



ESTUDOS DAS CARACTERÍSTICAS DA TELHA TERMOACÚSTICA DE FIBRA DE VIDRO EM RELAÇÃO À TELHA TERMOACÚSTICA GALVANIZADA

Fábio Benedito Taques Da Silva *

Josué De Almeida Júnior **

Mayé Douglas Dos Santos Pereira ***

Plínio De Campos Neto *****

Rebeca Constança Freitas Dos Santos *****

Rafael Falcari Rodrigues *****

Hélio Rubens Jacintho Pereira Júnior *****

Valmir de Jesus Rodrigues Almenara *** Valmir.almenara@athonedu.com.br**

Resumo: Este trabalho apresenta a evolução da telha desde o início dos tempos primórdios passando pelo Império Romano, os Assírios, Europa, Brasil Colonial e os dias atuais com o desenvolvimento dos materiais e técnicas empregados na fabricação. Descrevemos os diversos tipos de telhas como Concreto, Cerâmica, Vidro, Translúcida, Policarbonato, Galvanizada e Termoacústica. Caracterizamos as telhas com as suas especificidades, diversos modelos e formas, estruturação de materiais empregados na sua composição, absorção de água, impermeabilidade, peso, custo-benefício, durabilidade, relatando as Normas Técnicas (NBR) as quais as mesmas são regidas e ainda as vantagens e desvantagens na construção civil. É traçado uma relação teórica com testes nas telhas termoacústicas galvanizadas e as telhas termoacústicas de fibra de vidro. Nas telhas termoacústicas enfatizamos os enchimentos de EPS (Poliestireno Expansível), PU (Poliuretano) e Lã de Rocha e ainda as suas características e aplicabilidade. Visando o desempenho térmico e acústico através de ensaios realizados sob condições representativas, objetos construtivos e equipamentos técnicos. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica exploratória quantitativa descritiva, desenvolvida por meio de manuais de textos, livros, monografias e buscas informatizadas. Aclara-se os resultados realizados nas eficiências térmicas e acústicas das telhas termoacústicas de fibra de vidro

e telhas termoacústicas galvanizadas e a posição delas no mercado atual sob a ótica da comercialização.

Palavras-Chaves: Telha termoacústica galvanizada; Telha termoacústica de fibra de vidro; Eficiência térmica; Ensaio prático.

Abstract: This work presents an evolution of the tile since the beginning of the primary times passing through the Roman Empire, the Assyrians, Europe, Colonial Brazil and the current days with the development of materials and techniques used in manufacturing. Describes the different types of tiles such as Concrete, Ceramics, Glass, Translucent, Polycarbonate, Galvanized and Thermoacoustic. It is characterized as tiles with their specificities, different models and shapes, structuring of materials used in their composition, water absorption, impermeability, weight, cost-benefit, wear, relationship with Technical Norms (NBR), as they are regulated and as advantages and advantages in civil construction. A theoretical relationship is drawn with tests on galvanized thermoacoustic tiles and as fiberglass thermoacoustic tiles. In the thermoacoustic tiles we emphasize the fillings of EPS (Expandable Polystyrene), PU (Polyurethane) and Rock Wool and also as their characteristics and applicability. Aiming at thermal and acoustic performance through tests performed under representative conditions, construction objects and technical equipment. The methodology used was descriptive quantitative exploratory bibliographic research, developed through textbooks, books, monographs and computerized searches. The results achieved in the thermal and acoustic efficiencies of fiberglass thermoacoustic tiles and galvanized thermoacoustic tiles are clarified and their position in the current market from the perspective of the industry.

Keywords: Galvanized thermoacoustic tile; Fiberglass thermoacoustic tile; Thermal efficiency; Practical tests.

INTRODUÇÃO

Nos primórdios as coberturas surgiram como intuito de abrigar e proteger o ser humano das intempéries do tempo. Com o desenvolvimento das técnicas construtivas as coberturas foram ganhando opções e tornando-se mais que um simples refúgio para se abrigar das ações do clima, assumindo assim um papel decisivo na personalidade de cada edificação (TURMANL, 2013). Além da função de proteção, contribui para a preservação da saúde dos usuários. (Norma Brasileira 15575 - Desempenho de edificações habitacionais).

No Brasil, os telhados das residências mais usuais são os de telhas cerâmicas, devido ao clima tropical, também concreto e fibrocimento alternando em alguns espaços construtivos da edificação para reduzir custo da obra. Já as obras industriais utilizam telhas específicas de características apropriadas como largura, comprimento, inclinação, fixação, instalação simples, baixa manutenção e colocação de profissional especializado,

porém o mercado apresenta uma gama de tipos diferenciados, a escolha fica a critério do executante para que o trabalho final da obra seja harmônico e custo reduzido.

Qualidade é hoje mais que uma palavra de ordem, é necessidade que através da NBR 15575-5 (2013), tornou-se exigência legal mensurável e que gera responsabilidade até criminal. Sabendo que na construção civil os desafios de conforto térmico e acústico da edificação estão intrinsecamente relacionados com o telhado, ou seja, a cobertura que bem projetada deve garantir bem-estar no ambiente interno e economia no consumo de energia elétrica. Aclarando o tema, um país tropical como o Brasil, em determinadas regiões e épocas do ano a temperatura pode ultrapassar a barreira dos 40 °C, por isso um isolamento térmico traz como vantagem um conforto térmico sustentável.

Em arquitetura é comum a utilização de vidraças e diversos tipos de telhados especiais que embelezam as edificações tornando assim, ambientes esteticamente perfeitos. Todavia verifica-se que em regra não se faz projeto levando em conta as questões térmicas e acústicas, transformando o ambiente em dependente de climatização artificial.

Dada a necessidade de conforto térmico, com a vantagem adicional do conforto acústico, muito útil em ambientes urbanos, verifica-se um aumento do uso de telhas termoacústicas. Em paralelo verifica-se que a partir de 2013, com a aprovação da NBR 15575, os requisitos de desempenho passam a ser obrigatórios.

DESENVOLVIMENTO

História da telha

Com o constante uso de argilas para a proteção nas coberturas obteve-se o aperfeiçoamento e até chegar na queima da argila no qual transformava em cerâmica e descobria as suas propriedades no avanço do secamento até chegar em altas temperaturas que ela poderia ser moldada e ficando do tamanho e forma que necessitasse, assim, virou elementos de utensílios domésticos, transporte de líquidos (potes, jarras e etc.) e alimentos.

O homem primitivo utilizava dos elementos da natureza para se proteger das adversidades de frio, calor, geadas, nevoeiros, temporais e ameaças que o meio natural apresentava. Não possuía moradas permanentes eram nômades, portanto estavam sempre estruturando os abrigos utilizando o que encontrava pela natureza.

"... o homem usou como abrigos provisórios, galhos de árvores com folhas, grandes folhas, palha, ou seja, o material disponível na região e assim aprendeu a fazer abrigos com gelo, couro, canições com barro, pedras soltas, entre outros".
Montenegro (1964, p. 60)

No Império Romano a sua utilização na construção civil atingiu o ápice em coberturas em virtude que as mesmas utilizadas palhas, juncos, caules, madeiras, sapês, ou seja, materiais que não apresentavam conforto e durabilidade e ainda estragavam com as intempéries do tempo. A divulgação dessa técnica em diversos países foi se propagando e se apropriaram da invenção das mesmas como os Assírios e Chipre, porém foi na Europa com o modelo de telha colonial o qual apresenta uma cavidade que não absorve a água por toda a sua superfície e, por conseguinte não gera infiltrações que ocasionam danos a estrutura da construção (figura 1).

Figura 1– Telha Colonial



Fonte: Portal da Educação, 2019.

No Brasil Colonial no século XVIII, as telhas eram produzidas nas fazendas e tinham como moldes as próprias coxas dos negros afim de conseguir o feitio arredondado (figura 2), faziam desta forma por não possuírem as fôrmas moldadas, daí os tamanhos irregulares e desnivelados, dando origem ao termo "feito nas coxas" que ficou popularmente referenciada a trabalhos mal feitos. A produção cabia as mulheres, gestantes e homens mais velhos, poupados do trabalho agrícola.

Figura 2– Fabricação da Telha Colonial



Fonte: Filipe Berndt, 2018.

Com o passar do tempo, Montenegro (1984) apresenta que o progresso de uma imensidão de novos materiais modos de construção, viabilizou o surgimento de novas coberturas tais como as feitas de elementos cerâmicos e as de fibrocimento.

Hoje a tecnologia foi aperfeiçoada e o mercado disponibiliza modelo de telhas com diversidade, texturas, cores, tamanhos e inúmeros materiais de fabricação com qualidades superiores que antes não tinha como durabilidade, facilidade de instalação e menor custo.

A opção da telha adequada no escopo de melhor isolamento na instalação e proteção à radiação solar e ventilação natural em sua residência, contribui sobre maneira no que concerne ao conforto térmico que é diferente de neutralidade térmica, à leveza, ao nível de luminescência e ao aspecto estético de sua casa.

As telhas na contemporaneidade são oferecidas em várias opções de fabricação, tais como: argila, plástico e ecológicas. Há múltiplos materiais empregados na produção de supramencionadas peças, e todo modelo produzido apresenta especificidades intrínsecas a saber:

TIPOS DE TELHAS

Telhas de Concreto

A telha de concreto é um produto de alta qualidade que mescla beleza e características estéticas tradicionais com a estrutura do concreto. No processo de produção a telha é composta por cimento, areia, água em alguns modelos até pigmentos de cores. Na

parte final do processo de produção, as telhas são introduzidas na cura de câmaras submetidas a temperaturas e umidades constantes para obter um produto de alta qualidade do mercado (figura 3).

O resultado desse processo é um item de aparência natural que oferece durabilidade. A telha de concreto proporciona outras vantagens funcionais, por exemplo, maior proteção contra o tempo rigoroso, melhor montagem, maior impermeabilidade, facilidade de instalação. Por fim, deve-se ressaltar que a telha de concreto é considerada um produto que está em harmonia com o meio ambiente, uma vez que não são utilizados combustíveis de queima durante seu processo de produção.

Figura 3– Telha de Concreto



Fonte: Autores, 2020.

Apresenta ainda qualidades técnicas e funcionais e possui leque de variedade de modelos no mercado. As telhas são oferecidas desde os estilos tradicionais com perfis baixos, altos e completamente planas, permitindo, portanto, uma escolha que adequa as necessidades do profissional. De acordo com as ideias de Pezente (2016) a escolha da telha de concreto se justifica a partir das seguintes vantagens:

- Disponibilidade de cores
- Modelos e peças de acabamento
- Durabilidade e resistência as intempéries
- Fácil manuseio
- Baixo índice de absorção de água

Telhas de Cerâmica

A cobertura de telhas de cerâmicas tem benefícios como a capacidade de proteger contra fenômenos climáticos, exemplos: chuva, neve, vento, frio e calor, graças às características intrínsecas do material que ajudam a bloquear o fluxo de água, proveniente das chuvas, portanto consegue manter a estrutura construída isenta de vazamentos, isolamento térmico. São colocadas em residências devido ao custo econômico, conforto térmico e a simplicidade de serem alocadas (figura 4).

Figura4– Telha de Cerâmica



Fonte: Autores, 2020.

Apresenta ainda a possibilidade de escolha de cores para um trabalho esteticamente diferenciado. A esmaltação na telha tem uma função de repelir a água, portanto uma impermeabilidade rápida e por isso elimina microrganismos de bolor onde causa umidade, porém o custo é elevado em relação a telha de cerâmica normal.

Telhas de Vidro

As telhas de vidro em geral são utilizadas para propiciar iluminação natural, sendo que a quantidade é reduzida haja visto que o custo é alto. As mesmas em concomitante com telhas de cerâmica e concreto, são feitas para justaporem a essas duas. As desvantagens é que são frágeis e trazem grande probabilidade de gerar trincas com facilidade, além da baixa capacidade de isolamento acústico (Figura 5).

Figura 5 – Telha de Vidro



Fonte: Autores, 2020.

Telhas Translúcidas

As telhas translúcidas são fabricadas com fibras de vidro e resina plástica e apresenta nos modelos cristalinos, coloridas, incolores e branco leitosos, propiciando também iluminação natural no qual coopera na redução do consumo de energia elétrica. Sua utilização na prática em telhados nas áreas industriais e em grandes áreas de demanda (figura 6).

Figura 6 – Telha translúcidas



Fonte: Autores, 2020.

Telhas de Fibrocimento

Em 1938 iniciou a fabricação dessa telha que tem como material de base o cimento Portland, sem agregados e complementos de sais minerais e fibras de reforço (mineral, sintética ou vegetal) e amianto, fibra mineral natural que resiste a elevadas temperaturas, porém a utilização expressiva se deu na década de 1970. Entretanto, descobriu-se que o amianto apresentava grau de toxidade cancerígeno ao homem.

“Decreto municipal 41.788/2002:

Art. 1º - A Lei nº 13.113, de 16 de março de 2001, que proíbe a utilização de materiais, elementos construtivos e equipamentos constituídos por amianto na construção civil, fica regulamentada nos termos deste decreto. ”

As telhas de fibrocimento também são conhecidas popularmente como “Telhas Eternit” em referência a um dos fabricantes e ainda é a mais utilizada nas edificações habitacionais simples devido ao seu baixo custo econômico e menor valor do sistema estrutural (Figura 7).

Por esse material apresentar característica leve, inclinações menores e em sua execução. Longsdon (2002, p. 4) indica que as dimensões são muito maiores do que as cerâmicas permitindo-se reduzir em muito o madeiramento e até eliminá-lo como no caso dos modelos autoportantes apoiados diretamente sobre as paredes sem apoios intermediários.

Figura 7 – Telha de Fibrocimento



Fonte: Autores, 2020.

O principal ponto negativo da telha é o superaquecimento do ambiente, pois a sensação térmica provoca desconforto aos habitantes. Sendo necessário a utilização de um forro ou laje para melhor a sensação térmica do local.

Vale destacar um modelo na telha de fibrocimento conhecida como Kalhetão ou Canaleta de grandes dimensões em formato de calha (figura 8), que é um elemento construtivo composto por um cano intercortado na sua estrutura. Apresenta comprimento variando de 3 a 9 metros e largura útil de 90 cm (centímetros).

Figura 8 – Telha Kalhetão



Fonte: Autores, 2020.

Telha e Cobertura de Policarbonato

O policarbonato é considerado um polímero amorfo, que não possui estrutura atômica definida, por isso faz com que o material tenha alta resistência mecânica de 250 vezes maior que o vidro e 30 vezes mais que o acrílico, além de ser leve (cerca de 1,2 kg/m² de telhado). Na aplicação de coberturas, o policarbonato apresenta as características de ser um plástico que ao ser aquecido amolece e quando resfriado endurece, fazendo com isso uma série de formatos, curvas, entornos, sem apresentar junções (figura 9).

Ela é resistente à propagação de fogo de modo inclusivo e translúcido, apresenta uma proteção térmica e inclui em sua composição um filtro que bloqueia a passagem de raios UV (Ultravioleta). Sua utilização na aplicabilidade em ambientes externos exemplos: jardins de inverno, garagens, estufas, espaço gourmet, exposições e feiras comerciais. Apresenta ainda um custo elevado em relação as outras coberturas e possui uma vida útil em torno de 15 anos. Nakamura (2009) aponta que o produto é comercializado em diversas

cores e nos padrões transparente, opaco, canelado e liso, chegando o seu nível de transparência até 90%.

Figura 8 – Telha de Policarbonato



Fonte: Autores, 2020.

Telhas Galvanizadas

As telhas galvanizadas adquirem esse nome devido ao processo químico que a chapa recebe para a aplicação total de zinco sobre o aço afim de evitar a corrosão. Esse processo é chamado de galvanização. Existe um modelo de telha onde a sua composição é de 43,5% de zinco, acrescido de 55% de alumínio e 1,5% de silício, chamado de Galvalume, isso acarreta que ela seja até quatro vezes mais durável que a Galvanizada (Figura 10).

Figura 9 - Telha Galvanizada



Fonte: Autores, 2020.

O custo benefício da telha em virtude de serem chapas grandes com medidas de até 100 x 300 x 0,043 cm, com instalação rápida e baixa manutenção. Apresenta como diferencial a sua alta resistência mecânica e seu baixo peso, por isso a base da estrutura é menos reforçada e de uma instalação simples, podendo inclusive ser utilizada na execução de telhados com grandes curvaturas. (TUPER, 2005). A durabilidade das telhas galvanizadas é uma das principais vantagens que chega a ter vida útil de 40 a 70 anos. Vale destacar que ela não propaga o fogo. Apresenta inúmeros tipos de formatos de telhas:

- Telhas pré e pós pintadas;
- Calandradas;
- Multidobras;
- Perfuradas;
- Forro;
- Metálica simples;
- Sanduiche ou termoacústica;
- Trapezoidal;
- Ondulada;

Como desvantagem denota a contração e expansão que a variação de temperatura no revestimento do zinco sofre e se por ventura as mesmas não forem instaladas de acordo, respeitando as suas variações, poderá ter problemas com o alargamento da instalação e consequentemente a danificação da fixação das telhas. O isolamento acústico na telha é inexistente e chega até a amplificar, por exemplo o barulho da chuva sob a telha se expande. A telha tem baixa inércia térmica, ou seja, a temperatura muda de acordo com as intempéries sofridas de calor e frio para o ambiente. Afim de solucionar esse problema se faz necessário a colocação de forro ou laje para que o ar faça circular entre o forro e o telhado.

Telha Termoacústica

Devido as mudanças climáticas e principalmente pelo fato do aumento da temperatura, o mercado vem alterando a forma da construção civil trabalhar. Hoje já não basta apenas levar em consideração a posição do nascer e pôr do sol na hora de montar seu projeto arquitetônico, o mercado busca cada vez mais soluções para um projeto em

equilíbrio, atualmente o conforto térmico (temperatura) e acústico (som) é primordial na elaboração do projeto arquitetônico

As telhas termoacústicas, popularmente conhecidas como “telhas sanduíches” vem em crescimento no mercado da construção civil, surgem como uma alternativa tanto para o quesito térmico como o acústico, além de servir como cobertura. Sua utilização pode ter como finalidade residências, comércios e indústrias.

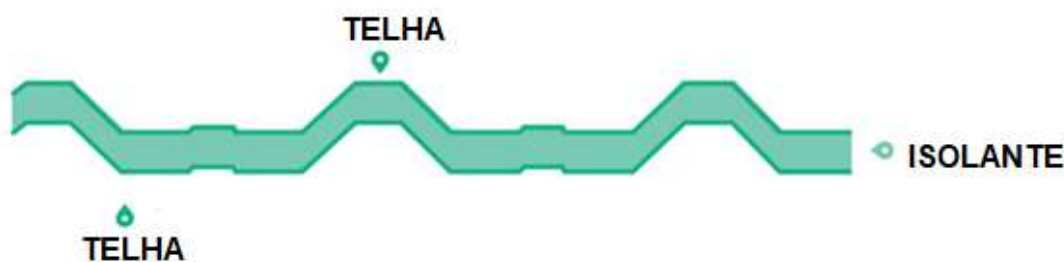
Conforme definição da NBR 16.373 - Telhas e painéis termoacústico - Requisitos de desempenho, a telha termoacústica é o "conjunto formado por uma ou mais telhas metálicas, com camada de materiais termoisolantes e/ou acústicos, produzidas na unidade fabril ou montadas na obra".

As telhas termoacústicas tem como principal proposta de oferecer ao mercado uma opção de rápida execução com o mínimo de desperdício além de ser sustentável, uma vez que temos uma redução de energia para gerar um conforto térmico, aparelhos de ar condicionado passa ser utilizado com menos frequência por exemplo.

Seu formato mais comumente utilizado é o trapezoidal para as galvanizadas e ondulado para as de fibra de vidro, mas o mercado também oferece opções como a telha forro, onde ela pode ser ondulada ou trapezoidal na parte superior e lisa na parte inferior, sendo assim dispensa a necessidade de forro ou mesmo laje abaixo do telhado, trazendo mais agilidade e redução de custo para a obra.

Como o peso das telhas termoacústicas é baixo quando comparado a outras telhas, sua estrutura leve oferece facilidade no manuseio, transporte até a instalação, mas necessita de mão de obra especializada para instalação de forma correta. Ela é basicamente constituída por um par de telhas que por sua vez são preenchidas por um material isolante térmico e acústico, formando um “Sanduíche” (Figura 11).

Figura 10 – Telha Termoacústica



Fonte: Adaptado pelos autores, baseada em Itaacos, 2020.

Os dois materiais mais utilizados na parte da telha são placas metálicas de aço galvanizado ou fibra de vidro e seguem a norma da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 16.373:2015 (telhas e painéis termoacústico - requisitos de desempenho). É de fabricação relativamente simples e seu interior pode variar de materiais como o Poliestireno Expansível (EPS) e Poliuretano (PU) e a menos usual Lã de Minerais (rocha e vidro).

Poliestireno Expansível (EPS) ou ISOPOR é um polímero antigo e muito conhecido tanto em utensílios nas residências como na construção civil, ele é amplamente utilizado em placas na construção de laje para reduzir esforços e diminuir uso de concreto onde não há necessidade. Possui propriedades térmicas de isolamento e principalmente acústicas, e é um produto altamente inflamável que exala uma fumaça preta quando feito a queima, mas quando utilizado para isolamento em telhas possui adição de aditivos retardante para fogo. O EPS possui classificação, de acordo com a NBR 11.752:2016 - Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial (Figura 12).

Figura 11– Telha com EPS



Fonte: Pizzinatto, 2015

Poliuretano (PU) é um conhecido polímero e também amplamente utilizado em diversos produtos no nosso dia a dia e da mesma forma na construção civil como selantes e impermeabilizantes, popularmente chamado de espuma ela é altamente flexível, leve e resistente a riscos, possui grande desempenho principalmente no isolamento térmico e acústico e recebe do mesmo modo tratamento antichamas, possui grande resistência a corrosão. Especificações: NBR11726:2014 Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico. NBR 12094:1991 Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico (figura 13).

Figura 12 – Telha com PU



Fonte: Pizzinatto, 2015

A fixação dos revestimentos nas telhas é realizada de duas maneiras, no caso do revestimento em EPS (isopor) é feita uma colagem do material isolante nas telhas e no caso do material PU é executada a união das placas por injeção contínua do produto isolante entre as placas (telhas), lã de rocha é montada no canteiro de obra em estrutura sanduiche, sendo telha superior, isolante e telha inferior.

Além da função como cobertura, telhas termoacústicas também podem ser utilizadas como divisórias térmicas em indústrias, substituindo o *drywall*, que é um conjunto composto por gesso natural e aditivos, revestido com duas lâminas de cartão duplex para ter função termoacústica.

Lã de rocha, menos utilizada do que a EPS e PU e também é uma opção na parte de isolamento térmico e acústico, produto isolante constituído por tramas de fibras de materiais pétreos que compõem um feltro, este que mantem o ar em estado imóvel. Por ser um revestimento leve e duradouro já é utilizado na construção civil como exemplo, dutos de ar condicionado, aquecedores, forros e principalmente em *drywall*. Diferente do EPS que é colado no processo de fabricação e do PU que é injetado na fabricação. NBR 11722 – Diz respeito aos Feltros termoisolantes à base de lã de rocha (figura 14).

Figura 13 – Telha com lã de rocha



Fonte: Pizzinatto, 2015

Inclinação da Telha Termoacústica

A inclinação da telha é essencial na instalação e no desenvolvimento da estrutura do telhado. Portanto, a inclinação da telha deve estar no ângulo correto para que tenha um desempenho máximo das suas características. Ocasionalmente assim, menor esforço na estrutura do telhado por ter um bom escoamento de água e diminuindo ainda mais o ruído ocasionado pela chuva e cargas de vento.

A margem da inclinação deverá ficar em 5 a 57%, ou seja, a cada 1 metro na horizontal o telhado deve subir no mínimo 5 cm e no máximo 57 cm na vertical, concorrendo assim uma maior flexibilidade na hora de projetar a estrutura do telhado.

Instalação da Telha Termoacústica

A fixação da telha deve ser feita em todas as ondas altas, utilizando parafusos autoperfurantes com anel de vedação que quando pressionados expande-se e com a ajuda do flange de recobrimento impedindo a passagem de água que deve ser feita sobre as terças da estrutura do telhado (Figura 15).

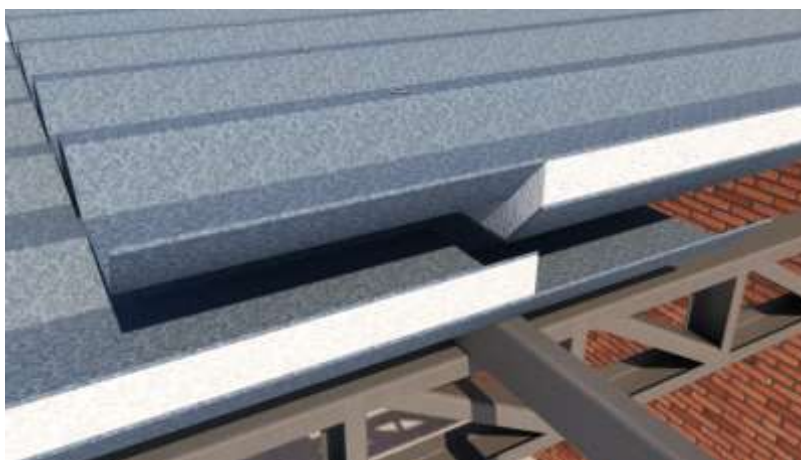
A costura deve ser executada em toda a extensão das bordas das telhas com um espaçamento máximo de 50 cm entre dois parafusos. Os fixadores devem ter comprimento suficiente para atravessar a espessura das telhas e o isolante. O vazio entre a onda alta da telha e a terça da cobertura e sobrar ainda cerca de 1 cm de rosca abaixo da mesa superior da terça (Figura 16).

Para que não haja retorno de água nas emendas das telhas, é recomendável que a telha superior recubra a telha inferior com no mínimo 25 cm e que essas emendas das telhas sejam feitas sobre as terças da estrutura do telhado, para evitar a abertura de telhas pela ação do vento ou sobrecargas de manutenção.

O número ideal de fixadores é no mínimo quatro parafusos por metro quadrado, porém esse número pode variar conforme o local e o profissional que está executando. Exemplo: um galpão com telhado de 1000 m², irá utilizar no mínimo 4000 unidades de fixadores.

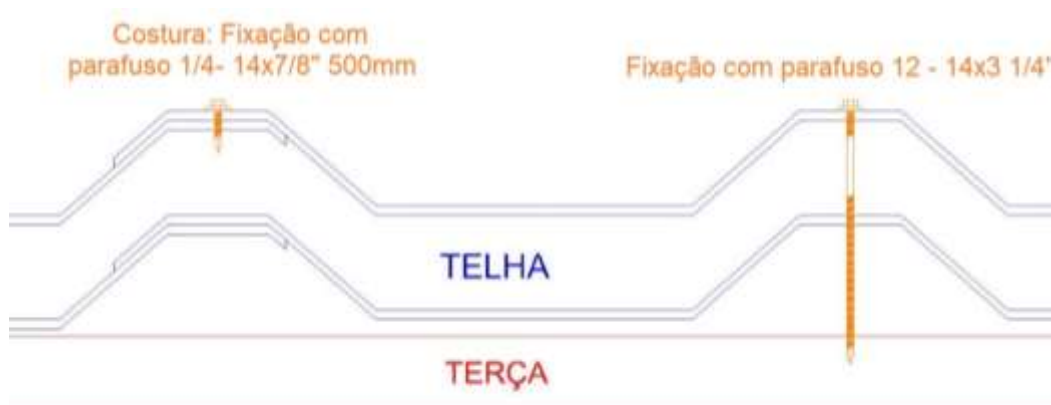
Durante a montagem é de extrema importância que o operador pise sobre uma chapa rígida para distribuir a carga sobre o telhado. Caso contrário podem ocorrer deformações nas ondas altas e aberturas de parafusos, ocasionando goteiras.

Figura 14 – Recobrimento.



Fonte: Autores, 2020.

Figura 16 – Costura e fixação.



Fonte: Autores, 2020.

Na instalação das telhas termoacústicas é imprescindível que realize a fixação correta das telhas, seguindo a NBR 16.373 a fim de evitar vazamentos durante a vida útil da cobertura. A não observância dessas recomendações é correr o risco de ocorrência de vazamentos durante a vida útil da cobertura.

Custo-benefício

As telhas termoacústicas possuem um elevado custo quando se comparadas com outras telhas, onde não se leva em consideração o material da estrutura e o ângulo de inclinação, que é um ponto que influencia muito na quantidade de telhas necessárias para

fechar o vão. De acordo com a NBR 15575 - Edificações Habitacionais - Desempenho - Requisitos para os Sistemas de Coberturas.

Como exemplo as telhas de cerâmicas possuem um baixo custo unitário, mas um custo oneroso em estrutura, no qual o item principal (madeiramento) que é um item caro e o seu ângulo de inclinação é de 30% e por isso aumenta o custo da cobertura. Um vão que inicialmente teria 5 metros com acréscimo da inclinação de 30% acaba passando para 6,5 metros. Na utilização da telha termoacústica a inclinação mínima de apenas 5% torna o vão de 5 metros para 5,25 metros, por consequência reduzindo peso da estrutura sendo assim economizando com estrutura e com a quantidade de telhas.

Vale destacar que na hora de calcular o custo-benefício em relação ao consumo de energia elétrica, o custo é reduzido pela não utilização de equipamentos como climatizadores artificiais, ventiladores, ar condicionados e no caso do inverno aquecedores.

Na logística de transporte a telha termoacústica também apresenta vantagem em relação ao seu peso comparada a outras telhas no que se refere ao valor agregado ao frete.

Redução na umidade também garante economia com mofos e repinturas.

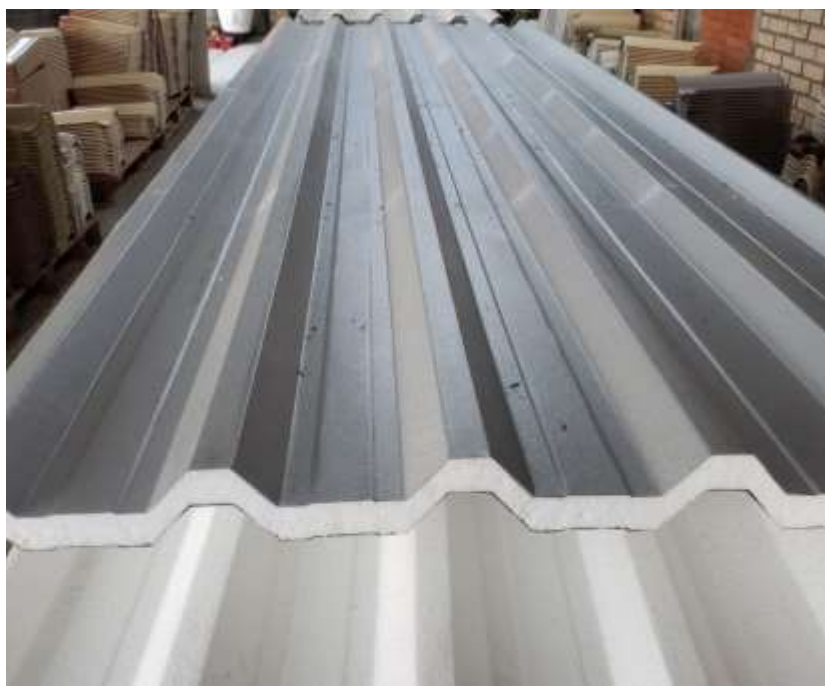
Telha Termoacústica Galvanizada

O nome galvanizada vem do processo químico que a chapa de aço passa para minimizar corrosão, segundo Associação Brasileira da Construção Metálica, (ABCEM 2018):

“Zincados por imersão a quente – apresentam grande resistência à corrosão atmosférica e podem atender a obras mais econômicas. Podem apresentar revestimento com zinco puro ou com liga zinco-ferro.”.

No caso das telhas termoacústicas galvanizadas são utilizadas duas chapas de aço galvanizado em cada extremidade com o enchimento no meio. Apesar da telha termoacústica ser mais recente, as telhas galvanizadas simples já estão no mercado há muito tempo e são amplamente utilizadas principalmente em indústrias, fábricas e galpões. O aço galvanizado possui forte resistência a trincas, quebras e o seu tamanho é feito sob medida (Figura 17).

Figura 17 – Telha Galvanizada Termoacústica EPS



Fonte: Autores, 2020.

Vantagens e Desvantagens da Telha Termoacústica Galvanizada

Elencou-se abaixo alguns itens de vantagens na utilização da Telha Termoacústica Galvanizada:

- Redução do risco do alastramento de chamas;
- Resistência contra impactos;
- Demanda comercial no mercado;
- Redução da umidade (não absorve água);
- Fabricação sob medida;
- Manutenção simples;
- Vão livres maiores de 2 m;
- Largura máxima de 1,2 m;
- Comprimento até 12 m;
- Baixa inclinação;
- Redução de uso de equipamentos térmicos;
- Baixo peso por m² (aproximadamente 6 quilos);
- Redução de ruído externo.

Elencou-se abaixo alguns itens de desvantagens na utilização da Telha Termoacústica Galvanizada:

- Necessidade de profissionais especializados;
- Garantia de apenas 5 anos;
- Material cortante;
- Deformação permanente;
- Ruído por dilatação;
- Corrosivo;
- Alto custo.

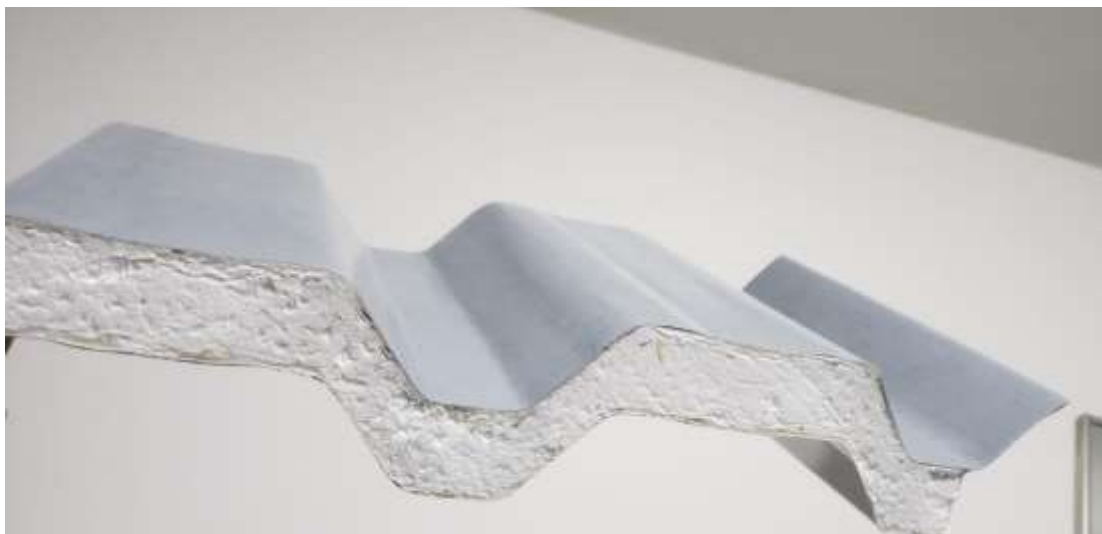
Telha Termoacústica Fibra de Vidro

Fibra de vidro é a expressão usada para designar um conjunto de polímeros e filamentos, conhecido como PRFV (Polímero Reforçado com Fibra de Vidro), composto pelo conjunto de pequenos filamentos de vidro flexíveis, adicionado de resina, normalmente de poliéster procedentes do petróleo e um catalisador que faz a ação de polimerização, reação química que provoca a combinação de um grande número de moléculas do monômero para formar uma macromolécula. Suas características são massa tênue, flexibilidade, alta resistência, versatilidade, isolante elétrico e fabricação sob medida (Figura 18).

A telha termoacústica de fibra de vidro não é conhecida comercialmente e a de fibra de vidro translúcida já é utilizada na área da construção civil. As translúcidas se destaca pelo seu baixo custo, alta transparência que resultada em grande economia de energia em fabricas e indústrias.

Além disso a telha de fibra de vidro vem se destacando no segmento de termoacústicas, onde surgem diversas opções de formatos, entre elas as mais utilizadas que são as onduladas, trapezoidais e as telha forro.

Figura 18 – Telha de Fibra de Vidro Termoacústica EPS



Fonte: Autores, 2020.

Vantagens e Desvantagens da Telha Termoacústica de Fibra de Vidro

Elencou-se abaixo alguns itens de vantagens na utilização da Telha Termoacústica de Fibra de Vidro:

- Peso por m² aproximadamente 2 quilos;
- Não corrosivo;
- Bom isolante térmico;
- Manutenção a longo prazo;
- Não sofre deformação;
- Alívio das estruturas do telhado;
- Pigmentado (O material não precisa ser pintado, já é fabricado na cor escolhida);
- Material não cortante;
- Boa durabilidade em torno de 30 anos;
- Evita custos desnecessários com refrigeração;
- Baixo ruído;
- Ausência de dilatação térmica.

Elencou-se abaixo alguns itens de desvantagens na utilização da Telha Termoacústica de Fibra de Vidro:

- Produto novo no mercado;

- Faltam alguns testes de desempenho;
- Necessidade de profissionais altamente especializados;
- Alto custo.
-

METODOLOGIA

Seguindo a classificação de Lakatos e Marconi (2009), este presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de busca informatizada de artigos científicos, sendo complementada por busca manual em livros, monografias e manuais disponíveis na internet.

Os estudos exploratórios visam obter maiores informações sobre um tema (LAKATOS; MARCONI; 2009). Também podemos fundamentar este trabalho a partir da definição de Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 60), a qual diz que “a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicado em artigos, livros, dissertações e teses”.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa pesquisa são: aplicação de testes de eficiência térmica e acústica, comparativo de custos para o segmento de telha, métodos construtivos, impermeabilidade e absorção de água, vantagens e desvantagens que podem ajudar o consumidor a ter um melhor conforto térmico e acústico na construção civil. A amostra dessa pesquisa delimita-se a dois tipos utilizadas para telhas termoacústica de fibra de vidro e telhas termoacústica galvanizada.

Foram realizados testes de eficiência acústica e teste de eficiência térmica na empresa *Fitec Brasil*, empresa desenvolvedora da telha de fibra de vidro. A mesma tem suas atividades na fabricação de telhas termoacústicas, telhas translúcidas, telhas opacas, dentre outros produtos feitos de fibra de vidro. Situada na Av. Comendador Camilo Júlio, 2655 - Jardim Ibiti do Paco, Sorocaba – SP.

Nos testes foram usados os instrumentos: Termômetro Digital de Ambiente, Termômetro Digital Infravermelho, Decibelímetro, para obter dados como temperatura (interna e externa), decibéis e a conduta dos indivíduos de forma quantitativa.

A metodologia de análise e interpretação de dados desta pesquisa classifica-se como quantitativa. Gil (2002) estabelece que os resultados podem ser quantificados, pois recorre a dados numéricos aonde o objetivo se dá a chegada de um resultado, com amostras e representação do objeto de estudo. A fim de medir eficiência acústica, custos e resistência

térmica obtendo um comparativo entre as diferentes técnicas de coberturas podendo assim definir qual é a melhor opção de utilização.

RESULTADOS

Transmitância Térmica

Segundo NBR 15220 (2005): “A transmitância térmica de componentes, de ambiente a ambiente, é o inverso da resistência térmica total $U = \frac{1}{Rt}$ ”.

Transmitância Térmica é a quantidade de calor que passa por uma área durante um determinado período de tempo. É dado pelo quociente de transferência de calor (U) e expressado por W/m²K, e dependendo da resistência térmica dos materiais pelo qual está sendo transmitido o calor que por sua vez é dado pelo produto entre as espessuras pela condutividade térmica do material. Quanto menor for o coeficiente de calor U, menor será sua dispersão do calor.

Resistência térmica (Rt) é a capacidade do material de se opor ao fluxo do calor, no caso dos materiais utilizados. A razão entre a espessura e a condutividade térmica do material que pode ser traduzido pela fórmula: $Rt = \frac{e}{\lambda}$.

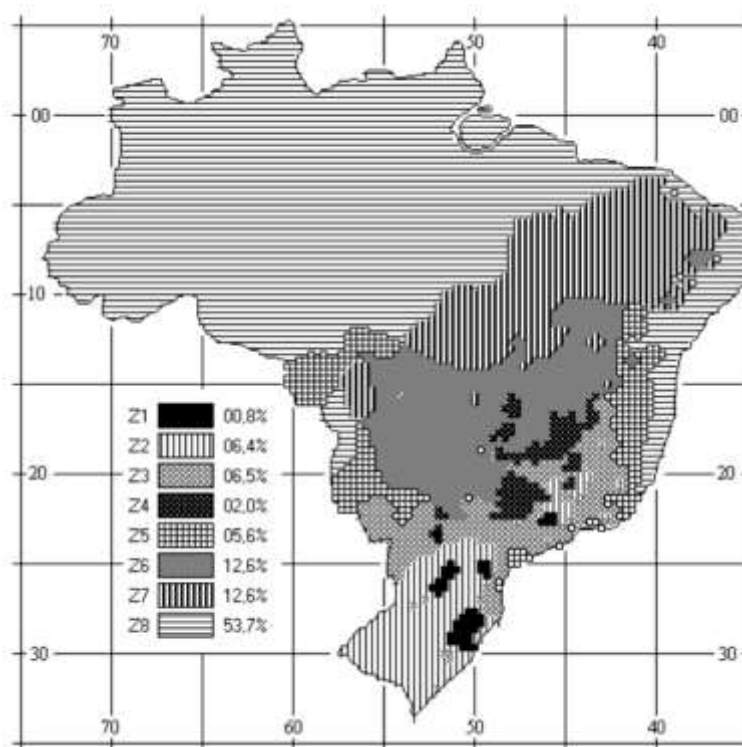
Zoneamento Bioclimático brasileiro

O zoneamento bioclimático brasileiro compreende oito diferentes zonas, relativamente homogêneas quanto ao clima e para cada uma destas zonas (figura 19), formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações através de sua melhor adequação climática. Dados baseados na (NBR 15220:2003 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social).

Para 330 células contou-se com:

- a) dados das Normais Climatológicas medidos desde 1961 a 1990 em 206 cidades;
- b) dados das Normais Climatológicas e outras fontes medidos desde 1931 a 1960 em 124 cidades;
- c) para as demais células o clima foi estimado, por interpolação. [...]

Figura 19 - Mapa de Zoneamento Bioclimático brasileiro



Fonte: NBR 15220, 2003.

Para o cálculo de transmitância é necessário levar em consideração o zoneamento da região da qual irá ser construída, no caso a cidade de Sorocaba – SP, assim como a cidade de São Paulo estão situadas na zona climática 3, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Diretrizes na Zona Bioclimática 3

Aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 3	
Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias	Permitir sol durante o inverno

Tipos de vedações externas para a Zona Bioclimática 3	
Vedações externas	
Parede: Leve refletora	
Cobertura: Leve isolada	

Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 3	
Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	J) Ventilação cruzada
Inverno	B) Aquecimento solar da edificação C) Vedações internas pesadas (inércia térmica)
Nota: Os códigos J, B e C são os mesmos adotados na metodologia utilizada para definir o Zoneamento Bioclimático do Brasil (ver anexo B).	

Fonte: NBR 15220, 2003.

Ensaio Térmico Teórico

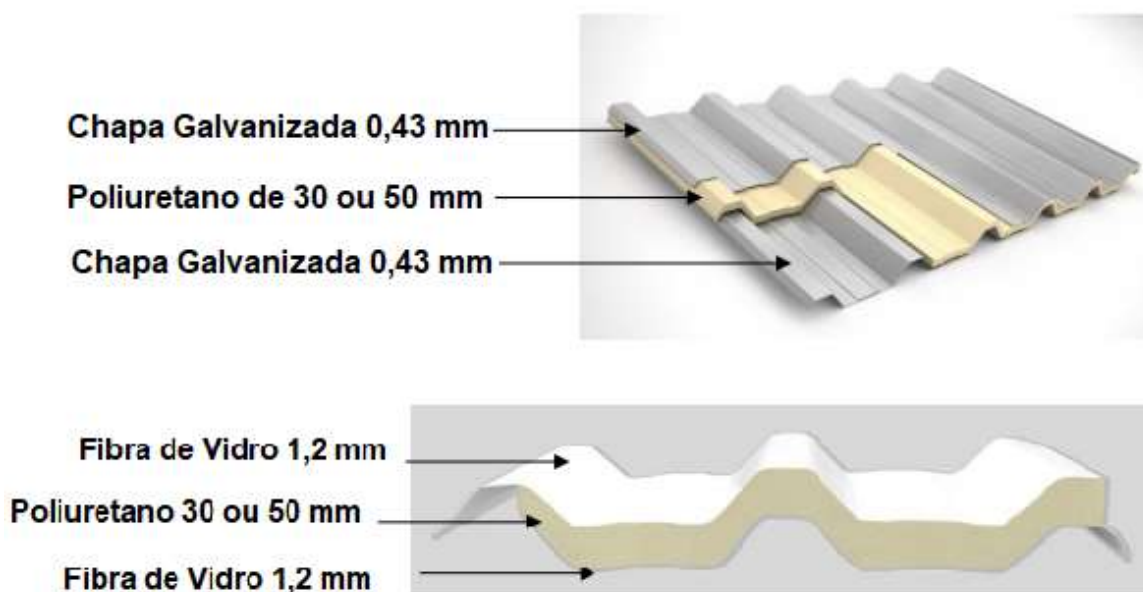
Foi apresentado um comparativo teórico com os dados da empresa *Fitec Brasil*, no qual se compara as telhas termoacústicas galvanizadas e telhas termoacústicas de fibra de vidro, ambas com mesmo enchimento:

- Telha Galvanizadas ($e = 0,43$ mm) + Poliuretano ($e = 30$ mm)
- Telha Galvanizadas ($e = 0,43$ mm) + Poliuretano ($e = 50$ mm)
- Telha Fibra de Vidro ($e = 1,20$ mm) + Poliuretano ($e = 30$ mm)
- Telha Fibra de Vidro ($e = 1,20$ mm) + Poliuretano ($e = 50$ mm)

Para esse comparativo ressaltamos que foram utilizados os dados fornecidos pela empresa *Fitec Brasil* como: espessura, condutividade térmica para o cálculo de resistência total térmica e para o cálculo de coeficiente de transmitância térmica (figura 20).

O estudo do desempenho das telhas foi feito de acordo com as normas NBR 15575-5 (Edificações Habitacionais – Desempenho - Parte 5), NBR 16373 (Telhas e painéis termoacústico – Requisitos de desempenho) e NBR 15220-2 (Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Método e célula da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações) da ABNT, a qual estabelece o cálculo da transmitância térmica, os requisitos necessários das coberturas e o desempenho térmico das mesmas (tabela 2).

Figura 20 - Telhas termoacústicas utilizadas para estudo



Fonte: Adaptado pelos autores, baseado em Fitec Brasil.

Tabela 2 - Comparativo Térmico: Telha Termoacústica Galvanizada x Telha Termoacústica Fibra de Vidro

	Material	e [mm]	λ [W/m K]	Rt [m ² K/W]	U [W/m ² K]
Termoacústica Galvanizada com 30 mm PU	Ar na Superfície Externa	-	-	0.04	
	Chapa Galvanizada	0.430	55	7.82 x 10 ⁻⁶	
	Isolante Térmico Poliuretano	30	0.040	0.75	
	Chapa Galvanizada	0.430	55	7.82 x 10 ⁻⁶	
	Ar na Superfície Interna	-	-	0.17	
			Total	0.960	1,042
Termoacústica Fibra de Vidro com 30 mm PU	Ar na Superfície Externa	-	-	0.04	
	Chapa Fibra de Vidro	1.2	0.20	6.0 x 10 ⁻³	
	Isolante Térmico Poliuretano	30	0.040	0.75	
	Chapa Fibra de Vidro	1.2	0.20	6.0 x 10 ⁻³	
	Ar na Superfície Interna	-	-	0.17	
			Total	0.972	1,029
Termoacústica Galvanizada com 50 mm PU	Ar na Superfície Externa	-	-	0.04	
	Chapa Galvanizada	0.430	55	7.82 x 10 ⁻⁶	
	Isolante Térmico Poliuretano	50	0.040	1.25	
	Chapa Galvanizada	0.430	55	7.82 x 10 ⁻⁶	
	Ar na Superfície Interna	-	-	0.17	
			Total	1.460	0,685
Termoacústica Fibra de Vidro com 50 mm PU	Ar na Superfície Externa	-	-	0.04	
	Chapa Fibra de Vidro	1.2	0.20	6.0 x 10 ⁻³	
	Isolante Térmico Poliuretano	50	0.040	1,25	
	Chapa Fibra de Vidro	1.2	0.20	6.0 x 10 ⁻³	
	Ar na Superfície Interna	-	-	0.17	
			Total	1.472	0,679

Resultados	U
Telha Galvanizada 0.43mm + Poliuretano 30mm	1,042 W/m² K
Telha Fibra Vidro 1.2mm + Poliuretano 30mm	1,029 W/m² K
Telha Galvanizada 0.43mm + Poliuretano 50mm	0,685 W/m² K
Telha Fibra Vidro 1.2mm + Poliuretano 50mm	0,679 W/m² K

Fonte: Adaptado pelos autores, baseado em Fitec Brasil.

Definição:

ISSN 2525-2941 – Vol. 8 – n° 3 – pág. 41-79

e é a espessura do material, expressa em metros (m);

λ é a condutividade térmica, expressa em (W/mK).

R_t é a resistência térmica, expressa em (m²K/W) $R_t = e/\lambda$

U é o coeficiente de transmitância térmica, expressa em (W/m²K)

A Norma 16373:2015 define no item (tabela 3):

5.1.1 Desempenho quanto ao isolamento térmico:

5.1.1.1 O desempenho das telhas e painéis termoacústicos deve ser classificado quanto ao isolamento térmico, conforme a Tabela 5.

5.1.1.2. Para a classificação das telhas e painéis termoacústicos devem ser realizados cálculos de transmitância térmica para cada configuração manufaturada ou construída que demonstrem a eficiência de isolamento térmico.

Tabela 3 - Classificação quanto ao isolamento térmico

Transmitância Térmica (U)	
W/m ² K	
Escala	Intervalo
5	$\leq 0,2$
4	$> 0,2 \leq 0,29$
3	$> 0,3 \leq 0,49$
2	$> 0,5 \leq 0,69$
1	$> 0,7 \leq 0,10$

Fonte: NBR 16373, 2015.

Os requisitos da NBR 15575:2013 define no item 11.2.1 que os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das coberturas, considerando fluxo térmico descendente, em função das zonas bioclimáticas, encontram-se indicados na Tabela 4.

Tabela 4 - Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica

Transmitância térmica (U) W/m ² K				
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
U ≤ 2,30	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FT	U ≤ 1,5 FT
α é absorptância à radiação solar da superfície externa da cobertura. NOTA O fator de correção da transmitância (FT) é estabelecido na ABNT NBR 15220-3.				

Fonte: NBR 15575,2013.

Pode-se considerar que os resultados mostram uma pequena vantagem da telha termoacústica de fibra de vidro em ambas as espessuras de enchimento. A telha com melhor desempenho do teste foi a termoacústica de fibra de Vidro com enchimento de 50 mm de Poliuretano. Aclara-se que quanto maior a espessura do enchimento, melhor será seu desempenho térmico.

Classificação na escala NBR 16373:

As duas telhas com enchimento de 30 mm de Poliuretano ficaram na escala 1.

As duas telhas com enchimento de 50 mm de Poliuretano ficaram na escala 2.

Vale destacar que tanto a telha termoacústica galvanizada como a telha termoacústica de fibra vidro com enchimento de 30 mm de Poliuretano estão no limite da norma, sendo assim é um produto que terá o desempenho mínimo no quesito térmico.

Todas as telhas também estão dentro da NBR 15575 no quesito térmico por zoneamento, considerando a região de Sorocaba-SP como cidade a ser aplicada.

Ensaio Térmico

O comparativo prático foi realizado pela *Fitec Brasil*, no qual a telha termoacústica galvanizada de EPS com a telha de fibra de vidro simples (sem enchimento), com a intenção de demonstrar a capacidade térmica da telha de fibra de vidro simples. A Norma NBR 15575 se reporta a NBR 15220 no quesito ensaios, onde demonstra todos os ensaios disponíveis para cobertura os que estão disponíveis e aplicáveis ao tema são:

- Verificação da resistência ao impacto em telhados;
- Ensaio de estanqueidade;
- Resistência ao caminhamento.

Tanto a NBR 15575 e a NBR 15220, quanto a NBR 16373 que fala sobre telhas termoacústica, não menciona nos seus ensaios um requisito para comparação térmica. Sendo assim neste ensaio foi realizado aferições da temperatura, sendo temperatura externa e temperatura na telha.

Materiais utilizados:

- Tubos de Metalon;
- Telha termoacústica galvanizada ($e = 0,43$ mm) e isolante EPS ($e = 30$ mm).;
- Telhas de Fibra de Vidro Protec ^{®1} $e = 1,5$ mm;
- Termômetro Digital para ambientes;
- Termômetro Digital Infravermelho;

Critérios do ensaio

A *Fitec Brasil* construiu para realização do comparativo dois ambientes com as mesmas dimensões, sendo elas (3,0 m x 2,0 m x 3,0 m), e submetidos a mesma exposição solar e condição climática:

- Ambiente 1(Figura 21) tanto as laterais como a cobertura foram fechados com telha termoacústica galvanizada com espessura de 0,43 mm e enchimento de EPS 30 mm.
- Ambiente 2 (Figura 21) tanto as laterais como a cobertura foram fechados com telha de fibra de vidro simples de espessura 1,5 mm (modelo não termoacústica)

Os ambientes são moveis e foram instalados em um terreno desocupado sem proteção solar ou cobertura que pudesse interferir nas medições realizadas. Este terreno fica anexo às instalações da *Fitec Brasil* situada à Av. Comendador Camilo Júlio, 2655, Galpão 11 – Ibiti do Paço, Sorocaba/SP, e foram realizados testes entre os dias 30 e 31 de agosto de 2019.

O ensaio foi iniciado no dia 30 de agosto das 2019 às 10:00 horas, as medições foram aferidas em intervalos de 30 em 30 minutos, o ensaio foi interrompido no mesmo dia às 15:30 horas e feito o armazenamento dos dados. O ensaio foi reiniciado no dia 31 de agosto das 2019 às 10:00 horas, sendo realizado as aferições da temperatura no mesmo intervalo anteriormente citado, às 12:00 horas foi finalizado o ensaio térmico. Os mesmos se encontram relacionadas na tabela 5 e figuras 22 e 23, a seguir.

¹ Telha simples de fibra de vidro comercializada pela Fitec Brasil.

ESTUDOS DAS CARACTERÍSTICAS DA TELHA TERMOACÚSTICA DE FIBRA DE VIDRO EM RELAÇÃO À TELHA TERMOACÚSTICA GALVANIZADA

Figura 21 - Ambiente 1 - Revestido com telhas termoacústicas galvanizadas. Ambiente 2 Revestido de telhas simples - Fibra de Vidro Protec ®



Ambiente 1



Ambiente 2

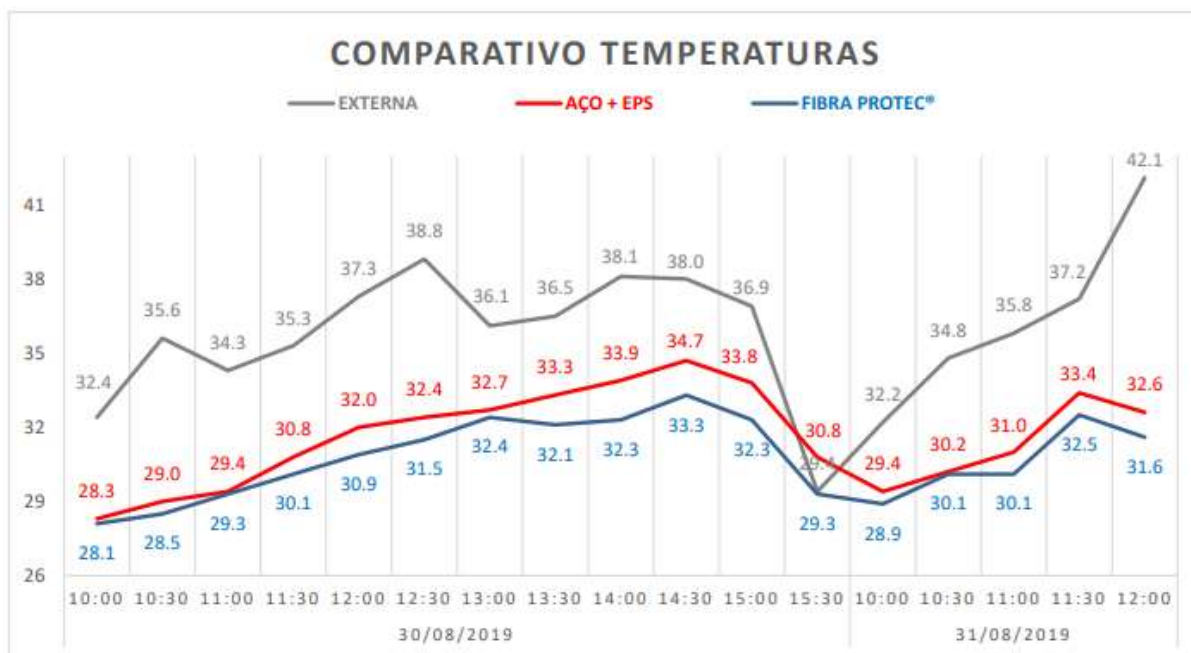
Fonte: Fitec Brasil, 2019.

Tabela 1 - Resultados dos testes térmicos

DATA		TEMPERATURA [°C]			DIFERENÇA	
DIA	HORÁRIO	EXTERNA	AÇO + EPS	FIBRA PROTEC®	[°C]	[%]
30/08/2019	10:00	32.4	28.3	28.1	0.20	0.71%
	10:30	35.6	29.0	28.5	0.50	1.75%
	11:00	34.3	29.4	29.3	0.10	0.34%
	11:30	35.3	30.8	30.1	0.70	2.33%
	12:00	37.3	32.0	30.9	1.10	3.56%
	12:30	38.8	32.4	31.5	0.90	2.86%
	13:00	36.1	32.7	32.4	0.30	0.93%
	13:30	36.5	33.3	32.1	1.20	3.74%
	14:00	38.1	33.9	32.3	1.60	4.95%
	14:30	38.0	34.7	33.3	1.40	4.20%
	15:00	36.9	33.8	32.3	1.50	4.64%
	15:30	29.4	30.8	29.3	1.50	5.12%
31/08/2019	10:00	32.2	29.4	28.9	0.50	1.73%
	10:30	34.8	30.2	30.1	0.10	0.33%
	11:00	35.8	31.0	30.1	0.90	2.99%
	11:30	37.2	33.4	32.5	0.90	2.77%
	12:00	42.1	32.6	31.6	1.00	3.16%
MÉDIA		35.9	31.6	30.8	0.85	2.71%

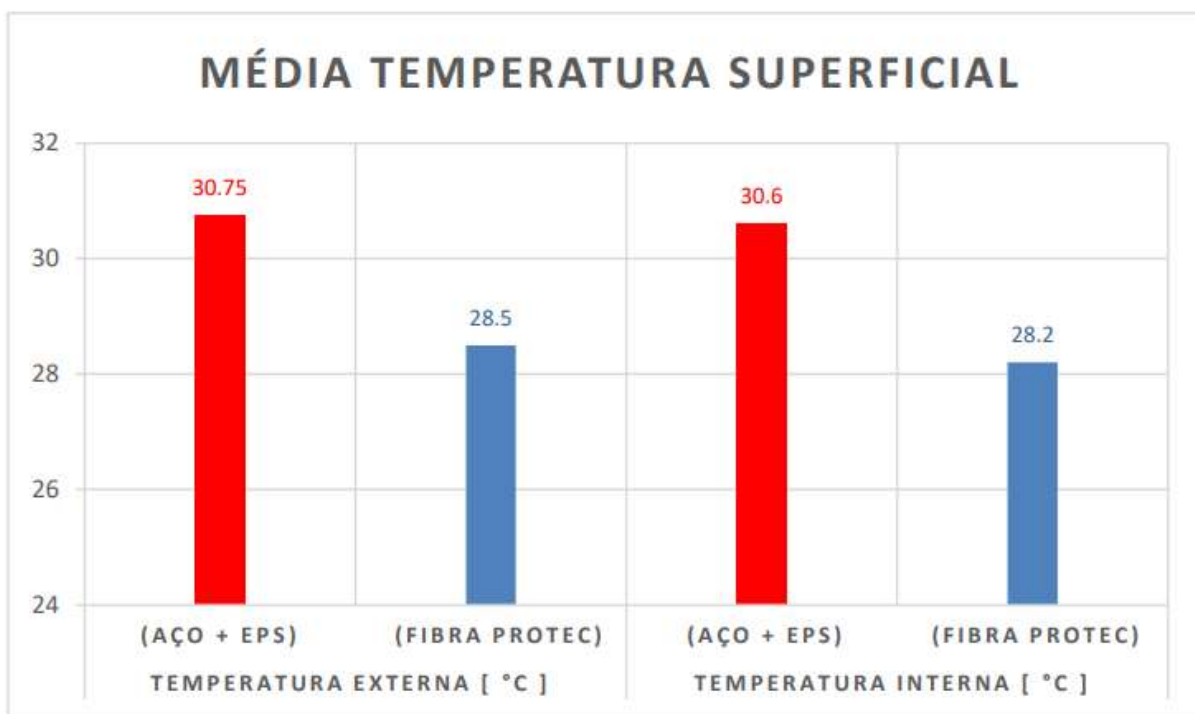
Fonte: Fitec Brasil, 2019.

Figura 22 - Resultados dos testes térmicos



Fonte: Fitec Brasil, 2019.

Figura 23 - Média das temperaturas superficiais



Fonte: Fitec Brasil, 2019.

Com base no teste comparativo prático realizado pela *Fitec Brasil*, podemos observar um bom desempenho para telha de fibra vidro simples com espessura de 1,5 mm,

seu desempenho chega a ser semelhante ao de uma telha galvanizada termoacústica com enchimento de EPS 30 mm, porém a cor da telha pode ter impactado no ensaio, uma vez que a telha termoacústica galvanizada está em cor natural e a telha de fibra de vidro simples esta pigmentada na cor branca. Segundo o pesquisador Hashem Akbari, palestra realizada em 10 de outubro de 2011, na Câmara Municipal de São Paulo, sugere que pintar um telhado de branco pode reduzir entre 40% a 70% a temperatura nos ambientes, com capacidade de reduzir também em até 96% os raios UV. Para um resultado eficiente e fidedigno no ensaio, o ideal seria comparar ambas as telhas todas na mesma cor.

Ensaio básico de ruído de chuva e jato lateral pontual

Relatório realizado pela empresa *Fitec Brasil*, com a finalidade de comparar os níveis de ruídos das telhas termoacústicas de aço galvanizado com a telha termoacústica de fibra de vidro, ambas as telhas com enchimento de EPS.

Materiais utilizados:

- Telha Termoacústica 40-980 – Fibra de Vidro com EPS 30 mm;
- Telha Simples Fibra de Vidro 40-980;
- Telha Termoacústico 40-980 – Aço Galvanizado com EPS 30 mm;
- Telha Simples Aço Galvanizado 40-980.

A Fitec construiu para realização do comparativo dois ambientes com as mesmas dimensões, sendo (3,0 m x 2,0 m x 3,0 m), desta vez ambas as telhas são termoacústicas, distinto do comparativo térmico.

No Ambiente 1 (Figura 24), nas laterais foram utilizadas telhas de aço galvanizado simples, onde não há proteção termoacústica, no telhado da estrutura foi utilizado a telha termoacústica de aço galvanizado com EPS 30 mm.

No Ambiente 2 (Figura 24), nas laterais foram utilizadas telhas de fibra de vidro simples, onde não há proteção termoacústica, no telhado da estrutura foi utilizado a telha termoacústica de fibra de vidro com EPS 30 mm.

Os ambientes são móveis e foram instalados em um terreno desocupado sem qualquer proteção que pudesse interferir nas medições realizadas. Este terreno fica anexo as instalações da *Fitec Brasil* situada à Av. Comendador Camilo Júlio, 2655, Galpão 11 – Ibiti do Paço, Sorocaba/SP. Para os ensaios foram utilizados um DECIBELÍMETRO DE

RUÍDO QUEST - MODELO: METROSONIC - N° SERIE: PGF030011 – OS: 0322,
devidamente calibrado.

Figura 24 – Ambiente 1 e ambiente 2



Ambiente 1



Ambiente 2

Fonte: Fitec Brasil, 2019.

O teste foi realizado no dia 1º de novembro de 2019, sob sol com pancadas de chuva, temperatura de 25 °C, presença pouco significativa de ventos. Durante o ensaio o maior pico de chuva foi às 16:30 horas, apresentando também o maior nível de ruído do ensaio (figura 25). Durante o ensaio também foram lançados jatos de água pontual nas telhas laterais de aço galvanizado e fibra de vidro, ambas simples não termoacústicas (figura 26). Com base nos testes de ruídos realizados pela *Fitec Brasil* podemos salientar que a telha termoacústica de fibra de vidro quando comparada a telha termoacústica de aço galvanizada possui menor índice de ruído de chuva e jatos laterais. Porém foi realizado de forma básica.

Figura 15 – Resultados do Decibelímetro

	
Telha termoacústica – Aço Galvanizado	Telha termoacústica – Fibra de Vidro

Fonte: Fitec Brasil, 2019.

Figura 16 - Resultados Decibelímetro após jatos de água

	
Telha simples – Aço Galvanizado	Telha simples – Fibra de Vidro

Fonte: Fitec Brasil, 2019.

Para orientação da comparação acústica, levar em consideração o desempenho acústico, isolamento sonoro, impactos no sistema de piso, absorção sonora e ruído aéreo. Para tanto existem as normas regularizadas já pré-determinadas que regem esses ensaios:

- NBR 15575:2013 Edificações Habitacionais Parte 1 a 6;
- NBR 16373:2015 Telhas e Painéis termoacústico – requisitos de desempenho;
- ISO 10140-2:2010 Acoustics – Laboratory of sound insulation of building elements – Part 2: Measurement of airborne sound insulation;
- ISO 717-1:2013 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Parts 1: Airborne sound insulation;
- ASTM C423 – Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method;
- ISO 354:2003 Measurement of sound absorption in a reverberation room.

Valores unitários das telhas termoacústicas

Os critérios para o levantamento de valores das telhas termoacústica galvanizada e as telhas termoacústica de fibra de vidro foram feitos em empresas de grande e médio porte na área da construção civil e similares através de telefone, mídias sociais (*WhatsApp*) entre os dias 3 e 4 de junho de 2020 na cidade de Sorocaba-SP.

Todos os contatos foram em busca apenas de telhas termoacústicas, considerando apenas telha termoacústica galvanizada e telhas termoacústicas de fibra de vidro como material base, ambas com trapézio 40. Para fim de orçamento foi estabelecido a metragem de 100 m²

Além dos locais citados também foram cotadas as telhas termoacústicas nas empresas: R. Telhas, Telha Norte, Bruma Telhas, Matieli Center, Ecospreserve, Therm Telha porém nenhuma trabalha com a telha termoacústica.

Conclui-se através da tabela 7 que a comercialização apresenta custo elevado quando comparado exclusivamente o preço unitário de outras telhas, como a telha cerâmica ou fibrocimento por exemplo, e pouca aceitação pelo mercado distribuidor haja visto que não tem divulgação e conhecimento pelos profissionais da área.

Tabela 2 - Preços da telha termoacústica na região de Sorocaba

Valor por m²	Galvanizada	Fibra de Vidro	Galvanizada	Fibra de Vidro	Galvanizada	Fibra de Vidro	Galvanizada	Fibra de Vidro
	EPS 30 mm	EPS 30 mm	EPS 50 mm	EPS 50 mm	PU 30 mm	PU 30 mm	PU 50 mm	PU 50 mm
Anfer	R\$ 59,00	N/A	R\$ 64,00	N/A	R\$ 90,00	N/A	R\$ 110,00	N/A
Fitec	N/A	R\$ 69,81	N/A	R\$ 73,00	N/A	R\$ 114,00	N/A	R\$ 130,00
Telhão	R\$ 70,50	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
MF	R\$ 75,00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fonte: Elaborada pelos autores, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conforto térmico e acústico são itens que na construção civil demanda atenção pelos profissionais executantes a busca de inovações e tecnologias pertinentes, afim de proporcionar bem-estar aos seus usuários.

Em um projeto ideal a edificação deverá assegurar uma temperatura confortável e amena mesmo em condições antagônicas como altas e baixas. Observando ainda o nível acústico cotidiano como: obras, helicópteros, aviões, fluxo de veículos e os naturais (chuva, vento, raio e trovão).

O objetivo desse trabalho foi caracterizar a performance de diversos tipos de telhas, enfatizando as telhas termoacústica de aço galvanizada e a telha termoacústica de fibra de vidro, que são materiais novos e estão em ascensão no mercado de coberturas no qual foi

feita a comparação com ensaios teóricos e práticos pela empresa *Fitec Brasil* em Sorocaba-SP sob condições específicas.

Diante dos testes relacionados pela empresa, identificamos que conseguiriam obter melhores resultados se apresentassem os procedimentos abaixo para o ensaio térmico:

- Utilização de ambas as telhas sendo termoacústicas com materiais diferentes (galvanizada e fibra de vidro);
- Ambas as telhas estarem no mesmo tom. Galvanizada (pintada); Fibra de vidro (Pigmentada);
- Utilização de fechamento de vãos em alvenaria;
- Utilização de sites de climatização para comparação da temperatura ambiente;
- Calibração de todos os equipamentos utilizados;
- Fazer aferições da temperatura da telha tanto externa como interna;
- Fazer aferições em temperaturas antagônicas (frio e calor);
- Aumentar a abrangência de dias e horários aferidos;
- Fazer o ensaio via *software* e comparar com o ensaio prático.

Os produtos (telha termoacústica de aço galvanizadas e a telha termoacústica de fibra de vidro) por serem novos no mercado da construção civil não encontra ainda aceitação comercial e profissional na sua utilização.

Verifica-se a ausência de normas técnicas para a realização dos ensaios, na norma NBR 15575 que se reporta a NBR 15220, e a norma NBR 16373 que fala exclusiva sobre telhas termoacústica demonstra os ensaios para a tal comparação, a norma apenas orienta o uso de simulações computacionais via *softwares* especializados.

Sugerimos para tanto o aperfeiçoamento da NBR 16373:2015 (Telhas e painéis termoacústico – Requisitos de desempenho) sendo a primeira norma brasileira a analisar as telhas termoacústicas que novas normas sejam registradas para aplicações de ensaios que servirão de critérios para sua formatação. Afim de que possa ser um referencial, e ainda a inclusão de novos materiais para a fabricação das telhas. Com isso possa estimular o uso das telhas termoacústicas.

A telha termoacústica demonstra vantagem quando comparada à outras telhas não termoacústicas, principalmente a termoacústica de fibra de vidro se destaca por ser um produto não corrosivo, sendo um excelente material para locais com maresias e chuvas

ácidas, também se sobressai por ser um material não cortante e não sofrer deformação permanente como a galvanizada.

Apesar de possuir um custo superior quando comparado apenas o preço unitário com outro tipo de telha, a telha termoacústica acaba por oferecer mais vantagens ao usuário. Trata-se de um produto completo para quem busca redução de temperatura e ruídos no ambiente, nos dias atuais ter essa telha como opção faz o mercado mais amplo, o consumidor final passa ter uma nova escolha de investir no conforto térmico e acústico, seja dentro da sua residência, comércio ou indústria.

REFERÊNCIAS

- ABCEM - **Associação Brasileira da Construção Metálica**. Manual Técnico Telhas de Aço 2018. Disponível em: <
https://www.abcem.org.br/lib/php/_download.php?now=0&arq=produtos/prod_20180306140828_manual-de-telhas-v2.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2020.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 11722/2014 Feltros termoisolantes à base de lã de rocha. Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 11726/2014: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico. Rio de Janeiro, 1979.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 11752/2016: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial - Especificação. Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 12094/1991: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico. - Especificação. Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, NBR 15220-2/2005. Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, NBR 15575-5/2013. Edificações habitacionais- Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. 63 f. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 16373/2015 Norma Brasileira de requisitos de desempenho de telhas e painéis termoacústicos. Rio de Janeiro, 2002.
- ASTM- **Association Standard Test Method**. C423 09a - Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method. Pennsylvania, EUA, 2013 18 p
- CERVO, A. L; BERVIAN, P. A; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- FALCARI, Rafael. **Lauda Fitec**. Sorocaba, 22 de ago. 2019.

- FALCARI, Rafael. **Relatório Técnico**. Sorocaba, 13 de set. 2019.
- GIL, Antônio Carlos, 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed.-São Paulo: Atlas, 2002.
- ISO Internacional Organization For Standardization ISO 354 - Acoustics - Measurent of sound absorpion in a reverberation room. 2003. 21 p
- ISO Internacional Organization For Standardization ISO 717-1 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - part 1: Airborne sound isulation. 2013. 18 p.
- ISO Internacional Organization For Standardization ISO 10140-2 - Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation. 2010. 32 p.
- KINKEL, FERNANDO. **Laudo de comparação de telha termoacústica**. Sorocaba, 26 de out. 2019.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- LONGSDON, N.B. **Estruturas de madeira para coberturas sob a ótica da NBR 7190/1997**. Universidade Federal do Mato Grosso. Faculdade de Engenharia Florestal. Departamento de Engenharia Florestal. Cuiabá, 2002.
- MONTENEGRO, G.A. **Ventilação e cobertas – estudo teórico, histórico e descontraído**. Ed. Edgard Blücher. São Paulo, 1984.
- NAKAMURA, J. **Telhado de Policarbonato**: Material molda-se com facilidade e possui boa resistência para cobrir garagens, jardins de inverno, gazebos e outra áreas externas. Disponível em <[http://equipedeobra.pini.com.br / construção - reforma/23/cobertura-telhado-de-policarbonato-139199-1.aspx](http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/23/cobertura-telhado-de-policarbonato-139199-1.aspx)>. Acesso em: 6 jun. 2020.
- PEZENTE, J.H. **Materiais: telhas**. Disponível < [http: // www.escolher-e-construir.eng.br/materiais/telhas/Ceresmal/pag1.htm](http://www.escolher-e-construir.eng.br/materiais/telhas/Ceresmal/pag1.htm)> Acesso em: 6 de jun. 2020.
- Portal da Educação. A origem das telhas. Disponível em: < <https://www.portaleducacao.com.br/engenharia/artigos/60348/origem-datelha#ixzz4FXDux6Sy>>. Acesso em: 31 mai. 2020.
- TELHA Termoacústica, **Grupo Pizzinatto**, 2020. Disponível em <<https://grupopizzinatto.com.br/coberturas/telhas-termoacusticas>>. Acesso em: 31 de mai. 2020.
- SÃO PAULO (Estado). **Decreto 41.788, de 16 de março de 2001**. Lex: Dispõe sobre a proibição do uso de materiais, elementos construtivos e equipamentos da construção civil constituídos de amianto. Diário Oficial da Cidade de 17/03/2001, p. 1.
- TUPER TELHAS E PERFIS. **Guia de especificações**. Manual, 2005. Disponível em <<https://www.tuper.com.br/produtos-e-servicos/sistemas-construtivos/sistema-de-coberturas-metalicas-em-aco/>>. Acesso em: 6 jun. 2020.
- TURMANL, Jacques (Org.). **Coberturas projeto e detalhamentos construtivos**. São Paulo: J.J Carol, 2013

- _____. Telha nas coxas das escravas. **Filipe Berndt. 2018.** Disponível em: <<http://www.lucianabritogaleria.com.br/exhibitions/132>>. Acesso em: 2 jun. 2020.
- _____. Calculista de Aço. Disponível em: < <http://calculistadeaco.com.br/telhas-sanduiche-guia-completo-para-escolha-instalacao-e-manutencao/>>. Acesso em: 31 mai. 2020.
- _____. Itaacos. Disponível em: < <http://www.itaacos.com.br/telha-termo-acustica>>. Acesso em: 31 mai. 2020.
- _____. Aço Plano. Telhas sanduiche. 2019. Disponível em: <<http://www.acoplano.com.br/blog/saiba-tudo-sobre-telhas-sanduiche/#:~:text=A%20inclina%C3%A7%C3%A3o%20m%C3%ADnima%20e%20m%C3%A1xima,m%C3%A1ximo%2057%20cm%20na%20vertical>>. Acesso em: 31 mai. 2020.
- _____. Casa do Construtor. Isolamento acústico em obras. Disponível em: < <https://info.casadoconstrutor.com.br/almanaque/dicas/qual-e-a-importancia-do-isolamento-acustico-em-obras/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20o%20isolamento,aumentar%20o%20conforto%20dos%20moradores.>>. Acesso em: 31 mai. 2020.
- _____. Projeto prevê telhados brancos provoca polemica na Câmara de SP. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/10/projeto-que-preve-telhados-brancos-provoca-polemica-na-camara-de-sp.html>>. Acesso em: 1 jun. 2020.

-
- * **Fábio Benedito Taques Da Silva:** Discente do curso de Engenharia Civil da ATHON Ensino Superior
- ** **Josué De Almeida Júnior:** Discente do curso de Engenharia Civil da ATHON Ensino Superior
- *** **Mayé Douglas Dos Santos Pereira:** Discente do curso de Engenharia Civil da ATHON Ensino Superior
- **** **Plínio De Campos Neto:** Discente do curso de Engenharia Civil da ATHON Ensino Superior
- ***** **Rebeca Constança Freitas Dos Santos:** Discente do curso de Engenharia Civil da ATHON Ensino Superior
- ***** **Rafael Falcari Rodrigues:** Docente da Escola de Engenharia da ATHON Ensino Superior
- ***** **Hélio Rubens Jacintho Pereira Junior** Docente e coordenador da Escola de Engenharia da ATHON Ensino Superior
- ***** **Valmir de Jesus Rodrigues Almenara:** Docente e coordenador da Escola de Engenharia da ATHON Ensino Superior