



VARIETADES DE TELHAS ENCONTRADAS NO MERCADO

Náide Fidalgo Luiz¹, Daiane Cecchin², Afonso Rangel Garcez de Azevedo³, Jonas Alexandre⁴, Francine Aparecida Sousa⁵

¹ Engenheira Civil, Mestranda em Engenharia de Biosistemas (PGEB) – UFF- Niterói, RJ, Brasil naiadefidalgolz@gmail.com

² Eng. Agrícola, D.Sc, Prof.^a. do mestrado em Engenharia de Biosistemas – UFF – Niterói, RJ, Brasil

³ Eng. Civil, D.Sc, Prof. da Universidade Federal Fluminense – Niterói, RJ, Brasil.

⁴ Eng. Civil, D.Sc, Prof. da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁵ Eng. Agrônoma, D.Sc. em Engenharia Agrícola – UFLA. SEMAG – Secretaria Municipal de Agricultura, Aracruz, ES, Brasil.

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019A174

RESUMO

Os telhados são os elementos construtivos mais importantes de uma construção, porque o seu uso está diretamente relacionado com os ganhos térmicos da edificação, o que afeta o conforto térmico e o consumo energético. Ao longo dos anos, os materiais que compõem as coberturas foram mudando e se adequando a necessidade da época. Objetivou-se com o presente trabalho realizar um levantamento acerca dos tipos de telhas utilizadas. O presente estudo caracteriza-se por pesquisa exploratória, de caráter bibliográfico, a qual visa buscar informações relevantes no que diz respeito às novas pesquisas que estão sendo feitas para que melhorias no uso das telhas existam, como por exemplo, a incorporação de novos materiais, a substituição de materiais antigos, e também, otimização de recursos para sua produção. As informações foram levantadas por meio de buscas na literatura e base de dados para que fossem analisados trabalhos que utilizam novas fibras para a substituição do amianto, tipos de substrato para uso em telhado verde visando a drenagem das águas pluviais e também trabalhos que se referem ao reaproveitamento de resíduos da construção civil. Com base nas pesquisas é possível apontar também o desenvolvimento desses elementos construtivos com o decorrer dos anos, criando ambientes sustentáveis e confortáveis termicamente.

PALAVRAS-CHAVE: evolução das telhas, telhados, tipo de telhas

VARIETIES OF TILES FOUND ON THE MARKET

ABSTRACT

Roofs are the most important building elements of a building because their use is directly related to the thermal gains of the building, which affects thermal comfort and energy consumption. Over the years, the materials that make up the roofs have been changing and adapting according to the need of the years. The objective of this work was to perform a research on the types of roof tiles used. The present study is characterized by an exploratory research of a bibliographic character that seeks to

obtain relevant information about the new researches being carried out to improve the use of existing roofs, such as the incorporation of new materials, the replacement of old materials, and also, optimization of resources for its production. The information was collected through bibliographical researches and databases to analyze the work using new fibers for the replacement of asbestos, types of substrate for use in green roofs for drainage of rainwater, as well as works that refer to the reuse of construction waste. Based on research, it is also possible to point out the development of these constructive elements over the years, creating sustainable and thermally comfortable environments.

KEYWORDS: roofs, type of tiles, evolution of tiles

INTRODUÇÃO

O telhado é o elemento construtivo mais importante de uma construção, isso se dá devido ao resfriamento que este pode proporcionar ao interceptar a radiação solar, que está relacionada diretamente com o ganho térmico das edificações. Dessa maneira, a escolha adequada de uma telha, afeta significativamente o conforto e o desempenho térmico, e conseqüentemente, o consumo energético dos edifícios (SAMPAIO et al., 2011).

No Brasil, dados do Balanço Energético Nacional de 2018 (EPE, 2018) as edificações são responsáveis por utilizar 50,8% de toda a energia do país. Isso indica que tanto os edifícios residenciais (25,5%), quanto os comerciais (17,1%) e os públicos (8,2%) necessitam de sistemas de climatização para o melhor desempenho de suas atividades.

Dessa forma, o desempenho térmico influencia significativamente na eficiência energética dos edifícios, por isso o objetivo da construção civil sempre foi a melhoria desta em edificações para assegurar condições de conforto, assim como, reduzir o consumo de recursos primários e as emissões para o meio ambiente (IONESCU et al., 2015).

Como consequência da rápida urbanização e da diminuição da paisagem natural houve a modificação do balanço energético, devido à implementação de superfícies radiativas absorventes e não permeáveis que tendem a minimizar sua capacidade de refletir muito mais calor do que a vegetação que estava anteriormente no local (PISELLO, 2017).

O resultado disso é o desconforto térmico que pode causar aumento do consumo de energia dos edifícios, diminuir a qualidade ambiental e aumentar os índices de doenças relacionadas ao estresse térmico, e este processo pode ser causado devido ao surgimento de ilhas de calor urbano. Estas ilhas são áreas urbanas com temperaturas mais altas do que as regiões rurais próximas, como por exemplo, a cidade de São Paulo que durante 30 anos de análise de imagens de satélite mostrou que os seus centros urbanos possuíam temperatura mais altas que as áreas verdes em 10°C (SCHABBACH et al., 2018).

O que normalmente ocorre no cenário nacional é a condição de desconforto térmico, ou o estado de não satisfação térmica que é causado quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente. Este fator é de extrema importância, já que afeta diretamente o desenvolvimento e a produção dos animais de alto valor genético (CARDOSO et al., 2011).

Para uma maior qualidade de vida ambiental e humana, diversos estudos estão voltados para a implementação de melhorias no desempenho das telhas, o que significa que resíduos estão sendo adicionados aos materiais durante a fabricação

destes produtos. Através da busca da satisfação térmica muitos estudos foram desenvolvidos para fins de aumento do desempenho térmico por meio de reciclagem de materiais sólidos, substituição de compostos e acréscimos de resíduos (PYE, 1979; MENEZES, 2010; NAIME; SILVA, 2010; ANCIER, 2011; MOREIRA 2018).

O objetivo do trabalho foi efetuar uma revisão investigativa da literatura, buscando evidenciar e discutir diferenças, entre os tipos de telhas encontradas no mercado brasileiro.

HISTÓRICO DAS TELHAS

A evolução dos materiais de construção acompanha a história humana, já que o homem sempre buscou um local de abrigo e segurança para a sobrevivência, assim como um ponto de referência para o seu relacionamento com o mundo. A importância dos materiais na vida do homem é tão importante que estão presentes desde os primórdios da civilização até os dias de hoje (VIDAL et al., 2014).

Na era das cavernas, as habitações eram as mais rudimentares e básicas já haviam características de coberturas. Dessa forma, não é possível saber ao certo a data exata de quando as telhas começaram a ser difundidas ou quando foram denominadas como tal (TRINDADE, 2014).

Durante as épocas mais antigas, a evolução das coberturas se deu para obter uma temperatura interna mais estável, e eram confeccionadas por materiais como o colmo, a casca de certas árvores, folhagens e peles de animais, que cobriam locais como cabanas primitivas (GLANCEY, 2001).

Com o passar do tempo, matérias como argila, ardósia, metais (alumínio e cobre), também foram utilizados, além de paredes grossas, janelas cobertas de mica, tudo para que os materiais atendessem a uma superfície capaz de ter alta refletividade solar e alta emissividade térmica. Metais também foram testados ao longo dos anos, como alumínio e cobre. Portanto, analisando a evolução histórica das telhas, é possível notar que todos os períodos foram marcados por fases de experimentação (ABREU et al., 2011; TRINDADE, 2014).

A partir do século XX, houve uma crescente conscientização quanto ao ambiente ecológico da Terra, e, os ambientalistas promoveram um *design* passivo sustentável que conservava a energia e atendia a necessidade de conforto. Isso resultou em adoção de novos princípios, em que o projeto deve adotar as orientações dos clientes integrados a paisagem e aceitos pela comunidade. O termo construção sustentável, tornou-se então um ramo do desenvolvimento sustentável (CHEN et al., 2009; IONESCU et al., 2015).

Também nesse século, especificamente em 1999 nos Estados Unidos, padrões de eficiência energética de edifícios começaram a ser utilizados, com destaque para as normas ASHRAE 90.1, ASHRAE 90.2 e o Código Internacional de Conservação de Energia, que desenvolveram disposições de ambientes refrigerados usados como modelos para abordar os telhados frios (AKBARI ; MATTHEWS, 2012).

O uso desses telhados frios promove a economia energética, redução da energia de pico e da melhora da qualidade do ar, os materiais que o compõem podem ser inerentemente frios, materiais que refletem o sol e substratos orgânicos, ainda foram criadas diversas tintas para a maior reflexão solar (SMITH et al., 2003; ALCHAPAR ; CORREA, 2016).

Atualmente, existem inúmeros tipos de telha no mercado nacional e internacional, dentre elas existem as telhas de concreto, de fibrocimento, de cerâmica, de vidro, de PVC, ecológicas, entre outras.

TELHAS CERÂMICAS

A indústria da cerâmica ocupa um lugar de destaque no Brasil, com uma participação de aproximadamente 0,75% do PIB nacional, sendo as telhas cerâmicas o segundo melhor segmento desta categoria, o que representa 36% da produção aproximada por área. Entre os últimos anos, a produção deste material tem crescido muito, chegando a mais de 300.000 telhas no ano de 2015, como mostra o Gráfico 1 (ANCIER, 2015; IBGE, 2017).

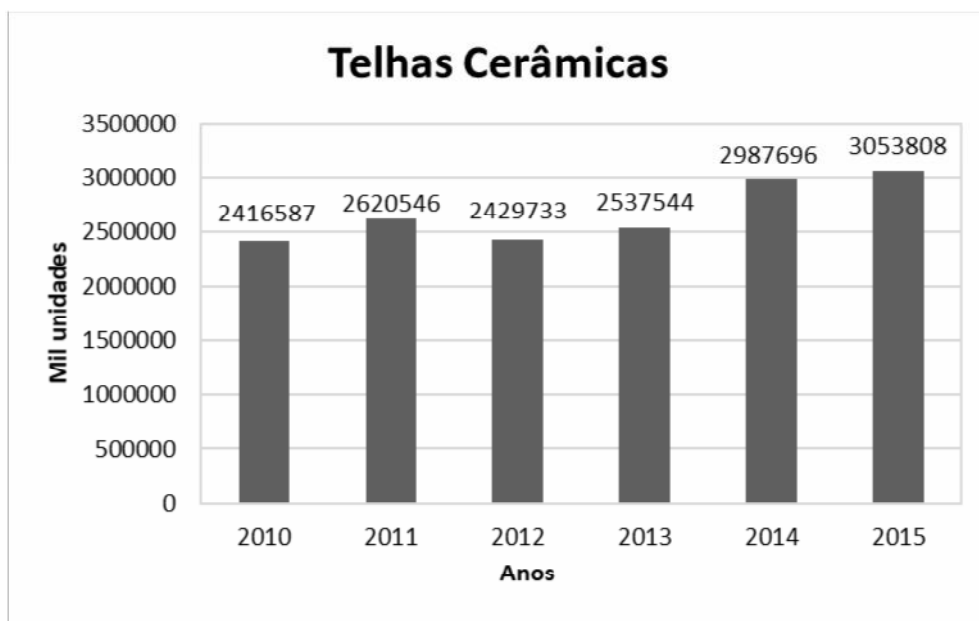


GRÁFICO 1- Produção de Telhas Cerâmicas por Mil unidades nos anos de 2010 até 2015. Fonte: IBGE (2017)

O processo de fabricação de artefatos cerâmicos consiste em diferentes etapas que dependem do produto que se deseja obter, para a confecção de telhas, por exemplo, existe a preparação da matéria-prima, o formato que a telha será moldada, secagem, esmaltação, queima e expedição do produto (MEZQUITA et al., 2014).

Além disso, a fabricação pode ser feita por meio de duas principais formas: pelo processo seco, no qual a matéria-prima é composta de argila minerada na natureza e seca, e pelo processo úmido onde a massa cerâmica é formada por matérias-primas moídas adicionadas a água e tendo a umidade removida por atomização. Este último processo é o responsável pelo aumento do consumo de energia elétrica e térmica (CIACCO et al., 2017).

Após a fabricação, estes materiais apresentam certas vantagens quando comparados a outras telhas, que são: durabilidade e confiabilidade, segurança e resistência ao fogo, resistente a radiação ultravioleta e chuvas químicas, ao vento e às mudanças de temperatura. Também possuem baixa condutividade térmica, são capazes de absorver ruídos e não acumulam tensão estática (LAZAREVA et al., 2018).

Um dos grandes problemas dos artefatos cerâmicos, mais precisamente as telhas, refere-se ao processo de queima. A necessidade de que as telhas sejam submetidas a elevadas temperaturas (acima de 1.000°C), em um processo de controle de queima altamente rigoroso, faz com que os custos de produção destes artefatos sejam superiores, em alguns casos, a outros tipos de telhas, como as de

cimento, principalmente dependendo do custo de energia no local de produção (AZEVEDO et al., 2018).

Quanto a permeabilidade, estudos como o de Lazareva et al. (2018), indicam que não é possível determinar a impermeabilidade da água em amostras padrão, e que para isso é necessário estudar amostras atingindo certos valores. Todas as quatro amostras analisadas possuíram uma permeabilidade que variava de 0 a 10%, e a partir da análise destas, foi possível concluir que para garantir a impermeabilidade à água, a absorção de água das telhas não deve exceder 5%.

A atual coloração das telhas supera antigas limitações tradicionais de decoração, que interferiam principalmente na variação de tonalidade e nos defeitos superficiais, além de resultar em materiais com quantidades significativas de quebras, impressão ineficiente e resolução inadequada (CRISTIANO et al., 2015).

A alta definição de imagens e a flexibilidade no processo de produção permite uma representação mais realista dos materiais naturais, e uma análise nos dados de Montorsi et al. (2016), permite concluir que a relação de causa e efeito está ligada ao resultado final das telhas e na garantia de satisfação dos requisitos estéticos.

A influência das telhas cerâmicas em estudos de animais está relacionada a uma série de fatores que influenciam a taxa interna de produção de calor pelos animais, por isso trabalhos como o de Castro et al. (2017) analisaram o conforto térmico de telhas cerâmicas com três diferentes tipos de forros, e, foi constatado que as telhas com forro de 92,1% de polipropileno e 3% de pigmento anti-UV registraram menores valores de entalpia e apresentaram resultados semelhantes aos de Sampaio et al. (2011), que são alta eficiência na interceptação da energia solar.

TELHAS DE FIBROCIMENTO

As telhas de fibrocimento são elementos da construção que possuem um baixo valor de custo e de acordo com a Eternit (2012), este tipo de telha tem função social no Brasil e é o primeiro produto, depois da lona preta, que a população de baixa renda tem acesso.

As telhas de fibrocimento podem ser classificadas como um material compósito, já que existe uma matriz, composta pela pasta de cimento *Portland*, e o reforço, que podem ser fibras de variados tipos, como os do tipo mineral, vegetal e sintéticas. A escolha do tipo de fibra a ser utilizada como material de reforço é uma condição econômica e ambiental, a ser avaliada (BAUR, et al. 2015).

Um tipo de cobertura, que ainda é muito utilizado no Brasil, é composto por cimento *Portland* e reforçado com fibras de amianto, formando um composto cimento-amianto. A fibra de amianto é um mineral classificado em seis variações: serpentina (que corresponde ao amianto branco, e é constituído de mineral crisólito), anfíbolos, antofilita, crocidolite e tremolita (BAUR, et al. 2015).

Em um estudo realizado pela *International Agency Research of Cancer* (IARC), na década de 70, juntamente com a Organização Mundial da Saúde (OMS) ficou evidenciada a alta incidência de riscos à saúde. Estas fibras entram no organismo, principalmente, pela via respiratória e podem chegar aos alvéolos pulmonares causando abestose, câncer de pulmão e mesotelioma de pleura.

Dentre as variações do amianto, o crisólito ou a crisólita é promovida pela indústria como a fibra mais segura que as outras, o que é evidenciado de forma contrária pela IARC classificando-o no grupo cancerígeno 1. Dizer que esta fibra é a mais segura é negar uma relação, de por exemplo uma abestose ou câncer de pulmão que possuem uma carga de amianto e podem ficar 25 anos na ausência de

identificação de uma concentração significativa de fibras de amianto ou corpos de abestos no pulmão (BAUR, et al. 2015).

Ainda assim, segundo dados de 2006 do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 98% do amianto que era produzido no Brasil, era utilizado na indústria de fibrocimento para a fabricação de telhas e caixas d'água.

A partir de informações prejudiciais à saúde e dos dados nacionais, o amianto foi proibido no Brasil por legislação em 1995. Uma resolução que foi aprovada em 2002, Resolução nº 307, iniciou a redução dos impactos ambientais originados da construção civil, assim como responsabiliza os geradores de serviços e classifica os resíduos perigosos, como amianto, e que causam riscos à saúde humana e ao meio ambiente (CONSELHO NACIONAL DO AMBIENTE, 2002).

Mesmo com a proibição por meio da Lei, no Brasil, os números de produção de amianto ainda eram chocantes até o ano de 2007, colocando a produção deste mineral em primeiro lugar no *ranking* de produção nacional com 24,9% de variação percentual da produção no segundo semestre de 2017 (DNPM, 2018). Porém, no mesmo ano, o STF reafirmou inconstitucionalidade na permissão de extração de amianto crisotila, proibindo novamente o uso.

Além de inúmeros problemas relacionados a saúde as telhas de fibrocimento sofrem deterioração ao longo da vida útil, como carbonatação, eflorescência e desenvolvimento de fungos devido à exposição às intempéries e as manutenções na estrutura. Estes processos afetam diretamente a alteração de resistência do material, além de apresentar um papel importante quando se refere a poluição dos centros urbanos (COELHO et al., 2017).

Apesar das vantagens apresentadas pelo amianto como resistência à tração e a altas temperaturas, excelente isolamento elétrico e acústico, alta durabilidade, elevada resistência dielétrica, as novas fibras sintéticas utilizadas na produção de fibrocimento no Brasil possuem características como maior capacidade de deformação, aumento da resistência a impactos e menor probabilidade de aparecimento de fissuras (ABIFIBRO, 2013).

Essas fibras sintéticas possuem materiais alternativos que compõem a telha de fibrocimento, e, de acordo com PYE (1979) podem ser ligas de alumínio, polietrafluoretileno, fibra de vidro, polipropileno, poliálcool vinílico e celulose. Este último, de acordo com Marques et al. (2016), quando comparada a uma telha de fibrocimento com amianto possui desvantagem em seis categorias: risco à saúde, efeito estufa, chuva ácida, toxicidade humana, consumo de água e consumo de energia, confirmando então, que o uso do amianto possui piores indicadores sob o olhar do desenvolvimento sustentável. Para a regulamentação dessa substituição em 2005, uma normatização foi criada a NBR 15210, que descreve sobre o uso de fibras sintéticas na fabricação de fibrocimento (ABNT, 2005).

TELHAS DE CONCRETO

As telhas de concreto são muito usadas na Austrália como elementos de cobertura, e estão disponíveis em diversas formas, tamanhos e cores. Esses materiais normalmente são seções de concreto sem reforço que não sustentam carga alguma, mas tem que resistir a tensões proveniente de mudanças climáticas (RAJEEV et al., 2016).

Muito empregada também no sul da Ásia, essas telhas são usadas para tetos baixos ou planos para que seja reduzido o ganho de calor na construção. No sul da China, esse telhado é constituído por uma dupla camada que são dois telhados sólidos intercalados por uma abertura de ar. O telhado duplo pode reduzir ganho de

calor pelo telhado, e estudos feitos em Cingapura comprovaram que o coeficiente de reflexão de um telhado variável reduz em 11% o ganho de calor deste (TONG et al., 2014; QIN et al., 2017).

Como todos os telhados, estes também são submetidos a frequentes chuvas, secas, variações diárias e sazonais de temperatura, entre outras mudanças climáticas, mas essas telhas apresentaram danos (como rachaduras, quebras e falhas estruturais) e isso pode se dar principalmente pela alta temperatura (MAYA ; PHILIP, 2014; TONG et al., 2014).

As rachaduras térmicas acontecem normalmente em idade precoce e isso se dá pela reação de hidratação exotérmica do concreto, e também quando este já está endurecido e é exposto a radiação solar que induz um gradiente de temperatura. Esse gradiente dá origem a diferenças de temperatura relativamente grandes entre as superfícies, e induz tensões internas adicionais (RAJEEV et al., 2016).

Uma medida preventiva para esse acontecimento é a escolha de materiais, principalmente agregados e a pasta do cimento que devem possuir compatibilidade térmica. Para tentar solucionar esse problema, estudos como o de Maya e Philip (2014), adicionaram quantidades de agregados ao cimento, relação água-cimento e temperatura e dentre as diversas conclusões foi possível observar que com o aumento da temperatura a resistência à tração e à compressão diminuem.

Quando comparada as telhas cerâmicas, estas apresentam o mesmo tempo de vida útil que é de 20 anos, além disso a telhas de concreto possuem isolamento térmico menor que as anteriores, o que justifica uma temperatura abaixo dela mais alta (ANCIER, 2011).

As telhas de concreto se destacam ainda pela condutividade elétrica, comprovada pelo estudo de Zhao et al. (2019) através de uma simulação numérica e o resultado apresentou que as telhas de concreto apresentam excelentes características para aquecimentos térmicos, e por isso foram testados também pisos feitos com o mesmo material o que resultou em uma boa distribuição de temperatura no local para ambas as aplicações.

TELHADOS VERDES

As atuais práticas da engenharia são resultado de um rápido desenvolvimento da sociedade, das mudanças no uso de recursos naturais e pelo aumento da população humana nas grandes cidades, o que resulta em novos gerenciamentos de sistemas, inclusive o das coberturas.

Discussões acerca dos impactos ambientais são resultados da geração de resíduos por parte do setor da construção civil, visto que este gera entre 40 a 70% dos resíduos sólidos, e também, é responsável por 10% das emissões de gases do efeito estufa na atmosfera (MEDEIROS et al., 2018).

A partir desse cenário, existe uma busca por técnicas que fogem ao tradicional e buscam soluções que não se limitam apenas a aplicações. Esses impactos gerados caracterizam principalmente um problema hidrológico, que é característica de uma menor infiltração de água pluvial no solo. Este problema é decorrente de um aumento de áreas impermeabilizadas e gera diminuição do escoamento de base, e a ocorrência de enchentes e inundações (SANTOS et al., 2013).

Então, os telhados verdes foram instalados para a redução de escoamento de águas pluviais, economia de energia quando se diz respeito ao isolamento do edifício, resfriamento por evaporação, ainda inclui uma restauração de *habitats* para animais e, assim, participando da conservação de redes ecológicas, os chamados “quadros verdes” e redução do efeito de ilhas de calor, (TABELI et al., 2019).

De forma simplificada, as coberturas com telhado verde são construídas sobre uma laje impermeabilizada, seguida de uma camada de drenante, uma camada de filtrante sobreposta por um material geotêxtil, um substrato e plantas de pequeno e médio porte (VIJAYARAGHAVAN, 2016).

Além disso, os telhados verdes aumentam a eficiência energética e consequentemente aumentam as propriedades de isolamento e também alteram o consumo de energia da estrutura (KOLOKOTSA; SANTAMOURIS, 2015). No trabalho de Ziogou et al. (2017) observaram que este elemento construtivo reduz o consumo de energia primária de 6 a 13% para aquecimento e até o dobro para operações de resfriamento, e também foi observada uma redução nas emissões de CO_2 , NO_x e SO_2 .

A vegetação pode ser selecionada conforme aspectos estéticos, características climáticas ou até econômicas. O estudo de Nagase e Dunnett (2012) mostrou a diferença da quantidade do escoamento devido aos tipos de vegetação: gramíneas que foram as mais eficazes para reduzi-lo, seguidas de forbes e sedum. Os autores constataram que plantas de grande diâmetro refletem a cobertura total do telhado verde.

O estudo de Mitchellab et al., (2018) explicam que plantas associadas à fixação de nitrogênio são capazes de sobreviver em telhados verdes, além de fornecerem benefícios adicionais a fertilidade do substrato. O que significa que esses telhados se tornam mais econômicos e ambientalmente sustentáveis, fornecendo a própria fonte de nitrogênio e consequentemente reduzindo o uso de adubos.

O modelo Hydros foi utilizado por Santos et al. (2013) para analisar o desempenho de dois telhados verdes sob o enfoque do escoamento superficial; a vegetação utilizada foi gramínea e cactácea, e as telhas cerâmicas como controle. Quando analisados, os telhados verdes apresentaram maior capacidade de retenção do volume precipitado ao ser comparado com o controle em todos os experimentos. Além disso, a pesquisa também validou o modelo que se mostrou mais eficiente no cálculo de fluxo de água em perfis de solo saturados.

Outro fator que altera a escolha do substrato é a capacidade de sorção deste, o que de acordo com Vijayaraghavan e Raja (2014) a água que é drenada dos telhados verdes é adequada para uso não-potável, como irrigação e descarga do banheiro. No entanto, eles também podem contribuir potencialmente para a degradação da qualidade das águas receptoras com poluentes liberados do solo, plantas e fertilizantes, por isso os autores investigaram a possibilidade de usar uma mistura de materiais inorgânicos de baixo custo para desenvolver o substrato do telhado.

NOVOS TIPOS DE TELHA

Com o mercado da construção civil em crescente ascensão juntamente com os conceitos de desenvolvimento sustentável, qualidade de vida e conforto térmico, novas telhas estão sendo criadas a partir de resíduos sólidos, materiais reciclados, resíduos da construção civil, entre outros.

A indústria que produz alumina eletrofundida gera um resíduo que é um pó de coletor, e o trabalho de Menezes et al. (2010), avaliou sua aplicação como matéria-prima alternativa para a produção de telhas. Para análise, foram feitas proporções de resíduo e argila vermelha, e então submetidos a ensaios. Foi possível concluir que a absorção de água e módulo de ruptura diminuem conforme a elevação do teor do resíduo, independentemente da temperatura de queima.

Uma pesquisa realizada com resíduos de telha, solo, cimento e água, teve como objetivo a incorporação de materiais cimentícios e agregados, resíduos de demolição e resíduos industriais para a confecção de novas telhas. No trabalho de Moreira et al. (2018) a amostra de solo foi coletada em um local em estado demolido, evitando-se uma possível contaminação para que em seu trabalho fossem analisadas as caracterizações físicas do solo e do resíduo de telha, além de moldar, curar e testar as amostras submetidas a ensaios de compressão.

Um outro trabalho, o de Naime e Silva (2010), utilizaram pneus inservíveis para a confecção de telhas, visto que, no Brasil são desperdiçadas mais de 300 mil toneladas deste material por ano. Um protótipo foi desenvolvido no CAD e ensaios de tração e de fixação nas telhas foram realizados. Os resultados obtidos constaram que a telha suporta uma carga (de uma pessoa) mínima de 122,5 kg, não é possível a utilização de pregos, devido ao efeito elástico do pneu. Quanto a influencia no escoamento da água verificada pela geometria da curva do pneu, deve ser analisada em trabalhos futuros.

Lodo de cerâmica que são resíduos de fábricas de tratamento de água residuária de produção de azulejos de cerâmicas, foram transformados em matérias primas na produção de telhas de argila. O estudo de Silva e Mallwattha (2018) previu a possibilidade da substituição de matérias primas argilosas por lodo de cerâmica. Após inúmeros testes realizados foi possível concluir que a substituição feita aumentou a resistência, as propriedades térmicas, a durabilidade e a qualidade do escoamento.

Quando se trata de resíduos sólidos, as embalagens de Tetra Pak estão sendo uma das principais escolhas para fazer telhas recicladas, isso porque são formadas por várias camadas que são papel, polietileno de baixa densidade e alumínio, além de serem compostos por materiais nobres e contribuir para a poluição ambiental (PEDROSO ; ZWICKER, 2007).

Então, trabalhos como o de Araújo et al. (2008) avaliou o comportamento mecânico e físico-químico de telhas de Tetra Pak quando comparada com telhas de fibrocimento, e através desses ensaios foi possível concluir que as telhas ecológicas podem substituir as convencionais, já que, apresentaram melhores resultados em todos os ensaios. Os ensaios de caracterização físico-química chamam atenção principalmente na absorção de água, em que mostra que este novo elemento de cobertura apresenta uma absorção de 0,53% já as outras telhas absorvem 23,43% de água.

Já o trabalho de Silva et al. (2016) analisou além das caracterizações anteriores, a térmica também, mas em diferentes datas de vida útil para a avaliação do seu desempenho. Para os ensaios, foram coletadas 15 amostras que possuíam 3, 6 e 10 anos de idade. O tempo de vida das telhas comprometeu drasticamente os resultados de resistência mecânica e caracterização físico-química. As manifestações patológicas começaram a existir nas telhas a partir de tres anos, mas com seis e 10 anos as telhas apresentaram fissuras e até rompimento. Além disso, com o tempo, estas telhas perdem resistência à tração e flexão, além do aumento de absorção de água. Uma explicação se dá pela exposição do polietileno pela radiação UV. Além das embalagens de Tetra Pak, o PET também é um importante resíduo utilizado para a fabricação de novas telhas, o seu uso se justifica pelas inúmeras formas que é encontrado na sociedade.

O trabalho de Silva et al. (2010), teve como objetivo a confecção de telhas de PET e compará-la com uma telha de cerâmica, e analisar as características físicas e químicas de cada material. A pesquisa apontou que quando consideradas questões

econômicas o custo por m² da telha e cerâmica é mais barata que a de PET, isso se dá pela necessidade do transporte, e além disso, verificou-se o peso das telhas PET são menores que os das telhas cerâmicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final desta pesquisa foi possível compreender que as telhas têm evoluído para que a vida útil das edificações sejam cada vez maiores, assim, é possível observar que ao longo dos anos as soluções para que essas metas sejam atingidas varia de acordo com as pesquisas.

A evolução desses elementos construtivos visa a melhoria do ambiente interno da edificação, para isso são incorporados a sua composição tintas, novos materiais ou materiais que antes eram descartados no ecossistema.

A necessidade de buscar novas metodologias de destino de resíduos sólidos, visando atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos, vem trazendo a luz possibilidades alternativas ao simples descarte, como a produção de biomateriais para a construção civil.

Atualmente, a evolução das telhas tem se baseado em pensamentos sustentáveis para que materiais sejam reciclados e não deixados no ambiente de qualquer forma, reutilizando matérias-primas ou fibras naturais e inovando os processos de fabricação mais limpos.

O mercado da construção civil está em busca de produtos criativos e que tenham um menor impacto na saúde do consumidor e no meio ambiente, ou seja, estão em busca de um mercado inovador com soluções simples e funcionais.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L. S. CONCEIÇÃO, V. TOMAZELLI, I. L. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.11, p.1193-1198, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011001100013>>. Doi: 10.1590/S1415-43662011001100013

AKBARI, H.; MATTHEWS, H. D. Global Cooling Updates: reflective roofs and pavements. **Energy and Buildings**, v. 55, p. 2-6, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.055>>. Doi: 10.1016/j.enbuild.2012.02.055

ALCHAPAR, N. L.; CORREA, E. N. Aging of Roof Coatings: solar reflectance stability according to their morphological characteristics. **Construction and Building Materials**, v. 102, p. 297-305, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.11.005>>. Doi: 10.1016/j.conbuildmat.2015.11.005

AZEVEDO, A.R.G.; FRANÇA, B.R.; ALEXANDRE, J.; MARVILA, M.T.; ZANELATO, E.B.; XAVIER, C.G. Influence of sintering temperature of a ceramic substrate in mortar adhesion for civil construction. **Journal of Building Engineering**, v. 19, p. 342-348, 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.05.026>> Doi: 10.1016/j.jobbe.2018.05.026

ANCIER – Associação Nacional da Indústria cerâmica . **Sala de Imprensa - Relatório Anual – 2015**. Disponível em: < http://anicer.com.br/wp-content/uploads/2016/11/relatorio_2015.pdf1>.

_____. **Análise Comparativa do Ciclo de Vida das Telhas Cerâmicas versus Telhas de Concreto - Relatório final.** Disponível em: <<https://anicer.com.br/acv/ACV%20Telhas%20Cer%C3%A2micas.pdf>>.

ARAÚJO, D.C.; MORAIS, C.R.S.; ALTIDES, M.E.D. Avaliação mecânica e físico-química entre telhas convencionais e alternativas usadas em habitações populares. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3.2, p. 50-56, 2008. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/70/97>>

ABIFIBRO – Associação Brasileira das Indústrias e Distribuidores de produtos de fibrocimento. O fibrocimento e a construção sustentável no Brasil. Revista AECweb, São Paulo, 2013. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/a/o-fibrocimento-e-a-construcao-sustentavel-no-brasil_7720>.

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas . 15220-1: desempenho térmico de edificações - parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

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. Disponível em: < <https://doi.org/10.1179/2049396714y.0000000105>>. Doi: 10.1179/2049396714y.0000000105

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Boletim Informativo do Amianto: 2006.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/>>

_____. **Informe Mineral 2018.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/>>

CASTRO, A.C.; DA SILVA, I.J.O; NAZARENO, A.C.; NUNES, M.L.A; PIEDADE, S.M. DE S. Thermal efficiency of different coverage materials in reduced models of animal husbandry facilities: a case study. **Engenharia Agrícola**, v.37, n.3, p.403-413, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n3p403-413/2017>>. Doi: 1809-4430-Eng.Agric.v37n3p403-413/2017

CARDOSO, A.S.; BAETA, F.C.; TINOCO, I.F.F.; CARDOSO, V.A.S Coberturas com materiais alternativos de instalações de produção animal com vistas ao conforto térmico. **Engenharia na agricultura**, v.19 n.5, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v19n05a02>>. Doi: 10.13083/1414-3984.v19n05a02

CHEN, S-Y.; CHEN, Y. C.; CHENG, M-J.; LIN, C-Y. The Autonomous House: A Bio-Hydrogen Based Energy Self-Sufficient Approach. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.6, p.1515-1529, 2009. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/ijerph6041515>> Doi: 10.3390/ijerph6041515

CIACCO, E.F.S.; ROCHA, J.R.; COUTINHO, A.R. The energy consumption in the ceramic tile industry in Brazil. **Applied Thermal Engineering**, v.113, n. 25, p.1283-

1289, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.11.068>>. Doi: 10.1016/j.applthermaleng.2016.11.068

COELHO, T.C.C.; GOMES, C.E.M.; DORNELLES, K.A. Desempenho térmico e absorvância solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural. **Ambiente construído**, v.17, n.1, p.147-161, 2017. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000100129>>. Doi: 10.1590/s1678-86212017000100129

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>.

CRISTIANO, M.; NANDI, V. S.; ZACCARON, A. Evolução do processo de decoração na indústria de revestimentos cerâmicos: impressão jato de tinta. **Cerâmica**, v.61, n.359, p.334-340, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613591890>>. Doi: 10.1590/0366-69132015613591890

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

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2018:** ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em:< <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-20181>>

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

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Pesquisa Industrial Anual – Produto, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5806>>

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. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.062>>. Doi: 10.1016/j.rser.2015.04.062

IARC - INTERNATIONAL AGENCY RESEARCH CANCER. **Monographs Asbestos (chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, actinolite, and anthophyllite),** 1977. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-11.pdf>>.

_____. **IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans a review of human carcinogens: arsenic, metals, fibres, and dusts.** 2012. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/>>

KOLOKOTSA, D.; SANTAMOURIS, M. Review of the indoor environmental quality and energy consumption studies for low income households in Europe. **Science of**

The Total Environmen, v. 536, n.1, p. 316-330, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.073>>. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.073
LAZAREVA, Y.; KOTLVAR, A.; ORLOVA, M.; LAPUNOVA, K. Water permeability of argillite-based ceramic tiles. **MATEC Web of Conferences**, v.196, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/matecconf/201819604072>>. Doi: 10.1051/matecconf/201819604072

MARQUES, V. M.; GOMES, L. P.; KERN, A. P. Avaliação ambiental do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com fibras de amianto ou com fibras de polipropileno. **Ambiente construído**, v.16, n.1, p.187-201, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100068>>. Doi: 10.1590/s1678-86212016000100068

MAYA, T.M; PHILIP, N. Mechanical Properties of Concrete Containing Roof Tile Aggregate Subjected to Elevated Temperature. **International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering**, v.1, n.8, p. 255-261, 2014. Disponível em: <[http://www.ijirae.com/volumes/vol1/issue8/SPCE10086\(37\).pdf](http://www.ijirae.com/volumes/vol1/issue8/SPCE10086(37).pdf)>

MEDEIROS, L. M.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A. Contribuição para a avaliação de ciclo de vida na quantificação de impactos ambientais de sistemas construtivos. **Ambiente construído**, v.18, n. 2, p. 365-385, 2018. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000200259>>. Doi: 10.1590/s1678-86212018000200259

MENEZES, R.R.; MARQUES, L.N.; SANTANA, L.N.L; KIMINAMI, R.H.G.A.; NEVES, G.A; et al. Uso de resíduo da produção de alumina eletrofundida na produção de blocos e telhas cerâmicos. **Cerâmica**, v. 56, n.339, p.244-249, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132010000300006>>. Doi: 10.1590/S0366-69132010000300006

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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.01.002>>. Doi: 10.1016/j.applthermaleng.2014.01.002

MITCHELLAB, M.E.; HAMILTONC, T.L.; UEBEL-NIEMEIERA, C.; HOPFENSBERGERD, K.N.; BUFFAMA, I. Nitrogen cycling players and processes in green roof ecosystems. **Applied Soil Ecology**, v.132, p.114-125, 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.08.007>>. Doi: 10.1016/j.apsoil.2018.08.007

MONTORSI, M., MUGONI, C. PASSALACQUA, A. ANNOVI, A. MARANI, F.; *et al.* Improvement of color quality and reduction of defects in the ink jet-printing technology for ceramic tiles production: A Design of Experiments study. **Ceramics International**, v.42, p. 1459-1469, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.09.091>>. Doi: 10.1016/j.ceramint.2015.09.091

MOREIRA, E.; BALDOVINO, J.A.; ROSE, J.L.; IZZO, R.L.S. Effects of porosity, dry unit weight, cement content and void/cement ratio on unconfined compressive

strength of roof tile waste-silty soil mixtures. **Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering**, v.11, n.1, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.04.015>>. Doi: 10.1016/j.jrmge.2018.04.015

NAGASE, A.; DUNNETT, N. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: effects of plant species, diversity and plant structure. **Landscape Urban Plann**, v 104, n. 1-3, p. 356-363, 2012. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.001>>. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.11.001

NAIME, R.; SILVA, R. Utilização de pneus usados na fabricação de telhas. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n.1, p.15-28, 2010. Disponível em:< http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Jan/170-531-1-PB.pdf>

PEDROSO, M. C.; ZWICKER, R. Sustentabilidade na cadeia reversa de suprimentos: um estudo de caso do Projeto Plasma. **Revista de Administração**, v.42, p.414-430, 2007. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/2234/223417523003/>>

PISELLO, A.L. State of the art on the development of cool coatings for buildings and cities. **Solar Energy**, v. 144, n.1, p. 660-680, 2017. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.01.068>>. Doi: 10.1016/j.solener.2017.01.068

PYE, A. M. A Review of Asbestos Substitute Materials in Industrial Applications. **Journal of Hazardous Materials**, v. 3, n.2, p. 125-147, 1979. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/0304-3894\(79\)80001-1](https://doi.org/10.1016/0304-3894(79)80001-1)>. Doi: 10.1016/0304-3894(79)80001-1

QIN, Y.; HE, Y.; WU, B.; MA, S.; ZHANG, X. Regulating top albedo and bottom emissivity of concrete roof tiles for reducing building heat gains. **Energy and Buildings**, v.156, p. 218-224, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.090>>. Doi: 10.1016/j.enbuild.2017.09.090

RAJEEV, P. SANJAVAN, J.G., SEENUTH, S.S. Assessment of thermal cracking in concrete roof tiles. **Materials & Design**, v.107, p. 470-477, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.06.072>>. Doi: 10.1016/j.matdes.2016.06.072

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. Disponível em:< <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200003>>. Doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200003>

SCHABBACH, L.M.; MARNOSKI, D.L.; GÜTHS, S.; BERNARDIN, A.M.; FREDEL, M.C. Pigmented glazed ceramic roof tiles in Brazil: Thermal and optical properties related to solar reflectance index. **Solar Energy**, v.159, n.1, p.113-124, 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.10.076>>. Doi: 10.1016/j.solener.2017.10.076

SANTOS, P.T. da S.; DOS SANTOS; S.M.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; COUTINHO, A.P.; DE MOURA, G.S.S.; *et al.* Telhado verde: desempenho do sistema construtivo

na redução do escoamento superficial. **Ambiente construído**, v.13 n.1, p.161-174, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212013000100011>>. Doi: 10.1590/S1678-86212013000100011

SILVA, J.S.; SERRA, J.C.V.; D'OLIVEIRA, M.C.P.E.; Análise mecânica e físico-química de telhas ecológicas cartonadas em diferentes idades de utilização. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 211-222, 2016. Disponível em: < <http://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/11657>>

SILVA, L. J. D.; FRANCISCONI, M. S. C.; ROCHA, R. C. Utilização de telhas de pet reciclado na construção civil. **Revista Ciências do Ambiente**, v.6, n. 1, p. 44-49, 2010. Disponível em: < <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/225>>

SILVA, G.H.M.J.S.; MALLWATTHA, M.P.D.P. Strength, durability, thermal and run-off properties of fired clay roof tiles incorporated with ceramic sludge. **Construction and Building Materials**, v.179, n.10, p. 390-399. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.187>>. Doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.05.187

SMITH, A.; GENTLE, P.; SWIFT, A.; EARP, A.; MRONGA, N. Coloured paints based on iron oxide and silicon oxide coated flakes of aluminium as the pigment, for energy efficient paint: Optical and thermal experiments. **Solar Energy Mater Solar Cells**, v.79, n.2, p. 179-197, 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(02\)00410-5](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(02)00410-5)>. Doi: 10.1016/S0927-0248(02)00410-5

TALEBI, A.; BAGG, S.; SLEEP, B.E.; O'CAROOLL, D.M. Water retention performance of green roof technology: A comparison of canadian climates. **Ecological Engineering**, v.126,p.1-15 ,2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.10.006>>. Doi: 10.1016/j.ecoleng.2018.10.006

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. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.076>>. Doi: 10.1016/j.enbuild.2014.02.076

TRINDADE, L.V.Evolução da arquitetura e dos materiais para cobertura de edificações. São Paulo, 2014. Disponível em:< https://www.aecweb.com.br/cont/a/evolucao-da-arquitetura-e-dos-materiais-para-cobertura-de-edificacoes_8937>

VIDAL, F.W.H.; AZEVEDO, H.C.A.; CASTRO, N.F. Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. CETEM/MCTI, 2014. Disponível em:< http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1730/1/CCL00010014_CAPITULO_01_opt%20%281%29.pdf>

VIJAYARAGHAVAN, K. Green Roofs: a critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.

57, p. 740-752, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>>. Doi: 10.1016/j.rser.2015.12.119

VIJAYARAGHAVAN, K.; RAJA, F.D. Design and development of green roof substrate to improve runoff water quality: Plant growth experiments and adsorption. **Water Research**, v.63, n.15, p. 94-101, 2014. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.06.012>>. Doi: 10.1016/j.watres.2014.06.012

ZHAO, R.; TUAN, C.; LUO, B.; XU, A. Radiant heating utilizing conductive concrete tiles. **Building and Environment**, v.148, p. 82 - 95, 2019. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.059>>. Doi: 10.1016/j.buildenv.2018.10.059

ZIOGOU, I.; MICHPOULOS, A.; VOULGARI, V.; ZACHARIADIS, T. Energy, environmental and economic assessment of electricity savings from the operation of green roofs in urban office buildings of a warm Mediterranean region. **Journal of Cleaner Production**, v.168, n.1, p. 346-356, 2017. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.217>>. Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.08.217