

Influência do revestimento de ambientes na acústica de disparos de armas de fogo

V.S.M. Araújo^{*}, S.K.S. Carmo, R. de J. Santos

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros (RN), Brasil.

**Endereço de e-mail para correspondência: vick_maia@hotmail.com. Tel.: +55-84-996575900.*

Recebido em 22/07/2017; Revisado em 28/05/2018; Aceito em 03/06/2018

Resumo

O crescimento no número de empreendimentos da sociedade moderna provoca um aumento no emprego da alvenaria, uma vez que a mesma é um dos principais componentes de uma edificação. A alvenaria apresenta inúmeras funções, entre as quais se destacam a de resistir a cargas, impactos, resistir à ação do fogo, e proporcionar o conforto acústico, este último considerado como aspecto fundamental em uma edificação, principalmente por garantir a qualidade de vida e bem-estar das pessoas. Para atender a tal requisito, é necessária a implantação de materiais com características isolantes na alvenaria, o que garante o isolamento acústico do ambiente. Nessa perspectiva, o presente trabalho visa averiguar a eficácia de um revestimento feito com materiais isolantes do tipo placas de isopor e caixas de ovos, no intuito de comparar o seu isolamento acústico com o dos outros materiais mais convencionais utilizados nas construções. Para tanto, foram realizados ensaios de tiro, com uma pistola semiautomática de calibre .38, com munição .380 auto etog 95gr, medidos com a ajuda de um decibelímetro, para quantificar assim a intensidade sonora transmitida pela arma em cada disparo. Os ruídos foram medidos tanto no ambiente interno da sala como no externo, com a presença e ausência de revestimento, a fim de obter a transmissão do mesmo para outros compartimentos. A partir do ensaio foi possível comparar as medições, obtendo uma redução de 17.4 dBa no ambiente interno e 20.4 dBa no ambiente externo, comprovando satisfatoriamente, a capacidade de isolamento acústico dos materiais em questão.

Palavras-Chave: Isolamento Acústico; Arma de Fogo; Alvenaria; Ciências Forenses; Química Forense.

Abstract

The growth in the number of developments in modern society causes an increase in the use of masonry, since it is one of the main components of a building. The masonry has many functions, among which stand out to resist loads, impacts, resist the action of fire, and provide acoustic comfort, the latter considered as a fundamental aspect in a building, mainly for ensuring the quality of life and well of people. To meet this requirement, it is necessary to install materials with insulating characteristics in the masonry, which guarantees the acoustic isolation of the environment. In this perspective, the present work aims to ascertain the effectiveness of a coating made with insulating materials of the type styrofoam plates and boxes of eggs, in order to compare its acoustic insulation with the other more conventional materials used in the constructions. For that, shooting tests were carried out with a .38 caliber semiautomatic pistol with ammunition .380 auto etog 95 gr, measured with the aid of a decibel meter, thus quantifying the sound intensity transmitted by the weapon. The noise was measured both in the room's internal environment and in the external environment, without and with the coating, in order to obtain the transmission of the noise to other compartments. From the test it was possible to compare the measurements, obtaining a reduction of 17dBa inside the environment, and 20 dBa outside the environment, proving satisfactorily, although small, the ability of acoustic insulation of the materials in question.

Keywords: Acoustic Isolation; Firearm; Masonry; Forensic Sciences; Forensic chemistry.

1. INTRODUÇÃO

Diante da evolução e do desenvolvimento da sociedade, é notório o crescimento no número de empreendimentos a cada dia, provocando também, um

aumento na utilização da alvenaria, uma vez que é um dos principais componentes em uma edificação.

Chamamos de alvenaria o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso [1].

Esses elementos verticais coesos são comumente paredes e muros, e podem ser constituídos de vários materiais, como tijolo de barro cozido, blocos de concreto, tijolo maciço cerâmico, pedras naturais, entre outros.

Em uma edificação, a alvenaria pode ter inúmeros papéis importantes, como resistir a cargas provenientes da gravidade, resistir a impactos e à ação do fogo promovendo assim, a segurança do morador. A alvenaria pode possuir ainda função estrutural ou de vedação.

A função estrutural diz respeito a suportar cargas como o peso das lajes, do telhado, entre outras. Já a função de vedação, serve para vedar espaços, impedindo assim a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes, por exemplo.

Nos dois casos, também desempenha papel primordial no que diz respeito ao conforto térmico e acústico nos ambientes da edificação, uma vez que a quantidade de calor e ruído transmitido está diretamente ligada à espessura das paredes e ao tipo de material utilizado.

O conforto térmico é um aspecto de grande importância, e que deve ser considerado como item para melhoria da qualidade de vida dos moradores, uma vez que é influenciado também pela cor e textura dos acabamentos externos.

O conforto acústico pode ser definido como a condição em que o usuário não tenha perda da inteligibilidade da palavra e garantia de um repouso dentro de condições ideais [2].

Os materiais isolantes utilizados nestas construções podem ser convencionais ou não convencionais. É pertinente destacar que, uma das técnicas mais utilizadas em todo o mundo, tendo em consideração o uso de materiais no isolamento acústico, é a do gesso acartonado ou drywall, que pode ser usado como acabamento de paredes e lajes, propriamente ditas.

Os materiais isolantes convencionais são aqueles de uso comum na construção civil, como blocos cerâmicos, blocos de concreto, madeira, vidro, entre outros. Possuem capacidade isolante razoavelmente boa para uso geral.

Já os materiais não convencionais, também conhecidos como inovadores, são desenvolvidos especialmente para fins isolantes, isto é, para isolar acusticamente todos os tipos de ambientes. Dentre eles estão a lã de rocha, lã de vidro, vermiculita expandida, a fibra de coco, entre outras [3].

Apesar de a alvenaria dispor desses materiais especiais para auxiliar no isolamento acústico de ambientes e, conseqüentemente, no conforto acústico, os próprios materiais utilizados na construção contribuem para reduzir a transmissão de ruídos entre pavimentos, ou ambientes vizinhos, embora essa redução muitas vezes seja insuficiente.

O isolamento acústico dos blocos vazados, por exemplo, é influenciado por vários fatores, a geometria e

massa da parede, a disposição e formato dos furos, rugosidade superficial do material, entre outros [4].

O nível de conforto aceitável para o ouvido humano em ambientes residenciais, incluindo apartamentos é de 35dB a no máximo 50 dB, podendo causar desconforto se superior a esse índice, ou até perda da audição [5]. Quando o ouvido humano é exposto a um ruído de impulso, a uma intensidade sonora da ordem de 120 dB ou superior, ocorrerá o trauma acústico [6].

Por exemplo, segundo a literatura, na utilização de uma arma de fogo de fogo, ao atirar, os ruídos podem chegar a uma média de 160 a 190 dB, causando perda auditiva profunda e permanente, e zumbidos nas pessoas próximas, e ainda a percepção imediata. Uma solução para esses casos seria realizar o isolamento acústico do local, que por sua vez, pode ser feito de diversas maneiras e com vários tipos de materiais [7].

O local em que ocorre um homicídio é crucial para a determinação de testemunhas que são de interesse da investigação em um determinado crime. Isso decorre de diversos fatores, como a presença de vizinhos, levando em consideração que os mesmos podem vir a escutar ou não o ruído de impacto emitido pelo uso da arma de fogo ou até mesmo de luta corporal.

Entretanto, é relevante destacar que esta percepção depende da presença de isolantes acústicos, que são incorporados à alvenaria do ambiente.

Em investigações de crime, os investigadores não se detêm a verificar a presença de materiais na alvenaria, ou se verificados, não são divulgados, embora seja um aspecto primordial a ser levado em consideração, já que o som propagado pode ou não ser escutado nos arredores da edificação.

À vista disso, o estudo de caso do presente trabalho baseou-se em avaliar um ambiente fechado hermeticamente, feito de alvenaria de blocos cerâmicos, e revestido com materiais isolantes acústicos.

Onde foram feitos ensaios de tiro, com a finalidade de destacar a importância da alvenaria utilizada e dos materiais empregados no isolamento acústico. Para isto, foi avaliado a intensidade sonora do disparo de uma arma de fogo do tipo pistola semiautomática, calibre .38, utilizando munição .380 auto etog 95gr, em duas situações, uma com o ambiente isolado acusticamente, e no outro, sem o isolamento. Analisando assim a influência desse material na passagem de som aos imóveis vizinhos.

Nessa perspectiva, é de fundamental interesse o estudo sobre tais aspectos, considerando que não só a arma utilizada para a realização do ato, com relação à utilização, ou não, de silenciadores, mas também os materiais utilizados na construção da edificação, principalmente no que diz respeito à presença de materiais isolantes, são indispensáveis na investigação, uma vez que podem influenciar diretamente no agrupamento de

testemunhas e, conseqüentemente, ajudar na identificação do criminoso.

2. METODOLOGIA

A metodologia consistiu em realizar um experimento com uma pistola semiautomática de calibre .38 (Fig. 01), utilizando munição .380 auto etog 95gr, a fim de analisar o isolamento acústico de um ambiente, utilizando folhas de isopor de aproximadamente 1 X 0,5 m e espessura de 0,5 cm; e caixa de ovos de papelão de dimensões 31 X 31 cm.



Figura 01. Pistola .38 utilizada.

Ambos os materiais possuem boas propriedades isolantes acústicas, o isopor absorve os ruídos do ambiente, enquanto que a caixa de ovo dissipa-os através de saliências presentes nas mesmas, não transmitindo assim, os ruídos por completo.

Os dois materiais podem ser comparados a materiais convencionais utilizados em construções, no quesito de eficiência quanto ao isolamento acústico do ambiente, porém oferecem alternativas de custo mais reduzido e de mais fácil obtenção.

O experimento se dividiu em duas etapas. Na primeira, foi medido o ruído do impacto provocado pelo projétil da arma de fogo sem o revestimento (Fig. 02), com o auxílio de um decibelímetro com datalogger de modelo DEC-490 (Fig. 03), para obter comparações futuras.



Figura 02. Paredes do ambiente sem revestimento.



Figura 03. Decibelímetro utilizado nas medições do ensaio.

O aparelho foi configurado para realizar uma medição a cada meio segundo, para que a análise fosse mais precisa, e fornecer os Gráficos 1 e 2 de picos para melhor entendimento.

As medições foram feitas dentro e fora do ambiente, de forma a verificar o ruído do disparo no próprio ambiente, e assim simular um possível ruído ouvido por testemunhas em ambientes vizinhos, totalizando assim dois disparos.

Na segunda etapa, foi feito o isolamento do local, que possuía uma largura de 4m, comprimento de 4,1m, e altura de aproximadamente 2,8m. Esse isolamento contou com 115 unidades de folhas de isopor; e aproximadamente 130 caixas de ovos simultaneamente, de forma a cobrir todas as paredes e teto do local.

As folhas de isopor foram colocadas de modo a preencher toda a área da sala, incluindo o teto. Diferente das caixas de ovos, que foram colocadas de modo aleatório por cima das folhas de isopor, de modo a preencher as lacunas remanescentes (Fig. 04).

Finalizado o isolamento do ambiente com o material, foram feitos mais dois disparos, seguindo a mesma ordem de medições, isto é, dentro e fora da sala, de modo a averiguar a eficácia do revestimento e se houve a diminuição do ruído emitido pela arma de fogo.



Figura 04. Parede do ambiente com o revestimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios estão demonstrados nos Gráficos 01 e 02, e também na Tab. 01.

Como pode ser observado, as medições dentro do ambiente apresentaram uma diferença de 17.4 dBA. Enquanto que os resultados dos ensaios realizados fora do ambiente, apresentaram uma diferença de 20.4 dBA, indicando a eficácia da vedação com os materiais utilizados, ainda que pequenas, quando comparados com

o ambiente sem a vedação. Tais resultados representam 17% e 22% de isolamento acústico, respectivamente.

A primeira imagem do Gráfico 01 mostra a reverberação das ondas sonoras, ou seja, a reflexão das mesmas no ambiente fechado, como pode-se observar no instante após o pico de ruído do disparo. Na segunda imagem do Gráfico 01 é possível observar a interferência dos ruídos externos, como passagem de veículos pelo local, caracterizados pelos picos menores, assim como também ocorre no Gráfico 02.

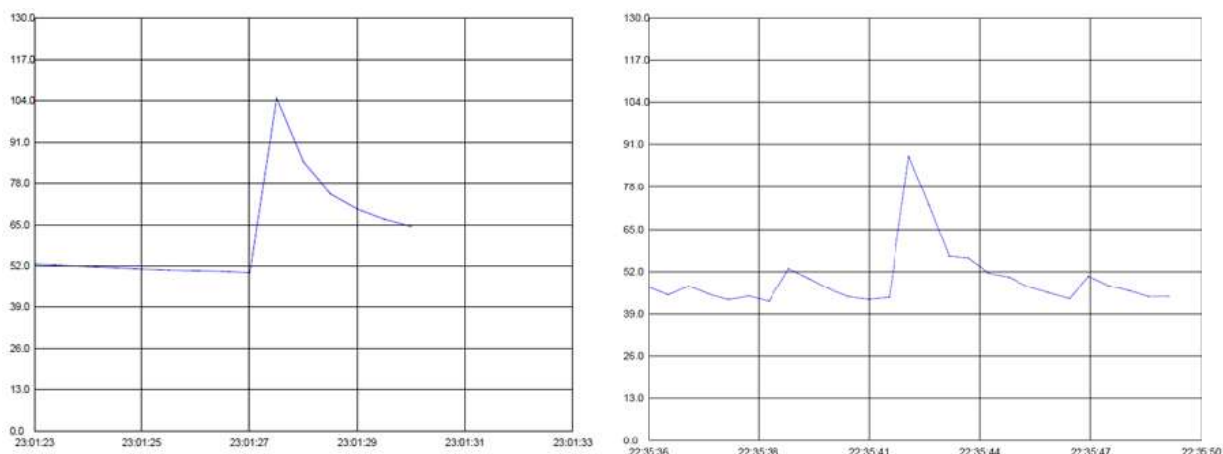


Gráfico 01. Gráficos de pico dos disparos dentro da sala sem e com vedação, respectivamente.

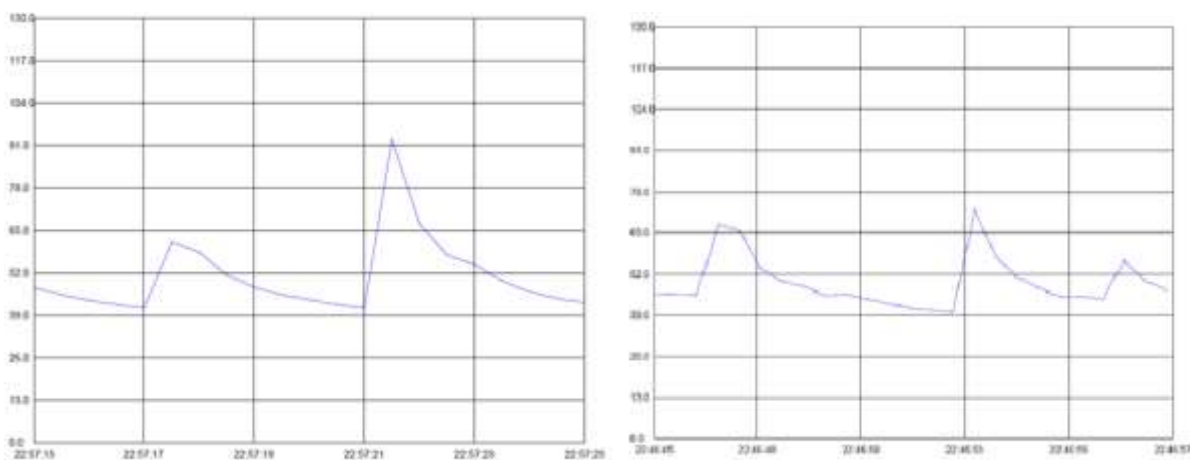


Gráfico 02. Gráficos de pico dos disparos fora da sala sem e com vedação, respectivamente.

	Disparo	Disparo (dBA)	Isolamento (dBA)	% Isolamento
Dentro do Ambiente	Sem revestimento	104,8	17,4	17%
	Com revestimento	87,4		
Fora do Ambiente	Sem revestimento	92,9	20,4	22%
	Com revestimento	72,5		

Tabela 01. Resultados totais das medições.

Diante de tais resultados, é indispensável destacar a presença de algumas variáveis que podem ter influenciado nos mesmos, tais variáveis englobam:

- A utilização de materiais com composição diferente: O isopor utilizado em obra não possui a mesma composição do usado em teste. O isopor utilizado na construção civil possui em sua composição espumas que garantem um maior isolamento dos ruídos transmitidos, diferentemente do isopor utilizado no experimento, que por sua vez é constituído por poliestireno;

- Não houve cobertura completa da sala com as caixas de ovos. As caixas utilizadas foram obtidas por meio de doações, o que impossibilitou o completo isolamento do ambiente, uma vez que eram necessárias muitas unidades. Vale ressaltar que a completa vedação da sala com as caixas de ovos provocaria um isolamento sonoro muito maior;

- A falta de revestimentos nas paredes, considerando que as mesmas estavam com a alvenaria aparente; no piso, que possuía apenas a camada de contra piso; e por fim, o teto não apresentava forro, apenas uma cobertura em telhas de fibrocimento. A presença de laje, reboco, forro, e até mesmo piso de cerâmica, influenciaria nos resultados, diminuindo a passagem do som entre os ambientes.

Apesar do que foi dito anteriormente, a escolha dos materiais de vedação permitiu comprovar a eficácia dos dois tipos quando se diz respeito a isolamento acústico, baseado no princípio de funcionamento dos mesmos em situações com a incidência de altos ruídos.

O princípio de isolamento do isopor utilizado na construção civil consiste em absorver os ruídos do ambiente, fazendo com que boa parte desse ruído não seja transmitida a outros cômodos ou pavimentos [8]. Entretanto, diferentes tipos de isopor produzirão resultados distintos, devido sua natureza constitutiva.

Esse material como isolante acústico possui maior resultado no que diz respeito a ruídos de percussão, são aqueles em que existe uma solicitação mecânica direta sobre os elementos de construção. Algumas dessas solicitações são passos, arrastamento de móveis, marteladas em paredes, entre outros. Por essa razão, o isopor é utilizado principalmente em forros [9].

É afirmado ainda que as caixas de ovos por sua vez, devido sua superfície irregular, quebram as ondas sonoras e as dissipa, fazendo com que percam sua intensidade, e assim dificulte a transmissão dos ruídos por completo [8].

À vista disso, é possível afirmar que a disposição do isolamento acústico proposto atendeu ao objetivo de avaliar a influência do revestimento na passagem de ruídos emitidos por armas de fogo, apesar da existência de diversas variáveis que poderiam comprometer tal resultado.

Sendo assim, diante de tais resultados obtidos, observa-se ainda que ambos os materiais não isolam completamente o ruído emitido no ambiente, mas reduz a passagem deste pela alvenaria. Dessa forma, o isopor e a caixa de ovos oferecem uma possibilidade de isolar em partes o som proveniente de um ambiente, utilizando materiais mais baratos com relação aos convencionais.

Porém, quando se refere a uma situação de homicídio, em que o ruído de um disparo de arma de fogo é de uma intensidade muito maior, este não é isolado, podendo influenciar na obtenção de testemunhas cruciais para a elucidação do crime.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse trabalho demonstram satisfatoriamente a importância, bem como a qualidade do isolamento acústico em edificações, revelando a influência direta que o mesmo possui em investigações de crime, considerando que o mesmo pode proporcionar a identificação de um suposto crime e/ou autor do mesmo, tal como, ocultar o delito.

É importante destacar que na busca por edificações com custos mais baixos, algumas vezes o conforto acústico dos ambientes não é atendido, constituindo assim, a ausência ou o baixo isolamento acústico. Em contrapartida, tanto o isopor, quanto as caixas de ovos são de baixo custo, fácil aquisição, e fácil instalação, podendo ser usados nesses casos.

Dessa maneira, no que diz respeito ao isolamento acústico, é fundamental estudar e considerar a importância de materiais de qualidade, que atendam aos requisitos de desempenho do conforto acústico.

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que o estudo realizado obteve resultados satisfatórios, e de fundamental importância tanto para o âmbito da engenharia civil como para o da investigação criminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C.A. Tauil, F.J.M. Nese. *Alvenaria estrutural*. São Paulo, Brasil: Pini, 2010.
- [2] A.K. Abiko, S.W. Ornstein. *Inserção urbana e avaliação pós-ocupação (APO) da habitação de interesse social*. Rio de Janeiro: FAUUSP, 2002.
- [3] R.E. Catai, A.P. Penteado, P.F. Dalbello. *Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 17., 2006, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu/PR. p. 4205 – 4216, 2006.
- [4] Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). *Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. 2. ed. Brasília, 2013.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico*. Rio de Janeiro: 4 p, 1987.

- [6] A.P. Silva, et al. Avaliação do perfil auditivo de militares de um quartel do Exército Brasileiro. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* **70(3)**, 344-350, 2004.
- [7] A.F.P. Temmel, A.C. Kierner, M. Steurer, S. Riedl, J. Innitzer. Hearing loss and tinnitus in acute acoustic trauma. *Wien Klin Wochenschr* **111(21)**, 891-893, 1999.
- [8] L.P. Bastos, G.S.V. Melo, E.F. Vergara. Materiais não-convencionais utilizados para controle de ruídos: Mito ou Realidade. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, 24., 2012. Pará. Anais. Pará, 88-96, 2012.
- [9] V.H.R. Carvalho. *Ruídos de Percussão em Salas de Aula: O caso da FEUP*. 2015. 106 f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.