

Uma proposta para o uso de resíduos têxteis visando o conforto ambiental

O desenvolvimento econômico contribui para a exploração dos recursos naturais com o aumento da geração de resíduos, levando a uma degradação ambiental, sendo o setor construtivo um dos grandes responsáveis por esta ação. A destinação correta de resíduos é complexa, seja pela gestão ou por sua destinação, tornando assim, a sua utilização como matéria-prima para o desenvolvimento de materiais modificados como uma estratégia vantajosa para a preservação ambiental. Dentro deste contexto, esta pesquisa teve por objetivo o desenvolvimento de um material a partir da incorporação de fibras de poliéster, advindos da indústria têxtil, em uma matriz de polipropileno reciclado. A partir da incorporação de 16,5% de fibras de poliéster em matriz de polipropileno reciclado pela técnica da injeção, foram realizados ensaios acústicos por meio do tubo de impedância conforme a NBR ISO 10534-2 (1998) e a ASTM-E1050 (2006), para a determinação dos parâmetros de absorção sonora do material e constatação dos dados levantados estatisticamente. Os resultados dos ensaios acústicos apontaram que o material fabricado possui um bom coeficiente de absorção na faixa de frequência específica, determinada em 6,3 kHz, tornando-o um material adequado para aplicação acústica.

Palavras-chave: Construção Civil; Ensaio Acústico; Reciclagem; Sustentabilidade.

A proposal for the use of textile waste aiming environmental comfort

Economic development contributes to the exploitation of natural resources with an increase in waste generation, leading to environmental degradation, with the construction sector being one of the main responsible for this action. The correct disposal of waste is complex, whether by management or by its destination, making its use as a raw material for the development of modified materials an advantageous strategy for environmental preservation. Within this context, this research aimed to develop a material from the incorporation of polyester fibers, coming from the textile industry, in a recycled polypropylene matrix. From the optimal incorporation determined by Albuquerque et al., (2021), as being 16.5% for this material, acoustic tests were carried out, through an impedance tube test based on the NBR ISO 10534-2 (1998) standard and in the ASTM-E1050 (2006) standard, for the determination of the material's sound absorption parameters and verification of the statistically collected data. The results of the acoustic tests showed that the manufactured material has a good absorption coefficient in the specific frequency range, determined at 6.3 kHz, making it a suitable material for acoustic application.

Keywords: Acoustic Testing; Construction; Recycling; Sustainability.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **19/08/2021**
Approved: **20/09/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Ana Carolina Dias de Albuquerque 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8109079676275131>
<https://orcid.org/0000-0003-1620-5708>
acdalbuquerque@hotmail.com

Maicon Douglas Leles da Silva 
Universidade Cesumar, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-7176-6033>
<http://lattes.cnpq.br/1264373180181917>
maiconleles@gmail.com

Eduarda Bertoletti Duarte 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9520522008712355>
<https://orcid.org/0000-0001-9173-7056>
eduardabertoletti@gmail.com

Natani Aparecida do Bem 
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2806759904471569>
<https://orcid.org/0000-0002-6767-6414>
natani.dobem@gmail.com

Marla Corso 
Universidade Positivo, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5920497160956672>
<https://orcid.org/0000-0001-5168-5407>
marlacorso@hotmail.com

Luciana Cristina Soto Herek Rezende 
Universidade Cesumar, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1158006438170059>
luciana.rezende@unicesumar.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0036

Referencing this:

ALBUQUERQUE, A. C. D.; SILVA, M. D. L.; DUARTE, E. B.; BEM, N. A.; CORSO, M.; REZENDE, L. C. S. H.. Uma proposta para o uso de resíduos têxteis visando o conforto ambiental. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.9, p.474-483, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.009.0036>

INTRODUÇÃO

O acúmulo de resíduos sólidos urbanos vem se tornando uma preocupação significativa por contribuir como uma fonte de poluição no ambiente, e se estende principalmente em relação à disposição final inadequada destes (CONCEIÇÃO et al., 2020). O aumento destes resíduos está vinculado ao crescimento populacional, ao consumo e o descarte exagerado (DAS et al., 2018; MEDEIROS et al., 2015).

O gerenciamento dos resíduos é uma tarefa complexa, que exige uma organização das áreas degradadas. Os países em desenvolvimento apresentam maior dificuldade nesse processo devido à falta de gestão, tanto no âmbito econômico e ambiental, como também no aspecto social, pois grande parte dos resíduos são coletados de maneira informal, dificultando o controle e gerenciamento adequado (GIMÉNEZ et al., 2019), comprometendo o meio ambiente.

O equilíbrio entre o ambiente, a economia e o sociedade compreendem o desenvolvimento sustentável, que relatam a preocupação ambiental e a relação das gerações futuras, de forma a manter a qualidade ambiental e melhorá-la no futuro, ampliando a sustentabilidade (ROCHA, 2012).

O conceito de sustentabilidade no meio urbano é relacionado a diversos fatores, tendo como base aumentar a qualidade de vida e ao mesmo tempo promover o desenvolvimento sustentável do espaço urbano. Atrelado a isso, tem-se o surgimento do termo cidades inteligentes, que contemplam uma visão desse desenvolvimento sustentável em conjunto com o emprego da tecnologia, pelo fato de que estes dois conceitos aliados promovem o aumento da economia com a conscientização para a preservação ambiental do espaço urbano (GUIMARÃES et al., 2020; YAO et al., 2020).

A Agenda 2030, um plano de ação produzido pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, que visa o desenvolvimento sustentável a partir de 17 objetivos (ODS) e 169 metas baseadas em redução da fome, combate as mudanças climáticas e proteção do meio ambiente (BORBA et al., 2021; ONU, 2015). Ações que buscam a prevenção, redução, reciclagem e reuso estão descritas nos objetivos 11 e 12, nesse cenário, a Produção Mais Limpa é uma estratégia que visa aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais, a não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em uma cadeia de produção (ALMEIDA et al., 2006).

O desenvolvimento sustentável tem como princípio a mudança na produção linear, modo produtivo altamente realizado no setor construtivo, caracterizado por perdas de matéria-prima, exploração de recursos naturais e a geração de um volume significativo de resíduos (BOHANA et al., 2019).

Em se tratando de exploração de recursos naturais, o setor de construção civil é considerado uma das atividades mais impactantes mundialmente, principalmente pelo seu alto consumo e emissão de gases poluentes que corroboram com o aquecimento global e a geração exacerbada de resíduos (BOHANA et al., 2012).

No Brasil, a geração de resíduos de construção e demolição (RCD) foi calculada em 65 milhões de toneladas por ano, estima-se que o consumo de recursos naturais desse setor seja entre 20 e 50% e que 40 a 70% do total de resíduos urbanos de uma cidade seja composto pelos de construção, um valor significativo e altamente impactante no ambiente disposto (BRASILEIRO et al., 2014).

Os RCDs são descritos, segundo a NBR 10.004 de 2004, como inertes, permanecendo durante longos prazos no ambiente e, o caso é agravado quando se considera a grande quantidade gerada e entulhada, além da disposição incorreta destes, sendo assim, evidencia-se a necessidade da gestão adequada e a incorporação de resíduos de outros processos como matéria-prima a fim de diminuir a exploração de recursos naturais e propostas mais sustentáveis (LARUCCIA, 2014; ABNT, 2004)

Outra indústria com um alto potencial poluidor é a indústria têxtil, esse setor também é responsável por um impacto ambiental significativo, pois em todas as fases de produção são gerados resíduos em grande quantidade (TONIOLLO et al., 2015).

O setor têxtil brasileiro se encontra na quarta posição em relação à produção mundial, sendo uma área crescente e com sua importância para a economia, espera-se que em 2021 seja alcançado um crescimento na produção e um total de 2,09 milhões de toneladas e 5,81 bilhões de peças, com sua participação significativa no PIB brasileiro (CARDIM et al., 2021; FRANÇA, 2020; ZONATTI, 2016). Com o alto potencial de produção, conseqüentemente, torna o país em um alto gerador de resíduos, esses resíduos, normalmente, não recebem a destinação correta, por falta de uma coleta seletiva efetiva nos locais e acaba compactuando com a poluição ambiental nos destinos (CARDIM et al., 2021; MACHADO et al., 2019).

Qualquer resíduo descartado incorretamente pode apresentar-se como contaminante no ambiente, pois podem conter produtos químicos como corantes e tintas, então ao se decomporem vão liberar as substâncias nocivas no ambiente que forem dispostos (CARDIM et al., 2021; QIN et al., 2019). Por isso, faz-se necessário a incorporação desses resíduos têxteis em novas cadeias de produção, para reduzir o impacto ambiental e contribuir com o desenvolvimento sustentável, como previsto nos objetivos da Agenda 2030 (CARDIM et al., 2021)

Para Alcantar et al. (2020), o desenvolvimento de materiais modificados a partir de resíduos, contribui para a redução da problemática acerca da gestão dos resíduos e possibilita a criação de materiais que possam retornar para a sua origem, funcionando como o conceito de economia circular. Contribuindo para a sustentabilidade do meio, incluindo aspectos de crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e responsabilidade ambiental.

A busca por materiais que possuam resistência acústica, é uma demanda do setor construtivo, para reduzir os níveis de exposição da população aos ruídos sonoros, que tem aumentado com a expansão das áreas urbanas (TABAN et al., 2019). Os materiais reciclados como as fibras naturais ou sintéticas, são considerados matérias-primas eficazes para a produção de painéis de isolamento acústico com custo reduzido (MORETTI et al., 2016). De acordo com Islam et al. (2019), a conscientização tem tido um papel fundamental para a escolha de materiais naturais e reciclados com função de isolamento acústico.

A inserção de polímeros na construção civil vem sendo uma atividade progressiva, com eficiência comprovada, esses estão substituindo materiais como aço, madeira e concreto em obras, o polipropileno é um dos tipos de polímeros em destaque e está constantemente sendo aplicado na indústria como aditivo (SILVA et al., 2019; HIPOLITO et al., 2013).

O polipropileno é um termoplástico reciclável caracterizado como um material adequado por ser de

baixo custo de produção, alta resistência química e mecânica e estabilidade perante diferentes temperaturas (SILVA, 2017). Como exemplo de aplicação na indústria. Hipolito et al. (2013) explicam a inserção de telhas de polipropileno (PP) que estão sendo utilizadas na produção de coberturas e com o mesmo design de telhas tradicionais, mas com uma produção mais sustentável.

A inserção de termoplásticos como resinas em compósitos tem se mostrando eficiente por se moldarem com calor, baixo custo de produção, serem recicláveis, resistência acústica, térmica e a pragas e insetos, estabilidade dimensional e, com isso, não se faz necessário o uso de tintas e vernizes, o que diminuiria o impacto ambiental desses produtos (AMORIM, 2014). Ersoy et al. (2009) observaram que a camada de tecido com polipropileno no material, juntamente com as fibras de resíduos de folhas de chá, aumentou significativamente a absorção acústica.

As indústrias do setor construtivo e têxtil se apresentam como importantes para a economia, mas especialmente o setor construtivo buscando recursos naturais como matéria-prima, conseqüentemente, tem ligação direta com a degradação ambiental (BOHANA et al., 2019; TONIOLLO et al., 2015).

Com a inserção de polipropileno reciclado e a fibra têxtil em matriz polimérica como matéria-prima é possível reduzir o grande volume de resíduos gerados pela produção têxtil e reduzir o uso de recursos naturais pela indústria de construção, considerando as ideias expostas, este artigo tem por objetivo o desenvolvimento de um material utilizando resíduos têxteis em matriz polimérica por meio do processo de injeção, visando sua aplicação no setor construtivo e contribuição para a sustentabilidade.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do material, utilizou-se como matéria-prima o polipropileno reciclado (PPR) e a fibra têxtil, composta por 100% de poliéster, (FP), provenientes de empresas produtoras de plástico reciclável e de vestuário, respectivamente. Ambas as empresas estão situadas na cidade de Maringá, estado do Paraná.

A FP passou pelo processo de moagem com a duração de 180 segundos, com o material sendo disposto no bocal de um moinho da marca SEIBT modelo 250 LRX. Em seguida, ambos os materiais, FP e PPR foram misturados na proporção de 16,5% em relação à matriz polimérica, conforme descrito na pesquisa realizada por Albuquerque et al., (2021), com o formato dos CPs de acordo as normativas dos ensaios do tubo de impedância (NBR ISO 10534-2 (1998) e da ASTM-E1050 (2006), descritas abaixo).

Os corpos de prova (CPs) foram confeccionados por meio da técnica de injeção em injetora ROMI modelo PRIMAX 100R, com temperatura do canhão de 215°C, temperatura do molde 180°C, pressão de injeção de 445 bar, tempo de injeção de 30s, pressão e tempo de recalque de 300 bar e 30s, respectivamente.

A determinação do coeficiente de absorção sonoro para amostras foi realizada a partir de medições em tubo de impedância, usando o método da função de transferência com dois microfones, segundo a NBR ISO 10534-2 (1998) e a norma ASTM-E1050 (2006). O princípio de funcionamento e o equacionamento foi baseado na propagação de ondas planas ao longo do tubo e na medição da pressão sonora em duas

posições distintas. O ensaio foi realizado seguindo as normativas descritas e a metodologia apresentada por Santos (2015), que determina como deve ser feito o procedimento atrelado ao tubo de impedância.

Cada amostra foi colocada e retirada do tubo durante a realização do ensaio, realizado em triplicata. Todos os testes foram realizados aplicando-se o material apoiado em parede rígida, sem cavidade de ar, sendo está a medição padrão em tubos de impedância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante do embasamento teórico foi possível constatar a necessidade do setor construtivo pela utilização de materiais sustentáveis, como identificado por Santos (2020) fato evidenciado pela necessidade da melhoria do conforto ambiental nas edificações, atrelado a melhora do desempenho delas de modo a contribuir com a preservação ambiental. A utilização de resíduos no setor da construção civil visa a redução de custo para o setor produtivo e minimiza a necessidade de extração da matéria-prima diretamente da natureza (FERRAZZO et al., 2020).

Dessa forma neste trabalho foi confeccionado um material a partir de resíduos gerados em indústrias de plástico e têxtil (poliéster e polipropileno), que a sua confecção foi ensaiado para constatar o seu comportamento acústico, segundo a normativa descrita na metodologia. Dessa forma foi observado a aplicação do material poroso diretamente sobre a parede rígida (Figura 1). Segundo Machado et al. (2020), a disposição de resíduos dos processos produtivos no meio ambiente, contribui para a degradação ambiental, por esse motivo a aplicação destes resíduos para a produção de novos produtos é essencial.

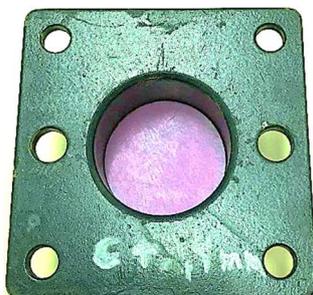


Figura 1: Aplicação do material sobre o porta amostra de paredes rígidas.

Neste procedimento experimental foi realizada a medida da amostra em triplicata, denominadas de amostras 1, 2 e 3, tendo como comparativo uma amostra de feltro de mesma espessura (3 mm) (Figura 2).



Figura 2: Amostras 1, 2 e 3 e amostra de feltro, respectivamente da esquerda para a direita.

Conforme a Figura 2, pode-se observar que as superfícies são planas assim como recomendado no procedimento do tubo de impedância. A temperatura média do ensaio foi de 25,5 °C, pressão atmosférica de 101,4 MPa, e umidade relativa de 50%. Os coeficientes de absorção para as amostras 1, 2 e 3 estão na Figura 3.

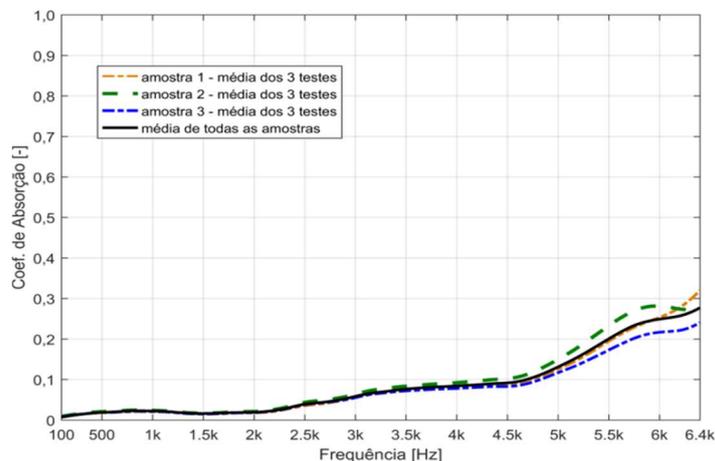


Figura 3: Coeficientes de absorção para as amostras 1, 2 e 3.

A pequena variação entre os testes de cada amostra deve-se ao posicionamento do material dentro do porta amostras. Os resultados de coeficiente de absorção para incidência normal, fornecidos após o processamento dependentes das funções de transferência medidas até 6,4 kHz são observadas na Figura 4.

O ensaio de parede rígida do tubo de impedância ocorre sem material algum no interior do tubo. Possíveis vazamentos ao longo do tubo, ou frestas podem causar absorção elevada em alguns pontos da curva em função da frequência, situação que interfere no resultado de medição de um material qualquer, pois adiciona uma absorção adicional nos cálculos do coeficiente de reflexão e absorção do material em teste. O resultado do teste de parede rígida (Figura 4, linha azul) confere que o ensaio ocorreu adequadamente, e evidencia que a absorção intrínseca ao tubo é menor que 5% para todas as bandas de frequência, até 6.4 kHz.

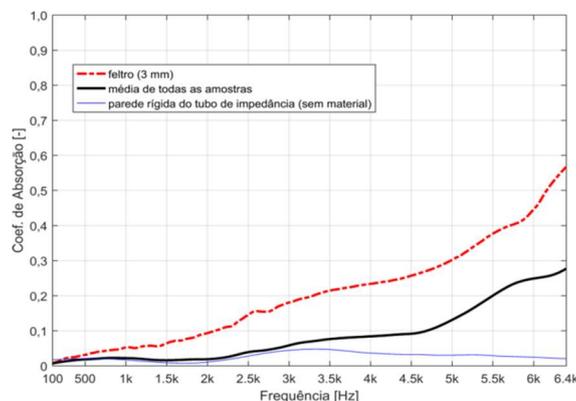


Figura 4: Coeficientes de absorção médio das amostras 1, 2, 3 e o feltro em banda estreita (Em azul pode-se notar a curva de parede rígida).

Nota-se que a absorção do referido material é menor que a de uma amostra de feltro poroso de 3 mm. Devido a rigidez, alta resistividade ao fluxo e baixa porosidade do material em teste, tal fato é observado em um menor coeficiente de absorção. Um acréscimo de absorção é notado a partir de 4 ou 5 kHz, e este se eleva até 0,3 [-] na banda de 6,3 kHz.

Já nas Figuras 5 e 6, assim como na Tabela 1, tem-se os valores apresentados em banda de terço de oitava, ou seja, em banda estreita, obtidos por meio da média aritmética entre os valores de absorção e a frequência inferior e superior de cada frequência central (80, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500 Hz...).

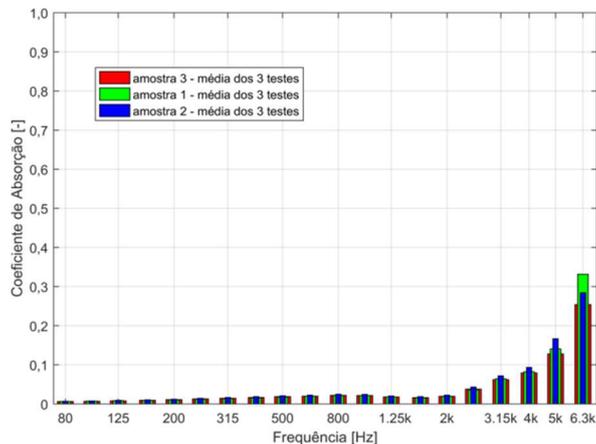


Figura 5: Coeficientes de absorção médios para as amostras 1, 2, 3 em banda de terço de oitava.

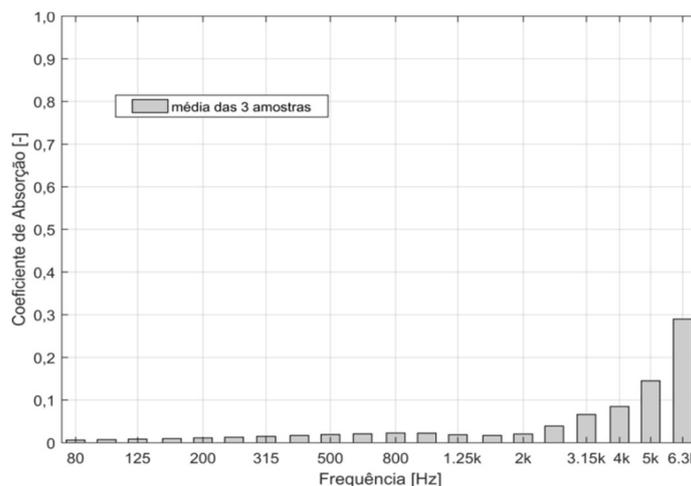


Figura 6: Coeficientes de absorção médio final, em banda de terço de oitava.

Tabela 1: Valores de Coeficiente de Absorção em banda de terço de oitava.

Bandas de terço de oitava [Hz]	Amostra 1 Absorção [-]	Amostra 2 Absorção [-]	Amostra 3 Absorção [-]	Média Absorção [-]
80	0,00668	0,00692	0,00598	0,00653
100	0,00740	0,00794	0,00690	0,00741
125	0,00845	0,00938	0,00822	0,00868
160	0,00945	0,01074	0,00946	0,00988
200	0,01071	0,01243	0,01099	0,01137
250	0,01232	0,01453	0,01289	0,01324
315	0,01404	0,01672	0,01486	0,01521
400	0,01588	0,01898	0,01689	0,01725
500	0,01770	0,02096	0,01863	0,01910
630	0,01970	0,02264	0,02000	0,02078
800	0,02183	0,02489	0,02190	0,02287
1000	0,02159	0,02435	0,02149	0,02248
1250	0,01790	0,02048	0,01811	0,01883
1600	0,01608	0,01878	0,01648	0,01712
2000	0,01908	0,02264	0,01980	0,02051
2500	0,03584	0,04334	0,03803	0,03907
3150	0,06433	0,07201	0,06228	0,06621
4000	0,08220	0,09381	0,07915	0,08505
5000	0,14079	0,16688	0,12793	0,14520
6300	0,33164	0,28441	0,25398	0,29001

Há variabilidade de absorção sonora devido às diferenças construtivas de cada amostra e ao posicionamento no tubo de impedância. De acordo com Silva (2016), no desenvolvimento dos corpos de prova com incorporação de fibras de bananeira, foi obtida uma maior absorção sonora até mesmo quando comparados a materiais comerciais, identificando assim um padrão onde nas quais os compósitos

apresentam melhoria da qualidade acústica.

Observa-se que a comparação com os materiais comerciais usualmente utilizados como a lã de vidro e de rocha, com picos máximos na frequência de 2,8 kHz de $\pm 0,7$ para a lã de vidro e de $\pm 0,5$ para a lã de rocha, e em frequências mais altas (acima de 6kHz), há um desempenho acústico em torno de 1 (MORAES et al., 2019). Os melhores resultados de absorção para o material criado considerando 16,5% de FP, foram notados a partir de 4 ou 5 kHz, se elevando até 0,3 [-] na banda de 6,3 kHz. De acordo com Tang et al. (2017) o material com FP pode ser classificado como poroso, possuindo boas propriedades de absorção acústica na faixa alta de frequência, enquanto o coeficiente de absorção acústica na faixa de baixa frequência é fraco.

O método de fabricação do material pode influenciar no desempenho acústico, a forma de distribuição das fibras no material determina a porosidade do material e dessa forma o modo que ele irá absorver os ruídos (ROCHA, 2018; MORAES et al., 2019). A melhoria da qualidade ambiental de uma edificação pode ser atribuída aos materiais empregados e ao método construtivo aplicado, por esse motivo a escolha por alternativas sustentáveis pode contribuir para melhora da sensação de bem-estar do indivíduo diante do espaço (CARVALHO et al., 2018).

Pode-se compreender que o material com 16,5% de FP possui um bom coeficiente de absorção para uma faixa de frequência específica, determinada em 6,3 kHz. Um processo de otimização é necessário para que os parâmetros acústicos ideais sejam atingidos, porém considerando o fato de que as matérias-primas são recicladas, é possível identificar usos específicos dentro do setor construtivo e dessa forma contribuir para a redução do impacto ambiental no meio. Conforme Santos (2020) constatou, a utilização de matéria-prima a partir de resíduos contribui para a produção mais limpa, visando a não geração de resíduos e um processo construtivo ecologicamente correto.

Aparentemente o material medido possui elevada rigidez e baixa porosidade para ser classificado como poroso de absorção de ruído. Seu comportamento é elástico em alta frequência, na qual é possível transformá-lo em um absorvedor de membrana com cavidade de ar (e/ou material poroso) para controle de ruído em mais baixa frequência. O procedimento experimental foi satisfatório e nota-se que as amostras medidas apresentaram uma absorção próxima a zero para as baixas frequências, até 2000 Hz. No entanto apresentam maior absorção próxima da banda de 6kHz, condizente com a espessura medida de 3 mm. Acima de 6,4 kHz não se pode medir ou estimar a absorção, visto que a frequência de corte do tubo não permite qualquer análise acima dessa frequência.

CONCLUSÕES

A técnica de medição do coeficiente de absorção de materiais utilizando-se o tubo de impedância apresenta algumas vantagens, como simplicidade e rapidez do procedimento de medição, comparado ao método de câmara reverberante. Desta forma é possível avaliar os efeitos provenientes de fatores como aplicação de membranas, variação de espessura de amostras, aplicação de placas perfuradas ou cavidades de ar. Todos os testes foram realizados com o material apoiado em parede rígida, sem cavidade de ar.

Assim, é possível constatar que a incorporação de 16,5% de FP em uma matriz de polipropileno reciclado além de reduzir os resíduos no ambiente, possui um resultado positivo em relação aos parâmetros acústicos, podendo ser aplicada como uma solução para o setor construtivo. A implementação deste material como uma substituição do drywall é possível, considerando as propriedades acústicas apresentadas, porém, para que isso seja possível é necessário identificar a viabilidade econômica da produção em escala industrial. A utilização de uma matéria prima que visa a sustentabilidade, contribui para que todo o processo produtivo tenha uma produção mais limpa e contribua para redução do impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 10534-2-1998**: Acoustics: determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes: Part 2: transfer-function method. Rio de Janeiro, 1998.
- ALMEIDA, C. M.; GIANNETTI, B. F.. **Ecologia Industrial**: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- AMORIM, P. G.. **Produção de compósitos termo acústicos a base de resíduos reciclados provenientes da construção civil**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- ASTM. American Society for Testing and Materials. **E1050**: standard test method for impedance and absorption of acoustical materials using a tube, two microphones, and a digital frequency analysis system. West Conshohocken, 2012.
- BORBA, L. M.; SILVA, A. C. O.. Descarte incorreto de resíduos sólidos e sua influência na saúde pública. **Direito Ambiental e Resíduos Sólidos**: perspectiva (inter) nacional transdisciplinar dos 17 ODS da ONU. Salvador: Navida, 2021.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v.61, p.178-189, 2015.
- CARDIM, R. A.; ROCHA, S. A.; SANTOS, W. F.. A Indústria das Latas de Alumínio como inspiração para a Indústria Têxtil. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.5, p.48439-48455, 2021.
- CARVALHO, G. C.; TONELLO, P. S.; MIRANDA, J. H.. Avaliação de sistemas de telhados verdes: análise térmica em diferentes sistemas cultivados com callisia repens: análise térmica em diferentes sistemas cultivados com Callisia repens. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n.49, p.66-80, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820180350>
- GIMÉNEZ, J. C.; MONTAÑÉS, A.; TADEO, A. J. P.. Performance in the treatment of municipal waste: are European Union member states so different? **Science of The Total Environment**, v.687, p.1305-1314, 2019.
- CONCEIÇÃO, M. M.; SOUZA, G. B.; QUEIROZ, T. L.; SILVA, A. C. S.; SÁ, R. J. S.; SILVA, A. P. S.; SILVA, J. E. V. C.; COSTA, R. S.; TAVARES, L. S.; GOMES, L. E. N.; DIAS, S. C.; PEREIRA JÚNIOR, A.. Crescimento populacional e geração de resíduos sólidos: o caso da região norte. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.2, p.7936-7846, 2020.
- DAS, C. S.; DEY, T.; DANDAPAT, R.; MUKHARJEE, B. B.; KUMAR, J.. Performance evaluation of polypropylene fibre reinforced recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, v.189, p.649-659, 2018.
- GUIMARÃES, J. C. F.; SEVERO, E. A.; FELIX JÚNIOR, L. A.; COSTA, W. P. L. B.; SALMORIA, F. T.. Governance and quality of life in smart cities: towards sustainable development goals. **Journal of Cleaner Production**, v.253, p.119926, 2020.
- ERSOY, S.; KÜÇÜK, H.. Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties. **Applied Acoustics**, v.70, n.1, p.215-220, 2009.
- FERRAZZO, S. T.; BRAGAGNOLO, L.; KORF, E. P.. Caracterização tecnológica e reaproveitamento de rejeitos de magnetita em misturas asfálticas e concreto: uma revisão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n.5, p.1-21, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820190512>
- FRANÇA, A.. **Produção da indústria têxtil deve voltar ao patamar de 2019**. 2020.
- MORAES, E. G.; SANGIACOMO, L.; STOCHERO, N. P.; ARCARO, S.; BARBOSA, L. R.; LENZI, A.; SILIGARDI, C.; OLIVEIRA, A. P. N.. Innovative thermal and acoustic insulation foam by using recycled ceramic shell and expandable styrofoam (EPS) wastes. **Waste Management**, v.89, p.336-344, 2019.
- HIPOLITO, I.; HIPOLITO, R.; LOPES, G.. **Polímeros na construção civil**. 2013.
- ISLAM, R.; NAZIFA, T. H.; YUNIARTO, A.; UDDIN, A. S.; SALMIATI, S.; SHAHID, S.. An empirical study of construction and demolition waste generation and implication of recycling. **Waste Management**, v.95, p.10-21, 2019.
- ISLAM, S.; BHAT, G.. Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. **Journal of Environmental Management**, v.251, p.109536, 2019.
- JESUS, G. D.; BOHANA, M. C. R.; MARCHI, C. M. D. F..

Resíduos de construção civil: desafios e soluções propostos pelos objetivos de desenvolvimento sustentável. 2019.

LARUCCIA, M. M.. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. **Revista Eniac pesquisa**, v.3, n.1, p.69-84, 2014.

MACHADO, G.; YOKOYAMA, L.. Estudo de tratamento de efluente de serviço de saúde para redução de custos econômicos e impactos ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.55, n.1, p.89-102, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820200620>

MACHADO, V. T.; CANDEIA, R. A.; FARIAS, C. A. S.; VIEIRA, A. S.; CUNHA, F. A. P.. Gestão Ambiental Adotada em Indústria Têxtil do Sertão da Paraíba. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n.4, p.267-283, 2020.

MEDEIROS, J. E.; PAZ, A. R.; MORAIS JÚNIOR, J. A.. Análise da evolução e estimativa futura da massa coletada de resíduos sólidos domiciliares no município de João Pessoa e relação com outros indicadores de consumo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.20, n.1, p.119-130, 2015.

MORETTI, E.; BELLONI, E.; AGOSTI, F.. Innovative mineral fiber insulation panels for buildings: thermal and acoustic characterization. **Applied Energy**, v.169, p.421-432, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Plataforma Agenda 2030**. 2015.

ALCANTAR, P. G. P.; HUNT, D. V. L.; ROGERS, C. D. F.. The complementary use of game theory for the circular economy: a review of waste management decision-making methods in civil engineering. **Waste Management**, v.102, p.598-612, 2020.

PATRICIO, J.; KALMYKOVA, Y.; ROSADO, L.. A method and databases for estimating detailed industrial waste generation at different scales: with application to biogas industry development. **Journal of Cleaner Production**, v.246, p.118959, 2020.

QIN, Y.; ZHANG, X.; CHAI, J.; XU, Z.; LI, S.. Experimental study of compressive behavior of polypropylene-fiber-reinforced and polypropylene-fiber-fabric-reinforced concrete. **Construction and Building Materials**, v.194, p.216-225, 2019.

ROCHA, M. P.. **Proposta de indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos de construção e demolição**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Porto, 2012.

ROCHA, R. R.. **Análise e caracterização de soluções acústicas para mitigar os ruídos oriundos de instalações hidrossanitárias prediais**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SANTOS, C.. Estratégias bioclimáticas de projetos para melhores desempenhos ambientais em universidades no sul baiano. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.55, n.1, p.122-144, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820200540>

SANTOS, R. E.. **Análise do processo de produção de placas elaboradas com fibras naturais para uso na construção civil**. Dissertação (Doutorado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

SILVA, D. M.; DEMARCHI, C. A.; MORALES, G.. Aplicabilidade de placas de fibra de bananeira na absorção sonora e isolamento acústico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

SILVA, G.; KIM, S.; AGUILAR, R.; NAKAMATSU, J.. Natural fibers as reinforcement additives for geopolymers: a review of potential eco-friendly applications to the construction industry. **Sustainable Materials and Technologies**, v.23, 2020.

SILVA, J. F. P. D.; ALBUQUERQUE, A. C. D. D.; BERTO, L. K.; REZENDE, L. C.. Matriz polimérica modificada com resíduos de fibras de algodão: uma revisão bibliométrica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 11. **Anais**. Curitiba, 2019.

SILVA, M. D. V.. **Desenvolvimento de fibras de base polipropileno com maior afinidade tintorial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biológica) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2017.

TABAN, E.; KHAVANIN, A.; OHADI, A.; PUTRA, A.; JAFARI, A. J.; FARIDAN, M.; SOLEIMANIAN, A.. Study on the acoustic characteristics of natural date palm fibres: experimental and theoretical approaches. **Building and Environment**, v.161, p. 106274, 2019.

TANG, X.; YAN, X.. Acoustic energy absorption properties of fibrous materials: a review. **Composites Part A: applied Science and Manufacturing**, v.101, p.360-380, 2017.

TONIOLLO, M.; ZANCAN, N. P.; WÜST, C.. Indústria Têxtil: sustentabilidade, impactos e minimização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6. **Anais**. Porto Alegre, 2015.

YAO, T.; HUANG, Z.; ZHAO, W.. Are smart cities more ecologically efficient? Evidence from China. **Sustainable Cities and Society**, p.102008, 2020.

ZONATTI, W. F.. **Geração de resíduos sólidos da indústria brasileira têxtil e de confecção: materiais e processos para reuso e reciclagem**. Tese (Doutorado em Sustentabilidade) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.