



Análise acústica de contrapisos com resíduos incorporados: RCD e Raspas de Pneus

Acoustical analysis of screeds made with incorporated waste: CDW and tire shavings

Valéria Beatriz Wille*, Rodrigo Eduardo Catai†,
Fernanda Aparecida Henneberg‡, Thomaz Pires de Campos§,

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver uma análise comparativa do ruído de impacto em contrapisos feitos utilizando agregados como o RCD (resíduo da construção e demolição) e borracha advinda de pneus. A justificativa da análise está fundada na necessidade da busca de alternativas para evitar a utilização de produtos industrializados quando se pode utilizar materiais análogos menos destrutivos ao meio ambiente. Os ensaios foram executados na câmara acústica do câmpus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com uma fonte padrão de ruído de impacto em diferentes posições acima de contrapisos produzidos previamente. Na câmara acústica superior gerava-se o ruído que era captado na câmara inferior com o auxílio de um analisador de frequência. Os resultados mostraram que os materiais analisados obtiveram resultados satisfatórios, semelhantes aos obtidos por contrapisos convencionais. Portanto, pode-se concluir que os contrapisos desenvolvidos por terem um carácter sustentável podem ser uma boa opção para utilização do passivo ambiental de RCD e borracha de pneu existente no Brasil.

Palavras-chave: Acústica, resíduos, borracha, ruído de impacto, conforto acústico.

ABSTRACT

The main objective of this work was to develop a comparative analysis of the impact noise in screeds made using aggregates such as CDW (construction and demolition waste) and rubber from tires. The justification for the analysis is founded on the need to search for alternatives to avoid the use of industrialized products when it is possible to use analogous materials less destructive to the environment. The tests were performed in the acoustic chamber in Universidade Tecnológica Federal do Paraná's campus Curitiba, with a standard source of impact noise in different positions above previously produced screeds. The noise was generated in the upper acoustic chamber and captured in the lower chamber with the aid of a frequency analyzer. The results showed that the analyzed materials obtained satisfactory results, similar to those obtained by conventional screeds. Therefore, it can be concluded that the developed screeds for having a sustainable character can be a good option for the use of environmental liabilities of CDW and tire rubber existing in Brazil.

Keywords: Acoustics, wastes, rubber, impact noise, acoustic comfort.

1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas para mitigar os efeitos do ruído na saúde humana, aliada à demanda de pesquisas por materiais análogos para a atenuação do ruído, demonstra a proximidade dos temas na tentativa de solucionar duas vertentes da poluição: a poluição física propriamente dita, e a poluição sonora.

* Engenharia Civil, Universidade Tecnológico Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; yville@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba; recatai@gmail.com

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; fernandaa@utfpr.edu.br

§ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil; tcampos@alunos.utfpr.edu.br

Conforme destacado por Bistafa (2011), existe relação direta entre a desvalorização de imóveis e a exposição ao ruído na localidade em que os mesmos estão situados. O autor também evidencia a interferência prejudicial do ruído nas relações interpessoais, no aprendizado, no lazer e no sono de indivíduos.

Analogamente à questão do ruído, está atribuída a esta pesquisa a questão da sustentabilidade, fundamentada na busca de materiais alternativos para a substituição de materiais usinados para a construção civil. Mais especificamente, trata-se da utilização do resíduo da construção e demolição (RCD) e da borracha oriunda da reciclagem de pneus inservíveis para a produção e experimentação acústica de contrapisos.

Justifica-se a utilização do RCD para produzir os contrapisos ao observar a importância da construção civil para a economia brasileira e, por conseguinte, a grande produção de resíduos gerada por este meio. Autores como Moreira, António e Tadeu (2010) utilizaram a mesma estratégia, ao analisar a cortiça quanto ao isolamento ao ruído de impacto, visto que é um material produzido em larga escala em Portugal e, ainda, possui propriedades físicas interessantes para a utilização dentro da construção civil.

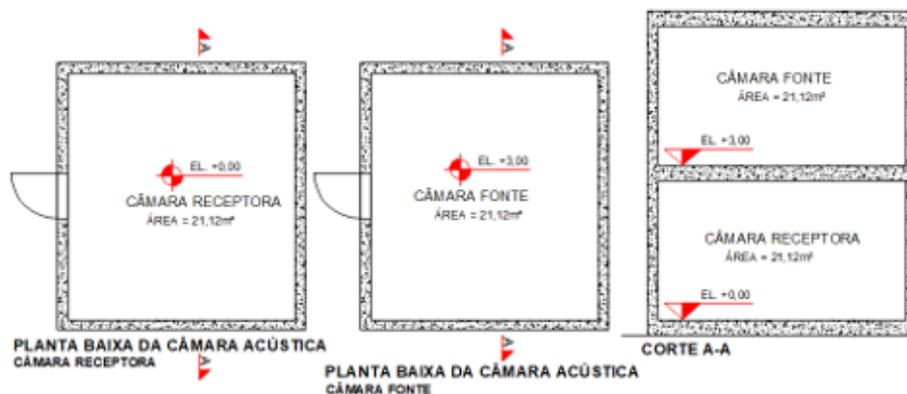
Os ensaios desempenhados para esta pesquisa foram guiados pelas normas ISO 10140-3 e ISO 717-2, sendo a segunda a norma que determina o procedimento para a apresentação dos resultados, permitindo a comparação do desempenho acústico de placas feitas com borracha de pneus e RCD frente às placas produzidas utilizando agregado convencional.

O objetivo desta pesquisa é a comparação entre os agregados não convencionais com os materiais industrializados e utilizados em larga escala pela construção civil, afim de verificar a adequação destes materiais análogos quanto ao isolamento do ruído de impacto e se os sua conformidade normativa.

2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

Os ensaios foram desempenhados na câmara acústica reverberante do Laboratório de Engenharia Acústica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Curitiba, representada na Figura 1.

Figura 1 - Câmara acústica reverberante da UTFPR



Fonte: Wille *et al.* (2020).

A câmara da UTFPR, ilustrada na Figura 1, está de acordo com o disposto na ISO 10140-3 (ISO, 2010). É necessário utilizar este tipo de instalação quando se executam os ensaios acústicos, afim de reduzir ao máximo a interferência de ruídos externos que possam comprometer os resultados.

Para a produção do ruído de impacto, foi empregada uma fonte de impacto padrão conforme a ISO 10140-3 (ISO, 2010), denominada *tapping machine*. A fonte mencionada deve ser automática (ou autodirigida), com



um número pré-disposto de martelos para a produção do ruído de impacto, peso pré-definido e calibração de acordo com o disposto em norma, entre outras definições.

Foram ensaiadas placas de contrapisos de 1 m², produzidas com agregado convencional, borracha e RCD. As placas foram revestidas com diferentes tipos de pisos fornecendo uma gama de resultados e comparações, os pisos utilizados foram: laminado, vinílico, granitina, cerâmica e porcelanato. Destaca-se que como a análise dos contrapisos sem revestimento já foi executada no trabalho de Wille *et. al* (2020), não se entrará nesta análise na presente pesquisa.

Para os ensaios, o contrapiso e a *tapping machine* ficaram dispostos na câmara superior, enquanto, na câmara inferior (ou sala receptora), localizava-se o analisador de frequências. Para cada posição da fonte de ruído acima do contrapiso, foram medidas outras cinco diferentes posições na sala receptora, ou seja, cada placa de contrapiso gerou 25 resultados diferentes para cada faixa de frequência situada entre os valores de 100 a 3150 Hz.

Portanto, utilizou-se da Equação 1 para normalizar o nível de pressão de impacto e unificar os 25 resultados em uma média logarítmica, conforme disposto na ISO 10140-3 (ISO, 2010).

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log \frac{T}{T_0} \quad (1)$$

Onde:

L'_{nT} é o nível de pressão de impacto sonoro normalizado.

L_i é o nível de pressão de impacto sonoro na sala receptora (dB), é o impacto medido experimentalmente através do analisador de frequências;

T é o tempo de reverberação na sala receptora (s);

T_0 é o tempo de reverberação de referência (igual a 0,5s).

Somente então foi possível a apresentação dos resultados em forma de gráfico (curva deslocada), conforme o disposto na ISO 717 (ISO, 2013), com um código gerado na linguagem de programação estatística “R” para o deslocamento da curva padrão, disponível na referida norma, com incrementos de 1 dB na direção da curva medida até que o valor da soma dos desvios não favoráveis fosse o maior possível, porém menor que 32 dB.

Para a verificação de adequação dos dados obtidos, foi utilizado o critério disposto na norma NBR 15575-3 (ABNT, 2013) que trata dos critérios de desempenho para sistemas de pisos. O Quadro 1 mostra quais são os critérios aceitáveis e os elementos aos quais estes critérios são aplicados.

Quadro 1 - Critério para análise do nível de pressão de impacto sonoro normalizado

Elemento	L'_{nT} (dB)
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos.	≤ 80
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas.	≤ 55

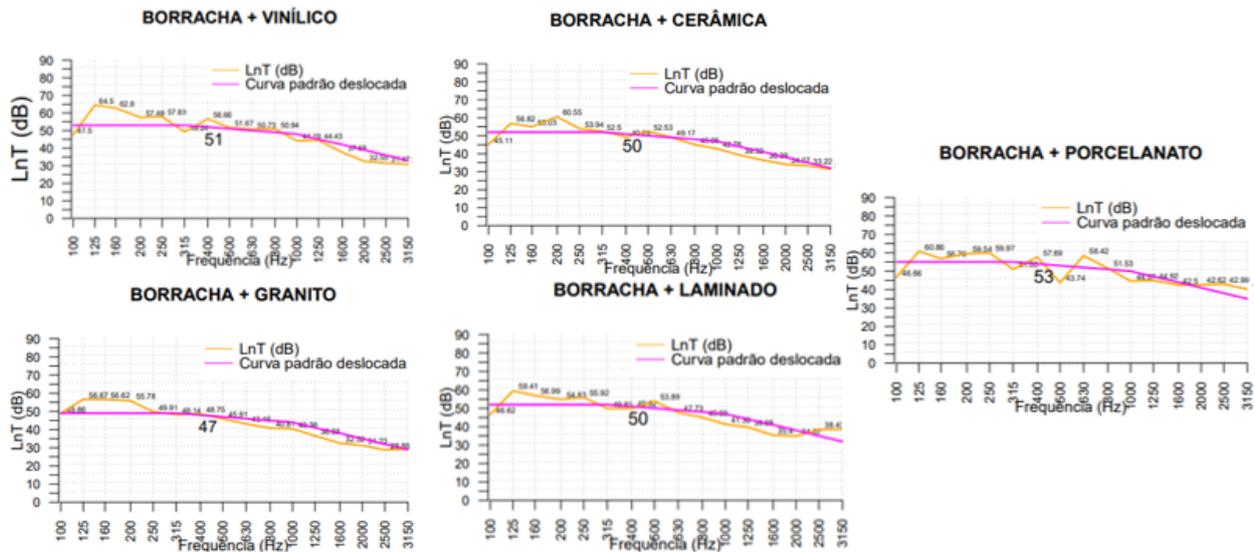
Fonte: ABNT NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

3 RESULTADOS

A partir da linguagem de programação desenvolvida especificamente para a pesquisa, foi possível gerar os gráficos em concordância com a ISO 717-2 (2013). O código atende ao especificado em norma, executando deslocamentos da curva padrão em incrementos de 1 dB em direção da curva medida até que a soma dos desvios não favoráveis fosse tão grande, porém menor do que 32 dB.

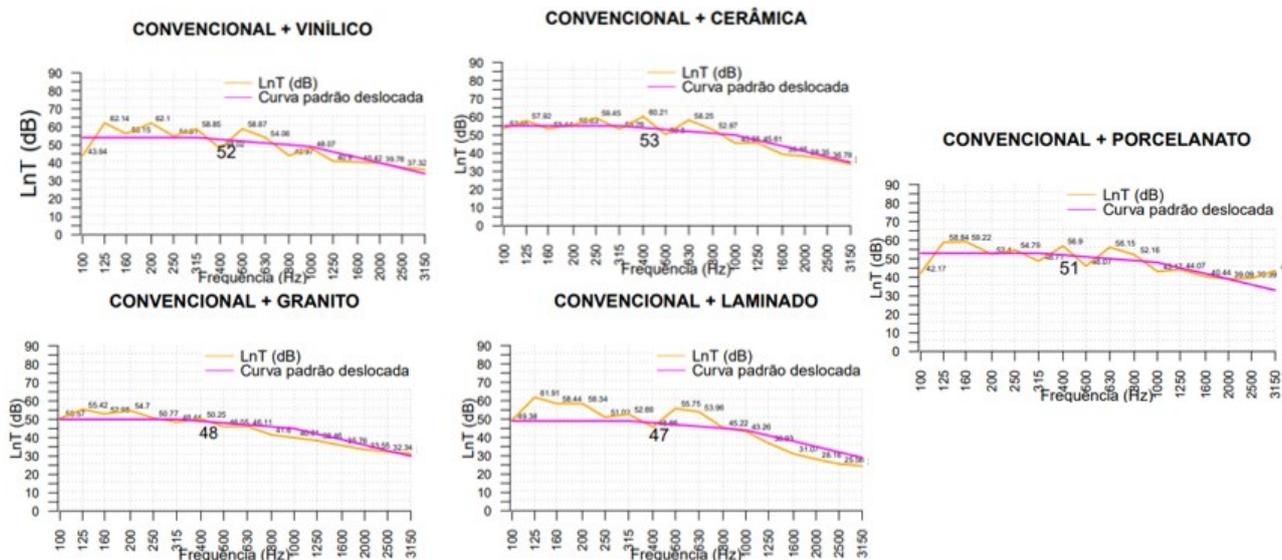
A Figura 2 apresenta os resultados obtidos para o contrapiso com borracha, para os diferentes tipos de revestimentos utilizados: vinílico, cerâmica, granito, laminado e porcelanato. Já a Figura 3 apresenta os resultados para os contrapisos convencionais com os mesmos revestimentos; e, por fim a Figura 4 apresenta os resultados para os contrapisos confeccionados com RCD e os mesmos revestimentos superiores.

Figura 2 – Nível de pressão sonora normalizado para os contrapisos com borracha e diferentes revestimentos



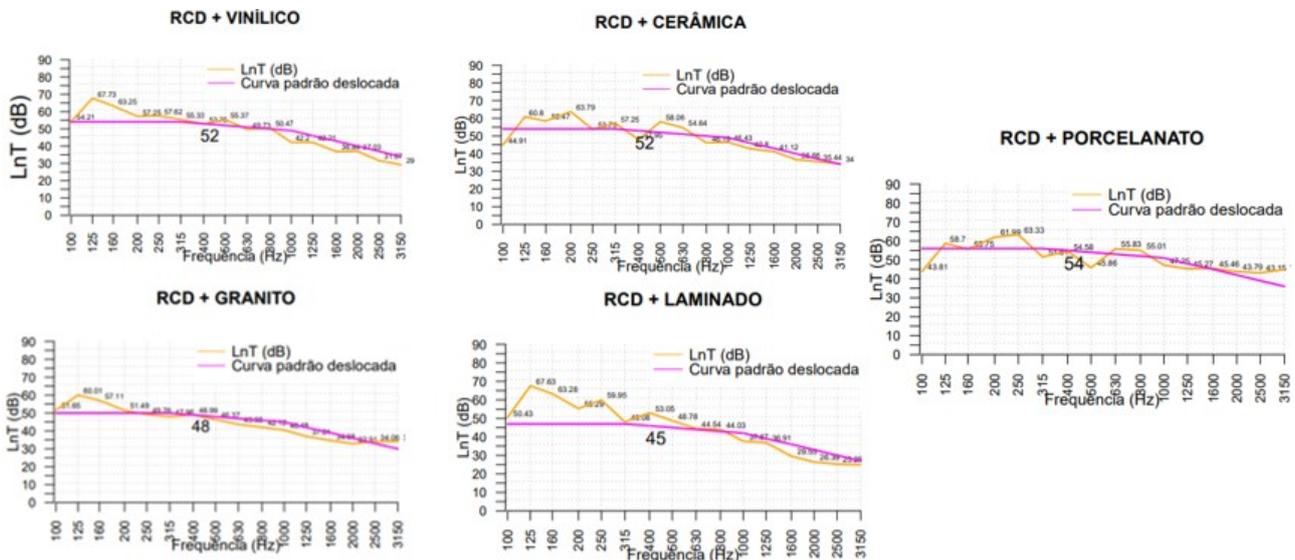
Fonte: Os Autores.

Figura 3 – Nível de pressão sonora normalizado para os contrapisos convencionais e diferentes revestimentos.



Fonte: Os Autores.

Figura 4 – Nível de pressão sonora normalizado para os contrapisos com RCD e diferentes revestimentos.



Fonte: Os Autores.

Ao realizar uma análise macro dentre todas as 15 amostras, percebe-se que o melhor desempenho foi obtido pela placa feita com o RCD atuando como o principal agregado e revestida com piso laminado, obtendo um ruído médio passante de 45 dB e indo de encontro com o objetivo desta pesquisa, que seria demonstrar a adequação dos agregados não convencionais quanto ao desempenho acústico. Neste caso particular, a placa de RCD obteve um resultado até melhor do que o melhor desempenho dentre as placas de agregado convencional.

Entre as placas feitas com agregado de borracha, o melhor desempenho foi a placa revestida com granito, com 47 dB, mesmo índice obtido pelo melhor desempenho dentre as placas feitas com agregado convencional, muito embora neste caso estejamos falando da placa de agregado convencional revestida com piso laminado.

Observa-se também que em todas as amostras de agregados, as placas com pior desempenho acústico foram aquelas revestidas com porcelanato. Ainda assim, todas as amostras estão dentro do critério de adequação do nível de pressão sonora de impacto, disposto na terceira parte da NBR 15575, pois todos os níveis de pressão sonora de impacto estão abaixo do valor limite da norma, ou seja, 80 dB.

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que ao se comparar os contrapisos convencionais, com RCD e com Borracha, o que apresentou melhor resultado médio, foi o de RCD, com um valor de redução médio de 50,1 dB. Cabe ressaltar o caráter ambiental destes materiais, então, muitas vezes mesmo que não proporcionem os melhores resultados, se forem semelhantes e atenderem as normas, já são muito interessantes.

Quanto ao tipo de revestimento utilizado, o que apresentou melhores resultados foi o granito. O mesmo apresentou cerca de 4 dB a menos que os demais revestimentos comparados.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de estudos, a qual contribuiu de forma importante para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um
mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



REFERÊNCIAS

- BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS [ABNT]. **NBR 15.575- 3: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas pisos**. Rio de Janeiro; 2013.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 717-2: Acoustics – Rating of sound insulation in building and of building elements – Part 2: Impact sound insulation**, 2013.
- ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10140-3: Acoustics – Laboratory Measurement of sound insulation of building elements – Part 3: Measurement of impact sound insulation**, 2010.
- MOREIRA, A. et al. **Impact sound reduction of concrete layers containing cork granules**. Inter noise, Lisbon, Portugal, 2010.
- WILLE, Valéria Beatriz; CATAI, Rodrigo Eduardo; HENNEBERG, Fernanda Aparecida. **Avaliação dos níveis de ruído de impacto em contrapisos especiais e convencionais**. Curitiba: SICITE, 2020.