

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA

FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS

Alex Sandro Pereira Bizerra
Antônio César Fávero Lopes
Caio Aparecido Silva nascimento
Paulo Sergio Gonzalez

**COMPARATIVO ENTRE TELHA CERÂMICA E TELHA
ISOTÉRMICA – ANÁLISE DE PARÂMETROS PARA
CONFORTO TÉRMICO**

São Paulo

2021

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS**

Alex Sandro Pereira Bizerra

Antônio César Fávero Lopes

Caio Aparecido Silva Nascimento

Paulo Sergio Gonzalez

**COMPARATIVO ENTRE TELHA CERÂMICA E TELHA
ISOTÉRMICA – ANÁLISE DE PARÂMETROS PARA
CONFORTO TÉRMICO**

Trabalho de Graduação apresentado por Alex Sandro Pereira Bizerra, Antônio César Fávero Lopes, Caio Aparecido Silva Nascimento e Paulo Sergio Gonzalez como pré-requisito para a conclusão do trabalho de graduação do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios, da Faculdade de Tecnologia do Tatuapé - Victor Civita, elaborado sob a orientação do Prof. Esp. Samuel Castor da Mata.

São Paulo

2021

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA

FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE
EDIFÍCIOS

Alex Sandro, Antônio, Caio e Paulo.

**COMPARATIVO ENTRE TELHA CERÂMICA E TELHA ISOTÉRMICA –
ANÁLISE DE PARÂMETROS PARA CONFORTO TÉRMICO**

Aprovado em: 08 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Me. Ailton Dias dos Santos-FATEC Tatuapé

Dr. Luiz Carlos Bertevello-FATEC Tatuapé

Prof. Esp. Samuel Castor da Mata-FATEC Tatuapé

Comparativo entre telha cerâmica e telha isotérmica – Análise de parâmetros para conforto térmico.

Alex¹, Antônio²; Caio³, Paulo⁴; Prof. Samuel⁵

Faculdade de Tecnologia Victor Civita – FATEC Tatuapé
Tecnologia em Construção de Edifícios

Resumo - O conforto térmico em edificações tem sido fator de desempenho a ser considerado no projeto das obras, visando atender as necessidades dos usuários. A questão da temperatura ambiente em residências sempre constituiu problema a ser solucionado, em especial nas regiões Norte e Nordeste do país, onde a temperatura média anual, em algumas localidades, ultrapassa os 25°C. Este artigo tem o propósito de analisar a telha isotérmica com núcleo de poliisocianurato - PIR, por meio de comparação com a telha cerâmica, utilizando parâmetros que influenciam o conforto térmico interno, tais como, tipologia e localização da edificação, sistema de cobertura, núcleo isolante e elementos de cobertura usuais. As propriedades térmicas, condutividade e coeficiente global de transmissão de calor foram abordadas com base em normas e catálogos técnicos, procurando evidenciar a diferença de desempenho entre a cerâmica e o PIR, destacando as vantagens para a sua aplicação e o ganho no conforto térmico. Em decorrência da maior oferta de produtos e custo mais acessível, a viabilidade do emprego da telha isotérmica com o núcleo de PIR em casas de baixa renda é aspecto relevante.

Palavras-chave: Telha isotérmica, telha cerâmica, conforto térmico.

1. Introdução

Na cobertura de residências, as temperaturas superficiais das telhas, resultantes da intensidade da incidência de radiação solar, exercem influência sobre o ganho de calor interno. Dessa forma, o desconforto térmico sempre foi problema a ser resolvido ou minimizado, especificamente em residências de baixo custo destinadas à população de baixa renda.

Conforto térmico pode ser entendido como a satisfação mental de temperatura propiciado por um ambiente às pessoas que nele estão, onde haja um equilíbrio entre as temperaturas frias e quentes, em que não se sinta nem muito frio e nem muito calor, e não se tenha dificuldade para manter a temperatura interna do corpo (ENGENHARIA, 2021). Dessa forma, é importante analisar a variação de temperatura ocorrida devido à incidência de energia solar em tais ambientes.

A energia solar é composta por radiação infravermelha de onda curta. Ao incidir sobre telhados, parte dessa energia é refletida, parte absorvida e parte

¹ alex.bizerra@fatec.sp.gov.br

² antonio.lopez@fatec.sp.gov.br

³ caio.nascimento@fatec.sp.gov.br

⁴ paulo.goncalves@fatec.sp.gov.br

⁵ samuel.mata@fatec.sp.gov.br

transmitida em quantidades que dependem das propriedades físicas dos materiais que as compõem. Outra parcela dessa energia é perdida por convecção e irradiação ao ambiente externo. A parcela incidente absorvida, aquece as telhas, transferindo calor ao ambiente interno da edificação. A energia que chega ao interior é transferida por convecção e radiação até a uma superfície qualquer (CASTRO, 2019).

Sendo assim, para reduzir a transferência de calor para o interior de uma instalação, é necessário instalar um material entre eles que apresente baixa condutividade térmica. Esse material, se utilizado corretamente, diminui o fluxo de calor que atravessa a instalação por condução, convecção e/ ou radiação. Esta capacidade de reduzir as trocas de calor é função da resistência térmica que materiais isolantes proporcionam (CASTRO, 2019).

O uso de materiais que têm baixa emissividade e que refletem a maior parte da radiação incidente, como os metálicos, é outra forma de reduzir os ganhos térmicos provenientes da cobertura. Esses materiais, na construção civil, geralmente são chamados de isolantes térmicos reflexivos ou de barreiras radiantes, pois dificultam a transferência do calor por radiação (CASTRO, 2019).

O uso da telha térmica, em especial a isotérmica, é alternativa para solucionar o problema de conforto térmico nessas residências, e tem se tornado tendência que vem crescendo no mercado. Aliado a *design* diferenciado, proporciona maior conforto térmico ao ambiente, comparado a outros tipos de telhas.

As telhas isotérmicas geralmente são compostas por três camadas: chapa metálica, isolamento térmico e chapa metálica, por isso são também conhecidas comercialmente como termoacústica ou telha sanduíche. Os principais fabricantes produzem essas telhas com três tipos de isolante, a espuma de Poliuretano (PUR), a espuma de Poliisocianurato (PIR), e a espuma de Poliestireno Expandido (EPS), popularmente conhecido como Isopor®. Por ser capaz de minimizar as trocas térmicas, isto é, não deixando o calor externo aumentar a temperatura interna, esse material deixa o ambiente interno mais agradável, bloqueando em até 95% o calor transmitido pela cobertura e reduzindo a temperatura interna em torno de 5°C. Isso diminui o consumo de energia elétrica gerado pelo uso de ar condicionado e ventiladores, trazendo grande redução à conta de energia.

Outros pontos que contribuem para a relação custo-benefício favorável desse material são a facilidade de montagem e o tamanho maior das telhas, que podem vencer grandes vãos reduzindo em até 70% a estrutura da cobertura e a quantidade de emendas. Assim, elas se tornam boa opção quando a intenção é um cronograma de obras mais enxuto. São muito resistentes, duráveis e de manutenção simples.

Pretende-se nesse trabalho comparar telhas cerâmicas e telhas isotérmicas, analisando parâmetros que influenciam a melhora do conforto térmico interno em residências destinadas à população de baixa renda. A comparação será feita entre a telha cerâmica tipo colonial e a telha isotérmica com núcleo de PIR.

Tendo em conta o conforto térmico, atualmente a telha com núcleo de PIR tem sido mais empregada, uma vez que possui eficiência térmica melhor que as telhas com núcleos de EPS e de PUR, além de não propagar chama atendendo assim o que preconiza o item 8.4.1 da norma ABNT NBR-15575-1/2013 da Associação Brasileira de Normas Técnicas que diz: “Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termoacústico empregados na face interna dos sistemas

ou elementos que compõem a edificação devem ter as características de propagação de chamas controladas”, atendendo também aos requisitos estabelecidos nas normas ABNT NBR-15575-3/2013 a ABNT NBR 15575-5/2013 e ABNT NBR 9442/2019.

2. Referencial Teórico

Conhecer o desempenho térmico de materiais para especificar o tipo de vedação de um projeto irá influenciar enormemente no desempenho térmico e no consumo energético futuro da edificação (ASSOCIADOS, 2021).

As telhas cerâmicas são muito utilizadas em coberturas de edificações residenciais em todo o país. Telhados com uso de telhas cerâmicas proporcionam conforto térmico, além de conferir beleza às residências e eficiência na vedação do telhado. Também conhecidas como “telhas de barro”, podem ser naturais ou esmaltadas, sendo essas últimas mais indicadas quando se requer maior impermeabilidade.

Entre os tipos de telhas cerâmicas, a Colonial Capa Canal (Figura 1) é a mais antiga e têm sido preponderante, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, na cobertura de casas de baixo custo.

Introduzida pelos portugueses no século 16, é caracterizada por possuir capa e canal idênticos. Como principais desvantagens destacam-se a alta porosidade, que em dias chuvosos podem conduzir umidade para o interior da edificação, alto custo de instalação devido à quantidade de madeiramento necessário para o apoio das telhas e o elevado tempo de colocação das mesmas já que esse tipo requer até 25 peças por metro quadrado.

Figura1 – Telhas cerâmicas tipo Colonial Capa Canal.



Fonte: La Cobertura, 2021.

(www.lacobertura.com.br/telha-ceramica-vermelha. Acesso em: 21 nov. 2021)

A construção de moradias para a população de baixa renda, em sua grande maioria, tem coberturas em telhas cerâmicas, que proporcionam certo conforto térmico interno para o ambiente. Conforme Bueno (1994), em dias muito quentes a temperatura interna chega a ficar 5°C mais alta que a temperatura externa, o que não atende o item 11.3.1 da ABNT NBR-15575-1/2013 (ABNT, 2013), que

preconiza: “O valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como salas e dormitórios, sem a presença de fontes de internas de calor (ocupantes, lâmpadas, outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura de ar exterior”.

Conforme Scarelli (2017), o ganho térmico com a utilização de telhas isotérmicas em habitações para baixa renda é inegável, podendo ser de 19% a 25% para temperaturas das telhas inferiores a 60°C.

Levando em consideração o zoneamento bioclimático brasileiro, segundo a norma ABNT NBR-15220-3/2013, Peralta (2006) diz que a exposição média das coberturas de residências chega a ter até 12 horas por dia de radiação solar, o que corresponde a 72,3% de toda carga térmica recebida por uma edificação térrea isolada no Brasil.

Quanto ao desempenho térmico, a ABNT NBR-15575/2013, em suas Tabelas 2 e 3, estabelece para as Zonas⁶ Bioclimáticas 7 e 8, que no verão a temperatura interna máxima deve ser menor ou igual a temperatura externa máxima.

Por essa, e outras razões, o uso das telhas isotérmicas está em franca ascendência, pois essas apresentam muitas vantagens em relação aos outros materiais de cobertura, tais como:

- Os isolantes térmicos e acústicos (núcleos) são todos retardante de chamas (autoextinguíveis), e alguns modelos podem, até mesmo, ser resistentes ao fogo;
- Garantem economia no consumo de energia elétrica com ar-condicionado e demais equipamentos de refrigeração;
- Reduzem significativamente os ruídos externos;
- Geram economia na estrutura de sustentação da cobertura;
- Proporcionam custo-benefício melhor do que os demais modelos;
- Alguns modelos são bem leves;
- São fáceis de serem instaladas;
- Têm montagem fácil, rápida e limpa;
- Têm excelente vedação e acabamento;
- Não absorvem água, evitando o surgimento de mofo;
- Têm grande durabilidade em regiões com maresia, sendo resistentes à corrosão;
- Apresentam grande resistência contra o ataque de animais roedores, insetos e fungos;
- Podem ser utilizadas também para fechamentos laterais;
- Não quebram com facilidade;
- São feitas sob medida;
- São sustentáveis.

Na composição das telhas isotérmicas, os núcleos podem ser de EPS, PUR, PIR e lã de rocha. O poliisocianurato é polímero termoendurecível de células

⁶ Considerando a grande extensão do território brasileiro, as coordenadas geográficas de cada localidade no Brasil têm grande influência, sendo que a norma NBR-15220-3, ABNT, divide o país em oito **zonas** bioclimáticas. Para cada uma dessas zonas bioclimáticas é definido o dia típico de inverno e o dia típico de verão. No Anexo A da norma NBR 15575-1 da ABNT (tabelas A.1, A.2 e A.3), são indicadas a localização geográfica e os parâmetros climáticos de cada zona.

fechadas formado pela reação de um di- ou poli-isocianato com um poliol. A condutividade térmica pode ser menor que a da espuma de poliuretano.

Espuma de PIR é normalmente usada em painéis de face metálica, placas de teto, placas de parede de cavidades e isolamento de tubos. Os painéis de espuma PIR laminados com papel de alumínio puro em relevo são usados para a fabricação de dutos pré-isolados que são usados para sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado. Por outro lado, o PIR não pode ser usado para isolar as paredes das cavidades existentes, pois não há espuma de PIR que possa ser injetada nas paredes existentes. Oferece ainda melhor estabilidade térmica e resistência à inflamabilidade do que a espuma de poliuretano.

A telha isotérmica hoje fabricada para uso residencial vem no perfil de telha colonial, deixando a impressão para quem olha de certa distância que são telhas de cerâmica comuns, e já são fabricadas pela *Kingspan Isoeste*⁷ na cor Marrom Alaranjado (código RAL 8023)⁸ que se assemelha a de telha cerâmica. Tem largura padrão de 1.000 mm, e várias medidas de comprimento que vão de 1.750 mm até 7.350mm. Seu revestimento externo superior é de chapa de aço *Galvalume*⁹ pré-pintada, com espessura de 0,43 mm, cromatizada com primer epóxi (4 a 6 microns), acabamento com pintura em poliéster (18 a 22 microns). Já o revestimento inferior é em chapa de aço *Galvalume*, com espessura de 0,38 mm, cromatizada com primer epóxi (4 a 6 microns) (ISOESTE, 2019).

Consegue-se diminuição de até 30% no coeficiente global de transmissão de calor que penetra nos ambientes internos por meio das coberturas com a utilização de telhas isotérmicas com núcleo de PIR em relação ao núcleo de EPS que hoje é o mais comumente utilizado em telhas isotérmicas, para temperaturas de 60°C a 65°C na superfície superior das telhas, diminuição essa variando de 19% a 25% para temperaturas inferiores a 60°C (SCARELLI, 2017).

3. Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho consiste na comparação das propriedades térmicas das telhas cerâmica tipo colonial e isotérmica, tendo apenas os índices de transmissão de calor como fator de comparação, e foi dividida em quatro etapas: (1) escolha da tipologia e localização da edificação; (2) escolha do sistema de cobertura; (3) escolha do núcleo isolante utilizado nos elementos de cobertura; e (4) análise comparativa entre a telha isotérmica e a telha cerâmica do tipo colonial, elemento de cobertura até então comumente utilizado nas regiões Norte e Nordeste do país.

3.1. Tipologia e localização da edificação

O modelo de edificação é do tipo residência térrea unifamiliar com até 50 m² de área construída, com cobertura em duas águas, sem forro, conforme Figura 2, destinada à população de baixa renda, localizada na região Nordeste do Brasil.

⁷ Kingspan Isoeste; fabricante de painéis isotérmicos, sediada em Anápolis-GO.

⁸ RAL é um sistema de definição de cores desenvolvido originalmente em 1927 na Alemanha a partir de uma tabela de 40 tonalidades (Govoni – Consultoria e Representação Comercial Ltda - www.2agogoni.com.br – acesso 17/11/21).

⁹ O aço com revestimento Galvalume® é resultado da ação combinada do alumínio e do zinco, aplicados através de processo de imersão de tiras a quente em uma linha de galvanização contínua, apresentando composição básica de 55% de alumínio, 43,4% de zinco e de 1,6% de silício.

Figura2 – Casas de baixa renda



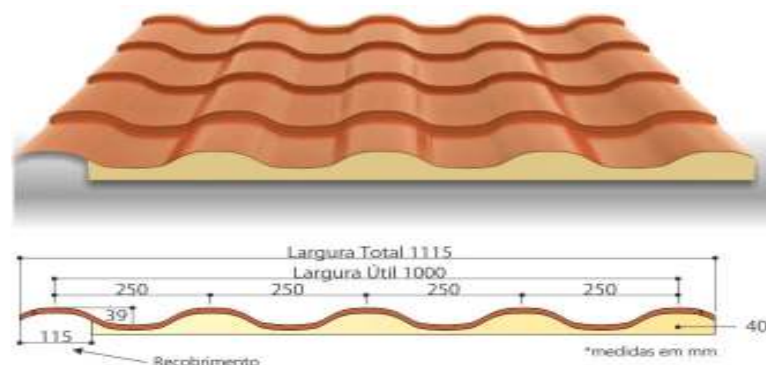
Fonte: CBIC, 2021.

(<https://cbic.org.br/industria imobiliaria/2019/03/21/mcmv-moradia-digna-e-qualidade-de-vida-para-a-populacao-de-baixa-renda/>. Acesso em: 21 nov. 2021).

3.2. Sistema de cobertura

O modelo de telhas isotérmicas adotado é do tipo colonial, conforme Figura 3, com núcleo de PIR, tendo as dimensões: largura útil de 1.000 mm e comprimentos de 1.750 mm até 7.350mm, todas com espessura de 40 mm. As telhas são apoiadas em estrutura de madeira tratada, com vãos máximos de 1.750 mm entre apoios, e inclinação mínima recomendada de 15% para coberturas com comprimento da água de no máximo 14,7 metros, conforme Manual de Instalação Isotelha Colonial (ISOESTE, 2019).

Figura| 3 – Detalhe de uma telha isotérmica tipo Colonial.

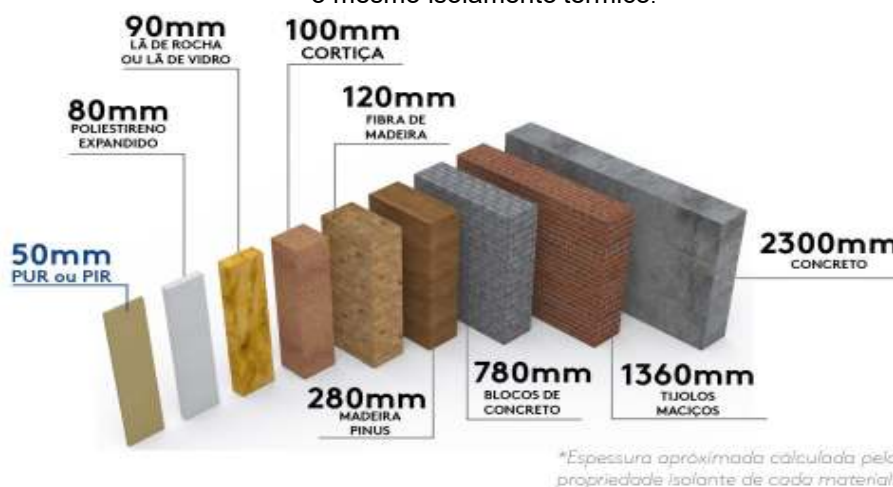


Fonte: all.biz/br-pt/isotelha-colonial-g74272 – Acesso em 20/11/21.

3.3. Núcleo isolante

Existem vários materiais que podem ser utilizados como núcleo isolante em telhas isotérmicas. Na Figura 4 são apresentados os possíveis materiais e as respectivas espessuras necessárias para obter-se o mesmo resultado na questão da transmissão de calor.

Figura 4: Comparativo entre as espessuras de alguns materiais em relação à espuma de PIR para o mesmo isolamento térmico.



Fonte: Kingspan Isoeste, 2021.

(www.kingspan-isoeste.com.br - Acesso em 10/05/2021).

Por sua eficiência térmica e por ser resistente a chama, o tipo de núcleo isolante adotado foi o de PIR, ou espuma de PIR, que é muito semelhante à espuma de poliuretano, com espessura de 40mm.

O Poliisocianurato – PIR é basicamente o Poliuretano – PU modificado, com um índice de isocianato acima da quantidade equivalente exigida. O excesso de isocianato no Poliisocianurato – PIR, na presença de catalisadores especiais, reage consigo mesmo, produzindo cadeias mais fortes de isocianurato, do que as ligações normais de uretano, o que caracteriza uma espuma quimicamente e termicamente mais estável que o Poliuretano – PU.

O Poliisocianurato – PIR oferece vantagens exclusivas que garantem sua composição, otimização ainda maior no isolamento térmico, resistência a reações do fogo, e melhores níveis de desempenho. Também conta com os benefícios presentes no Poliuretano – PU, como o peso, força estrutural, adesão a superfícies de metal e isolamento térmico e acústico.

O processo de produção de telhas isotérmicas com núcleo em PIR é totalmente automatizado, o que garante uniformidade e densidade padronizada. Essas telhas podem ser aplicadas em obras residenciais, comerciais ou industriais e possuem maior resistência ao ataque de roedores, insetos e fungos devido à propriedade antifúngica e antipesticida do material. Isso garante durabilidade maior também em locais de climas úmidos e maresia.

Além dos benefícios de isolamento térmico e acústico, aliados à durabilidade, possui seguro mais barato comparado a outros revestimentos utilizados na obra. Essas características fazem que o PIR seja indicado para várias aplicações em construções de pequeno ou grande porte, trazendo ótimos resultados (TERMOVALE, 2021).

3.4. Análise comparativa com elemento de cobertura comumente utilizado

Os parâmetros adotados para efeito de comparação entre os elementos de cobertura comumente utilizados (telha cerâmica colonial) e as telhas isotérmicas foram a condutividade térmica e o coeficiente global de transmissão de calor “U”.

A norma de desempenho 15.575 para os requisitos técnicos traz regras para o valor U. Essa norma especifica para desempenho térmico o método simplificado ou prescritivo, que basicamente informa qual é o valor “U” ou o coeficiente global de transmissão de calor máximo que pode ter para um determinado elemento da construção (ASSOCIADOS, 2021).

Segundo Associados (2021), o coeficiente global de transmissão de calor, ou valor “U” de um componente construtivo é o quanto ele conduz de calor de uma face do elemento, (telha, parede etc.) até a outra face. A transferência de calor ocorrerá por condução toda vez que houver diferença de temperatura entre a face interna e a face externa. Esse coeficiente é definido pelo U *value*, que é dado em Watts dividido por metro ao quadrado multiplicado por Kelvin ($U=W/m^2\cdot K$)¹⁰, e quanto maior esse valor, mais calor é transmitido entre as faces do componente construtivo.

A condutividade térmica é a característica física de um material que determina sua capacidade de se deixar atravessar com maior ou menor facilidade por um fluxo de calor. A condutividade térmica varia de acordo com algumas propriedades dos materiais, tais como, densidade, porosidade, temperatura e umidade (CASTRO, 2019).

Franco (2021) diz que o valor U depende da resistência térmica de cada um dos elementos que compõem a superfície (percentual em que um elemento construtivo se opõe à passagem de calor), e isso, em particular, obedece à espessura de cada camada e sua condutividade térmica (capacidade que cada material possui de conduzir o calor).

Para Castro (2019), a condutividade térmica refere-se à característica do material que determina sua capacidade de se deixar atravessar com maior ou menor facilidade por um fluxo de calor. Consiste numa grandeza física que mede a capacidade de uma substância conduzir o calor, e representa a taxa temporal de transmissão de energia, sob a forma de calor, através do material. Ainda, segundo Castro (2019), essa grandeza varia de acordo com algumas propriedades dos materiais, tais como, densidade, porosidade, temperatura e umidade. Exprime-se no Sistema Internacional (SI) em Watt dividido por metro multiplicado por Kelvin ($W/m\cdot K$). Quanto maior esse valor, mais calor é conduzido por essa substância.

Considerando os parâmetros expostos, as coberturas utilizadas até o momento nas regiões em estudo são de telha cerâmica tipo colonial, que tem condutividade térmica de 1,05 $W/m\cdot K$ (conforme Tabela D-1, do Anexo D da NBR-

¹⁰ 1 $W/m^2\cdot K = 0,86 \text{ kcal/h}\cdot m^2\cdot ^\circ C$ (Fonte: Manual de instalação -isotelha colonial - Kingspan Isoeste).

15.220-3 de 2005), e coeficiente global de transmissão de calor “U” de 4,55 W/m²*K conforme Tabela D-4 do Anexo D da NBR-15.220 de 2005 (ABNT, 2005).

Para a telha isotérmica com núcleo de espuma de PIR a condutividade térmica é de 0,022 W/m*K, e o coeficiente global de transmissão de calor “U” de 0,50 W/m²*K (ISOESTE, 2021). Os respectivos valores são apresentados na Tabela 1 para melhor comparação.

Tabela 1: Comparativo entre telha cerâmica em relação à núcleo de espuma de PIR

Características Térmicas	Tipo de Telha	
	Cerâmica	Isotérmica c/ núcleo de PIR
Condutividade Térmica (W/m*K)	1,05	0,022
Coeficiente Global de Transmissão de calor (W/m² * K)	4,55	0,50

Fonte: Autoria própria, 2021.

4. Resultados e Discussão

Conforme os dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que os valores das grandezas analisadas para os dois tipos de telhas estão bem distantes entre si. Isso confirma o fato de que tais parâmetros variam de acordo com a natureza dos materiais constituintes.

Em relação ao parâmetro condutividade térmica, nota-se que o valor apresentado pela telha cerâmica é aproximadamente 47 vezes maior que o da telha isotérmica, e isso equivale a redução de cerca de 98% na condução de calor através da cobertura com o emprego da telha isotérmica em vez de telha cerâmica.

Já em relação ao parâmetro coeficiente global de transmissão de calor, verifica-se que na telha cerâmica esse coeficiente é aproximadamente 8 vezes maior que o da telha isotérmica, o que equivale a redução de 89% de transferência de calor para o interior do ambiente com o emprego da telha isotérmica, em vez de telha cerâmica, confirmando o fato de a primeira apresentar melhor isolamento térmico.

5. Considerações finais

O estudo realizado demonstra a importância de atentar-se para o mercado e enxergar novas oportunidades construtivas que podem melhorar e até mesmo substituir soluções que sempre foram utilizadas. Ainda que o principal parâmetro analisado relaciona-se ao conforto térmico, é importante citar que existem outros fatores, como a resistência mecânica, por exemplo, que podem elevar as vantagens na utilização do PIR.

Embora telhas cerâmicas apresentem boas condições de isolamento térmico, as telhas isotérmicas são modelos de coberturas que vem se destacando por sua grande vantagem de amenizar a transferência de calor para o interior das residências devido a altos gradientes de temperaturas a que podem estar submetidas. É excelente solução de cobertura que apresenta várias vantagens e ótimos benefícios.

Em especial, a telha isotérmica com núcleo em PIR se destaca por ter boa resistência mecânica, sendo essa uma de suas características principais, por ter carga admissível de até 80 kg/m², assim pode ser considerada autoportante. Por suportar naturalmente exposição a diversos tipos de solicitações térmicas e mecânicas, sua vida útil tende a ser mais extensa do que a das telhas convencionais.

É importante destacar que o uso das telhas isotérmicas em residências de baixa renda está vinculado diretamente ao projeto que define exatamente os parâmetros de desempenho de conforto térmico que se deseja obter, além de diretrizes para correta instalação, levando em consideração as características das telhas fornecidas pelos fabricantes.

Verifica-se, pelos resultados apresentados, que a telha isotérmica com PIR, segundo os dois parâmetros analisados, mais especificamente o coeficiente global de transmissão de calor, mostra-se quase dez vezes mais eficiente que a telha cerâmica, no que se refere a transferência de calor entre as duas faces do componente construtivo.

Desse modo, pode-se afirmar por meio dos parâmetros analisados que de fato, a telha isotérmica possui melhor desempenho térmico que a de cerâmica, contribuindo, portanto, para maior conforto térmico das edificações, principalmente nas regiões mais quentes do país.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **15575**: EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS-DESEMPENHO parte 1. 4 ed. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **15220-3**: Desempenho térmico de edificações parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 1 ed. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **9442**: Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. 1 ed. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIADOS, Ca2 Consultores Ambientais. **Transmitância térmica - desempenho térmico de edificações**. Disponível em <https://ca2.com/desempenho-termico-de-edificacoes/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BUENO, André Duarte. **Transferência de calor e umidade em telhas**. 1994. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1994. Cap. 1.

CASTRO, Ariane Cristina de. **Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de cobertura em instalações avícolas**. 2019. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/avaliacao-eficiencia-termica-materiais-t37604.htm>. Acesso em: 10 nov. 2021.

CBIC. **MCMV: moradia digna e qualidade de vida para a população de baixa renda**. Disponível em: <https://cbic.org.br/industriaimobiliaria/2019/03/21/mcmv-moradia-digna-e-qualidade-de-vida-para-a-populacao-de-baixa-renda/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

ENGENHARIA, Thórus. **Conforto Térmico na Arquitetura: o que é e como garanti-lo**. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/conforto-termico-na-arquitetura/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

FRANCO, José Tomás. **TRANSMITÂNCIA TÉRMICA – DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES**. Traduzido por Eduardo Souza. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/899167/como-calculer-a-transmitancia-termica-valor-u-na-envoltoria-de-um-edificio>. Acesso em: 20 nov. 2021.

ISOESTE, Kingspan. **Manual de instalação isotelha colonial**. Anápolis: Kingspan Isoeste, 2019. Versão 02, 19p.

LA COBERTURA. **Telha Cerâmica Vermelha**. Disponível em: <https://www.lacobertura.com.br/telha-ceramica-vermelha>. Acesso em: 21 nov. 2021.

PERALTA, Gizele. **Desempenho térmico de telhas: análise de monitoramento e normalização específica**. 2006. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SCARELLI, Vitor Dias. **Avaliação comparativa da eficiência térmica de núcleos isolantes de telha termo acústicas em edificações na região de Campo Mourão**. 2017. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal de Campo Mourão, Campo Mourão, 2017.

TERMOVALE. **Telhas Termoacústicas Com PU/PIR (Poliuretano – Poliisocianurato)**. Disponível em: <https://www.termovale.com.br/pt-br/telha-termoacustica-com-pupir-poliuretano-poliisocianurato>. Acesso em: 17 nov. 2021.