

MATERIAIS, TÉCNICAS E PROCESSOS PARA ISOLAMENTO ACÚSTICO

Rodrigo Eduardo Catai, André Padilha Penteado, Paula Ferraretto Dalbello

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: catai@cefetpr.br

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de realizar uma ampla e atual revisão bibliográfica sobre os principais tipos de materiais, técnicas e processos envolvidos no conforto acústico do ser humano. Destaca-se que esta pesquisa tem grande importância tanto para a sociedade como para profissionais e empresas no geral, pois através da mesma, estes tomarão conhecimento não só dos materiais, técnicas e processos convencionais, mas também terão um enfoque de como esta problemática do ruído é solucionada ao redor do mundo, perante a utilização das mais novas tecnologias existentes. Neste trabalho, serão comentados ainda exemplos práticos sobre isolamentos acústicos em diferentes ambientes, com a apresentação dos principais resultados obtidos, a fim de que se crie uma preocupação ambiental para minimizar a exposição aos ruídos.

Palavras-chaves: Tratamento acústico, Ruídos, Materiais Acústicos e *Dry-wall*.

1. INTRODUÇÃO

As máquinas e equipamentos utilizados pelas empresas produzem ruídos que podem atingir níveis excessivos, podendo a curto, médio e longo prazo provocar sérios prejuízos à saúde. Da mesma forma, os ruídos provenientes dos meios urbanos podem ocasionar sérios transtornos dentro das edificações, degradando a qualidade de vida da população.

Os principais materiais empregados na construção civil como os blocos cerâmicos, de concreto e o próprio concreto armado já possuem certa característica isolante, nem sempre suficiente para determinadas aplicações em que se necessite de elevado grau de atenuação.

Para esta atenuação suplementar pode-se empregar, por exemplo, lã de vidro, lã de rocha, espuma acústica, fibra mineral etc. Ressalta-se que estes materiais podem ser aliados a utilização do processo "dry-wall", técnica atual e bastante difundida no Brasil. Neste trabalho, será apresentada uma revisão bibliográfica sobre os principais tipos de materiais, técnicas e processos envolvidos no conforto acústico do ser humano bem como alguns exemplos práticos sobre isolamentos acústicos em diferentes ambientes, com a apresentação dos principais resultados obtidos, a fim de que se crie uma preocupação ambiental para minimizar a exposição aos ruídos.

2. RUÍDO

As máquinas e equipamentos utilizados pelas empresas produzem ruídos que podem atingir níveis excessivos, podendo a curto, médio e longo prazo provocar sérios prejuízos à saúde.

O termo "ruído" possui diversas definições. Segundo Bistafa [1], o ruído pode ser definido como um som sem harmonia e que no geral tem uma conotação negativa. Já de acordo com Lida [2], em sua definição mais subjetiva, o ruído nada mais é do que um som indesejável. Porém, é importante ressaltar que um som pode ser indesejável para um indivíduo, mas não para outro.

O ruído, de forma mais formal, pode ser caracterizado como um fenômeno físico vibratório com características indefinidas de variações de pressão (no caso ar) em função da frequência, isto é, para uma dada frequência podem existir, em forma aleatória através do tempo, variações de diferentes pressões. Pode ainda ser definido como um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução [2]; [3]; [4].

2.1. Classificação do ruído

Os ruídos podem ser classificados em contínuo, intermitente ou de impacto.

O ruído contínuo do ponto de vista técnico é aquele cujo nível de pressão sonora varia 3 dB (decibéis) durante um período longo (mais de 15 minutos) de observação. O ruído intermitente é aquele cujo nível de pressão sonora varia de até 3 dB em períodos curtos (menor que 15 minutos e superior a 0,2s).

Entretanto, as normas não diferenciam o ruído contínuo ou intermitente para fins de avaliação quantitativa desse agente. Já o ruído de impacto pode ser definido como picos de energia acústica de duração inferior a 1s, em intervalos superiores a 1s [2]; [3]; [4]; [5].

Segundo a Norma Regulamentadora (NR) 15 [5], os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos sempre em decibéis (dB) utilizando o aparelho para medição do nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (*Slow*).

3. CONFORTO ACÚSTICO

Segundo Vianna e Ramos [6], só existe conforto quando há um mínimo de esforço fisiológico em relação ao som (e a luz, ao calor e à ventilação) para a realização de uma determinada tarefa. Um ambiente confortável proporciona bem estar e harmonia quando as necessidades são atendidas. As principais variáveis do conforto acústico são: entorno (tráfego); a arquitetura; o clima (ventilação, pluviosidade); orientação/implantação (materiais, mobiliário).

É importante ressaltar que tudo na natureza tem propriedades acústicas, mas a capacidade de absorção varia em função do material [7]. Segundo Nakamura [7], a capacidade de absorção é quando, por meio da transformação vibratória em energia térmica, o material pode dissipar a energia sonora que incide sobre este.

A escolha e a maneira da disposição do material depende se a pretensão é corrigir, reduzir ou eliminar o ruído. Forros e paredes recheadas com lãs minerais, como lã de rocha e de vidro, podem corrigir o tempo de reverberação do som. Deve-se tomar cuidado com os índices de absorção acústica, porque quando em excesso pode impedir que um aluno, por exemplo, em uma sala de aula escute o professor. A escolha do forro ou revestimento precisa levar em conta a taxa de ocupação do ambiente de manutenção, durabilidade, estabilidade e resistência ao fogo [7].

4. PRINCIPAIS TIPOS DE MATERIAIS

Os materiais utilizados para isolamento acústico podem ser classificados em convencionais e não convencionais.

4.1. Materiais convencionais

São os materiais de vedação de uso comum dentro da construção civil. Os mesmos possuem uma série de vantagens. Uma das principais vantagens é o isolamento acústico razoavelmente bom para uso comum. Como exemplos destes tipos de materiais, citar-se: blocos cerâmicos; bloco de concreto/concreto celular; bloco de silico calcário; madeira; vidro etc.

4.2. Materiais não convencionais (Inovações)

São materiais desenvolvidos especialmente para isolar acusticamente diferentes ambientes. Geralmente, estes materiais também possuem algumas vantagens térmicas. Como: lã de vidro; lã de rocha; vermiculita; espumas elastoméricas; fibra de coco (inovação ecológica) etc.

4.2.1. Lã de vidro

A lã de vidro é mundialmente reconhecida como um dos melhores isolantes térmicos. É um componente formado a partir de sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas em alto forno. Devido ao ótimo coeficiente de absorção sonora em função à porosidade da lã, a onda entra em contato com a lã e é rapidamente absorvida. Suas principais vantagens [8]:

- é leve e de fácil manipulação;
- é incombustível, ou seja, não propaga chamas;
- não deterioram;
- não favorece a proliferação de fungos ou bactérias;
- não tem desempenho comprometido quando exposto à maresia;
- não é atacada nem destruída pela ação de roedores.

O mercado oferece em forma de manta, do tipo manta ensacada com polietileno, manta aluminizada, manta revestida com feltro para construções metálicas e manta de fibro-cerâmica para tubulações e equipamentos com temperaturas elevadas [8].

4.2.2. Lã de rocha

Conforme Salvador [9], a lã de rocha é composta de fibras originadas de basalto aglomerado com resina sintética. As principais características deste material são:

- isolante acústico;
- isolamento térmico;
- incomburente;
- pH neutro, anti-parasita, não corrosivo e imputrescível;
- não nocivo à saúde, mas seu manuseio e aplicação deverá ser feito com vestuário e luvas adequadas;
- não poluente;
- favorável custo/benefício.

A lã de rocha pode ser aplicada em forros, divisórias, em dutos de ar condicionados, em tubulações com baixas, médias e altas temperaturas de 50°C a 750°C [9].

O mercado brasileiro oferece a lã de rocha em forma de painéis e mantas revestidas ou não, com plástico auto-extinguível, de manta com “*Kraft aluminizado*”, de calhas e mantas com tela metálica para proporcionar maior resistência mecânica ao material [8].

4.2.3. Vermiculita

É um mineral da família das micas (aluminossilicato hidratado de ferro e de magnésio), constituído pela superposição de finas lamínulas que ao se submeter a altas temperaturas (cerca de 1000°C) se expande até vinte vezes do seu volume original, deixando um grande vazio em seu interior [10].

As principais características deste tipo de material são: baixa densidade que varia de 80 até 120kg/m³, baixa condutibilidade, incomburente, insolúvel em água, não é tóxico, não abrasivo, inodoro, não se decompõe, deteriora ou apodrece, etc.

Segundo Oliveira et al. [10], a vermiculita dentro da construção civil pode ser aplicada para: enchimento de pisos, isolamento termo-acústico em divisórias, forros, lajes e paredes, corta fogo, câmaras a prova de som, câmaras a prova de fogo, rebocos isolantes, etc.

Deve-se destacar ainda que o mercado oferece a vermiculita em forma de placas e blocos ou em forma de concreto leve de vermiculita expandida; recomendado, para contra-piso, rebocos acústicos e como enchimento de excelente qualidade [8].

4.2.4. Espuma elastomérica

Este material é uma espuma do poliuretano poliéster, auto-extinguível, que possui as seguintes propriedades:

- tratadas com retardante a chama para melhorar sua propriedade quanto a segurança ao fogo;
- estão protegidas contra mofos, fungos e bactérias.

A espuma elastomérica é indicada para acústicas em escritórios, auditórios, salas de treinamento, salas de som. Este tipo de material é oferecido no mercado em forma de placas de diversas espessuras e dimensões [11].

4.2.5. Fibra de coco

A Fibra de coco (Corkoco) misturada ao aglomerado de cortiça expandido apresenta excelentes resultados na absorção de ondas de baixa frequência, dificilmente alcançados por outros materiais. A fibra de coco apresenta resistência e durabilidade cumprindo com a necessidades técnicas exigidas pelo mercado. Além de ser um material versátil e indicado para isolamento térmico e acústico, utiliza uma matéria prima natural e renovável [12].

5. TÉCNICA E PROCESSOS ENVOLVIDOS NO CONFORTO ACÚSTICO

Uma das técnicas mais utilizadas em todo mundo e que vem sendo aplicada em grande escala no Brasil é denominada de *dry-wall* ou o gesso acartonado.

As placas são fixadas a uma leve estrutura metálica, podendo ser utilizadas para acabamento sobre a alvenaria ou para estruturar paredes e forros com espessuras menores. O ganho de espaço pode chegar a até 4%. As principais vantagens do uso das placas de gesso acartonado com relação à alvenaria são [13]: elevada produtividade, revestimento de pequena espessura, retirada da relação vertical do caminho crítico da obra, não depende da habilidade do trabalhador,

menor peso, desmontabilidade, precisão dimensional, permite que as instalações elétricas sejam embutidas, etc.

Já as principais desvantagens do *dry-wall* são [14]: baixa resistência mecânica a cargas potenciais superiores a 35kg, baixa resistência à umidade, etc.

O *dry-wall* é utilizado para separar ambientes, sendo mais indicado trabalhar com uma parede dupla, com montantes de 48 ou 70mm e material acústico entre as placas. O tratamento acústico é fundamental, pois trata apenas de duas placas de gesso. A lã de vidro é muito empregada, podendo ter espessura entre 45 e 50mm com uma densidade média de 16kg/m³. O número exagerado de juntas ou a existência de muitos pontos elétricos pode prejudicar o desempenho da parede [13].

6. EXEMPLOS DE AMBIENTES TRATADOS ACUSTICAMENTE

Alguns exemplos de ambientes a seguir apresentados que foram melhorados acusticamente, através da utilização de técnicas de revestimentos acústicos.

6.1. Tratamento acústico para diminuir o ruído gerado por peneiras elétricas

Este primeiro exemplo de tratamento acústico foi desenvolvido por Barbosa e Zeballos [15], o Laboratório de Materiais de Construção do CTU da Universidade Estadual de Londrina. A sala de peneiras, localizada dentro do laboratório de materiais, apresenta grande necessidade de utilização de revestimento e isolamento acústico, por abrigar peneiras elétricas. Os autores do estudo mencionaram as especificações dos materiais necessários para absorção e isolamento acústico, através de cálculos realizados em planilha eletrônica e gráficos de tempos de reverberação. Após tal procedimento, apresentaram a seguinte proposta de materiais para absorção e isolamento de ruído:

- **PISO:** Fixação no contra piso de concreto de chapa isolante de fibra de madeira natural.
- **FORRO:** Colocação de garrafas plásticas (garrafas PET) de 2 litros no teto já existente, através de ripas de madeira (3 x 5cm).
- **PAREDES LESTE E OESTE:** Colocação de blocos de concreto para absorção de baixa frequência. No restante da altura da parede (1,10m) serão fixadas chapas de lã de madeira.

- **PAREDES NORTE E SUL:** Colocação de blocos de concreto para absorção de baixa frequência. No restante da altura da parede (1,10m) serão fixadas chapas de lã de madeira.
- **PORTA:** A porta deverá ser do tipo “sandwich” com duas chapas de madeira de 13mm de espessura e enchimento interno de 5cm de lã mineral e vedante de borracha no batente. O revestimento interno proposto somado à duplicação parcial das paredes, com um piso contando com um material isolante para ruídos de impacto, e a substituição da porta atual por uma porta acústica colaborará para a redução do ruído nas regiões próximas da sala de peneiras.

6.2. Tratamento acústico no banco Citibank em São Paulo

O prédio do Citibank localizado em São Paulo, na Avenida Paulista, foi construído em 1986 e é um exemplo excelência em conforto acústico. Este prédio comercial, projetado pelo arquiteto italiano Gianfranco Gasperini, comporta silenciosos escritórios panorâmicos. Em prédios comuns isolados acusticamente, o ruído do tráfego de fora não ser ouvido, mas pode-se, por exemplo, escutar uma conversa de telefone a 5 metros de distância. Isto foi levado em consideração no projeto, mantendo assim privacidade entre os escritórios.

Muitos cuidados foram tomados no projeto acústico. Para suavizar o barulho do ar-condicionado foi instalado um sistema eletrônico de alto-falantes sobre o forro que emite o som da chuva. O som funde-se ao ruído do ar-condicionado, mascarando-o. Nas divisórias, foram instalados biombos de aglomerado de madeira com espuma dos dois lados. No forro, chapas metálicas perfuradas com lã de vidro foram empregadas também com o mesmo intuito, assim como vidros especiais das janelas que impedem a entrada de ruídos do exterior. Os materiais obedeceram a rigorosos cálculos, a fim de otimizar o isolamento acústico dos ambientes. Entre as chapas metálicas e o concreto da laje há um espaço de ar com dimensões corretas. O material absorvente sobre as chapas perfuradas tem 37mm [16].

6.3. Tratamento acústico de um sistema de ventilação

Bragança e Matos [17] elaboraram um interessante trabalho de isolamento (acondicionamento) acústico de um sistema de ventilação industrial para uma

empresa têxtil em Portugal. Para diminuir o problema o ruído excessivo causado pelas tomadas e saídas de ar do sistema de condicionamento de ar e de ventilação, os mesmos propuseram entre uma das soluções, fazer o tratamento acústico destas câmaras de entrada e saída de ar, de modo a transformá-las em câmaras absorventes. As paredes e tetos destas câmaras foram revestidas com placas de lã de rocha com 50mm de espessura, de maneira que os níveis de pressão sonora tiveram uma acentuada redução, quando avaliados novamente no exterior da câmara. A atenuação sonora no exterior da câmara variou em função da frequência de ruído avaliada, sendo que a máxima atenuação conseguida foi de aproximadamente 27%, ou seja, os valores foram reduzidos de cerca de 96 dB(A) para 70 dB(A), considerando a frequência de 500Hz.

6.4. Tratamento acústico em uma usina hidrelétrica

O nível de ruído na usina elétrica de 110 MW de Iroquois Falls em Ontário, (Canadá) chegava a 119 dB(A), o que era problemático devido a localização próxima de áreas residenciais. Após uma análise preliminar, observou-se que os principais contribuintes para este elevado nível de ruído eram: dois geradores a gás, dois filtros e três geradores a vapor. Para resolver este problema, um pacote de medidas para atenuar o ruído no prédio e no sistema de ventilação foi implementado. As alas do oeste e do norte da usina, que faceavam a área residencial, necessitaram de importantes cuidados. A leste se localizava próxima a uma floresta e ao sul um rio; o alto nível de ruído nestes lados não era assim tão preocupante. Desta forma os geradores do vapor puderam se relocados para o canto nordeste, deixando as turbinas de gás mais longe das residências e o próprio edifício funcionando como um escudo de proteção contra o ruído das turbinas. Para atenuar o ruído causado pelo sistema de ventilação da planta, foram empregados silenciadores junto com uma relocação estratégica dos equipamentos de ventilação. Como os exaustores instalados no telhado permitiam que facilmente o ruído chegasse às residências, o sistema de ventilação foi instalado na parede sul, que faceava o rio. Também se considera as vantagens topográficas que cercava a planta, como uma pequena elevação existente funcionaria como barreira natural para o ruído e assim posicionaram-se as entradas de ar quatro pés acima da terra na parede oeste (que faceava as residências) [18].

5. CONCLUSÕES

A importância deste artigo se deve principalmente a crescente poluição sonora nos principais centros urbanos, provenientes dos veículos, máquinas, equipamentos etc. Desta forma, o conhecimentos das técnicas, processos e materiais a serem utilizados para um melhor acondicionamento acústico dos ambientes de trabalho, das residências entre outros, torna-se cada dia mais imprescindível para a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BISTAFA, SYLVIO R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
2. IIDA, ITIRO. **Ergonomia – Projeto e produção**. 2ª Edição revisada e ampliada, São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
3. GRANDJEAN, ETIENNE. **Manual de Ergonomia ? Adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda. 4ª Edição, 1998, 338p.
4. DO RIO, RODRIGO PIRES; PIRES, LICÍNIA. **Ergonomia: Fundamentos da prática ergonômica**. 3ª Ed., São Paulo: LTR, 2001, 225 p.
5. BRASIL. - Norma Regulamentadora NR-15 do Ministério do Trabalho. Manuais de Legislação. Atlas Segurança e Medicina do Trabalho. 39a. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
6. VIANNA, Nelson Solano; RAMOS, José Ovídio. **Acústica arquitetônica & urbana**. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON. 2005, 79 p.
7. NAKAMURA, JULIANA. **Conforto acústico**. Revista Técnica, 106ª Edição, Ano XIV, 2006, p.44-47.
8. ISAR. Site Institucional da Empresa ISAR – Isolamentos térmicos. **Lã de vidro – Isolamento acústico**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.isar.com.br/>>. Acesso em: 29/08/2006.
9. SALVADOR, SOFIA. **Inovação de produtos ecológicos em cortiça**. Projeto apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica do INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO. Lisboa, Portugal, 2001. Disponível em:

- <http://www.dem.ist.utl.pt/~m_pta/pdf/SofiaSalvadorProjecto.pdf>. Acesso em: 20/08/2006.
10. OLIVEIRA, LUCAS SANTOS MENEZES E; UGARTE, JOSÉ FERNANDES DE OLIVEIRA. **Utilização da vermiculita como adsorvente de óleo da indústria petrolífera**. Publicação do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XII_jic_2004>. Acesso em: 15/08/2006.
 11. HEME. Site Institucional da Empresa Heme Isolantes Térmicos & Acústicos Disponível em: <<http://www.hemeisolantes.com.br/>>. Acesso em: 14/08/2006.
 12. SENHORAS, ELÓI MARTINS. **Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde**. Revista Urutágua, nº 05, Maringá, PR, 2005. Disponível em: <http://www.urutagua.uem.br//005/22tra_senhoras.pdf>. Acesso em: 30/07/2006.
 13. CIOCCHI, LUIZ. **Use corretamente o gesso acartonado**. Revista Técnica, 76ª Edição, Ano XI, 2003, p.42-45.
 14. TANIGUTTI, ELIANA KIMIE; BARROS, MERCIA MARIA S. BOTTURA DE. **Recomendações para a produção de vedações verticais para edifícios com placas de gesso acartonado**. PROJETO EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://pcc2435.pcc.usp.br/pdf/PCC2435-aula26-gesso_acartonado.pdf>. Acesso em: 18/08/2006.
 15. BARBOSA, MIRIAM JERÔNIMO; ZEBALLOS, ADACHI ANDREA. **Estudo e especificações para revestimento e isolamento acústico da sala de peneiras do laboratório de materiais de construção do CTU**. In: Congresso Acústica 2004, Guimarães, Portugal, 2004, 6p. Disponível em: <www.ia.csic.es/sea/publicaciones/4350gf052.pdf>. Acesso em: 27/08/2006.
 16. NEVES, R. P. A. de A. **Espaços arquitetônicos de alta tecnologia: os edifícios inteligentes**. Dissertação apresentada a USP - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002, 154p.
 17. BRAGANÇA, L.; MATOS, J. **Caso prático de acondicionamento acústico de um sistema de ventilação industrial**. In: Congresso Acústica 2004, Guimarães, Portugal, 2004, 6p. Acesso em: 27/08/2006. Disponível em: <www.ia.csic.es/Sea/Guimaraes04/ID174.pdf>.

18. ATCO. Site Institucional da Empresa ATCO Noise Management. Project Library - Northland Power. Acesso em: 14/09/2006. Disponível em: <http://www.atconoise.com/project_library/library_success_northland.htm>.

MATERIALS, TECHNIQUES AND PROCESSES FOR ACOUSTIC ISOLATION

ABSTRACT

The objective of this paper is to develop an actual bibliographic revision regarding main types of materials, techniques and processes involved in acoustic comfort for humans. This research is of large importance for the society, as well as for professionals and enterprises. Conventional materials, techniques and processes are described. The approach on solving noise problems around the world is presented, as well as the state of art on the use of new technologies. Finally, the paper contains practical examples applied in different environments. Results are analyzed in order to reduce environmental impacts due to noise effects and to minimize the exposition to harmful noises.

Key-words: Acoustical treatment, Noises, Acoustical materials and *Dry-wall*.