Análise Comparativa da Eficiência de Impermeabilizantes em Telhas de Fibrocimento, Cimento e Cerâmica

Comparative Analysis of Waterproofing Efficiency in Fiber Cement, Cement and Ceramic Tiles

Bianca Ribeiro Dos Santos[1], Camylla Giovana dos Santos[2], Crystofer Lucas Pereira[3], Lívia Silva Vilela[4], Mariane Aparecida Mendes[5], Fábio Luís Figueiredo Fernandes[6]

1 - Dicente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. E-mail.: biancabiancaribeiro@gmail.com
2 - Dicente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. E-mail.: camyllagiovana.santos@gmail.com
3 - Dicente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. E-mail.: crystoferlucasp@gmail.com
4 - Dicente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. E-mail.: liviasv30@gmail.com
5 - Dicente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. E-mail.: marianemendes787@icloud.com
6 - Docente do Centro Universitário de Itajubá – FEPI. e-mail.: fabiofepi@yahoo.com.br

Recebido em: 30/08/2024 Revisado em: 10/07/2025 Aprovado em: 14/07/2025

Resumo: Atualmente, uma das principais preocupações no mundo moderno é aprimorar as técnicas de construção para minimizar possíveis problemas, como a umidade proveniente do telhado, que pode causar complicações na construção civil quando o telhado não é adequadamente construído e impermeabilizado. Com esse objetivo, o estudo buscou analisar o desempenho de dois tipos de impermeabilizantes, Borracha Líquida e Resina, em três diferentes tipos de telhas: Fibrocimento, Cerâmica e Concreto. A avaliação foi realizada considerando o desempenho de cada impermeabilizante em duas situações distintas, avaliando seu índice de impermeabilização nas telhas e sua resposta à variação de temperatura sob cada uma delas, levando em conta as condições de umidade e clima do local onde o experimento foi conduzido. Os resultados evidenciaram que cada tipo de telha demonstrou um comportamento específico em relação ao teste de impermeabilização, embora os dados coletados não tenham variado significativamente entre elas, possibilitando uma análise comparativa dos produtos aplicados. Posteriormente, após o teste de temperatura, foi possível observar variações entre os diferentes tipos de telha, destacando-se a Fibrocimento pela maior discrepância de dados em relação aos outros modelos.
Palavras-chave: Impermeabilização, Temperatura, Telha, Edificação, Umidade.

Abstract: Currently, one of the main concerns in the modern world is to improve construction techniques to minimize potential problems, such as moisture coming from the roof, which can cause complications in civil construction when the roof is not properly constructed and waterproofed. With this objective, this study sought to analyze the performance of two types of waterproofing agents, Liquid Rubber and Resin, in three different types of tiles: Fiber Cement, Ceramic and Concrete. The evaluation was carried out considering the performance of each waterproofing agent in two different situations, evaluating its waterproofing index in the tiles and its response to the temperature variation under each of them, taking into account the humidity and climate conditions of the place where the experiment was conducted. The results showed that each type of tile demonstrated a specific behavior in relation to the waterproofing test, although the data collected did not vary significantly between them, allowing a comparative analysis of the products applied. Subsequently, after the temperature test, it was possible to observe variations between the different types of tiles, with Fiber Cement standing out for the greater discrepancy of data in relation to the other models.
Key-Words: Waterproofing, Temperature, Tile, Building, Humidity.

Introdução

Com o passar dos anos, a humanidade tem demonstrado uma preocupação crescente em aprimorar suas construções. Nesse contexto, a umidade tem se mostrado uma presença constante no cotidiano de diversas estruturas (Venturini, 2009), como é o caso dos telhados. Estes estão em constante exposição a chuvas e baixas temperaturas, fatores que podem promover o surgimento de diversas patologias e, consequentemente, acarretar complicações ao longo do tempo.

Para enfrentar esses desafios, foi introduzido o processo de impermeabilização de telhas, que tem como objetivo impedir a infiltração de água e umidade, prevenindo problemas associados à falta de proteção. A impermeabilização não apenas protege as estruturas contra danos, mas também contribui para a manutenção da integridade e longevidade das construções.

Destaca-se, portanto, que com a adoção desse recurso, não há necessidade de gastos adicionais com a recuperação do local afetado, sendo essa uma adversidade que deve ser considerada. Dessa forma, é importante ressaltar que a execução do sistema de impermeabilização deve ser rigorosamente inspecionada, independentemente do tamanho do projeto, visando evitar irregularidades no processo e, consequentemente, custos com a recuperação de componentes afetados (Sheidegger, 2019).

A impermeabilização é um processo que envolve a aplicação de produtos especializados em áreas expostas a condições climáticas adversas. Seus principais objetivos são selar, vedar e corrigir falhas em materiais porosos, garantindo uma proteção eficaz contra a umidade. A aplicação pode ser realizada com uma variedade de produtos, cada um adequado às propriedades específicas do material e da superfície em questão. Ao implementar um sistema de impermeabilização em toda a edificação, a construção adquire maior resistência e durabilidade, retardando o processo de degradação e aumentando sua longevidade (Araújo, 2021).

Além disso, a impermeabilização desempenha um papel fundamental na preservação das condições estruturais e estéticas da construção, reduzindo a necessidade de reparos frequentes e os custos associados à recuperação de danos causados pela umidade. Sabe-se que, por meio de estudos, o conserto de um telhado que já sofreu com problemas de umidade e outras patologias tem um custo significativamente maior do que quando a impermeabilização é prevista inicialmente no projeto. Conforme observado por Venturini (2009), a demora na implementação da impermeabilização pode resultar em um custo até 15 vezes maior, especialmente quando a intervenção é realizada após o surgimento dos problemas e o imóvel já está em uso. Portanto, a aplicação

antecipada de sistemas de impermeabilização é uma estratégia econômica e eficaz para evitar gastos substanciais com reparos futuros.

Este artigo tem como objetivo avaliar a eficácia de dois tipos de impermeabilizantes aplicados em três diferentes tipos de telhas. A análise considera o material de cada telha, os compostos específicos de cada impermeabilizante, a forma de atuação de cada produto, as variações de temperatura e a eficiência de cada sistema de impermeabilização.

Este estudo é de natureza experimental, aplicada e prática, se concentrando na análise comparativa de médias da eficiência de diferentes impermeabilizantes aplicados em três tipos de telhas. A abordagem é quantitativa e baseia-se em dados primários obtidos através de ensaios de impermeabilidade, permeabilidade e resistência a variações de temperatura de forma transversal. O estudo também inclui a caracterização das amostras, considerando suas principais características, como tipo, tamanho, espessura e peso, além de avaliar seu comportamento em relação ao clima, temperatura e umidade local.

O objetivo é fornecer conhecimento detalhado sobre os processos de impermeabilização, incluindo suas vantagens e desvantagens. Dessa forma, os leitores poderão atuar de maneira mais eficiente na manutenção dos telhados, prevenindo patologias futuras causadas por intempéries e garantindo a longevidade e integridade das estruturas.

Telhado

Consoante Meneguetti (2001), o telhado é um componente fundamental na construção civil, desempenhando um papel crucial na proteção do interior da edificação. Ele impede a entrada de agentes externos, como intempéries, animais e raios solares, garantindo a integridade e o conforto do ambiente interno. Além de sua função protetora, o telhado também contribui para a eficiência energética da construção, ajudando a manter condições climáticas internas adequadas e reduzindo a necessidade de sistemas de climatização adicionais.

Para Iunescu *et al*. (2015), o telhado também desempenha uma função de isolamento acústico e proporciona conforto térmico ao ambiente. Esta função é fundamental para a qualidade de vida dos ocupantes da edificação, sejam eles humanos ou animais, pois contribui para a criação de um ambiente interno mais agradável e protegido das variações climáticas e de ruídos externos.

Segundo Cunha *et al.* (2017), a cobertura do telhado é composta por telhas fabricadas a partir de diversos materiais, como cerâmica, metal, fibrocimento e cimento, entre outros. Cada tipo de telha é selecionado com base nas necessidades específicas do projeto. Além das telhas, o sistema de cobertura inclui uma série

de elementos estruturais, como treliças, ripas, terças e caibros, que são essenciais para a sustentação e estabilidade do telhado. Esses componentes trabalham em conjunto para garantir a integridade e funcionalidade da cobertura, suportando as telhas e protegendo a edificação contra condições climáticas adversas.

De acordo com Cunha et al. (2017), cada elemento do sistema de cobertura desempenha um papel significativo na estrutura do telhado. Entre esses elementos, as treliças ou tesouras se destacam como componentes essenciais, especialmente em telhados com duas águas ou mais. Elas são formadas por unidades triangulares, cujas extremidades são conectadas por nós, oferecendo suporte e estabilidade. Além das treliças, a trama, composta por terças, caibros e ripas, é crucial para a sustentação das telhas sobre o telhado. Esses elementos colaboram para garantir a integridade estrutural e a eficiência da cobertura, suportando adequadamente as telhas e protegendo a edificação.

Telhas

Conforme Glancey (2001), no passado, os seres humanos utilizavam cabanas como abrigo para se proteger das intempéries e dos perigos relacionados à sobrevivência. Embora essas habitações fossem rudimentares, elas ofereciam uma forma primitiva de cobertura e conforto térmico. Construídas com materiais como pele de animais, folhagens, colmo e casca de árvores, essas estruturas eram projetadas para proporcionar uma temperatura interna relativamente estável e proteger os ocupantes dos elementos externos.

Para Sampaio et.al (2011), o telhado é um elemento construtivo de grande importância em uma edificação, pois está diretamente relacionado ao conforto e ao ganho térmico do ambiente. O telhado desempenha um papel crucial ao interceptar a radiação solar, o que contribui para o resfriamento da construção e ajuda a manter uma temperatura interna mais agradável.

Freitas (2023) ressalta que a escolha das telhas e sua coloração tem um impacto direto no desempenho térmico da cobertura. Telhas de cores escuras, como o preto, tendem a absorver mais a radiação solar, aumentando a temperatura interna da construção. Em contraste, telhas de tons mais claros refletem a radiação solar, ajudando a manter o ambiente interno mais fresco. Essa diferença na absorção e reflexão da luz solar pode influenciar significativamente a eficiência energética e o conforto térmico da edificação.

De acordo com Naíade (2019), o mercado atual oferece uma variedade de tipos de telhas, incluindo modelos fabricados principalmente em cerâmica, fibrocimento, cimento, PVC e vidro, entre outros materiais. Cada tipo de telha possui características específicas que podem

atender a diferentes necessidades e requisitos dos projetos de construção.

Telhas Cerâmicas

As telhas cerâmicas são o modelo mais amplamente utilizado em residências brasileiras, sendo projetadas principalmente para cobrir a construção. Além de proporcionar uma eficaz vedação térmica, essas telhas também desempenham um papel estético significativo, oferecendo uma ampla variedade de modelos e formatos. Segundo a NBR 15310 (2005, p. 1), as telhas cerâmicas são valorizadas por sua capacidade de combinar funcionalidade e estética, adaptando-se a diferentes estilos arquitetônicos e necessidades de construção.

De encontro a Mezquita (2014), a fabricação de telhas cerâmicas envolve várias etapas cruciais. O processo começa com a preparação da matéria-prima, seguida pela definição do formato das telhas. Após a moldagem, as telhas passam por um processo de secagem para remover a umidade. Em seguida, são aplicadas camadas de esmalte, se necessário, para proporcionar acabamento e durabilidade. Finalmente, as telhas são expedidas para distribuição e uso. Cada uma dessas etapas é fundamental para garantir a qualidade e a funcionalidade das telhas cerâmicas.

Telhas de fibrocimento

Em um país com elevados índices de desigualdade social, as telhas de fibrocimento emergem como uma opção viável para coberturas em comunidades de baixa renda. De acordo com a ETERNIT (2012), tal modelo de telha, ocupa o segundo lugar no quesito cobertura em residências carentes, ficando atrás apenas das lonas pretas. A acessibilidade econômica e a funcionalidade das telhas de fibrocimento contribuem para sua popularidade em contextos em que soluções de baixo custo são essenciais.

De acordo com a ABNT (2005), as telhas de fibrocimento são reguladas pela norma NBR 15210. Elas são fabricadas a partir da combinação de fibras sintéticas e Cimento Portland, resultando em um componente leve que exerce uma carga reduzida sobre as estruturas subjacentes. Essa característica torna as telhas de fibrocimento uma solução adequada para diversas aplicações em construções, especialmente em contextos onde o peso das coberturas é uma consideração importante.

Para o Conselho Nacional do Ambiente (2002), as telhas de fibrocimento originalmente continham um resíduo perigoso conhecido como amianto. Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral, 2006 (DNPM), 98% do amianto produzido no Brasil era utilizado na fabricação de fibrocimento e caixas d'água. Devido aos riscos significativos à saúde associados ao

amianto, o uso deste material foi proibido por legislação em 1995, visando proteger a saúde pública e prevenir os danos causados pela exposição a essa substância prejudicial.

De acordo com Abifibro (2013), o amianto, um elemento nocivo à saúde, conferia às telhas de fibrocimento maior durabilidade, resistência a esforços de tração e excelentes propriedades de isolamento acústico e elétrico. No entanto, a substituição do amianto por fibras sintéticas não comprometeu a qualidade das telhas. As fibras sintéticas oferecem uma capacidade de deformação superior, proporcionam uma resistência considerável a impactos e reduzem o risco de fissuras, mantendo a funcionalidade e a segurança das telhas de fibrocimento.

Segundo Baur et al. (2015), a seleção do tipo de fibra para a fabricação de telhas de fibrocimento é uma consideração tanto econômica quanto ambiental. Balthazar (2012) reforça que a escolha dos materiais para uma obra é frequentemente determinada pelo custo desses materiais. Portanto, a decisão sobre o tipo de fibra a ser utilizada deve equilibrar fatores econômicos e ambientais, garantindo que as soluções adotadas sejam tanto viáveis financeiramente quanto sustentáveis.

Coelho et al. (2017) afirma que, apesar da resistência das telhas de fibrocimento a diversas condições, elas estão sujeitas à degradação devido a fatores adversos, como intempéries. Esses fatores podem resultar em eflorescência, carbonatação e proliferação de fungos, os quais comprometem a integridade do material e reduzem sua vida útil.

Telhas de concreto

Fabricada a partir da combinação de cimento, água, agregados e aditivos, a telha de concreto é um componente significativo na construção civil. Sua primeira patente foi registrada em 1844, cerca de vinte anos após a invenção do Cimento Portland. O crédito por essa inovação vai para Adolf Kroher, na Alemanha, que desenvolveu o primeiro protótipo de telha de concreto utilizando uma mistura de água, cimento e areia, com a ajuda de uma máquina de prensagem manual. Essa inovação marcou o início do uso de telhas de concreto na construção, estabelecendo um importante marco na evolução dos materiais de cobertura.

Segundo Tong et al. (2014), as telhas de concreto são adequadas para telhados com inclinação de até 30% e ajudam a reduzir o ganho de calor. Na China, para melhorar o conforto térmico, é comum a utilização de um sistema de duas camadas de telhado sólido, com uma abertura de ar intercalada entre elas. Esse arranjo contribui para uma melhor ventilação e isolamento térmico, otimizando as condições internas das edificações.

Para a NBR 13858-2 (ABNT, 2009, p. 1), as telhas de concreto são peças de cobertura com formato basicamente retangular e perfil

ondulado, fabricadas a partir de uma mistura de cimento, água e aditivos, elas podem ser fornecidas na cor natural ou pigmentadas. Atualmente, existem diversos tipos de telhas de concreto, e um mesmo modelo pode receber diferentes denominações dependendo da empresa fabricante. Essa variação nos nomes pode ocorrer devido a diferentes padrões ou designações adotadas por cada fabricante.

O padrão de fabricação e comercialização das telhas de concreto é estabelecido pela ABNT NBR 13858-2 (2019). De acordo com Barros (2020), as telhas devem possuir um acabamento visual livre de fissuras, bolhas, esfoliações, desagregações, quebras e rebarbas. Além disso, é imprescindível que as telhas apresentem um encaixe lateral eficiente para evitar deslocamentos. A presença de uma garra de fixação é necessária para assegurar o encaixe adequado nos apoios, enquanto as nervuras são projetadas para promover uma circulação turbulenta de ar, melhorando o desempenho térmico e a ventilação.

Essas telhas também se destacam pela sua condutividade térmica. De acordo com Fidalgo et al. (2019), a condutividade das telhas de concreto foi confirmada por Zhao et al. (2019) através de simulações numéricas. Os resultados mostraram que as telhas possuem excelentes características para aquecimento térmico. Além disso, o estudo incluiu testes com pisos do mesmo material, que demonstraram uma boa distribuição de temperatura no ambiente para ambas as aplicações. Esses resultados evidenciam a eficácia das telhas de concreto em termos de desempenho térmico e distribuição de calor.

Impermeabilizantes

É importante destacar que, inicialmente, foi realizada uma seleção para determinar o tipo de impermeabilizante a ser utilizado nos testes. Para definir o produto mais adequado, foram considerados fatores como o custo-benefício, a facilidade de aplicação, a qualidade do acabamento e o desempenho funcional. Com base nesses critérios, foram escolhidos a resina acrílica e a borracha líquida, pois são amplamente utilizados em manutenções residenciais. No entanto, para proporcionar uma análise mais abrangente e complementar sobre o assunto, também foram incluídas outras variações de impermeabilizantes no estudo.

À luz de Felizardo (2013) o principal objetivo da impermeabilização é proteger estruturas e superfícies contra os efeitos prejudiciais da umidade e da água. Esse processo é essencial não apenas para garantir a qualidade da construção, mas também para conservar e valorizar o imóvel. Desde a estrutura até o telhado, a impermeabilização adequada em cada fase da obra é crucial para assegurar a integridade da construção, aumentar sua durabilidade e melhorar

significativamente a segurança e a qualidade de vida dos ocupantes.

Segundo a NBR 9575 (2010), a impermeabilização é definida como um conjunto de operações e técnicas construtivas que envolvem a aplicação de uma ou mais camadas de materiais. O objetivo principal é proteger as construções contra os efeitos dos fluidos, vapores e umidade, garantindo a integridade e durabilidade das estruturas ao impedir a penetração de água e umidade.

De acordo com Soares (2014, p. 15), o sistema de impermeabilização tem como objetivo atender a três aspectos principais, que podem ocorrer de forma conjunta ou isolada. Primeiramente, busca-se garantir a durabilidade da edificação, uma vez que a eficácia do sistema de impermeabilização está diretamente relacionada à sua capacidade de proteger as estruturas contra os danos causados pela água. A água é um dos principais agentes que afeta negativamente as estruturas, tornando a impermeabilização essencial para prolongar a vida útil das construções.

Segundo Ionescu et.al (2015), o sistema de impermeabilização também visa garantir o conforto do usuário, seja ele humano ou animal, e a funcionalidade das edificações. Esses aspectos estão se tornando cada vez mais importantes à medida que problemas como umidade, infiltrações e vazamentos se tornam mais comuns. Tais problemas podem limitar o uso da edificação, resultando não apenas em desconforto para os ocupantes, mas também em perdas financeiras significativas. Portanto, a impermeabilização é crucial para prevenir esses problemas e assegurar a integridade e o conforto das construções.

Sob essa perspectiva, é fundamental compreender o conceito de impermeabilização conforme definido pelo Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2018). A impermeabilização é descrita como o processo de tornar uma estrutura resistente à água, com o objetivo de garantir a habitabilidade e a funcionalidade da edificação. Além de promover a saúde, segurança e conforto dos usuários, a impermeabilização também visa preservar a integridade da obra, uma vez que a umidade pode provocar a manifestação de patologias e comprometer a durabilidade da construção.

Entre os principais desafios encontrados em obras de construção civil, a ausência de impermeabilização é frequentemente um dos mais discutidos. Esse problema ocorre porque a impermeabilização muitas vezes não é visível após a conclusão da edificação, levando a sua negligência, subestimação ou até mesmo omissão. Righi (2009, p. 14) destaca que os principais fatores que contribuem para a ineficácia no processo de impermeabilização estão relacionados à falta de informação sobre as técnicas e materiais utilizados, bem como ao dinamismo do setor. Assim, é possível identificar e mitigar os problemas associados à

impermeabilização por meio de um planejamento adequado desde o início do desenvolvimento da obra.

De acordo com Santos (2019), a impermeabilização é crucial para a durabilidade da estrutura de uma edificação. É fundamental que os profissionais tenham um domínio adequado das técnicas de aplicação, pois isso impacta diretamente no desempenho final do sistema de impermeabilização. Para os engenheiros, é essencial possuir conhecimentos aprofundados sobre o processo, incluindo a seleção dos materiais apropriados, a especificação dos sistemas de impermeabilização, a contratação de empresas especializadas e a fiscalização rigorosa da execução. Picchi (1986) e Vercoza (1987) destacam que falhas localizadas na vedação do telhado podem comprometer significativamente sua proteção e, consequentemente, a integridade da construção.

Principais tipos de impermeabilizantes:

Resina acrílica: Este material é amplamente reconhecido por sua alta eficiência como impermeabilizante, devido à sua composição química que promove uma excelente aderência aos substratos, resultando em maior flexibilidade e capacidade de absorção das movimentações estruturais. Essa flexibilidade é essencial para prevenir fissuras e falhas na camada impermeabilizante, especialmente em superfícies sujeitas a dilatações térmicas. O processo de aplicação da resina acrílica é geralmente realizado em conjunto com o véu de poliéster, formando uma trama que, ao ser aplicada, exibe uma excelente aderência e cobertura. Essa combinação resulta em uma camada estagnada e monolítica, garantindo que, mesmo em casos onde sejam necessários reparos localizados, a impermeabilização continue eficaz, impedindo a infiltração de água e permitindo que a percolação ocorra sem penetração indesejada. Uma das principais vantagens da resina acrílica é sua aplicação in loco, onde o material pode ser facilmente moldado. Conforme evidenciado por Araújo (2021), o material é de fácil aplicação, não exigindo procedimentos mecânicos complexos, sendo necessário apenas o manuseio manual. Além disso, após a aplicação, observa-se uma aparência final homogênea e estética, sem sobrecarregar a estrutura do telhado, visto que adiciona pouca carga acidental.

Borracha liquida: Representa uma das mais recentes inovações tecnológicas desenvolvidas pela indústria brasileira no campo da impermeabilização. Este material é altamente repelente à água e pode ser moldado para aderir a qualquer tipo de substrato, sem a formação de emendas, o que contribui para a criação de uma barreira contínua contra infiltrações. Constituída por elastômeros, a borracha líquida, após o processo de cura

(vulcanização), forma uma película contínua que se destaca por sua notável flexibilidade, aderência e capacidade de recuperação elástica. Essas propriedades garantem que o material possa acompanhar as movimentações do substrato, mantendo sua integridade ao longo do tempo, mesmo sob condições adversas. Essa tecnologia inovadora oferece vantagens significativas em termos de durabilidade e eficiência na vedação de superfícies, tornando-se uma opção atrativa para projetos de impermeabilização que demandam alta performance e longevidade (Aecweb, 2017).

Manta acrílica: A manta acrílica é um produto de natureza líquida e viscosa, composto por uma emulsão de polímeros acrílicos termoplásticos em dispersão aquosa. Este material destaca-se pela sua resistência a intempéries, sendo especialmente eficaz em aplicações que demandam proteção contra agentes climáticos adversos. Aplicada a frio, a manta acrílica oferece excelentes características de elasticidade, flexibilidade e aderência, o que permite que o material se adapte a diferentes superfícies, garantindo uma cobertura uniforme e resistente. Além dessas propriedades, a manta acrílica possui a capacidade de absorver os raios solares, contribuindo para a redução do calor absorvido pela estrutura, o que pode resultar em melhorias na eficiência térmica de edificações. Essa combinação de propriedades torna a manta acrílica uma solução versátil e eficiente para projetos de impermeabilização, onde a durabilidade e a resistência a variações climáticas são cruciais (Vedacit, 2010).

Silicone hidrofugante: É amplamente utilizado como material impermeabilizante, sendo composto por moléculas à base de polímeros que podem ser diluídos em água ou em outros solventes. Este produto é especificamente projetado para proteger estruturas contra a ação da água e da umidade, desempenhando um papel crucial na prevenção de manifestações patológicas, como infiltrações e corrosões. Ao criar uma barreira invisível na superfície aplicada, o silicone hidrofugante impede a penetração de água, garantindo a preservação da integridade da estrutura ao longo do tempo. Além disso, essa proteção contribui para a maior durabilidade da construção, facilitando sua manutenção e reduzindo a necessidade de reparos frequentes. Devido à sua eficácia e facilidade de aplicação, o silicone hidrofugante tem se consolidado como uma escolha popular em projetos que visam a conservação e a longevidade das edificações (Sika Brasil, 2019).

Manta asfáltica comum: Conforme apontado por Andrello e Takagi (2017), a manta asfáltica comum destaca-se pelo seu alto desempenho, proporcionando uma significativa economia na manutenção das edificações. Este produto é formulado a partir de asfalto modificado com polímeros,

emulsionado em água, o que o torna pronto para o uso e não agressivo ao meio ambiente. Entre as principais características da manta asfáltica comum estão sua boa elasticidade, flexibilidade e aderência, fatores que facilitam seu manuseio durante a aplicação. Após a aplicação, o material forma uma membrana contínua e sem emendas, o que garante uma proteção resistente e duradoura contra infiltrações e outros danos causados pela exposição às intempéries. A combinação dessas propriedades faz da manta asfáltica uma escolha eficiente para projetos de impermeabilização, oferecendo não apenas uma solução técnica robusta, mas também uma opção economicamente viável para a conservação e durabilidade das construções.

Materiais e Métodos

A seguinte pesquisa refere-se a um estudo experimental, transversal e de natureza aplicada e prática, a partir de uma abordagem quantitativa utilizando comparativo de médias, que se deu através de dados primários. Para obtenção dos resultados acerca desta, utilizou-se métodos de cunho experimental e observacional, fazendo-se uso de impermeabilizantes do tipo Borracha Liquida e Resina Acrílica como materiais vedantes os quais possuem em sua composição: copolímero acrílico; aditivo; pigmentos orgânicos e inorgânicos, assim como 30 unidades de telha, sendo destas, 10 de fibrocimento; 10 de cimento e 10 de cerâmica como corpos de prova, afim de obter uma análise clara sobre o nível de permeabilidade, impermeabilidade e a temperatura exercida sob cada telha, quando submetida ou não à aplicação de determinada película vedadora.

A escolha dos materiais foi feita a partir de uma amostragem por julgamento, a fim de comprovar a hipótese de que telhas impermeabilizadas apresentam menor índice de permeabilidade em comparação às telhas não impermeabilizadas. De acordo com Lapa (2008), a impermeabilização é uma das etapas mais críticas na construção civil, pois contribui para aumentar a vida útil das estruturas.

Visto isso, determinado experimento implicaria na geração de conhecimento prático e aplicado para resolução de problemas locais específicos. Do mesmo modo, caracterizou-se as amostras de acordo com seu tipo; tamanho; espessura e peso, assim como por suas principais propriedades. Nesse sentido, com os devidos dados obtidos através de variáveis quantitativas, a análise foi desenvolvida por meio de teste ANOVA de um fator com post hoc de Tukey a partir do programa MINITAB© 16 para determinar o comparativo de médias da impermeabilidade, a permeabilidade e a temperatura sob as telhas, em paralelo ao programa Microsoft Excel© 3.6.5 para a realização de tabelas e gráficos.

Indo de encontro a perspectiva de Galindo (2015) o mercado oferece uma ampla

variedade de telhas, sendo elas de aço zincado, autoportantes, alumínio, plásticas, cerâmica, vidro, material reciclado, cimento, policarbonato; fibrocimento, dânicas, entre outras. Dentre essas, as telhas de fibrocimento, cimento e cerâmica são as mais amplamente utilizadas em residências, conforme ilustrado na Figura 1.

Nesse viés, tendo em vista a realidade supracitada, destaca-se de forma notável a variação de custo de telhas. Portanto, fez-se um estudo no mercado referente as amostras de telhas, com o intuito de comparar o preço encontrado, possibilitando, melhor custo-benefício. Este estudo permitiu avaliar não apenas a eficiência dos materiais em termos de impermeabilidade, mas também sua viabilidade econômica para aplicação em projetos de construção.

Figura 1. Telha de fibrocimento, concreto e cerâmica respectivamente.

Para realização da análise de dados verificou-se o comportamento das telhas em relação ao clima; temperatura e umidade, referentes a cidade de Itajubá-MG, que se encontra na latitude de 22º 25' 32" S; longitude de 45º 27' 10" W e a 856 m de altitude. À luz da classificação de Koppen e Geiger (1936), o clima classificado como Cwa, corresponde a um clima subtropical, caracterizado por invernos secos (com temperaturas médias abaixo de 18°C) e verões quentes (com temperaturas médias acima de 22°C). Esse clima resulta da influência de características tropicais e temperadas. Vale salientar, ainda, que, as temperaturas na região variam entre 13°C e 29°C ao longo do ano, com uma amplitude de 5,7°C. Predominam ventos provenientes do nordeste (NE) e há uma variação sazonal significativa na sensação de umidade. Assim, ratifica-se que a classificação adotada baseia-se no pressuposto de que chuva, temperatura e umidade são expressões significativas do clima dominante na área estudada.

Diante disso, o ensaio foi realizado utilizando-se duas caixas de madeira, em que cada uma recebeu um corpo de prova distinto: um submetido à ação de um impermeabilizante e o outro com suas características naturais preservadas. Para evitar a dissipação de calor, as frestas entre as telhas e as caixas foram vedadas com membrana asfáltica impermeável.

Após a montagem do experimento, utilizou-se um termômetro digital Gulterm 700-10S, com faixa de medição de -40°C a +199,9°C e classe de precisão de 0,5% da faixa de +1 dígito menos significativo, para coletar os dados de temperatura dentro e fora das caixas. A coleta de dados foi realizada em horários distintos, às 14h e às 19h, duas vezes

ao dia, durante 21 dias, no período de outubro a novembro de 2022.

O cálculo amostral foi realizado utilizando o software GPower© 3.1.9.2, considerando um nível de significância de 0,05, um poder de teste de 80% e um efeito médio (effect size) para o teste de temperatura. Como resultado, determinou-se a necessidade de coletar um total de 63 dados amostrais para a análise. Esses procedimentos asseguram a robustez dos dados obtidos e permitem uma avaliação precisa da eficiência dos materiais impermeabilizantes em diferentes condições climáticas.

Ensaio de corpos de prova

Foram realizados testes para verificar a impermeabilidade, permeabilidade e temperatura de determinadas telhas, conforme descrito a seguir:

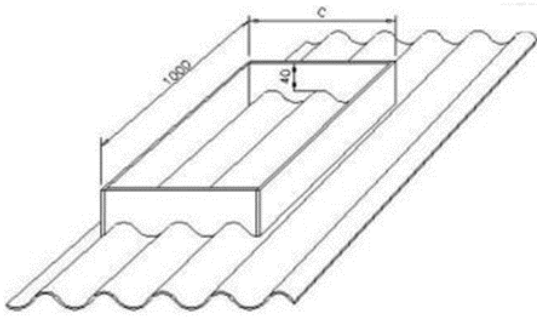
Ensaios nas telhas de fibrocimento

Ensaio de permeabilidade:

A aparelhagem utilizada, conforme representada na figura abaixo, consiste em um mecanismo cuja largura deve ser compatível com o perfil das telhas, sendo essa medida superior a 500 mm. De acordo com a NBR 15210-2 (2005, p. 10), as demais dimensões podem ser representadas conforme a Figura 2.

Seguindo a norma, o procedimento para telhas de ondas médias deve abranger, no mínimo, quatro ondas, obedecendo algumas etapas. Nesse viés, primeiramente, o dispositivo deve ser fixado sobre a telha, garantindo sua estanqueidade. Em seguida, adiciona-se água na caixa até o nível inicial, que deve estar situado a 20 mm acima da crista das ondas. A telha deve ser mantida em local arejado, protegido da incidência solar direta e de correntes de vento. Por fim, após um período de 24 horas, a parte inferior da telha é examinada.

Figura 2. Ensaio de permeabilidade em telhas de fibrocimento.



Fonte: NBR 15210-2 (2005).

Ensaios nas telhas de cimento

Os testes a serem realizados para verificação da absorção de água e permeabilidade são:

Determinação da absorção de água:

De acordo com a NBR 13858-2 (1997, p. 7), os equipamentos necessários para a determinação da absorção de água incluem uma balança com capacidade de 10 kg e resolução de 1 g, além de um reservatório de água. Ainda de acordo com tal norma, deve-se realizar alguns procedimentos. De inicio deve-

se retirar aleatoriamente seis telhas do lote. Em seguida, as telhas devem ser imersas em um reservatório com água potável por um período de 24 horas. Após esse período, as telhas são retiradas e o excesso de água na superfície é removido. Finalmente, os corpos de prova são pesados, e os valores correspondentes são registrados.

Para a determinação do índice de absorção de água, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$AA\ (\%) = \frac{mu - ms}{ms}\ .\ 100 \qquad (1)$$

Determinação da permeabilidade

Os equipamentos utilizados para a execução do ensaio são compostos por tubos circulares e transparentes ou translúcidos, abertos nas extremidades, com diâmetro de 35 mm e altura suficiente para formar uma coluna d'água de 250 mm, conforme especificado na NBR 15310 (2005, p. 21) e representado na Figura 3.

De acordo com essa norma, deve-se realizar alguns procedimentos. De inicio deve-se retirar aleatoriamente seis telhas do lote. Em seguida, as telhas devem ser imersas em um reservatório com água potável, em temperatura ambiente, por um período de 24 horas ou em água fervente por 2 horas. Após esse período, as telhas são retiradas, o excesso de água na superfície é removido, e os corpos de prova são pesados, registrando-se os valores correspondentes. A massa de cada telha deve ser medida a intervalos de 1 hora, até que dois resultados consecutivos apresentem uma diferença máxima de 0,25%. Os resultados devem indicar se houve qualquer passagem de água ou umidade para a outra face da telha.

Figura 3. Ensaio de permeabilidade de água em telhas de concreto.

Ensaios nas telhas de cerâmica

Ensaio de impermeabilidade:

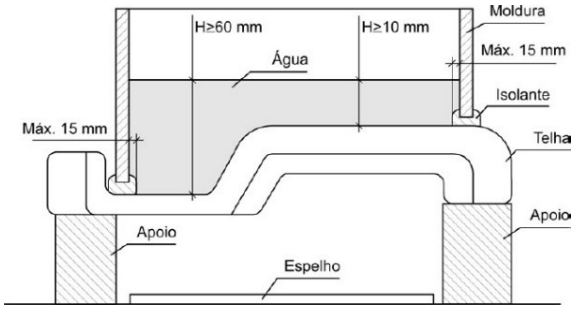
De acordo com a NBR 15310 (2005), para a realização dos testes de absorção de água em telhas cerâmicas, é necessário utilizar uma moldura impermeável que cubra, no mínimo, 65% da área útil da telha, conforme ilustrado na Figura 4. A moldura deve ser aplicada sobre uma superfície plana e impermeável com área igual ou superior à da telha, além de um espelho com área superficial igual ou maior que a da moldura. Cada corpo de prova deve estar em perfeitas condições, sem defeitos visíveis.

A execução do ensaio deve seguir as etapas a seguir:

Após a estabilização das pesagens, conforme descrito anteriormente, as telhas

devem ser resfriadas naturalmente até atingirem a temperatura de equilíbrio com o ambiente. Em seguida, as molduras devem ser aplicadas às superfícies superiores das telhas e seladas de acordo com as orientações da norma. As telhas devem ser preenchidas com água até que a coluna de água em cada telha atinja o nível indicado na Figura 4. A altura da coluna deve ser mantida constante durante o ensaio, com reposição de água conforme necessário. As telhas devem ser submetidas à pressão da coluna d'água por um período de 24 horas. A permeabilidade da telha será identificada pela presença de marcas de água na superfície do espelho (NBR 15310, 2005, p. 21).

Figura 4. Ensaio de impermeabilidade de água em telhas de cerâmica.



Fonte: NBR 15310 (2005).

O resultado do ensaio é qualitativo, devendo ser classificado como permeável ou impermeável à água. Durante a realização dos ensaios, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar devem ser registradas, arredondando-se os valores para uma casa decimal (NBR 15310, 2005, p. 27).

Determinação da massa seca e absorção de água:

De acordo com a NBR 15310 (2005), os aparelhos necessários para o teste incluem uma balança com sensibilidade de 10 g e capacidade de 10 kg, e um recipiente com capacidade suficiente para acomodar os corpos de prova imersos (NBR 15310, 2005, p. 29).

Conforme a norma citada, para o ensaio são adotados alguns procedimentos:

Inicialmente, deve-se remover qualquer partícula solta presente na estrutura. Em seguida, deve-se determinar a massa de cada estrutura em intervalos de 1 hora, até que duas pesagens consecutivas apresentem uma diferença máxima de 0,25%. Após a estabilização das pesagens, deve-se medir a massa seca (Ms) das estruturas, expressando os valores em gramas (g).

Ainda conforme a norma, para determinar a massa seca é necessário seguir os seguintes passos:

Após a determinação da massa seca (Ms), as estruturas devem ser colocadas em um recipiente de dimensões apropriadas, preenchido com água à temperatura ambiente, com volume suficiente para mantê-las completamente imersas. O recipiente deve ser aquecido gradativamente até que a água atinja o estado de ebulição. Assim que a água atingir a temperatura adequada, as estruturas devem permanecer totalmente imersas em água fervente por 2 horas.

Algumas notas devem ser adotadas, conforme a NBR 15310:

"o volume de água evaporado do recipiente deve ser reposto para que a imersão dos corpos-de-prova não sejam comprometidos; Alternativamente, esta operação pode ser substituída pela imersão completa dos corpos-de-prova em água à temperatura ambiente durante 24 horas; Havendo divergência quanto ao resultado deste ensaio, prevalece o resultado obtido em água fervente; No caso de uso de água fervente, transcorrido o tempo de imersão de 2 h de fervura, deve ser interrompida a operação e as estruturas devem ser resfriados via substituição lenta da água quente do recipiente por água à temperatura ambiente; Estando a água do recipiente à temperatura ambiente, as estruturas saturados devem ser removidos e colocados na vertical, em bancada, para permitir o escorrimento do excesso de água; A água remanescente deve ser removida com o auxílio de um pano limpo e úmido, observando-se que o tempo decorrido entre a remoção do excesso de água na superfície e o término das pesagens não deve ser superior a 15 min; A massa úmida (mu), expressa em gramas, é determinada pela pesagem de cada corpo-de-prova saturado; Os resultados das pesagens devem ser expressos em gramas".

Para a determinação do índice de absorção de água, deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$AA\ (\%) = \frac{mu - ms}{ms}\ .\ 100 \qquad (2)$$

Resultados e Discussão

Resultado de temperatura nas telhas de fibrocimento, cimento e cerâmica

Durante um período de 21 dias, foram realizadas medições diárias em horários definidos para avaliar a absorção de calor nas telhas de fibrocimento, cimento e cerâmica. Os dados obtidos foram registrados e estão apresentados na Tabela 1.

Comparativo de temperatura das telhas sem impermeabilização

Conforme ilustrado na Figura 5, observa-se que a telha de fibrocimento apresenta maior absorção de calor em comparação com a telha de concreto, que demonstra maior resistência à absorção térmica. No entanto, em dias nublados e chuvosos, as telhas não apresentam grandes diferenças.

Comparativo da temperatura da telha de fibrocimento com diferentes impermeabilizantes.

Conforme observado na Figura 6, a telha de fibrocimento demonstra uma maior absorção de calor. No entanto, ao aplicar os impermeabilizantes, observa-se uma redução na absorção térmica, com a perda mais acentuada sendo obtida com o uso da borracha líquida. A aplicação de resina também resulta em uma diminuição na absorção de calor, embora de forma menos significativa do que a proporcionada pela borracha líquida.

Comparativo da temperatura da telha de cimento com diferentes impermeabilizantes

Conforme ilustrado na Figura 7, a telha de cimento apresenta variações na absorção de calor dependendo do tipo de impermeabilizante aplicado. Em dias ensolarados, a aplicação de borracha líquida reduz significativamente a absorção de calor, contribuindo para uma menor retenção térmica. Em contraste, a telha com resina mantém uma absorção de calor semelhante à

da telha original, sem apresentar uma redução tão acentuada quanto a observada com a borracha líquida.

Comparativo da temperatura da telha de cerâmica com diferentes impermeabilizantes

Conforme ilustrado na Figura 8, a telha cerâmica demonstra a maior variação na absorção de calor entre os diferentes impermeabilizantes testados. Mesmo em dias nublados e chuvosos, é possível notar uma diferença significativa na absorção térmica. A aplicação de resina reduz a absorção de calor, porém a borracha líquida proporciona uma proteção térmica mais efetiva, resultando em uma redução mais acentuada.

Tabela 1. Absorção de temperatura das telhas de fibrocimento, cimento e cerâmica.

Temperaturas	Fibrocimento		Cimento		Cerâmica	
Original	Fr	%	Fr	%	Fr	%
20-24	4	19.05%	4	19.05%	5	23.81%
25-29	2	9.52%	4	19.05%	2	9.52%
30-34	10	47.62%	8	38.10%	9	42.86%
35-39	5	23.81%	5	23.81%	5	23.81%
Resina	Fr	%	Fr	%	Fr	%
20-24	3	14.29%	3	14.29%	6	28.57%
25-29	3	14.29%	4	19.05%	3	14.29%
30-34	10	47.62%	13	61.90%	8	38.10%
35-39	5	23.81%	1	4.76%	4	19.05%
Borracha Líquida	Fr	%	Fr	%	Fr	%
20-24	5	23.81%	5	23.81%	5	23.81%
25-29	5	23.81%	6	28.57%	6	28.57%
30-34	10	47.62%	10	47.62%	9	42.86%
35-39	1	4.76%	0	0.00%	1	4.76%
Total	21	100%	21	100%	21	100%

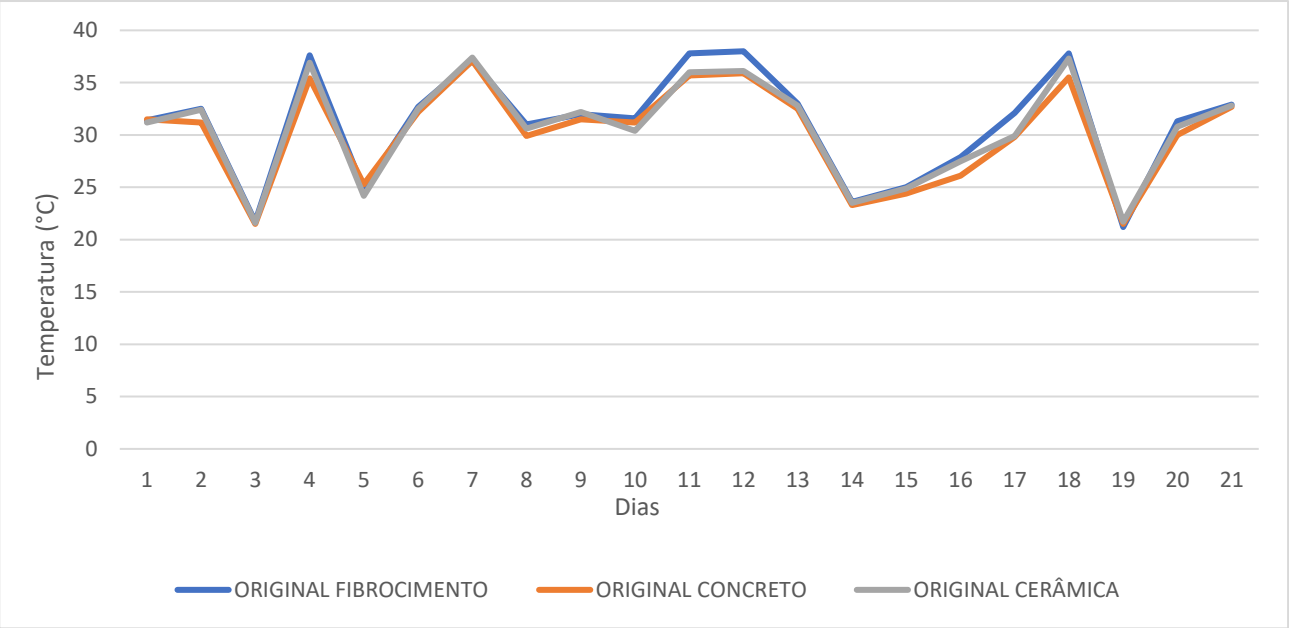
Análise dos dados obtidos em relação absorção de calor

A análise dos dados e gráficos referentes à sensação térmica revelou diferenças significativas, evidenciadas pela comparação das medições das temperaturas superiores e inferiores das telhas, tanto com a aplicação de impermeabilizantes quanto sem. A principal diferença observada foi a variação na diferença entre as temperaturas superior e inferior das telhas, que evidenciou o impacto dos impermeabilizantes na capacidade de absorção e retenção de calor das telhas.

Para as telhas de fibrocimento, em dias ensolarados, a espessura e a porosidade mais amplas resultam em uma perda de calor mais rápida, levando a uma menor diferença entre as temperaturas acima e abaixo da telha. Isso indica que a telha transmite a sensação térmica do ambiente de forma mais eficiente. Em dias

nublados e chuvosos, não foram observadas grandes variações na temperatura. No entanto, a aplicação de impermeabilizantes reduziu a absorção de calor, com a diminuição mais acentuada observada com o uso da borracha líquida.

Figura 5. Temperatura sob a telha sem aplicação de impermeabilizantes.



A telha de cimento, na ausência de impermeabilizante, apresenta um comportamento mediano e semelhante ao das telhas de fibrocimento, porém com uma perda de calor menor, devido à sua maior espessura e porosidade mais fechada. Com a aplicação de impermeabilizantes, observou-se que os resultados foram equivalentes aos obtidos sem a utilização de qualquer produto, com exceção da borracha líquida, que não apresentou absorção de calor.

As telhas de cerâmica foram as que apresentaram a maior variação de temperatura, com diferenças notáveis mesmo em dias nublados ou chuvosos. A aplicação de resina resultou em uma redução na absorção de calor, enquanto a borracha líquida demonstrou um alto índice de proteção contra o aumento de temperatura.

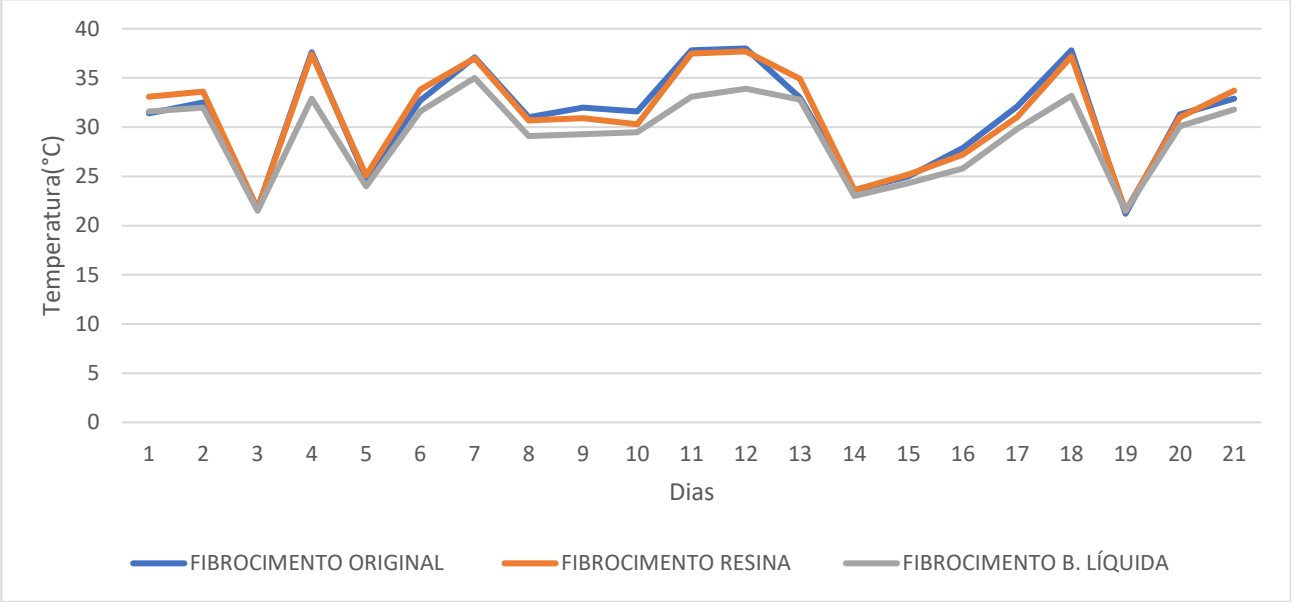
Comparativo dos resultados entre as telhas de fibrocimento, concreto e cerâmica em relação ao clima

De acordo com o teste do modelo linear geral baseado na ANOVA para variáveis múltiplas, conforme os resultados apresentados na Tabela 2, observa-se que a telha de fibrocimento revestida com borracha líquida demonstrou o melhor desempenho em termos de isolamento térmico, em comparação com os demais modelos de telhas de fibrocimento. Especificamente, a telha de

fibrocimento com borracha líquida apresentou uma temperatura média 0,7 graus Celsius baixo da temperatura externa.

No que diz respeito às telhas de cerâmica, aquelas revestidas com borracha líquida exibiram uma temperatura significativamente menor do que as telhas de cerâmica sem revestimento. A telha de cerâmica com borracha líquida apresentou uma temperatura média 1,16 graus Celsius inferior à temperatura ambiente.

Figura 6. Temperatura sob a telha Fibrocimento com diferentes impermeabilizantes.



Além disso, é importante destacar que, independentemente da significância estatística, apenas as telhas revestidas com borracha líquida apresentaram temperaturas inferiores à do ambiente em todas as condições testadas. Em contraste, as telhas com resina ou sem revestimento demonstraram temperaturas mais elevadas sob a telha. Isso evidencia que o isolamento térmico proporcionado pela borracha líquida é mais eficiente em comparação com os outros revestimentos.

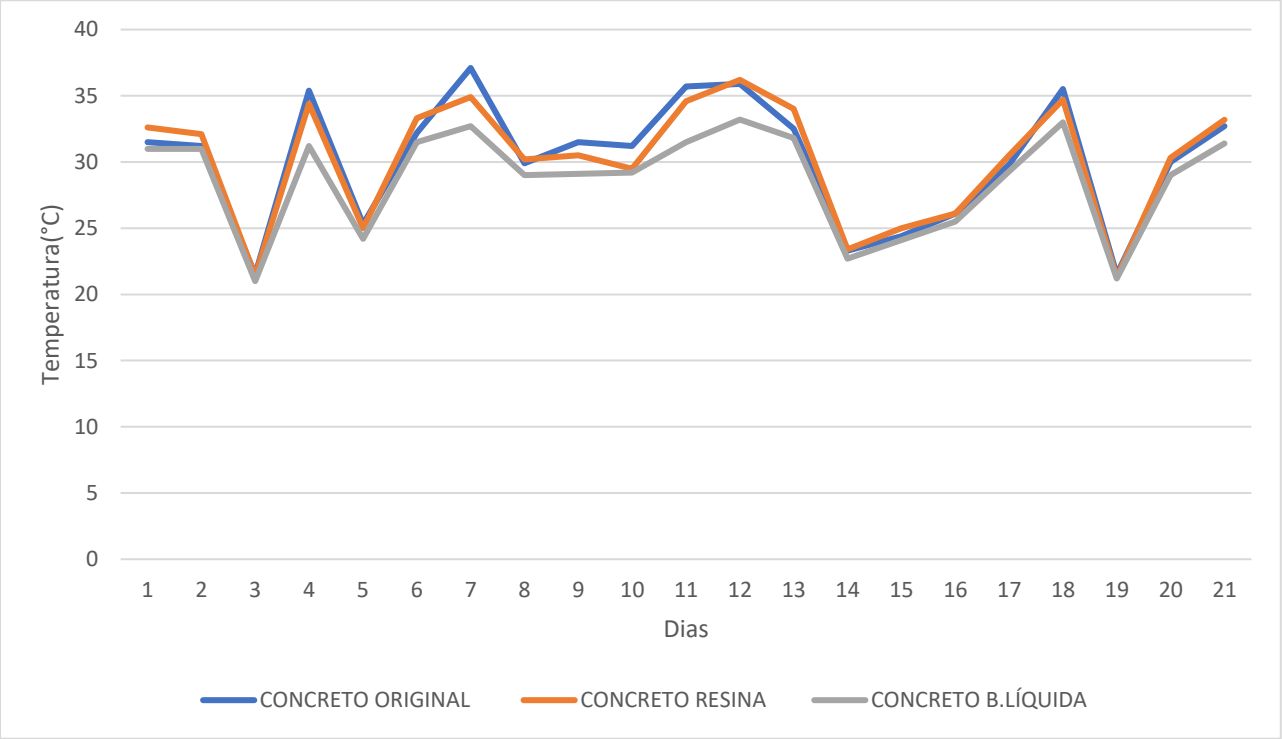
Resultado e análise do teste de impermeabilidade

Para avaliar a eficiência dos impermeabilizantes nas telhas, foi realizado um experimento simulando a ação de chuva sobre elas. Utilizou-se um regador para aplicar água sobre as telhas durante cinco minutos, considerando o peso das telhas secas antes do ensaio e o peso das telhas úmidas imediatamente após o teste.

Os resultados obtidos mostraram uma variação mínima, inclusive nas telhas que não receberam impermeabilizantes. É importante notar que o experimento representou uma simulação e, portanto, pode não refletir as

variações que ocorreriam em condições naturais. Apesar das mínimas variações observadas, as telhas tratadas com impermeabilizantes apresentaram uma menor probabilidade de infiltração em comparação com as telhas não tratadas. Esses resultados indicam que, mesmo em uma simulação, a aplicação de impermeabilizantes pode reduzir a chance de infiltração, o que sugere uma melhoria na proteção contra a umidade

Figura 7. Temperatura sob a telha de Concreto com diferentes impermeabilizantes.



Resultado do primeiro ensaio

Ensaio de permeabilidade:

No dia 10 de novembro de 2022, foi realizado o ensaio de permeabilidade utilizando tubos circulares e translúcidos, abertos nas extremidades, com diâmetro de 35 mm e altura suficiente para formar uma coluna d'água de 250 mm, conforme especificado na NBR 15310 (2005, p. 21).

Após um período de 24 horas, observou-se que apenas as telhas sem o uso de impermeabilizantes apresentaram resultados significativos para a pesquisa, conforme indicado na Tabela 3.

Resultado do segundo ensaio

No dia 22 de novembro de 2022, foi realizado o segundo ensaio com telhas que haviam sido impermeabilizadas com três demãos dos produtos e submetidas ao período de secagem recomendado. As telhas foram então submersas em um tanque de água para realizar os testes de impermeabilidade. Após um período de 24 horas, os resultados obtidos foram registrados na Tabela 4

Figura 8. Temperatura sob a telha de Cerâmica com diferentes impermeabilizantes.

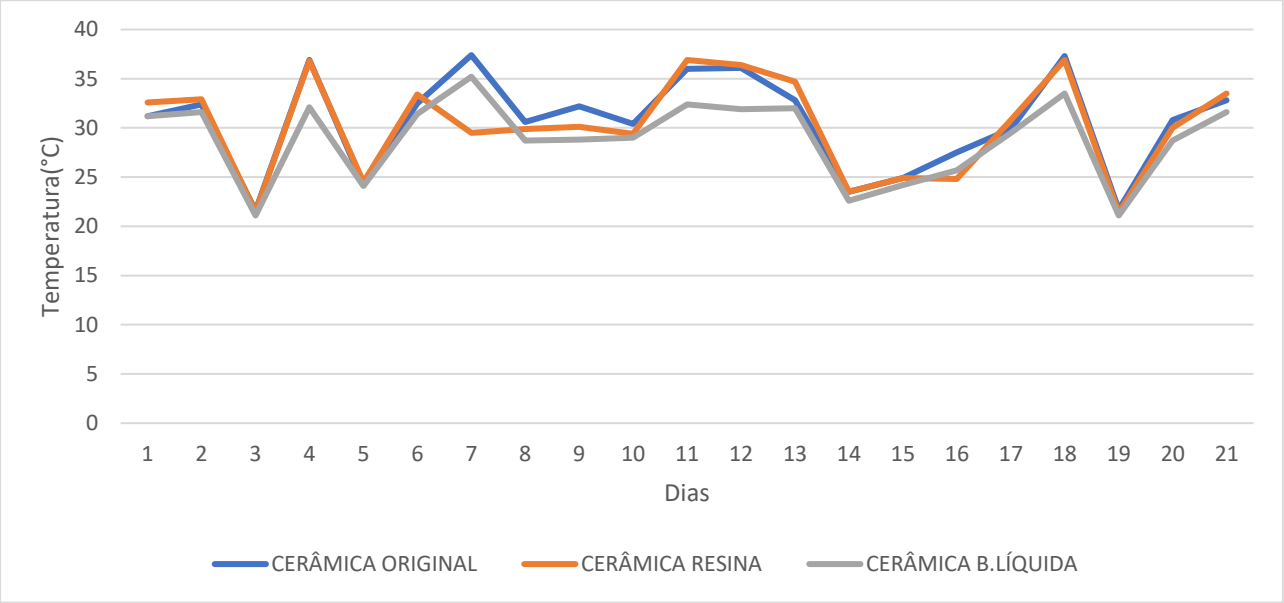


Tabela 2. Comparativo dos resultados das telhas em relação ao clima utilizando o Modelo linear Geral para Temperatura em relação aos tipos de telha e o Clima.

Variáveis	F	P				
Tipo de telha	5,85	< 0,0001				
CLIMA	89,8	< 0,0001				
		S = 1,70631 R-Sq = 58,70% R-Sq(adj) = 56,11%				
			Teste de Tukey			
Tipo de telha	N	Média dif.	Grupos (tukey)	Fibr. B Liq.	Ceram. B Liq	Concr. B Liq.
FIBR ORIG	19	1,24	A	0,2 a 3,7	0,6 a 4,1	0,8 a 4,3
FIBR RESINA	19	1,15	A	0,1 a 3,6	0,5 a 4	0,7 a 4,2
CERAM ORIG	19	0,71	A B	-	0,1 a 3,6	0,2 a3,8
CERAM RES	18	0,47	A B C	-	-	0,01 a 3,5
CONCR ORIG	19	0,31	A B C D	-	-	-
CONCR RESINA	19	0,16	A B C D	-	-	-
FIBR B LIQ	19	-0,70	B C D	-	-	-
CERAM B LIQ	19	-1,16	C D	-	-	-
CONCR B LIQ	19	-1,31	D	-	-	-
CLIMA	N	Média dif.	Grupos (tukey)	nublado	chuva	
sol	80	2,42	A	1,3 a 2,6	4,1 a 5,9	
nublado	63	0,45	B	-	2,1 a 4,0	
chuva	27	-2,58	C	-	-	

Tabela 3. Resultados do ensaio de Permeabilidade considerando médias e porcentagem.

Telhas sem produto	Peso (kg) 10/11 Antes do teste	Peso 11/11 Depois do teste	%
Concreto	5,540 kg	5,545 kg	0,091%
Cerâmica	2,645 kg	2,680 kg	1,306%
Fibrocimento	0,685 kg	0,690 kg	0,725%

Tabela 4. Resultados de média e porcentagem do segundo ensaio.

TELHAS	Peso (kg) 22/11	Peso (kg) 23/11	%
Cerâmica sem produto	2,605	2,930	11,092%
Cerâmica resina	2,605	2,660	2,068%
Cerâmica borracha líquida	2,675	2,760	3,080%
Concreto sem produto	5,700	5,850	3,472%
Concreto resina	5,765	5,825	1,030%
Concreto borracha líquida	5,795	5,905	0,940%
Fibrocimento sem produto	0,820	0,940	12,766%
Fibrocimento resina	0,815	0,865	5,780%
Fibrocimento borracha líquida	0,865	0,935	7,487%

Comparativo de preço, quantidade e peso

A comparação dos preços por metro quadrado das telhas revela que a telha de fibrocimento apresenta o menor custo. Além disso, a telha de fibrocimento também possui um peso significativamente menor em comparação com as outras telhas. As telhas de concreto possuem um preço próximo ao da telha de fibrocimento e apresentam um peso equivalente ao das telhas de cerâmica, conforme indicado na Tabela 5.

Tabela 5. Relação de preço, quantidade e peso por metro quadrado das telhas

TELHAS	PREÇO	QUANTIDADE	Peso (kg)
CONCRETO	R$: 34,78	7,4	40,85
FIBROCIMENTO	R$: 30,24	0,56	0,616
CERÂMICA	R$: 56,00	16	42,88

Em relação ao comparativo de preço por metro dos produtos utilizados, verifica-se que os preços são equivalentes em relação ao metro quadrado conforme mostra a tabela 6.

Tabela 6. Relação de preço dos produtos por metro quadrado.

Produto	Valor por m²
Resina Acrílica	R$: 3, 72
Borracha liquida	R$: 3,89

Conclusão

Este artigo teve como objetivo analisar a eficácia de dois tipos de impermeabilizantes aplicados em três tipos distintos de telhas, as mais utilizadas atualmente. Os resultados obtidos demonstram que a aplicação de impermeabilizantes não só aprimora a resistência das telhas à penetração de água, mas também influencia positivamente suas propriedades térmicas.

Embora as variações nos dados coletados durante o teste de impermeabilização não

tenham sido significativas entre os diferentes tipos de telhas, a análise comparativa revelou diferenças notáveis após o teste de temperatura. Em particular, as telhas revestidas com borracha líquida mostraram o melhor desempenho em termos de isolamento térmico, apresentando uma redução significativa na absorção de calor. Dentre as telhas analisadas, a de fibrocimento destacou-se como a mais eficiente em termos de proteção térmica, quando comparada às telhas de cerâmica e cimento que receberam o mesmo revestimento.

A análise realizada demonstra que a escolha e aplicação adequada de impermeabilizantes pode melhorar substancialmente o desempenho das telhas, aumentando sua durabilidade e eficiência em uma variedade de condições ambientais. Além disso, as informações obtidas fornecem uma base sólida para selecionar os materiais e métodos de impermeabilização mais apropriados, adaptando-os a diferentes condições climáticas e requisitos de desempenho.

Referências

ABIFIBRO – Associação Brasileira das Indústrias e Distribuidores de produtos de fibrocimento. O fibrocimento e a construção sustentável no Brasil. Revista AECweb , São Paulo, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575 Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010. a.

BAUR, X., SOSKOLNE, C.L.; LEMEN, R.A.; SCHNEIDER, J.; WOITOWITZ, H.-J, et al. How conflicted authors undermine the World Health Organization (WHO) campaign to stop all use of asbestos: spotlight on studies showing that chrysotile is carcinogenic and facilitates other non-cancer asbestos-related diseases. International Journal of Occupational and Environmental Health, v. 21, n.2, p. 176–179, 2015.

BARROS, G. Utilização de rejeitos de quartzito do munícipio de Guapé-MG como agregado na produção de telhas de concreto. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2020

COELHO, T.C.C.; GOMES, C.E.M.; DORNELLES, K.A. Desempenho térmico e absortância solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural. Ambiente construído, v.17, n.1, p.147-161, 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002.

CUNHA, A.M.; ABITANTE, A.L.; LUCIO, C.S.; AL., E. Construção Civil. Grupo A, 2017. 9788595020498.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Boletim Informativo do Amianto: 2006.

ETERNIT. Esclarecimentos sobre as recentes reportagens sobre o amianto. São Paulo, 29 maio 2012. Disponível em: <http://www.eternit.com.br/destaques/institucionais/esclarecimentos-sobre-as- recentesreportagens-sobre-o-amianto>.

FIDALGO, N.L.; CECCHIN, D.; AZEVEDO, A.R.; ALEXANDRE, J.; SOUSA, F.A. Variedades de telhas encontradas no mercado. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.16, n19, p2285, 2019.

FREITAS, ARTUR OLIVEIRA et al. Análise do conforto térmico em modelos de galpões avícolas com diferentes estratégias de cobertura. Energia na agricultura, v. 38, n. 2, p. 26-34, 2023.

GALINDO, A, S. Eficiência Energética De Telhados No Brasil. 2015. 134 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

GLANCEY, J.; A história da arquitetura. São Paulo: Editora Loyola, 2001

IBI. Guia de aplicação da norma de desempenho para impermeabilização: especificação, aplicação, e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575:2013. São Paulo, 2018. Disponível em: https://ibibrasil.org.br/wp-content/uplads/2018/06/Guia-de-Aplica%C3%A7%C3%A3o-da-Norma-de-Desempenho-para-Impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o-IBI.pdf. Acesso em 29 de setembro de 2022.

IONESCU, C.; BARACU, T.; VLAD, G.E. NECULA, H.; BADE, A. The historical evolution of the energy efficient buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v.49, p. 243–253, 2015.

LAPA, José Silva. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Monografia, Especialização em Construção Civil– Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MENEGUETTI, M. P. M. Z. Telhados de aço: alguns aspectos construtivos. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001.

MEZQUITA, A.; BOIX, J.; MONFORT, E.; MALLOL, G. Energy saving in ceramic tile kilns: Cooling gas heat recovery. Applied Thermal Engineering, v. 65, n. 1-2,p.102-110, 2014.

NBR 13858-2 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. Telhas de concreto – parte 2: requisitos e métodos de ensaio, 1997.

NBR 15210-2 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. Telha Ondulada de Fibrocimento Sem Amianto e Seus Acessórios Parte 2. NBR, 2005.

NBR 15310 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Componentes cerâmicos-Telhas-Terminologia, requisitos e métodos de ensaio, 2005.

SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. Engenharia Agrícola, v.31, n.2, p.230-236, 2011.

SANTOS, Rafael Pazeto et al. Trabalho em altura no serviço de impermeabilização de telhados. Revista Augustus, v. 24, n. 48, p. 159-168, 2019.

TONG, S.; KISHOR H.; ZINGRE, T.; WAN, M.P; CHANG, W.C. et al. Thermal performance of concrete-based roofs in tropical climate. Energy and Buildings, v. 76, p. 392-401, 2014.