



Benefícios das telhas termoacústicas na indústria da construção civil

Benefits of thermal acoustic tiles in the civil construction industry

Idalmo Gonçalves Gomes¹

RESUMO

As telhas termoacústicas são constituídas por materiais com propriedades térmicas e acústicas sendo uma solução eficaz para melhorar o conforto das edificações e garantir o bem-estar e a satisfação dos usuários. No mercado existem inúmeros tipos de telhas, dentre as convencionais e as termoacústicas, e a escolha deve ser de acordo com a necessidade e preferência do cliente, justificando-se assim o interesse pelo presente tema. Comparadas às telhas de fibrocimento e cerâmica, a utilização das telhas termoacústicas apresenta quais benefícios para seus usuários? Para responder a essa pergunta, o presente trabalho visou apresentar os benefícios do uso das telhas termoacústicas. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica em trabalhos publicados e disponíveis em ambiente acadêmico digital, no período entre 2002 e 2023. As telhas termoacústicas são uma escolha inteligente e eficiente para a construção civil, tendo diversas vantagens em relação às telhas convencionais, sendo recomendável às empresas do setor da construção que visam a otimização e a sustentabilidade de suas construções.

Palavras-chave: Telhas termoacústicas. Benefícios. Construção Civil. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Thermoacoustic roof tiles are made of materials with thermal and acoustic properties and are an effective solution to improve the comfort of buildings and ensure the well-being and satisfaction of users. There are numerous types of roof tiles on the market, including conventional and thermoacoustic ones, and the choice should be made according to the client's needs and preferences, thus justifying the interest in this subject. Compared to fiber cement and ceramic roof tiles, the use of thermoacoustic roof tiles presents which benefits for its users? To answer this question, this paper aimed to present the benefits of using thermoacoustic roof tiles. To this end, a literature review was carried out of published works available in digital academic environment from 2002 to 2023. Thermoacoustic roof tiles are an intelligent and efficient choice for civil construction, having several advantages over conventional tiles, being recommended to companies in the construction sector that aim for optimization and sustainability of their buildings.

Keywords: Thermoacoustic tiles. Benefits. Civil Construction. Sustentabilidade.

INFORMAÇÕES

Histórico do Artigo:

Submetido: 25/05/2023

Aprovado: 01/06/2023

Publicação: 03/06/2023



¹ andreliza.dg@gmail.com

1. Introdução

O conforto térmico, em particular, é de grande importância para o setor da construção civil, pois garante a qualidade de vida dos usuários, uma vez que o calor pode ser transmitido para o interior das edificações através das paredes e do telhado. Além disso, é comum utilizar materiais com propriedades acústicas na construção civil. A exposição diária a ruídos pode comprometer a qualidade de vida das pessoas, seja em casa, no trabalho ou em locais de lazer. Por isso, a utilização de materiais com propriedades acústicas é uma forma eficaz de melhorar o conforto acústico das edificações e garantir o bem-estar e a satisfação dos usuários.

A telha, elemento utilizado na cobertura das edificações, possui grande influência sobre o conforto térmico e acústico de uma obra. Embora o tipo de telha seja escolhido de acordo com a necessidade e preferência do cliente, é importante lembrar que diferentes materiais, modelos e colorações possuem propriedades térmicas e acústicas distintas, o que pode influenciar na escolha do elemento mais adequado para a obra.

Nas últimas décadas, as telhas termoacústicas, vem proporcionando às edificações melhores condições de conforto térmico e acústico. Comparadas as telhas de fibrocimento e cerâmica, a utilização das telhas termoacústicas apresenta quais benefícios para seus usuários?

Para responder a essa pergunta, o presente trabalho visa apresentar os benefícios do uso das telhas termoacústicas nas coberturas nas construções civis e discutir as características dos diversos tipos de telhas e o custo-benefício para o consumidor final.

2. Metodologia

Para a realização deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica, abordando a importância dos tipos de telhados com o uso das telhas e seus benefícios para a construção civil e para os seus usuários. Foram utilizados dissertações, livros, sites e artigos científicos publicados e disponíveis em bases como o Google Acadêmico. As palavras chaves utilizadas na busca foram: construção civil, telhas trapezoidais, benefícios aos usuários, meio ambiente e vantagens e desvantagens de sua utilização.

Optou-se pela pesquisa bibliográfica como procedimento metodológico, uma vez que tem sido utilizada com grande frequência em pesquisas qualitativas e descritivas, buscando entender a problemática e investigar por meio de pesquisa em

trabalhos já publicados. Foi delineada a busca por tema, na língua portuguesa em fontes publicados desde 2002 até 2023.

3. Resultados e discussão

As telhas termoacústicas oferecem diversas vantagens, como a redução do índice de acidentes por fadiga, a diminuição de custos desnecessários com climatização, o aumento da produtividade e a economia de energia. Além disso, a utilização dessas telhas também contribui para a redução do controle de emissão sonora externa em processos produtivos e para a satisfação dos usuários, devido às condições agradáveis do ambiente de trabalho. Conforme explicado por Greven et al. (2006), a cobertura com telhas termoacústicas é capaz de reduzir a carga térmica de radiação proveniente do sol e do céu, substituindo uma área de solo aquecido por uma área sombreada.

As telhas e painéis termoacústico, são constituídas por uma ou mais telhas metálicas, com camadas de materiais termo isolantes e/ou acústicas, sendo produzida em unidade fabril ou montadas na obra. Tais materiais têm características de resistência térmica, de barreira acústica, de absorção acústica e reação ao fogo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

Para o fechamento da cobertura de galpões de usos gerais podem ser utilizados diversos tipos de telhas, como as Galvanizadas ou Galvalume, Metálicas, e as Sanduíches (ABNT, 2015). O processo de galvanização é eficiente e econômico sendo empregada para proteger o aço contra corrosão. A proteção do aço pelo revestimento de zinco é por meio de mecanismos de proteção galvânica ou pela exposição simultânea do aço-zinco. Vale ressaltar que entre todos os métodos aplicados no combate a corrosão um dos mais difundidos é a pintura, por ser um revestimento de fácil aplicação (NIEMEYER, 2005).

Já as telhas galvalume para melhor o desempenho do aço galvanizado, tem em sua composição a combinação do alumínio e zinco para formar uma liga para revestimento, excelente contra a corrosão, obtendo uma vida útil quatro vezes maior que o aço galvanizado. As telhas galvalumes são indicadas para regiões litorâneas e áreas industriais, onde o clima é mais hostil (NIEMEYER, 2005).

As telhas sanduíches são excelentes por serem termoacústicas, resistentes e leves. É caracterizada por duas telhas convencionais preenchidas por material inerte (poliuretano, isopor (EPS), lã de vidro ou lã de rocha) constituindo um “sanduíche” ou simplesmente uma única telha metálica com revestimento inferior (ISAIA, 2010).

As duas matérias-primas para as telhas termoacústicas mais utilizadas são o poliuretano e o poliestireno. O poliestireno (EPS) é produzido na forma de placas de várias espessuras, perfis, entre outros. Sua composição é basicamente ar (entre 95% e 98) (ISAIA, 2010). As telhas trapezoidais por exemplo, que contém como núcleo de EPS expandido, formando uma espécie de sanduíche, constituem-se de um material rígido com características de alto desempenho termoacústico e menor custo (SANTOS, 2019).

De acordo com Carvalho (2018), para conseguir uma telha com boa resistência térmica e boa redução do ruído externo, utiliza-se poliestireno com densidade de 13 ou 20 Kg/m³ e seu coeficiente de condutividade térmica $K = 0,039$ Kcal/mh^oc (densidade 13 Kg/m³) ou $K = 0,032$ Kcal/mh^oc (densidade 20 Kg/m³). Esse tipo de telha sanduíche com isolante térmico poliestireno, são leves e não sobrecarregam as estruturas.

Segundo Carvalho (2018), utilizando-se a densidade de 35 a 40 Kg/m³ com coeficiente de condutividade térmica $K = 0,016$ Kcal/mh^oc, obtém-se uma telha com alta resistência térmica e redução de ruído externo. Esse tipo de telha possui vários tamanhos em relação a sua espessura, podendo aumentar a espessura do poliuretano caso precise atender projetos que precisa de isolamento mais rigoroso, pois quando maior a espessura do poliuretano menor será condutibilidade térmica.

Poliuretano expandido também pode ser injetada entre duas telhas, formando um conjunto rígido pode ser aplicado em edifícios que exige excelente desempenho termoacústico, pois tal material, obtém a maior capacidade isolante entre os diversos materiais existentes (SANTOS, 2019). A espessura do poliestireno, ou do poliuretano varia de 30, 50 até 100 mm, ou outras, a critério do cliente, sendo a distância medida nas partes baixas do trapézio (ISAIA, 2010).

As telhas termoacústicas com isolamento usando lã de vidro ou lã de rocha são considerados sistemas mais econômicos, pois sua montagem é executada na obra. Primeiro são montadas as telhas inferiores, depois coloca-se os espaçadores metálicos, em seguida o material isolante e para finalizar a telha superior (CARVALHO, 2018).

De acordo com a Carvalho (2018) a lã de vidro normalmente é utilizada com um núcleo de isolante com densidade 12 Kg/m³ com espessura de 50 mm e coeficiente de condutividade térmica $K = 0,040/0,050$ Kcal/mh^oc. A lã de vidro é incombustível e biologicamente inerte, já a lã de rocha pode ser fornecida com

densidade 48 Kg/m^3 e 50 mm de espessura e $K = 0,035/0,060 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{c}$ e podem fornecer com comprimento de até 12 metros, para perfis trapezoidais ou ondulados.

As telhas metálicas são fabricadas a partir de chapas de aço galvanizados por um processo de conformação e sua seção é formada por uma sequência de ondas senoidais ou trapezoidais. As telhas metálicas podem ter seu revestimento de zinco ou alumínio zinco pelo processo de inversão a quente, sendo que a telha também pode ter seu revestimento pintado conforme normativas. As telhas metálicas podem ser de alumínio, de aço e alumínio (galvalume). Há também as telhas de cobre e titânio que, apesar do custo mais elevado, dispõem de grande resistência à corrosão e de boa trabalhabilidade (SALVALAGLIO, 2019).

As telhas metálicas já podem ser fornecidas com isolamento termoacústico, que propõe redução do ruído externo e alto isolamento térmico para as coberturas e fechamentos. Em armazéns para usos industriais e comerciais é comum a aplicação de telhas metálicas para a cobertura da edificação. Estas telhas usualmente são fixadas em terças, que por sua vez, são fixadas nas treliças (vigas principais) (SALVALAGLIO, 2019).

As telhas metálicas podem receber uma pintura, a qual é feita no revestimento das telhas e consiste no depósito de pó em camadas micrométricas por um processo eletrostático, resultando em um produto com maior resistência a intempéries e raios ultravioletas. Segundo Silva (2015), as telhas sem pinturas não aparentam ser bons isolantes térmicos, tendo desempenho insatisfatório em, todas as cidades analisadas pelo estudo. Por outro lado, as telhas pintadas apresentam bons desempenhos térmicos nas cidades estudadas.

As telhas metálicas apresentam como diferencial, em relação aos demais tipos existentes, a sua alta resistência mecânica e seu baixo peso, podendo inclusive ser utilizado na execução de telhados com grandes curvaturas, favorecendo uma maior liberdade estéticas nos projetos de arquiteturas (DUTRA, *et al.*, 2015).

Essas telhas oferecem vantagens tanto em sua construção como na renovação de construções já existentes, principalmente em função de seu baixo peso, sua durabilidade, sua facilidade de manutenção e sua reciclabilidade. Elas também possuem características favoráveis no que diz respeito na sua armazenagem, seu manuseio, seu transporte e sua instalação (SALVALAGLIO, 2019).

Quanto às formas no mercado existem telhas onduladas, trapezoidais e curvas. As telhas onduladas possuem seção transversal, similar a uma sequência de ondas senoidais e caracterizam-se por não possuírem trecho plano. Além da forma geométrica, o que usualmente as distingue é a sua baixa altura, quando comparadas com as telhas de perfil trapezoidal (SILVA, 2015).

As telhas metálicas onduladas por exemplo, podem receber cargas entre 321 a 11 kgf/m², sendo o tamanho do vão a espessura da telha os fatores determinantes para essa resistência. As telhas metálicas trapezoidais possuem resistência menor que as senoidais. É recomendado que se evitem vãos que resultem em resistências a cargas transversais inferior a 60 Kgf/m² (DUTRA *et al.*, 2015).

As telhas trapezoidais possuem a seção transversal constituída por uma sequência de trapézios, apresentando uma grande diversidade de tipos, em função da altura do trapézio, pode-se obter o melhor desempenho associado ao projeto específico, colocado assim, um grande potencial de criação nas mãos de projetistas e arquitetos. O uso de telhas trapezoidais já é realidade em obras de grande porte, permitindo a redução do tempo de construção e o aumento da durabilidade da edificação (SILVA, 2015).

As telhas curvas já saem da fábrica arqueadas conforme projeto para atender as necessidades específicas, como por exemplo, fazer fechamentos laterais em curva ou encontros arredondados entre coberturas e fachadas. Dependendo da forma como se obtém a curvatura do perfil metálico, as telhas curvas podem ser calandradas, que recebem a sua curvatura ao passarem por uma calandra ou multidobras, onde a curvatura das telhas é obtida por meio de dobras transversais na chapa de aço do perfil (SILVA, 2015).

Quanto à fixação das telhas termoacústicas, observa-se um grande diferencial quanto a sua aplicação. Atualmente, para fixação de telhas trapezoidais convencionais, utiliza-se parafuso fixado em onda baixa da telha, a fim de impedir qualquer deformação das chapas das telhas. A desvantagem dessa aplicação é o fato da onda baixa ser um canal de escoamento de águas pluviais. Dessa forma, na prática, o que se observa é que os pontos de fixação dos parafusos são potenciais regiões de infiltrações na estrutura, já que quando são fixados, os parafusos podem ficar abaixo ou acima do torque usualmente recomendado pelo fabricante (NOVELLO & LACERDA, 2021).

Diferente do que ocorre em telhas convencionais, as telhas termoacústicas são fixadas na onda alta da telha, com auxílio de parafusos com maior comprimento. Pelo fato das telhas termoacústicas possuírem maior rigidez, o atarrachamento na onda alta é possível sem o uso de calços. Nessa forma de fixação, o risco de infiltração diminui, pois a água pluvial tende a escoar pelo canal entre as ondas e não na crista da onda fabricante (NOVELLO; LACERDA, 2021).

Dentre elas tem-se as telhas de perfil onduladas que seguem a norma NBR ISSO 14513 (ABNT, 2008) e as telhas de perfil trapezoidal que seguem a norma NBR ISSO 14514 (ABNT, 2008). Tais normas definem os parâmetros de tolerância dimensional e padronizam os modelos mais utilizados, o que favorece sua substituição e facilita a elaboração das especificações necessárias para a sua compra.

Os materiais constituintes dessas telhas são os responsáveis para trazer o conforto térmico e acústico, sendo um grande potencial para melhorar a eficiência energética de edificações. As duas camadas de metal ou polímero são preenchidas por um material isolante, este, proporciona uma grande resistência térmica, reduzindo a entrada de calor no ambiente interno e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de energia em sistemas de refrigeração. Além disso, a camada isolante também ajuda a reduzir a transmissão de ruídos externos, proporcionando maior conforto acústico aos usuários (CARVALHO, et al., 2018).

Ao definir o termo "conforto termoacústico", é importante observar como Freitas (2005) descreve que o conforto está relacionado a questões psicológicas de identificação e satisfação com o local, bem como às condições físicas de temperatura, umidade, ventilação, iluminação e acústica. Além disso, segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), o conforto ambiental pode ser entendido como um conjunto de condições ambientais que permitem ao ser humano sentir bem-estar térmico, visual, acústico e antropométrico, garantindo ainda a qualidade do ar e o conforto olfativo. Lamberts et al. (2016) consideram o conforto térmico como um estado mental que indica a satisfação de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente que o cerca, sendo que a falta de satisfação é causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio.

Ao observar tais definições, percebe-se que a sociedade, ao longo do tempo, começou a buscar as condições necessárias para garantir um melhor conforto

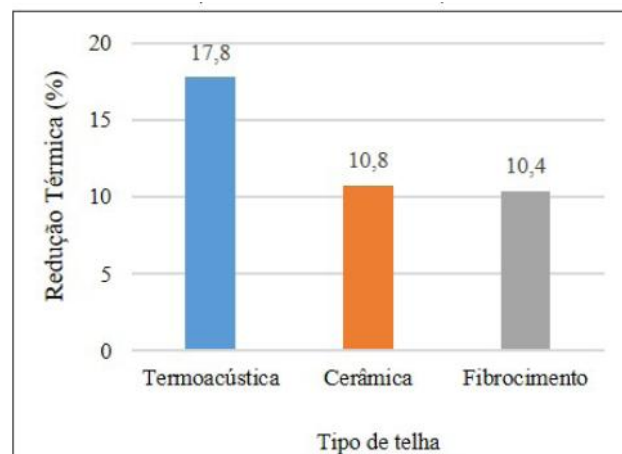
ambiental em espaços interiores, sejam eles térmicos ou acústicos (AZEREDO; FREITAS, 2015).

Essa busca é motivada pela necessidade de atender às demandas e necessidades dos usuários, a fim de proporcionar um ambiente mais saudável, confortável e produtivo. As telhas termoacústicas proporcionam maior conforto térmico, como é observado por Carvalho et al. (2018). As telhas termoacústicas conseguem manter a temperatura interna da edificação mais estável em relação às telhas convencionais, reduzindo a necessidade de uso de ar condicionado e aquecedores. Oferecem também conforto acústico, pois a sua utilização contribui para a redução de ruídos externos em edificações comerciais e residenciais, proporcionando maior conforto aos usuários.

Estudos indicam que o desconforto térmico, seja por frio ou calor, pode afetar o desempenho humano em suas atividades. Conforme aponta Freitas (2005), o corpo humano busca manter a temperatura constante em torno de 37°C, havendo uma troca de calor com o ambiente por meio de convecção (entre a superfície da pele, vestimentas e ar), radiação (entre as superfícies e o entorno) e condução (quando há contato direto com outras superfícies, como pés no solo ou mãos nas paredes de uma edificação). É importante considerar esses fatores na busca por conforto térmico, a fim de proporcionar condições adequadas para as atividades humanas.

Um estudo de Tokusumi; Foiato (2019) apresenta uma comparação entre as reduções de temperaturas internas de uma edificação com cobertura convencional, fibrocimento e termoacústicas. O gráfico apresentado na Figura 1, demonstra a diferença da redução encontrada entre as edificações pesquisadas.

Figura 1 - Redução térmica das telhas em temperaturas maiores que 20 °C

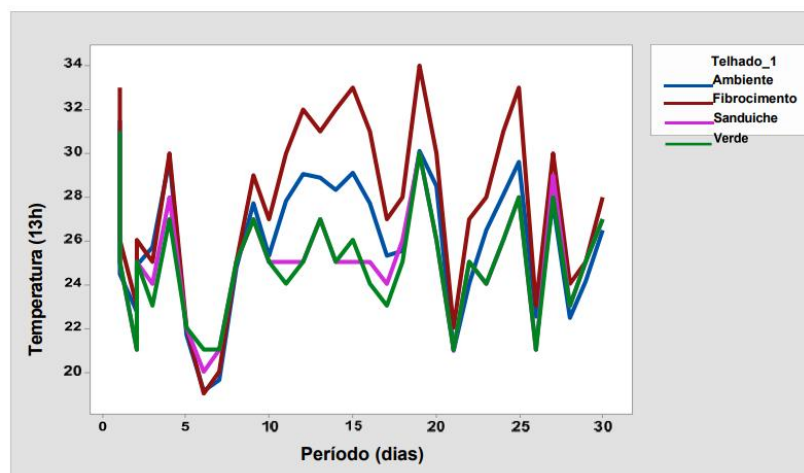


Fonte: Tokusumi; Foiato (2019)

Tokusumi e Foiato (2019) observaram o comportamento térmico das telhas para as faixas de temperatura de 0 a 15 °C, de 15 a 20 °C, de 20 a 30 °C, e de 30 a 40 °C. Em temperaturas entre 0 e 15 °C, observa-se que somente a telha termoacústica apresentou um comportamento de retenção de calor, criando um ambiente interno mais confortável que o externo, em aproximadamente 4,1%, visto que em dia com temperaturas consideradas frias esse efeito é benéfico.

Vieira (2019) realizou uma comparação entre esses mesmos tipos de coberturas e acrescentou também a telha verde para verificar as diferenças de temperatura. O telhado de fibrocimento com relação ao conforto térmico apresentou valores mais altos nos três horários de coleta 8h:30min, 13h:00min e 22h:00min. A média encontrada foi de 24,12°C para fibrocimento, 23,00°C para o ambiente, 22,92°C para os telhados verdes e 22,83°C para o telhado Sanduíche. O gráfico da coleta do período mais quente do dia se encontra na Figura 2.

Figura 2 - Período e temperatura para o horário das 13h:00min.



Fonte: Vieira (2019)

Como pode ser observado o telhado de fibrocimento obteve picos maiores para dias mais quentes e picos menores para dias mais frios. É válido ressaltar que as linhas do telhado verde foram próximas aos das telhas de sanduíche, apresentando comportamento melhores em relação ao conforto térmico ao do fibrocimento, sendo de aproximadamente dois graus a mais para o horário das 13h00min, conseqüentemente trazendo um conforto térmico menor (VIEIRA, 2019).

A qualidade de vida está diretamente relacionada à capacidade do indivíduo de conviver com os sons relevantes e desejados, sem que isso prejudique sua saúde, como distúrbios do sono, falta de concentração, fadiga mental, perda auditiva

temporária ou permanente, entre outros. De acordo com Niemeyer et al. (2005), o ruído pode ser classificado como aéreo ou de impacto, sendo o primeiro propagado pelo ar, como a voz, e o segundo, quando o meio de propagação é sólido, como o ruído de passos sobre uma superfície. O ruído pode ser definido como qualquer som desagradável ou indesejado, como o barulho do tráfego, o som do ar condicionado e a música alta.

O conforto acústico é frequentemente negligenciado durante a construção de edificações, o que pode tornar as adequações necessárias mais difíceis, caras ou até impossíveis após a obra concluída. No Brasil, os níveis máximos de ruído considerados aceitáveis em áreas habitadas são regulamentados pela NBR 10151 (ABNT, 2003), enquanto o conforto acústico interno de edificações é garantido pelo cumprimento dos critérios estabelecidos na NBR 10152 (ABNT, 2017), de acordo com a sua finalidade de uso.

A utilização de telhas termoacústicas na construção civil pode trazer benefícios significativos para o meio ambiente. Como apontado por Almeida et al. (2021), a redução do consumo de energia elétrica em sistemas de climatização e iluminação pode diminuir significativamente a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Além disso, a diminuição do ruído externo pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos usuários e da fauna local. As telhas termoacústicas também são ecologicamente corretas, pois são produzidas a partir de materiais reciclados e são totalmente recicláveis. São uma ótima opção para edificações que buscam certificações de sustentabilidade, como a certificação LEED. Isso ocorre porque as telhas podem contribuir para o cumprimento de diversos requisitos relacionados à eficiência energética e ao conforto ambiental.

Segundo Sousa *et al.* (2016), a instalação de telhas termoacústicas também pode trazer benefícios econômicos para a indústria da construção civil. A redução do consumo de energia elétrica pode diminuir os custos de manutenção do edifício, além de proporcionar uma maior economia na conta de luz. Além disso, a redução do ruído externo pode aumentar o valor do imóvel, tornando-o mais atrativo para potenciais compradores ou locatários.

Além disso, as telhas termoacústicas possuem alta resistência mecânica, o que garante maior durabilidade e segurança para a edificação. Segundo o estudo de Reis *et al.* (2017), as telhas termoacústicas possuem alta resistência mecânica e são

capazes de suportar ventos fortes e granizo, garantindo maior segurança para a edificação.

E observando sua fixação, sua instalação é simples e rápida, o que reduz o tempo de obra e, conseqüentemente, os custos. Outra vantagem das telhas termoacústicas ajuda a manter a temperatura interna da edificação mais estável, diminuindo a necessidade de uso de equipamentos como ar-condicionado e aquecedores (VIANA & JUNIOR, 2018).

Apesar dos benefícios citados, é importante destacar que a utilização de telhas termoacústicas ainda é pouco difundida no mercado brasileiro. É necessário, portanto, que sejam realizadas pesquisas e investimentos no desenvolvimento e na aplicação dessas tecnologias, a fim de torná-las mais acessíveis e eficientes (SANTOS & BARROS, 2021).

4. Considerações Finais

As telhas termoacústicas apresentam vantagens significativas em relação às telhas convencionais, sendo uma escolha mais eficiente e sustentável para a construção civil. Com sua camada de isolamento térmico e acústico, as telhas termoacústicas são capazes de controlar a temperatura e reduzir o ruído externo, proporcionando um ambiente interno mais confortável e agradável.

Por terem capacidade de serem instaladas em diferentes tipos de construções, sejam elas residenciais, comerciais ou industriais, sendo encontradas em diferentes tamanhos, espessuras e materiais, permitem que sejam adaptadas a diferentes estruturas e necessidades construtivas. Além disso, a instalação das telhas termoacústicas é simples e rápida, o que contribui para a otimização do tempo de construção e reduz o custo total da obra.

Vale ressaltar que as telhas termoacústicas também que a sua utilização reduz o consumo de ar condicionado e aquecimento resultando em uma significativa economia de energia e redução das emissões de gases poluentes, colaborando para a preservação do meio ambiente. Nesse segmento, comparado às telhas convencionais, são fabricadas com materiais reciclados e são mais eficientes em termos de consumo de energia.

As telhas termoacústicas são uma escolha inteligente e eficiente para a construção civil. Com suas diversas vantagens em relação às telhas convencionais, essa opção é capaz de proporcionar um ambiente interno mais confortável e sustentável, além de garantir uma vida útil mais longa e uma resistência superior.

Sendo assim, é recomendável que as empresas do setor da construção considerem a utilização de telhas termoacústicas em seus projetos, visando a otimização e a sustentabilidade de suas construções.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. [S. l.: s. n.], 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152. Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. [S. l.: s. n.], 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16373. Telhas e painéis termoacústicos – requisitos de desempenho. [S. l.: s. n.], 2003.

ALMEIDA, M. B., FRANÇA, P. M. C., CARVALHO, F. R. Análise de desempenho térmico de telhas termoacústicas em ambiente construído. **Ambiência**, 17(3), 331-345, 2021.

AZEREDO, Jaucele de Fátima A. de; FREITAS, Ruskin Marinho de. A disciplina conforto ambiental: uma ferramenta prática na concepção de projetos de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo. Cadernos Proarq20, [2015].

CARVALHO, A.L.S. **Redução da temperatura ambiente de uma planta industrial com uso de telhas termoacústicas e exaustores eólicos**. 89 f. Monografia de graduação (Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luiz, MA, 2018.

CARVALHO, F. R., FRANÇA, P. M. C., ALMEIDA, M. B. Telhas termoacústicas: análise térmica e acústica. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, 15(1), 68-79, 2018.

DUTRA, J. C. N., PINTO, F. A. M., RIBEIRO, L. P. Estudo de telhas termoacústicas metálicas: análise da eficiência acústica e térmica. **Congresso Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial (CONEMI)**, 1-8, 2015.

FREITAS, Ruskin. O que é conforto. Maceió: [s.n.], 2005. Disponível em: <https://ruskinfreitas.files.wordpress.com/2010/08/o-que-c3a9-conforto.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

GREVEN, H.A.; F., H.A. V.; EINSFELDT, A.A. ABC do Conforto Acústico. 2. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2006.

ISAIA, Geraldo C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 2. ed. São Paulo: Editora Isaia, G. C., IBRACON, 2010. v. 2.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L; PEREIRA, F.O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

NIEMEYER, Maria Lygia et al. **Bioclimatismo no projeto de arquitetura**: dicas de projeto. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ, 2005.

NOVELLO, N.T., LACERDA, L.A. Desenvolvimento de um parafuso para fixação na onda alta de telhas metálicas trapezoidais simples em terças de chapas finas. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR** - ISSN 2358-5420; 25 ed, jan. 2021.

REIS, A. R., SILVA, G. A., RIBEIRO, M. J. Desempenho mecânico de telhas termoacústicas de poliuretano expandido. **Ambiente Construído**, 17(3), 193-206. 2017.

SALVALAGLIO, F. A., AMADEI, L. A., CALHEIRO, D. Impacto ambiental do processo produtivo de telhas termoacústicas de PVC. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 23(2), 267-274, 2019.

SANTOS, F.S. **Análise comparativa dos custos de diferentes formas de cobertura**. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça 2019.

SANTOS, R. F., BARROS, D. D. Avaliação do desempenho acústico de coberturas de edificações residenciais utilizando telhas termoacústicas. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, 29(2), e021135, 2021.

SILVA, A.P.O. **Uma contribuição ao estudo de avaliação de ciclo de vida** - telha de aço galvanizada. 97 f. Dissertação (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2015.

SOUSA, L. A. B., FIGUEIREDO, L. P., NASCIMENTO, C. A. D. Contribuição das telhas termoacústicas na construção civil para o conforto térmico e acústico. **IX Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído (IX SBQP)**, 1-10, 2016.

TOKUSUMI, A.T.G., FOIATO, M. Análise de desempenho termoacústico de telhas. **Conhecimento em Construção**, Joaçaba, v. 6, p. 35-48, 2019.

VIANA, L. A., JUNIOR, J. F. M. Análise térmica e acústica de coberturas com telhas termoacústicas em habitações de interesse social. **Ambiente Construído**, 18(3), 209-223, 2018.

VIEIRA, G. **Análise da temperatura e do escoamento de água pluvial em protótipo de telhado verde em relação aos telhados convencionais**. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.