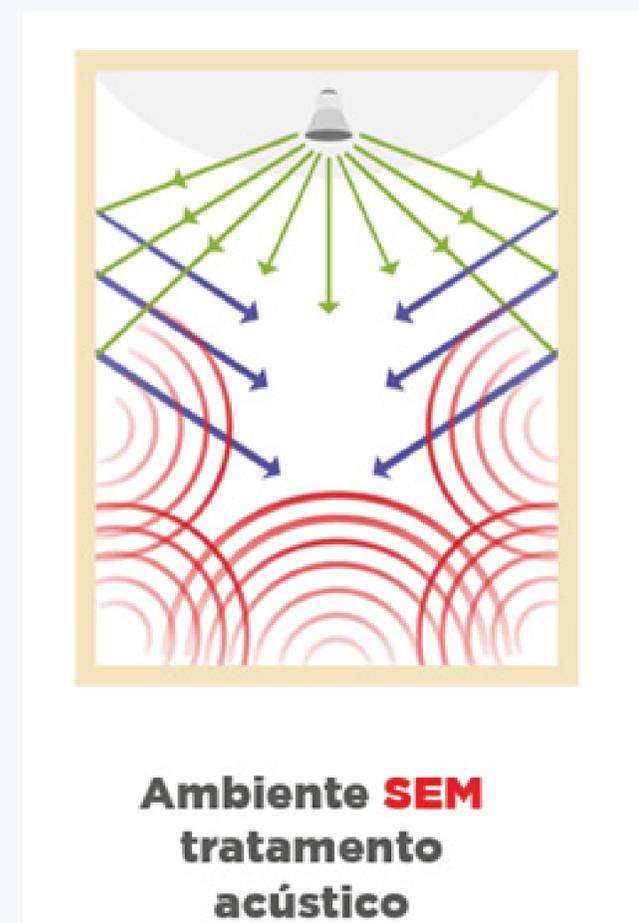


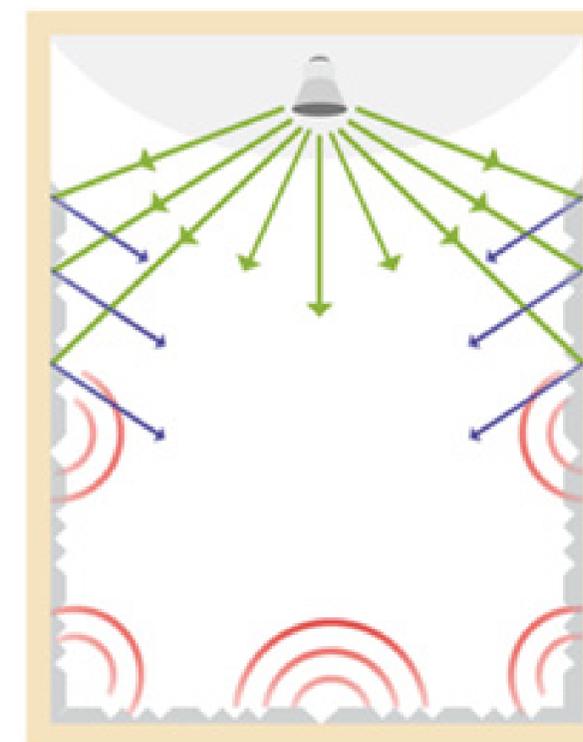
Imagem: verde-som direto/ roxo- primeiras reflexões/ vermelho -sucessivas reflexões (reverberação)

Reverberação

Em um ambiente reverberante, normalmente, existe a dificuldade para compreensão da fala, pois as sílabas das palavras são sobrepostas pelas anteriores, devido as muitas reflexões sonoras. A solução deste problema não depende do ouvinte, mas do comportamento do som no local.

O tempo de reverberação (TR) é o mais conhecido e utilizado. Ele é definido como o tempo necessário para que a energia sonora diminua 60 dB em um ambiente após a emissão da fonte ser interrompida. E depende principalmente do volume da sala e da quantidade de absorção sonora presente.

Uma das maneiras de controlar a reverberação é com a aplicação de revestimentos fonoabsorventes nas superfícies de um ambiente, como espumas, painéis acústicos de lã de vidro, painéis acústicos perfurados e demais materiais fibrosos.



**Ambiente COM
tratamento
acústico**

Reverberação

A quantidade, o desempenho e a distribuição destes materiais vão definir o tempo de reverberação.



Imagem: forro mineral

Condicionamento acústico de ambientes

Existem parâmetros que possibilitam a comparação entre materiais utilizados no condicionamento acústico de ambientes. Sendo os dois mais utilizados o α_w e o NRC.

Com o coeficiente de absorção sonora médio ponderado α_w é possível saber a absorção sonora de um material por meio de um valor único determinado conforme a norma ISO 11654. Este coeficiente abrange mais frequências em sua avaliação do que o NRC.

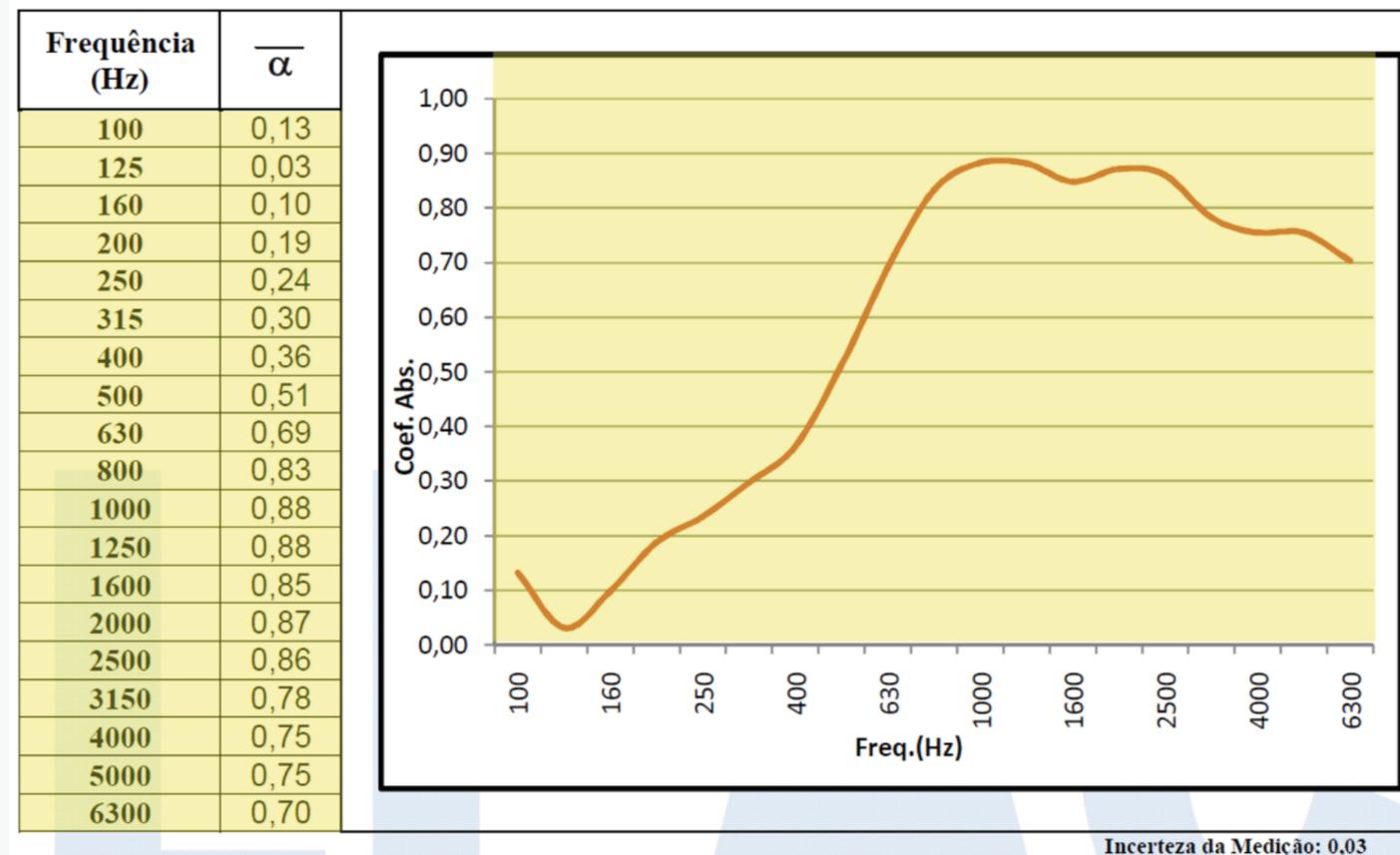


Imagem: nível de absorção sonora de um produto segundo método α_w

Condicionamento acústico de ambientes

Já o coeficiente de redução de ruído – NRC, apresenta como critério a absorção sonora de um material por meio de um valor único, sendo determinado segundo a norma ASTM C423.



O NRC é dado pela média aritmética dos coeficientes de absorção sonora (representado pela letra α - sabines) das bandas de oitava centradas nas frequências de 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz e 2.000 Hz. Este valor é importante quando se refere à escritórios fechados, salas de conferências, escritórios mistos (averto e fechado), corredores, áreas de trabalho, salas de aula, ginásios, lanchonetes, recepções, salas de exames, escritórios médicos, lojas, etc.

Condicionamento acústico de ambientes

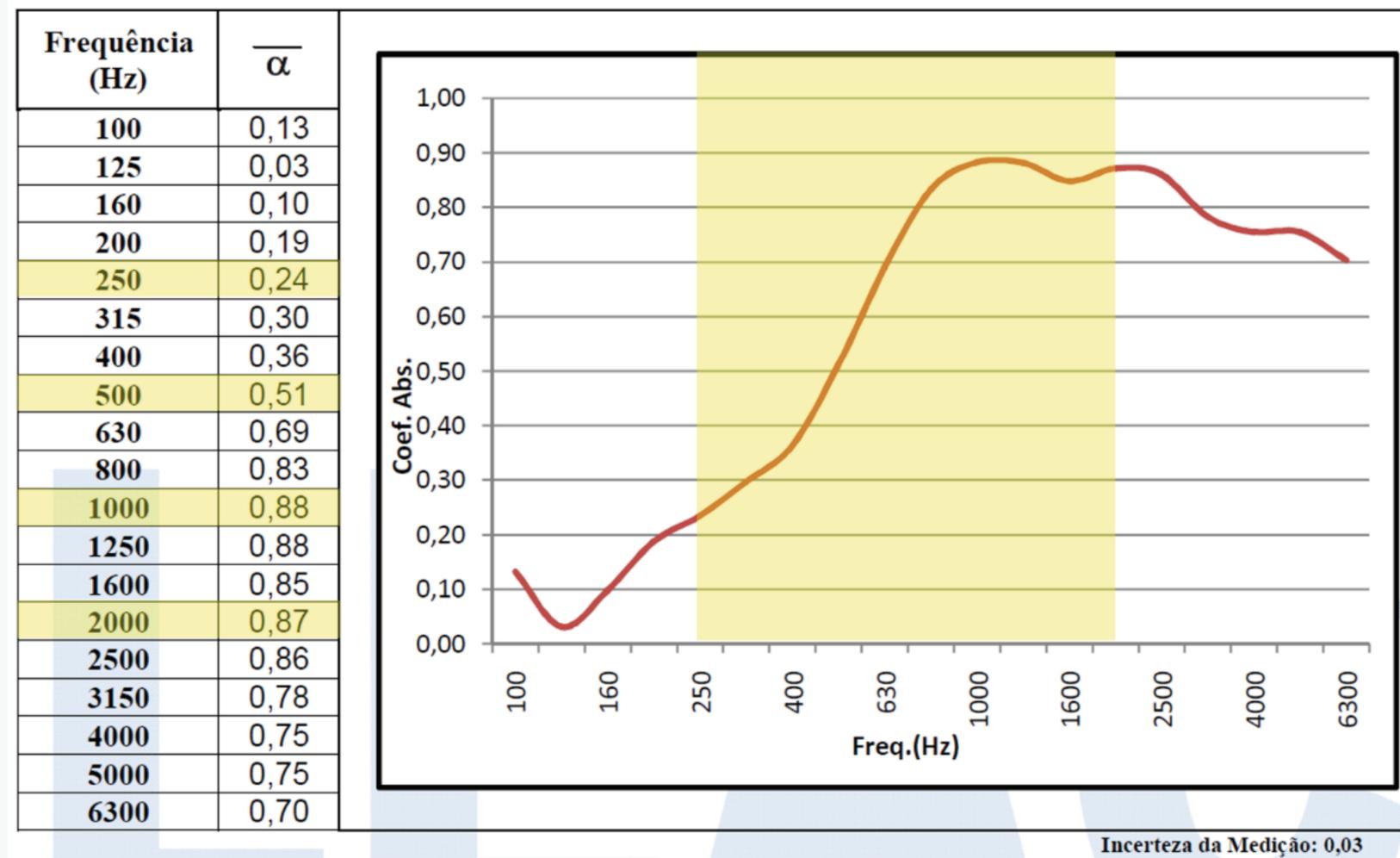


Imagem: nível de absorção sonora segundo o NRC

Refração

A refração do som obedece às leis da refração da ondulatória. Desse modo, esse fenômeno acontece quando a onda passa de um meio para outro com índice de refração diferente, o que provoca a variação da velocidade de propagação e a variação do comprimento de onda, mas nunca a variação da frequência, pois trata-se de uma característica da fonte emissora.

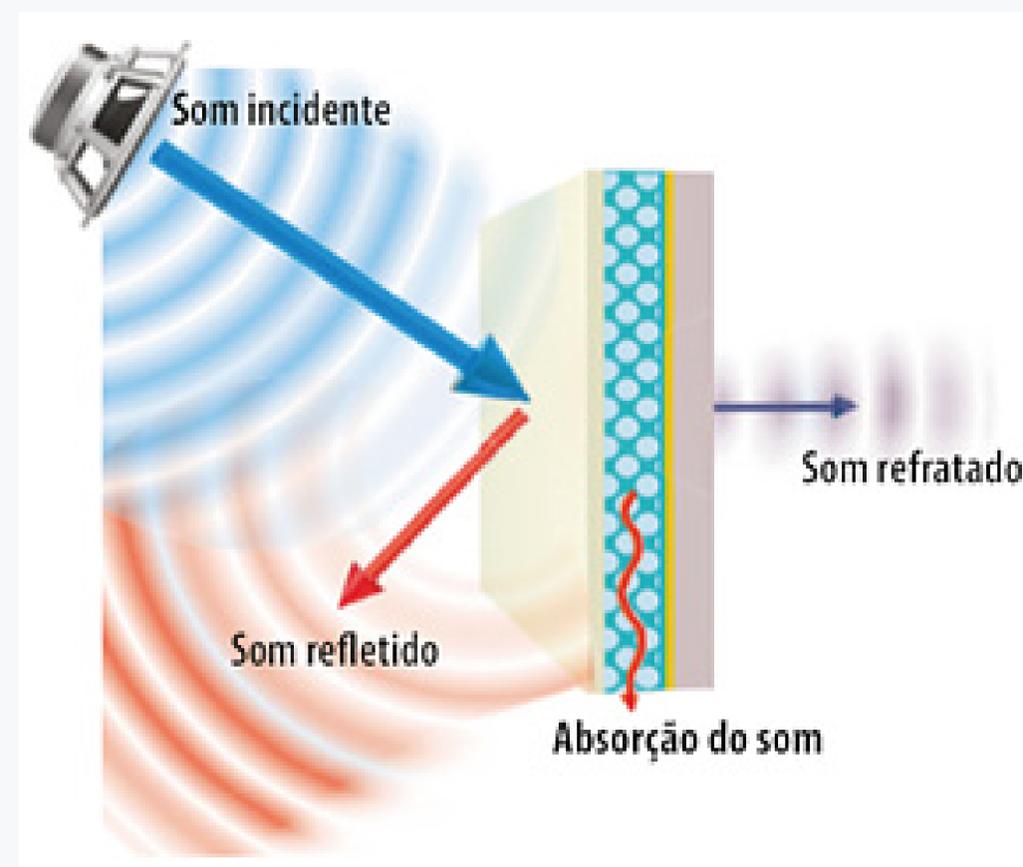


Imagem: refração em uma parede

Transmissão

Na transmissão, o som transmitido por um elemento corresponde à parte da energia sonora que não foi absorvida nem refletida. Para evitar a transmissão sonora de um ambiente para outro, é necessário utilizar materiais/sistemas de isolamento acústico.

Em edificações, o ruído pode ser transmitido pelo ar ou pela estrutura. Ruídos gerados no ar, como conversas e músicas, são considerados aéreos. Ruídos causados pelo impacto direto na estrutura, como passos, queda de objetos, arraste de móveis e marteladas são considerados de impacto.



Imagem: tipos de transmissão de ruído

O isolamento acústico está relacionado com os elementos construtivos que reduzem a transmissão sonora entre ambientes. Em geral, o isolamento acústico depende da massa dos materiais. Elementos pesados, como paredes de alvenaria, vidros espessos e elementos de concreto, apresentam alto grau de isolamento acústico.

Sistemas compostos: alternativa para bom isolamento acústico

Uma alternativa para obter bom isolamento acústico com materiais mais leves é a utilização de sistemas compostos, por exemplo, o drywall. Esses sistemas são uma espécie de “sanduíche”, em que nas partes externas são utilizados materiais mais densos e pouco espessos, como placas de gesso, e a parte interna é preenchida com materiais porosos ou fibrosos como a lã de vidro.



Imagem: lã de vidro sendo colocada

Sistemas compostos: alternativa para bom isolamento acústico

Quando o ruído for externo, o isolamento acústico global da fachada vai depender do isolamento da parede combinado com o das esquadrias, ou seja, portas e janelas. Em ambientes de cobertura, a composição do telhado também deve ser levada em consideração.

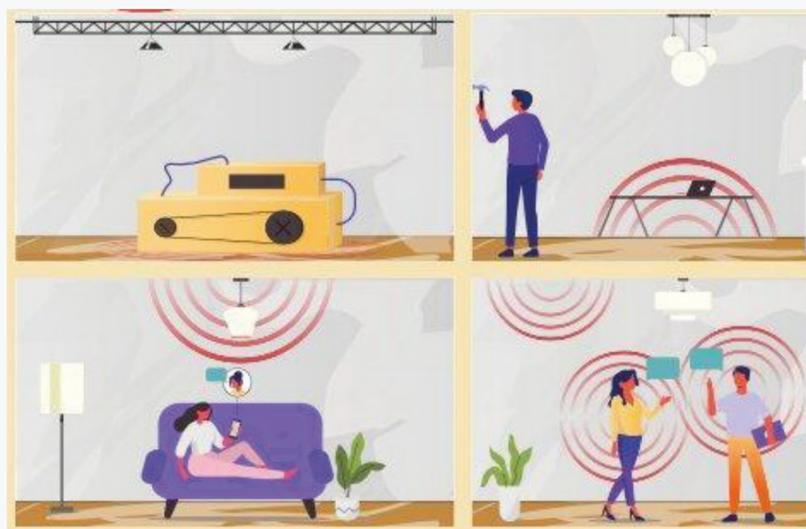


Imagem: janela antirruído

Avaliando o desempenho acústico

O desempenho do isolamento acústico entre recintos ou de uma fachada pode ser avaliado em campo, isto é, no próprio edifício. Para isso, existem normas específicas que descrevem os procedimentos e os indicadores adequados.

Ele depende de fatores como o volume dos ambientes, a escolha do sistema construtivo e a qualidade da execução da obra. Vale ressaltar que os resultados em campo podem ser diferentes dos obtidos em laboratório.



O CAC - CEILING ATTENUATION CLASS, é utilizado para classificar o desempenho de um sistema de forro como uma barreira à transmissão de sons aéreos por meio de um plano compartilhado entre espaços fechados adjacentes. O método de determinação é descrito pela ASTM E1414.

O som residual, popularmente conhecido como ruído de fundo, é o som existente em um local sem a presença das fontes sonoras de interesse para o ouvinte. Os ambientes são influenciados pelo som residual proveniente tanto do meio externo como do interno como ocorre em edificações habitacionais, escolas, teatros, aeroportos etc.

Escolhendo materiais acústicos

Todo bom projeto se inicia com uma análise profunda do local e seu entorno, seguida de um estudo aprofundado do tipo da infraestrutura que será construída, seus diferentes ambientes e fontes de ruídos existentes em cada um deles. Com essas informações já é possível levantar os meios necessários para alcançar o conforto acústico adequado para toda a edificação.



Imagem: medição com decibelímetro

No momento da especificação de materiais com características acústicas, deve se verificar com os fornecedores todos os itens referentes ao desempenho, solicitar amostras, catálogos e laudos técnicos de ensaios realizados por laboratórios acreditados pelo INMETRO ou entidades reconhecidas internacionalmente.

Escolhendo materiais acústicos

A Saint-Gobain é uma empresa que trabalha com a linha completa de Acústica & Design com produtos de marcas como Ecophon, Placo, OWA e Sonex!



Imagem: catálogo de Acústica & Design da Saint Gobain

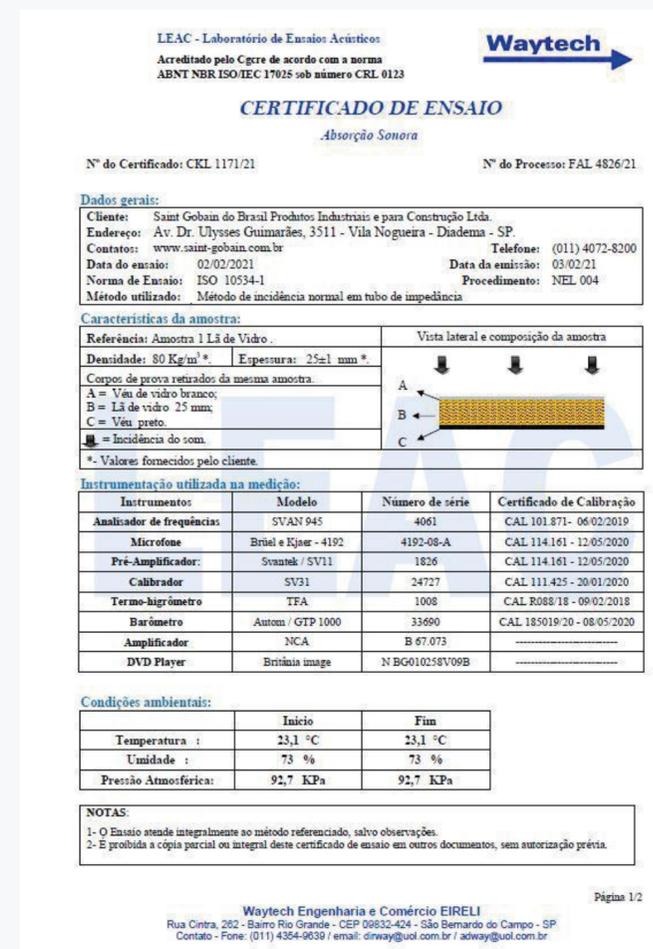


Imagem: laudo técnico de produto

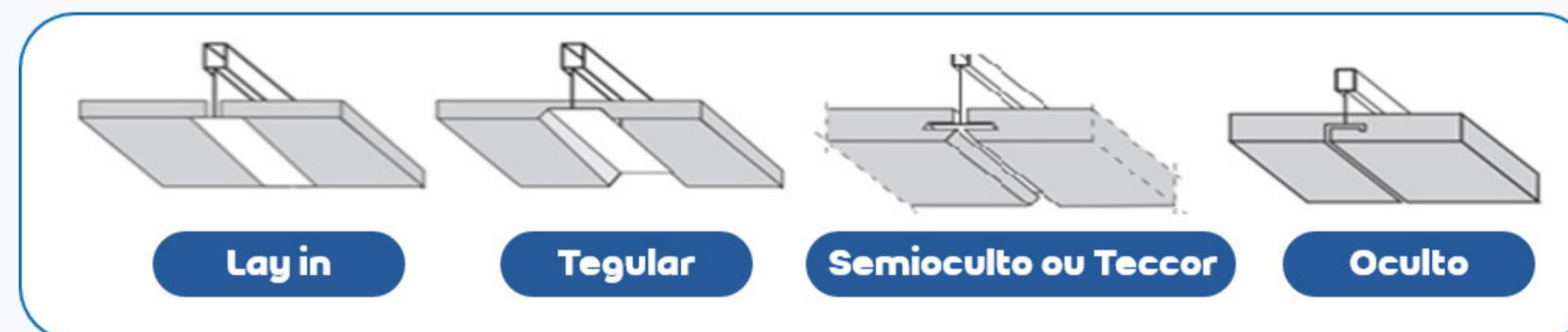
Produtos disponíveis

Forros removíveis

Uma das soluções disponíveis são os forros removíveis, que são placas de padrão quadrado ou retangular que podem ser compostas por diferentes tipos de matéria-prima, como lã de vidro, mineral, gesso perfurado ou madeira.

Esse tipo de forro geralmente é instalado com perfis metálicos de padrão T. Seu acabamento final vai depender, principalmente, do tipo de borda de cada produto.

É possível encontrar no mercado produtos com borda reta, chamadas de lay-in. Também há opções com bordas no formato tegular, oculta ou semioculta.



Imagens: tipos de borda

Forros removíveis

Os grandes diferenciais nos forros removíveis são a facilidade de instalação e manutenção das placas. Cada produto atende necessidades específicas termoacústicas e podem ser aplicados em diferentes tipos de obras, diminuindo a reverberação sonora desses espaços através da absorção.

No portfólio de Acústica & Design da Saint-Gobain você pode encontrar os forros minerais da marca OWA, os forros de lã de vidro das marcas Ecophon (ecofon) e Sonex e forros com padrão amadeirado da linha Nexacoustic e Nexalux, que também fazem parte da marca Sonex além de forros removíveis de gesso perfurado, da Placo.



Imagem: Forro Mineral Brilianto OWA



Imagem: Forro de lã de vidro Gedina A Ecophon

Forros removíveis



Imagem: forro de madeira Nexacoustic Sonex

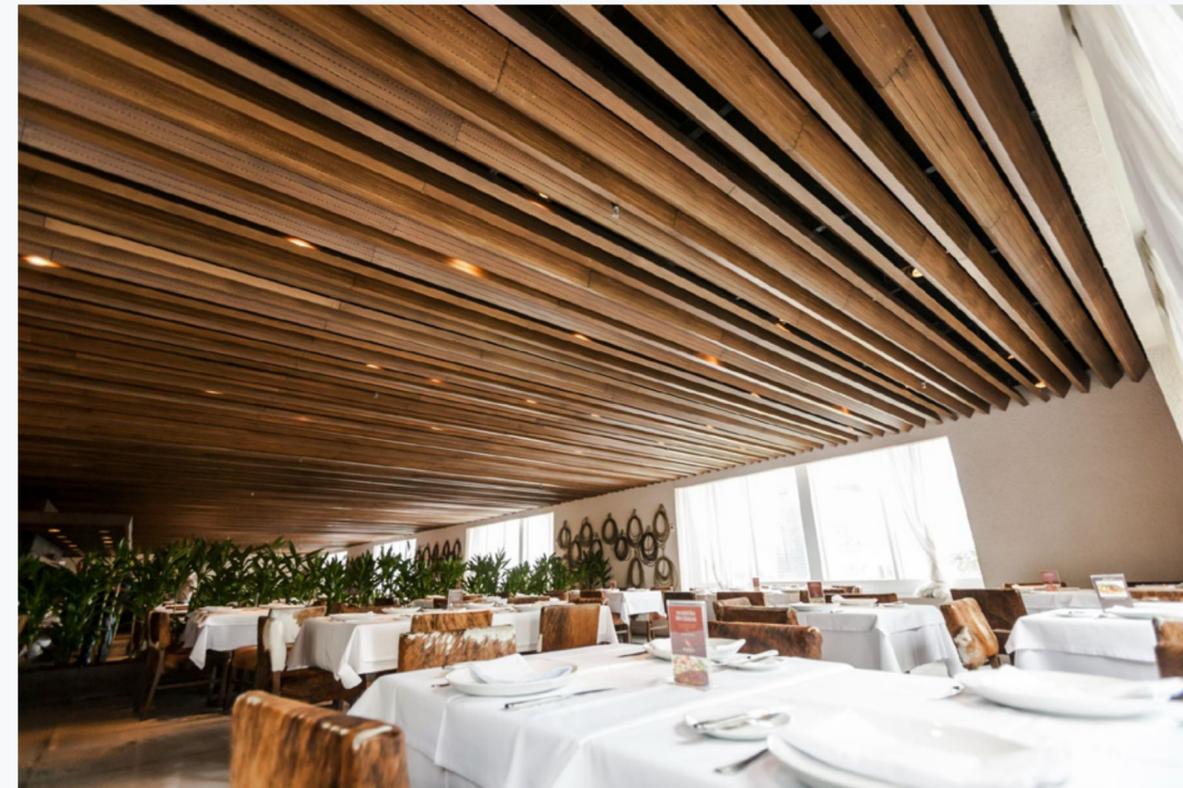


Imagem: forro amadeirado Nexalux

Forros removíveis



Imagem: Forro lâ de vidro Forrovid Boreal Sonex

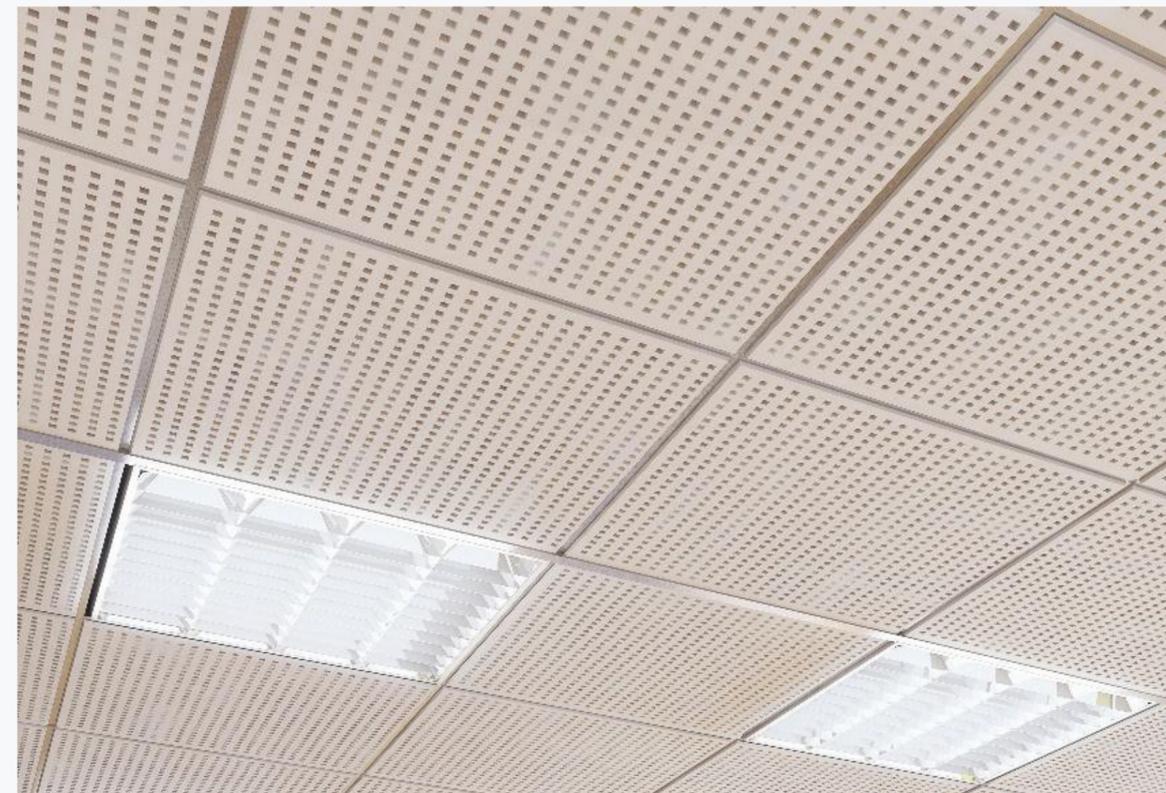


Imagem: Forro gesso perfurado Gyptone Quattro 20

Forros monolíticos

Agora que já vimos os tipos de forros removíveis, disponíveis no mercado, falaremos sobre outra categoria de produtos: os forros monolíticos. Eles são placas instaladas de forma que nenhuma parte da estrutura fique visível, podendo ser minerais ou de gesso e resultando em um acabamento de superfície lisa ou perfurada.

Uma das vantagens desses forros é que eles permitem cortes e design com possibilidades de iluminação embutida diferenciada além de proporcionar uma excelente absorção acústica

No portfólio de Acústica & Design da Saint-Gobain é possível encontrar forros monolíticos minerais, chamados de OWAPlan, e os forros monolíticos perfurados, que são o Gyptone e o Rigitone.

Forros monolíticos

OWAPlan é um forro acústico monolítico desenvolvido para ambientes onde a concepção do projeto determina uma aparência contínua, sem interferência de emendas. É composto de painel de fibra mineral biossolúvel, véu acústico e acabamento de pintura texturizada.



Imagem:forro monolítico OWAPlan

Forros monolíticos

O Rigitone e o Gyptone são placas de gesso perfuradas que atendem às mais exigentes necessidades de conforto acústico. Quando instaladas, não apresentam juntas aparentes, são duráveis e têm um excelente acabamento.

A linha de forros de gesso Rigitone e Gyptone possui tecnologia Activ'Air, que filtra o ar local, retira maus odores e melhora a qualidade interna do ar.



Imagem: Gyptone Big quattro 41



Imagem: Rigitone 12-20-66

Forros suspensos

Outro tipo de forro, além de removíveis e monolíticos, são os forros suspensos. Eles se constituem de placas de diferentes padrões, cores e materiais instalados com fixações por cabo de aço, tanto na direção horizontal, que são nuvens, quanto na vertical, que são os baffles.

Alguns projetos necessitam de maior apelo estético sem abrir mão da acústica, e os forros suspensos são soluções que unem perfeitamente design inovador e estética. O maior diferencial deles suspensos são a contribuição para uma maior absorção acústica em suas superfícies por conta das ondas sonoras que ficam reverberando no ambiente.

Utilizando nuvens e baffles, é possível que o som seja absorvido nas superfícies inferior e superior, garantindo melhor condicionamento acústico aos ambientes.

Imagem: Gyptone Big quattro 41

Forros suspensos

Alguns forros suspensos do portfólio de Acústica & Design da Saint-Gobain são as nuvens de lã de vidro Solo, da Ecophon, e nuvens e baffles 2D e 3D da Sonex, que são de melamina expandida.



Imagem: Baffles Sonex illtec



Imagem: Forro de Lã de Vidro Ecophon

Forros suspensos

Além disso, existe a possibilidade de montagem de nuvens personalizadas da linha Fiberwood e Nexacoustic.

Com diversos formatos geométricos, cores, modulações e tipos de instalação, o Sonex Illtec pode se adequar a diferentes propostas arquitetônicas. É uma solução versátil para projetos que apostam em eficiência acústica e design, sem esquecer da segurança, pois atende aos mais rigorosos critérios de resistência ao fogo. As placas podem ser 2D ou 3D.



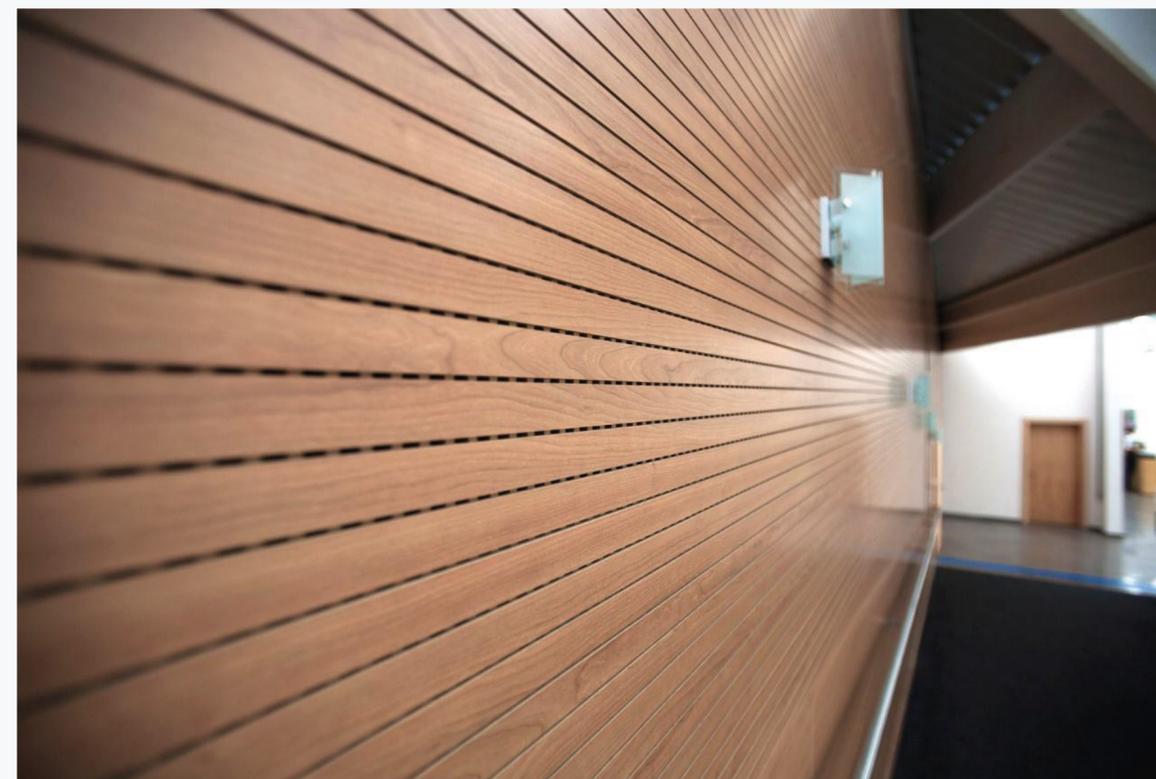
Imagens: exemplos da linha Sonex Illtec

Forros suspensos

Para a absorção acústica em paredes podem ser instaladas as linhas Fiberwood e Nexacutic da Sonex.

A linha Nexacoustic possui painéis, chamados de réguas, produzidos com MDF e estão disponíveis em duas versões: Standard e Ignífugo. O Nexacoustic Ignífugo possui uma resina em sua composição que o torna incombustível em toda sua vida útil.

Os painéis podem ser instalados no teto ou na parede, e possuem diferentes opções de ranhuras e perfurações, que são absorvedores acústicos; ou sem perfurações que fazem o papel de refletores acústicos.



Imagens: réguas Nexacoustic

Forros suspensos

O Fiberwood é um painel de fibra de madeira mineralizada.

Ele oferece ótima performance acústica, segurança contra o fogo, possui ação bacteriostática e fungistática, resistência à umidade e elevada durabilidade.



Imagem: composição Fiberwood

Os produtos da linha Fiberwood estão disponíveis em diversas cores e modulações para aplicação em teto e parede, promovendo redução de ruído, conforto acústico e design aos mais diversos ambientes, como escritórios, restaurantes, salas de aula, igrejas, auditórios, academias, entre outros.

Revestimento de parede

Outro item que ajuda na performance acústica dos ambientes é o revestimento de parede. Sua característica principal é o ótimo acabamento estético. Os revestimentos de parede podem ter dimensões e formatos diversos para propor instalação de mosaicos. Sua característica principal é a absorção acústica nos mais diversos tipos de ambientes, especialmente quando instalados com lã de vidro para aprimorar sua performance termoacústica.

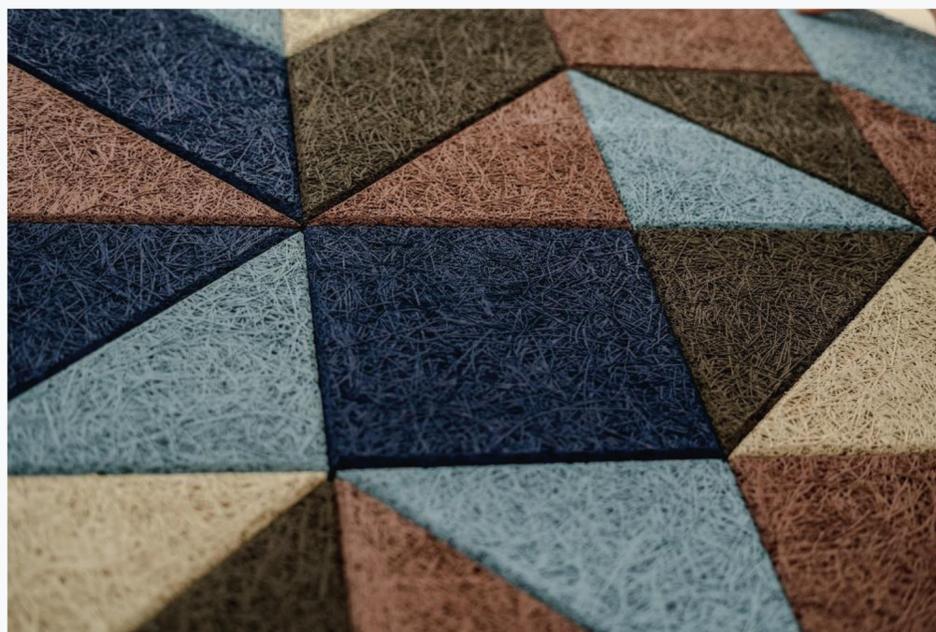


Imagem: Acabamento personalizado com revestimento de parede



Imagem: outra forma do revestimento de parede

Revestimento de parede

A forma de instalar cada produto vai depender da modulação e do grau de performance acústica necessária para os ambientes. Dentre os produtos desta categoria estão: Decoround, Sonare, revestimentos Fiberwood e revestimentos Sonex Nexacoustic.

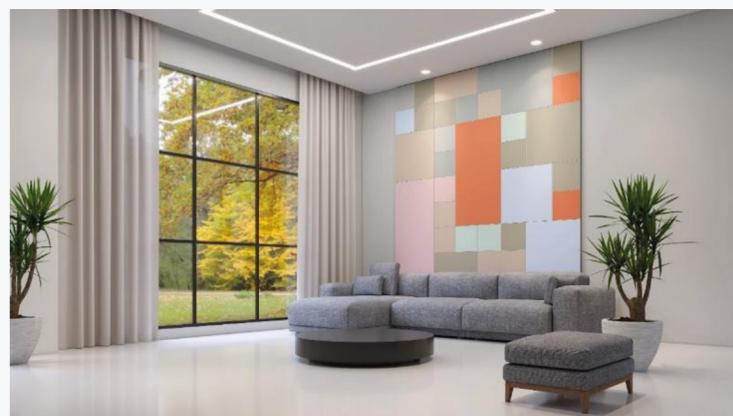


Imagem: Decoround



Imagem: revestimentos Fiberwood



Imagem: Sonare (Sonex)

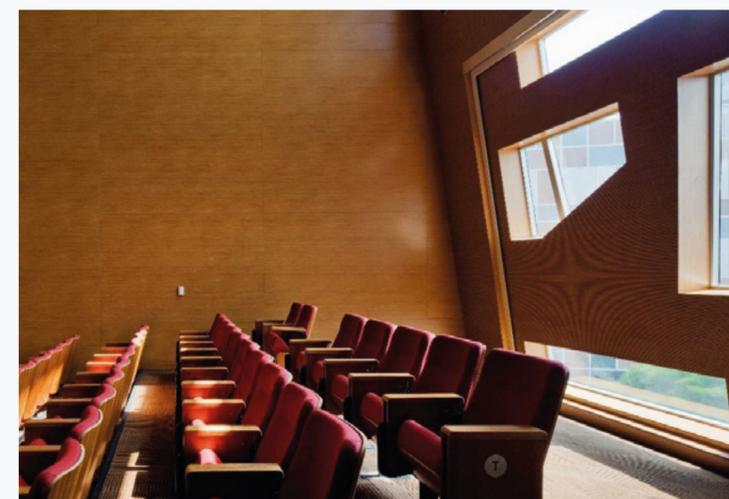


Imagem: Nexacoustic Sonex

Conclusão

Viu como existem diversas opções no mercado que atendem às várias especificidades apresentadas nessa videoaula? Como você pôde ver, o bom desempenho acústico pode estar ligado a um bom design, deixando a edificação bonita e adequada ao projeto.

Você também pode dar uma olhada no site do Parceiro da Construção, uma plataforma de conhecimento e cursos.

Você já está pronto para realizar uma avaliação e emitir seu certificado de conclusão. Não se esqueça também que, além deste e-book, você tem à disposição na página web do curso, um guia rápido. Ele funcionará como material de consulta.

Boa sorte!



A responsabilidade técnica do conteúdo do webinar é exclusiva do Fornecedor/Patrocinador, bem como os produtos que fabrica.

