

# Estudo de viabilidade do método construtivo de cobertura com telhas *shingle* asfálticas em edificações residenciais brasileiras

Lukas Mizeret Miranda, [lukas\\_miranda@outlook.com](mailto:lukas_miranda@outlook.com), Centro Universitário Opet (UniOpet), Curitiba, Paraná Brasil

Vinicius Clacir Pramio, [vinicius.pramio@gmail.com](mailto:vinicius.pramio@gmail.com), Centro Universitário Opet (UniOpet), Curitiba, Paraná, Brasil,

Vinicius Hanser de Souza, [eng.vinicius.hanser@gmail.com](mailto:eng.vinicius.hanser@gmail.com), Centro Universitário Opet (UniOpet), Curitiba, Paraná, Brasil,

## RESUMO

O trabalho tem como objetivo principal comparar o desempenho econômico e físico das telhas *shingle* asfálticas, grandes expoentes na construção de coberturas norte-americanas, com as telhas de cerâmica, que estão no tipo de cobertura recomendada pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) e compõem a maior parte das escolhas para construção residencial dos brasileiros. Os EUA foram tomados como benchmarking, em relação à situação brasileira, pois possuem grande participação global na construção civil e por possuírem, como característica em comum, a falta de qualificação de mão de obra. Explica-se ainda o motivo dos estadunidenses terem, nas telhas *shingle* asfálticas, um bom exemplo de participação construtiva com baixo custo e fácil instalação que pode ser uma alternativa ao Brasil. Inicialmente, detalha-se todo processo de construção com telhas *shingle*. Para fins do estudo, descrevem-se dois modelos de residências com as características mais comuns nas edificações residenciais brasileiras, de modo a serem a base de comparação entre os dois tipos de telhas nas características físico-mecânicas a partir das normas nacionais e internacionais que regem os requisitos das coberturas. Ainda com essas duas casas, utilizam-se suas dimensões para o cálculo estimado de orçamento e tempo de execução para os dois tipos de cobertura. A partir dos resultados obtidos, foi traçado um paralelo entre cada característica obtida, concluindo que as telhas *shingle* são viáveis mesmo com a situação elevada do preço de seus componentes no Brasil, se comparado com outros países. Apresentam-se ainda como discussão, informações que explanam os pontos de diferenciação e quais são os principais ganhos desse tipo de telhado.

## PALAVRAS CHAVES

Telhas *shingle* asfálticas. Telhas cerâmicas. Edificações residenciais. Construção Civil brasileira.

# Feasibility study of the constructive method of covering with asphalt *shingles* in Brazilian residential buildings

## ABSTRACT

The main objective of the article is to compare the economic and physical performance of asphaltic *shingle* tiles, major exponents in the construction of North American roofing, and ceramic tiles, which are in the type of roofing recommended by PBQP-H (Brazilian Habitat Quality and Productivity Program) and which make up most of the choices for residential construction by Brazilians. The USA was taken as benchmarking in relation to the Brazilian situation, as they have a large global participation in civil construction and because they have, as a common characteristic, the lack of qualification of manpower. It also explains the reason why Americans have asphaltic *shingle* tiles, a good example of constructive participation with low cost and easy installation that can be an alternative to Brazil. Initially, the entire construction process is detailed with *shingle* tiles. For the purposes of the study, two models of residences with the most common characteristics in Brazilian residential buildings are described, in order to be the basis of comparison between the two types of tiles in the physical-mechanical characteristics from the national and international standards that govern coverage requirements. Still with these two houses, their dimensions are used to calculate the estimated budget and execution time for both types of roofing. From the results obtained, a parallel was drawn between each characteristic obtained, concluding that *shingle* tiles are viable even with the high price situation of their components in Brazil, when compared to other countries. It is also presented as a discussion, information that explains the points of differentiation and what are the main gains of this type of roof.

## KEYWORDS

Asphaltic *shingle* roofing. Ceramic roofing. Residential buildings. Brazilian Civil Construction.

## 1 INTRODUÇÃO

O cenário de crise econômica da última década não afetou a construção civil brasileira, visto que, segundo a Agência Brasil (2020), ela está em tendência de forte crescimento e aquecimento. Uma das vertentes que acompanha o crescimento da construção é a busca por alternativas para as construções modernas (ARAÚJO, 2014 *apud* WIECZYNSKI, 2015). Buscando novas opções, têm-se neste a intenção de avaliar o uso das telhas *shingle* asfálticas nas residências brasileiras.

As *shingle* asfálticas são utilizadas nos Estados Unidos desde 1901 e, na última década, mais de 75% das residências no país usam esse tipo de telha. Esses fatores fizeram que Noone e Blanchard (1993) trouxessem que essa é a cobertura mais utilizada nas construções civis habitacionais nos EUA.

Já no Brasil, segundo dados do instrumento do governo federal PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) (2014), 50% das telhas são de fibrocimento

e 45% são cerâmicas. Porém, para garantir uma melhoria e, reconhecendo todas as debilidades do setor de edificações no Brasil, esse mesmo PBQP-H possui uma cartilha de boas práticas onde recomenda o uso das telhas cerâmicas em detrimento das telhas de fibrocimento devida a sua melhor avaliação de qualidade e conformidade.

As telhas cerâmicas têm uma história extremamente antiga, desde os tempos da Antiga Mesopotâmia (WOODS, MICHAEL, MARY B, 2000). No Brasil, as telhas de barro foram utilizadas desde a época do Brasil Colonial e, com o crescimento das olarias entre 1900 e 1960, tornou-se uma opção de preço competitivo e, de acordo com Pastina Filho (2006), ganhou um destaque na construção civil que perdura até a atualidade.

Comparando Estados Unidos e Brasil nos índices de construção civil, vê-se em ambos um déficit de mão de obra qualificada. Os americanos, para atenuar isso, iniciaram um movimento para edificações pré-moldadas e na simplificação das construções, o que gera, por consequência, mais agilidade no atendimento dos prazos e aumentando a produtividade (MELLO, 2009).

Verificando as características mais simples das construções residenciais dos Estados Unidos, tem-se justamente nas telhas *shingle* asfálticas, um exemplo de construção e manutenção simples. Os próprios órgãos governamentais, como o *Minnesota Department of Labor and Industry* (2012), emitem cartilhas ao cidadão estadunidense da possibilidade da manutenção das telhas pelo proprietário.

As telhas *shingle* no Brasil, embora comuns em outros países, são vistas como artigo de luxo, arquitetonicamente chamadas de “casas americanas”. Isso acontece, segundo Bubniak (2013), pois o preço ainda é um fator decisivo na rejeição desse tipo de cobertura, onde as *shingle* custam de 3 a 4 vezes a mais que as cerâmicas por metro quadrado.

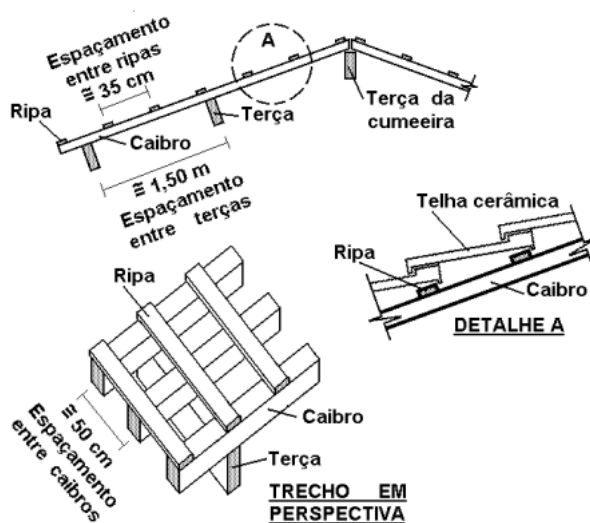
O objetivo geral do trabalho é realizar um estudo de viabilidade técnico-econômica por meio de comparativo entre uma residência usando telhas *shingle* asfálticas e uma residência usando telhas cerâmicas. A fim de alcançar o objetivo geral, busca-se apresentar uma edificação residencial didática a fim de ser a base para o estudo, bem como levantar as normas nacionais e internacionais que regem as características físicas das coberturas abordadas. A partir dessas informações, estimar por simulação os dados orçamentários e os respectivos tempos de execução dos dois tipos diferentes de telhado a fim de comparar todas as características de estudo para constituir um parecer de viabilidade.

## 2 TELHAS CERÂMICAS

As telhas cerâmicas são o segundo tipo de cobertura mais utilizados em território brasileiro. Elas são normalmente feitas de barro, que após processo de queima, se torna mais rígido para adquirir as características estruturais e de impermeabilização. Segundo os dados da ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2015), essas telhas são as mais recomendadas no Brasil devido as suas exigências de qualidade pelo PBQP-H.

Segundo Maringoni (2004), a estrutura de madeira é a mais utilizada para telhados cerâmicos. A estrutura usual para telhas cerâmicas é por caibros e cavaletes. Para a estruturação de uma cobertura de madeira para telhas cerâmicas, é construída uma base de madeira com os caibros e cavaletes realizando uma primeira armação. O espaçamento entre os caibros não pode exceder 50 cm conforme a Figura 1, pois vão servir de apoio para as ripas que serão adicionadas posteriormente e que servirão como sustentação das telhas (LOGSDON, 2002).

Figura 1 - Espaçamento correto entre os elementos da estrutura de cobertura



Fonte: Logsdon (2002).

## 2.1 TELHAS SHINGLE ASFÁLTICAS

As telhas *shingle* asfálticas são um tipo de telha que usa o asfalto como principal componente para impermeabilização, além de selantes e fibra de vidro. Mais de 97% da superfície da telha é composta por fibra de vidro, que é encharcada de asfalto e então coberta com uma camada de rochas trituradas (ou "grânulos"), que têm aproximadamente 0,5-2 mm em diâmetro (LEVINSON, 2007 *apud* KIM, 2018).

Hoje, as telhas *shingle* asfálticas são responsáveis por cerca de 75% das novas construções ou reformas de coberturas com ângulos acentuados nos Estados Unidos. Seu uso é mais comum na América do Norte, devido ao seu peso relativamente leve, custo baixo, facilidade de instalação e baixos requisitos de manutenção. As telhas de asfalto típicas têm uma vida útil de 15-30 anos (geralmente 25 anos) (ARMA, 2017). A Figura 2 mostra um telhado recém instalado com telhas *shingle*.



Figura 2 - Telhado *shingle* finalizadoFonte: *Prestige Home Construction* (2015).

As telhas *shingle* asfálticas foram utilizadas pela primeira vez em 1901 nos Estados Unidos. Em 1887, houve a adição de grânulos à superfície para tornar o material mais durável. Finalmente, em 1901, o material foi cortado em tiras para uso como telha de aba única e de aba múltipla como é visto até os dias de hoje. (NOONE, 1993).

De acordo com Formisano (2019), devido ao seu peso ser relativamente leve, não exige esforços grandes dos caminhões. Para comparação, um metro quadrado de telhas *shingle* asfálticas pesa cerca de 147 kg, enquanto um metro quadrado de telhas cerâmicas pesa 385 kg.

Em relação aos telhados *shingle* com estrutura de madeira, utilizam-se na maior parte das casas o sistema de treliças de madeira pré-fabricadas. Elas são excelentes opções a fim de suportarem o teto da estrutura com montagem realizada no formato de tesouras. A treliça é construída com vigas em forma de um “A” sobrepondo uma viga de fundo (INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA, 2016). Porém, como opção neste trabalho, pôde-se utilizar uma estrutura ainda mais simples – do tipo cavaletes e caibros conforme a Figura 3 – pois ela suporta tranquilamente o peso da *shingle*, podendo garantir uma possível economia considerável de madeiramento (CARDOSO, 2015).

Figura 3 - Estrutura de cobertura tipo cavaletes e caibros

Fonte: *Telhados: Caibros, Ripas e Galga* (2016)

Primeiramente, constrói-se a base da telha. Nessa etapa, são fixadas chapas de madeira com espaçamento de 2 a 3 mm entre elas a fim de compensar possíveis dilatações térmicas. O revestimento do telhado é geralmente feito, conforme mostra a Figura 4, de placa de fibra orientada (OSB) ou madeira compensada. A principal função desse revestimento é fortalecer o telhado. Ele oferece um sistema de suporte para adicionar as telhas, além de alguns benefícios adicionais como proteção contra vazamento e contenção de incêndios.

Figura 4 - Fixação dos painéis de madeira



Fonte: *Storage for Garden* (2019)

Na etapa seguinte, que constitui da subcobertura, um rolo de feltro ou manta asfáltico é estendido e fixado com pregos ao longo dos painéis do telhado, de baixo para cima, conforme mostra a Figura 5. A cada nova faixa de manta colocada, ela precisa sobrepor a manta anterior em 10 centímetros. Essa subcobertura tem papel de prover estanqueidade ao telhado, impedindo a entrada de água nos painéis de madeira. Exige-se que essa manta de estanqueidade seja de uma camada de feltro não perfurado e dobrado em duas polegadas horizontalmente e quatro polegadas verticalmente.

Figura 5 - Sobreposição da manta asfáltica

Fonte: *Family Handyman* (2019)

A instalação das telhas em si, se inicia colocando uma primeira fileira de telhas (com a parte de sobreposição) ao longo da borda inferior e pregando-as. Essas serão chamadas de telhas iniciais, que podem ser vistas na Figura 6. Em resumo, cada telha é cortada ou desdentada. Assim, a telha seguinte é colocada por sobre esta primeira linha de telhas aumentando a capacidade adesiva e resistência no beiral.

Figura 6 - Fixação da fileira de telha inicial

Fonte: *Family Handyman* (2019)

A primeira fileira de telhas depois das telhas iniciais deve ser colocada de modo que fique saliente sobre as bordas da superfície. Colocam-se entre quatro e seis pregos em cada telha em ambos os lados do telhado. Se inicia no lado esquerdo da cobertura, porém pregando a telha



sempre do lado. Coloca-se a próxima telha sobre a primeira de modo que cubra o prego e a pregue, por consequência, do lado esquerdo e o processo se repete até o fim do telhado.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS

De acordo com a ARMA (2016), o tempo de vida útil de um telhado com telhas *shingle* é de aproximadamente 30 anos, onde as divisões, rachaduras e rasgos são considerados como os principais problemas de telhas asfálticas.

Segundo Sackey e Kim (2018), a qualidade da instalação e erros no projeto são os principais fatores que levam a telha na condição de ruptura. Mesmo quando as telhas atendem aos padrões de qualidade, é possível que os próprios padrões utilizados na fixação dos telhados sejam feitos de forma equivocada.

As abas auto vedantes nas partes de trás das telhas podem colar com muita força, fazendo com que a cobertura do telhado forme uma grande membrana única que não pode acomodar grandes variações de temperatura. Com a exposição ao calor e luz solar, telhados com uso de baixas quantidades de telhas junto a mantas finas de fibra de vidro podem se tornar quebradiços. As oscilações de temperatura contribuem para o início e extensão das rachaduras e esse efeito é ainda pior onde as oscilações de temperatura são mais extremas (SACKEY e KIM, 2017).

As telhas *shingle* precisam passar pelos requisitos mínimos do teste de resistência do vento conforme a norma ASTM D 3161 para serem comercializadas. Caso a telha resista a ventos de 97 km/h, ela ganha a classificação A. Se resistir a 145 km/h, recebe classificação D e se resistir a 178 km/h ou mais, aufere a classificação F.

## 3 METODOLOGIA

Nesta proposta de metodologia, buscou-se tomar por base o procedimento do trabalho de Madruga (2016) chamado “Desempenho Térmico: Comparativo de edificações em Light Steel Framing com Edificações em Bloco Cerâmico através De Simulação Computacional”. Esse trabalho tem um embasamento tanto na comparação de normas técnicas quanto na análise computacional para telhas *shingle* e cerâmicas na parte térmica.

Iniciou-se com um processo para comparar as normas nacionais e internacionais, a fim de traçar um terceiro paralelo a respeito do atendimento das duas telhas as situações físicas e geográficas específicas do território brasileiro. Com isso, criou-se uma condição climática para estimar a qualidade e durabilidade do modelo de cobertura. As condições são de a residência ser fixada na cidade de Curitiba-PR, com índices pluviométricos, incidência de ventos e granizo definidos pela norma ABNT NBR 15310 (2009). Após isso, pesquisou-se e foi definida uma planta residencial que tivesse a possibilidade de receber tanto a estrutura e cobertura por telhas *shingle* asfálticas quanto com telhas cerâmicas convencionais. A intenção é utilizar duas estruturas de coberturas diferentes em uma mesma base de edificação, a fim de tornar clara e objetiva a comparação entre os dois tipos de telhas.



Feita a escolha, a partir das informações dimensionais, foram modeladas as duas estruturas que receberão os tipos diferentes de telha. Para isso, foi utilizado o software SketchUp e todas as medidas seguiram as normas específicas das respectivas normas ABNT NBR e ASTM. Com as medidas em formato 3D, iniciou-se um processo de cotação de cada componente dos dois telhados, para conseguir os parâmetros financeiros. Os materiais foram consultados em sites de materiais de construção dentro da internet, enquanto o custo da mão-de-obra foi recuperado via e-mail por 5 empresas, que não permitiram a divulgação de seus respectivos nome-fantasia.

Como última parametrização, foi utilizado o software Edificius, um programa BIM (*Building Information Modeling*) que integra os dados do desenho 3D com os dados dos materiais e segrega cada atividade por elemento visual. Dentre todas as inúmeras funções dessa ferramenta, foi utilizada a função BIM Gantt 4D para calcular e planificar os tempos de construção e gerenciamento especificamente dos dois tipos diferentes de cobertura, a partir dos prazos médios fornecidos pelas empresas do orçamento. Como segundo resultado, também pôde-se obter o peso global das estruturas. Com todas essas informações, foi possível aprofundar em custo, qualidade e prazo.

### 3.1 LEVANTAMENTO DAS NORMAS TÉCNICAS

Como etapa inicial da metodologia, foram analisadas as normas ASTM referentes as especificações das telhas *shingle* asfálticas utilizadas no orçamento, cruzando com as normas NBR que regem estas mesmas características para telhas cerâmicas.

A norma que apresenta as características das telhas cerâmicas é a ABNT NBR 15310 (2009) - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Como não existem normas para telhas asfálticas, utilizou-se por referência, em adjunto, a Diretriz N° 007 do SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (2014) para avaliação de telhas plásticas para telhado. Já para as telhas *shingle*, foi utilizada a norma ASTM D3462 - *Standard Specification for Asphalt Shingles Made from Glass Felt and Surfaced with Mineral Granules* (2017).

Para a comparação, foram selecionadas apenas as normas que podem e fazem sentido serem utilizadas em ambas as coberturas. Para fins de tropicalização da telha *shingle* no território nacional, teve-se o cuidado de analisar todas as normas referentes a características climáticas do Brasil como a regionalização dos ventos, granizo e umidade. As características térmicas não serão abordadas, pois já existem estudos tal como Madruga (2016) que possuem um aprofundamento específico nesse tipo de análise.

Como primeiro parâmetro de comparação, foram resgatadas todas as informações técnicas oficiais no que diz respeito a capacidade do telhamento em sofrer determinados fenômenos físicos sem sofrer nenhum tipo de degradação que possa diminuir ou prejudicar as propriedades do mesmo em condições normais. A Tabela 1 foi construída com a síntese das informações das normas brasileira e mostra as mesmas características extraídas das normas

americanas para verificação, onde foi constatada estar dentro da conformidade, cujos resultados serão apresentados adiante.

Tabela 1 - Cruzamento de normas técnicas para resistência e deformabilidade

| Requisitos                           | Indicador de qualidade   | Norma(s) associada(s) | Contraparte da telha shingle |
|--------------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| Temperatura de amolecimento Vicat    | Material não pode ser penetrado por agulha de ponta plana em temperatura de até 82°C | Diretriz N°007 SINAT  | ASTM D3462                   |
| Resistência ao granizo               | Suportar impactos de 1 J direcionados na superfície                                  | ABNT NBR 15575-5      | ASTM D3462                   |
| Vida útil                            | Apresentar durabilidade maior ou igual a 13 anos                                     | ABNT NBR 15575-5      | ASTM D3462                   |
| Capacidade de perfuração             | Penetração do parafuso ou prego em menos de 12 segundos                              | Diretriz N°007 SINAT  | ASTM D3462                   |
| Resistência de ruptura de flexão     | Resistir 15J ou 1000N direcionados na metade da telha                                | ABNT NBR 15310        | ASTM D3462                   |
| Resistência ao arrancamento (ventos) | Resistir a 400N sem apresentar rasgos, fissuras ou rupturas.                         | ABNT NBR 15575-5      | ASTM D3462                   |

Fonte: Os Autores (2021)

Para verificação de estanqueidade, utilizou-se as especificações de absorção de água. O limite máximo admissível de absorção de água é de 20% nas telhas cerâmicas, não devendo apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade. As normas ABNT NBR de estanqueidade possuem muitos dos seus testes utilizando, justamente, as normas ASTM de forma menos rigorosa, como mostrado na Tabela 2. Por isso, não houve grande complexidade para o cruzamento de requisitos e as telhas *shingle* superaram os requisitos necessários.

Tabela 2 - Cruzamento de normas técnicas para estanqueidade

| Requisitos                      | Indicador de qualidade   | Norma(s) associada(s) | Contraparte da telha shingle |
|---------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| Impermeabilidade à água (telha) | A face interna da telha não deve apresentar gotejamento de água ou gotas aderentes | ABNT NBR 15575-5      | ASTM D3018                   |
| Absorção de água (telha)        | Absorção de água < 20%   | ABNT NBR 15310        | ASTM D3018                   |
| Estanqueidade (cobertura)       | Não deve apresentar passagem de água para a parte inferior da cobertura            | ABNT NBR 15310        | ASTM D3018                   |

Fonte: Os Autores (2021)

### 3.2 EDIFICAÇÃO DE ESTUDO

O modelo de residência utilizado no orçamento e nas simulações teve por base a edificação do trabalho de Cardoso (2015), o qual aborda uma planta de construção convencional de alvenaria em um conjunto habitacional real. Nesse conjunto, todas as casas são de mesma planta baixa, onde apenas a residência de estudo foi feita com *wood framing* e telhas *shingle*.

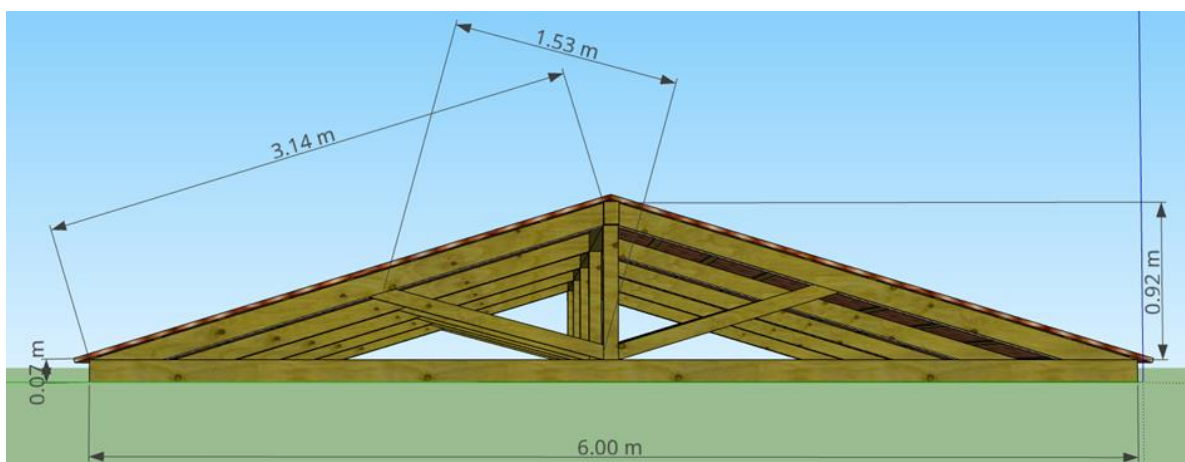
Por esse tipo de dimensional abordado comportar tanto uma obra com telhado de telhas cerâmicas como telhas *shingle*, as características de comparação se tornaram muito mais simples. A edificação é de característica residencial familiar com 36,90 m<sup>2</sup> onde possui 6 metros de largura e 6,6 metros de comprimento. Em exceção da estrutura do telhado, as duas residências são exatamente iguais, portanto, sua constituição estrutural não será aprofundada nem modelada neste trabalho, pois o foco ficará nos telhados.

### 3.3 ESTRUTURAS DOS TELHADOS

Para o cálculo do telhado *shingle*, foram utilizadas as recomendações de *Mean Roof Height* (MRH) para construções com estrutura em madeira em áreas de ventos até 145 km/h (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2006). A partir dessas condições, foram obtidas as cotas médias, o ângulo e as demais medidas do madeiramento.

A modelagem das duas estruturas de telhado foi feita no software SketchUp. Iniciou-se pela estrutura das telhas cerâmicas, onde os requisitos das normas NBR 15575 (2013), NBR 13858 (1997) e NBR 7190 (1997) no que se refere a distância entre caibros e terças, medidas de madeiramento e ripamento foram seguidos. Utilizando dos ângulos sugeridos pelas normas técnicas em questão, as medidas da planta e as informações dimensionais da estrutura, obteve-se a armação completa conforme a Figura 7.

Figura 1 - Estrutura modelada para telhas cerâmicas



Fonte: Os Autores (2021)

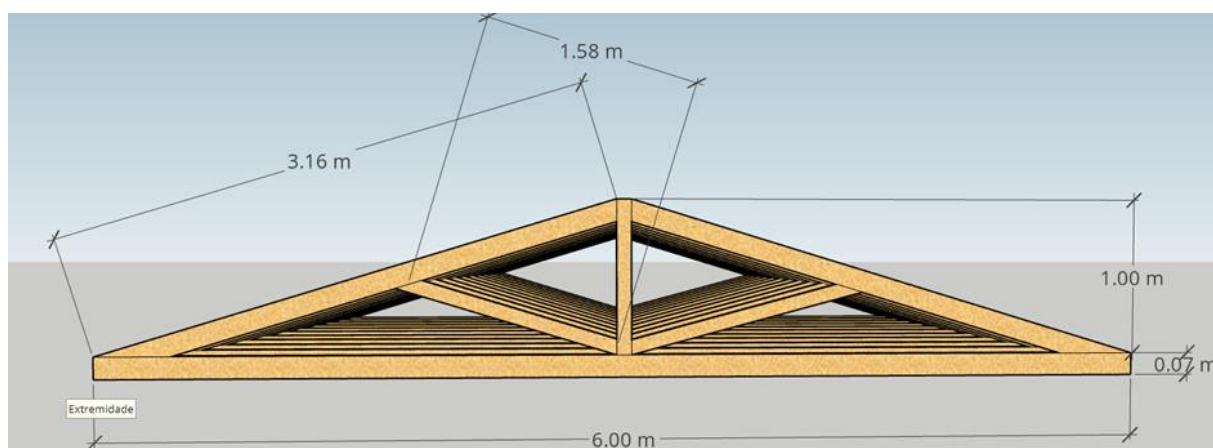


As tesouras selecionadas são de geometria simples com asnas, devido à baixa complexidade da edificação. São do tipo *Queen Post*, sem necessidade de tirantes pois os vãos não excedem 8,0m. O espaçamento entre cada tesoura ficou com 1,2 metros.

Pelo padrão e recomendação da norma, os caibros utilizados na tesoura são de 5x5 cm nas asnas e 5x7 nas linhas e empenas. Essas características são necessárias para suportar o peso das telhas acima do ripamento. Esse, que está respeitando a galga média de uma telha portuguesa convencional (29 cm).

Como no Brasil não existe a condição da neve para exigir ângulos mais altos, pode-se utilizar o perfil *Low Slope* para as telhas *shingle*, com a proporção de 4 in 12 in (10 cm de altura x 30,5 cm de comprimento) proposta pela ARMA (2019) como base para inclinação. A estrutura da tesoura segue a mesma da cerâmica, porém com espaçamento menor entre elas que ficou em 60 cm. Em contraponto, a espessura dos caibros pôde ser menor também, como mostra na Figura 8.

Figura 8 - Estrutura modelada para telhas *shingle*



Fonte: Os Autores (2021)

### 3.4 COTAÇÃO DAS TELHAS CERÂMICAS

Para o telhado com telhas cerâmicas, que possui madeiramento mais espaçado, a madeira de Cambará foi escolhida em todo madeiramento da estrutura devido ao baixo custo e boa resistência segundo a norma ABNT NBR 15575-5 (2013). As telhas, seguindo o padrão definido anteriormente, foram do tipo Portuguesa, esmaltadas, a fim de possuírem similaridade entre absorção de água com uma telha *shingle*.

Em relação a mão de obra, o preço por m<sup>2</sup> oriundo de três empresas de construção, sendo duas do Estado do Paraná e uma no Estado de São Paulo, ficou em média R\$ 32,34/m<sup>2</sup> para realizar o telhamento com prazo médio de 4 dias. Para fazer a estruturação de madeira, o prazo médio ficou em 5 dias e custando cerca de R\$51,55/m<sup>2</sup>.

### 3.5 COTAÇÃO DAS TELHAS *SHINGLE*

Já no telhado com telhas *shingle*, optou-se pelas placas de OSB também visando o baixo custo, já que esse material acabado não é encontrado com tantas opções de preços no mercado brasileiro e as placas de compensado tem preço elevado. A subcobertura é padrão e foi utilizada apenas para proteção contra água. As telhas são as *shingle* simples, sem modificações estéticas que as diferenciam em preço. Em sua estrutura, pôde-se utilizar madeiramento com madeira de eucalipto de menor espessura, tanto pelo menor peso estrutural exigido quanto pelas dimensões em si.

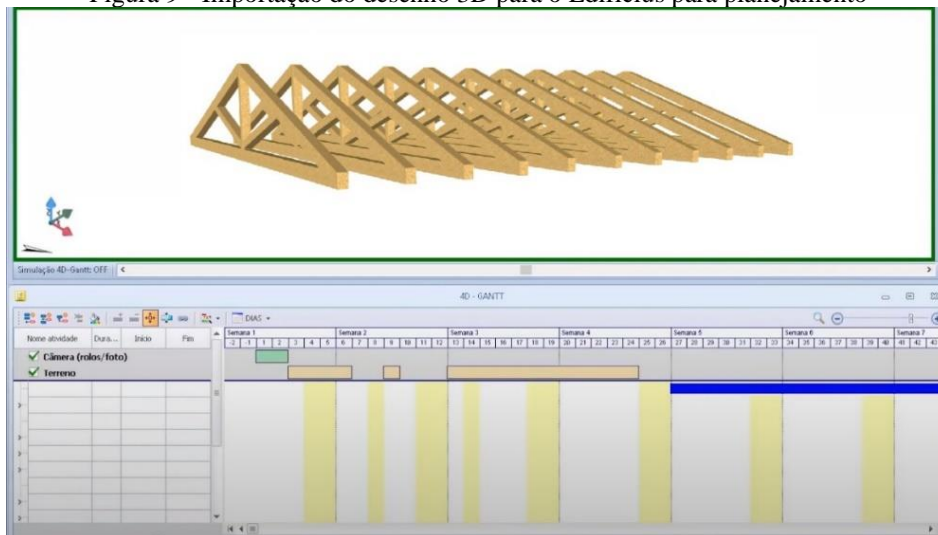
Para o cálculo da mão de obra, foram consultadas duas empresas do Estado de São Paulo. O preço médio foi de R\$ 53,11/m<sup>2</sup> para instalar as placas, subcobertura e fixação das telhas enquanto o tempo estimado para o telhamento ficou na média de 2 dias. Para a estrutura de madeira o valor médio ficou em R\$ 69,91/m<sup>2</sup> e com prazo médio de 2 dias.

### 3.6 APLICAÇÃO NO SOFTWARE EDIFICIUS

A partir do desenho do telhado com telhas cerâmicas modelado no SketchUp, o arquivo foi importado para o software Edificius, na aba “Visualizador 3D”, acessando o “Importador SketchUp”. Com o desenho inserido na plataforma, na área plotada 3D, cada componente da tesoura foi selecionado e recortado, a fim do programa fazer o reconhecimento de cada elemento do processo de construção no formato EAP (Estrutura Analítica de Projeto) conforme a Figura 9. Feito isso, foram inseridos os dados de tempo estimados médios que as empresas participantes do processo de orçamento retornaram, vinculando data de início, fim e o 3D. Com isso, o programa planejou o planejamento de obras e tempo de execução.

Ainda utilizando o Edificius, foi utilizado os dados de entrada para fazer uma comparação em relação ao peso total, visto que existe uma diferença de massa entre as telhas cerâmicas e *shingle*. A partir dessas informações, pode-se verificar a variação relativa por metro quadrado e da estrutura total.

Figura 9 - Importação do desenho 3D para o Edifícios para planejamento



Fonte: Os Autores (2021)

#### 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Após a comparação dos ensaios e dos requisitos para telhas cerâmicas e plásticas no Brasil com toda documentação regulamentar ASTM, verificou-se que as *shingles* superam os requisitos de durabilidade e estanqueidade das normas ABNT NBR 15575 (2013) e 15310 (2009) a partir das condições climáticas previamente definidas.

Constatando as referências utilizadas nesses documentos técnicos nacionais, constatou-se que eles têm por referência uma releitura mais branda dos ensaios e requisitos das normas técnicas ASTM C1167 – *Standard Specification for Clay Roof Tiles* (2017). Verificou-se ainda que, as normas ASTM para telhas *shingle* possuem os mesmos requisitos de qualidade e durabilidade dessa norma americana para telhas cerâmicas. Logo, muitas das validações que os materiais asfálticos precisam cumprir são muito mais rígidas para qualidade e resistência que as telhas cerâmicas atendentes das normas brasileiras. O controle de qualidade das telhas também é mais rígido, principalmente para tolerâncias dimensionais.

As telhas ainda possuem, segundo as normas estadunidenses, capacidade de resistir a uma variação de temperatura maior que no Brasil, o que pode aumentar sua vida útil, que é estimada utilizando informações oriundas dos Estados Unidos. Como foi salientado na literatura do trabalho e corroborado pela ASTM D3462, o caso mais crítico de temperatura para as telhas *shingle* são as rupturas em climas extremamente frios abaixo dos  $-10^{\circ}\text{C}$ . Em relação aos ventos, as normas de resistência ao descolamento preveem a resistência de energia incidente nas telhas maior que nas cerâmicas no Brasil, mesmo para a classe de pior desempenho (Classe 3161 A).

Em relação ao desgaste pelo calor e amolecimento do material, a norma brasileira que mais se assemelha – a nota técnica para telhas plásticas, Diretriz N° 007 do SINAT (2014) –



inclusive é baseada na própria ASTM D3018 (2011) utilizada como referência. Mesmo com exposição a temperaturas acima de 40°C, elas são garantidas pela norma em manter seu pleno funcionamento sem sofrer nenhum tipo de avaria, independente do ângulo do telhado e tamanho da cobertura.

#### 4.1 PREÇO

Os valores foram todos adequados e podem ser verificados na Tabela 3 para o preço global da cobertura cerâmica e na Tabela 4 para as telhas *shingle*. Embora fosse esperada uma quantia maior de recursos financeiros gastos para a cobertura de estudo, esse acréscimo ficou muito baixo pois, realizando a subtração dos preços, encontrou-se um acréscimo de apenas R\$ 1.606,27 da telha *shingle* para a telha cerâmica. Logo, pode-se avaliar que o telhado *shingle* custou cerca de 19% a mais que o telhado cerâmico, o que é um acréscimo totalmente tolerável analisando todo cenário da qualidade de seus componentes, os benefícios em relação a instalação e sua vida útil.

Tabela 3 - Valor total estimado para a construção com telhas cerâmicas

| Característica                       | Valor (R\$)              | Quantidade ou tamanho | Valor total  |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|
| Telha portuguesa esmaltada           | R\$ 5,09 (un)            | 664 telhas            | R\$ 3.379,76 |
| Ripamento Cambará                    | R\$ 3,89 (m)             | 132 m                 | R\$ 513,18   |
| Caibros 5x7 Cambará                  | R\$ 41,44 (3 m)          | 62 m                  | R\$ 847,73   |
| Caibros 5x5 Cambará                  | R\$ 12,69 (3 m)          | 21 m                  | R\$ 280,22   |
| Telhas de cumeeira esmaltada         | R\$ 5,19 (un)            | 8 telhas              | R\$ 41,52    |
| Mão de obra (estrutural)             | R\$ 51,55/m <sup>2</sup> | -                     | R\$ 2.041,38 |
| Mão de obra de (cobertura)           | R\$ 32,34/m <sup>2</sup> | -                     | R\$ 1.339,18 |
| Valor total da construção do telhado |                          |                       | R\$ 8.443,27 |

Fonte: Os Autores (2021)

Tabela 4 - Valor total estimado para a construção com telhas *shingle*

| Característica                | Valor (R\$)              | Quantidade ou tamanho | Valor total  |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|
| Telha <i>Shingle</i> Brasilit | R\$ 179,90 (pc)          | 12 pacotes            | R\$ 2.201,72 |
| Placas OSB                    | R\$ 82,90 (un)           | 13 placas             | R\$ 1.092,08 |
| Subcobertura Brasilit         | R\$ 669,90 (pc)          | 1 rolo                | R\$ 669,90   |
| Telha de cumeeira             | R\$ 99,90 (un)           | 7 telhas              | R\$ 699,30   |
| Caibro 4x7 Eucalipto          | R\$ 16,41 (3 m)          | 126 m                 | R\$ 603,56   |
| Mão de obra (estrutural)      | R\$ 69,90/m <sup>2</sup> | -                     | R\$ 2.768,04 |
| Mão de obra (cobertura)       | R\$ 53,11/m <sup>2</sup> | -                     | R\$ 2.014,97 |

| Característica                       | Valor (R\$) | Quantidade ou tamanho | Valor total   |
|--------------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Valor total da construção do telhado |             |                       | R\$ 10.049,54 |

Fonte: Os Autores (2021)

Analisando a possível economia de madeiramento salientada na revisão da literatura, encontrou-se, de fato, uma grande redução financeira relativa 63,11%, que pode ser vista na Tabela 5. A utilização de caibros de medidas menores foi o que guiou essa economia, mesmo que a quantidade em metros tenha sido maior pelo menor espaçamento entre cada caibro.

Tabela 5 - Diferença dos valores de madeiramento

| Madeiramento                   | Valor Total  | Diferença     |
|--------------------------------|--------------|---------------|
| Telha Cerâmica                 | R\$ 1.641,43 | - R\$1.035,90 |
| Telha <i>Shingle</i> Asfáltica | R\$ 603,53   |               |

Fonte: Os Autores (2021)

A partir dessas informações, buscou-se encontrar os fatores da telha *shingle* que destoaram a ponto de justificar o preço maior. A razão encontrada ficou no preço maior da mão-de-obra para a estrutura de madeira da telha *shingle*, que possui mais tesouras para diminuir o espaçamento e, embora economize-se em material, aumenta-se o valor de execução, pois tal como foi recebida nas mensagens dos orçamentos, é um “tipo de estrutura especial”, mesmo o projeto tendo sido adequado para ter o mínimo de diferenças estruturais possíveis.

Com todos os valores globais disponíveis, pôde-se afirmar que somando mão-de-obra, materiais de cobertura e de estrutura, a utilização das telhas cerâmicas custa R\$ 199,20/m<sup>2</sup> enquanto as telhas *shingle* tem o valor de R\$ 264,88/m<sup>2</sup>. Com todo o benefício de qualidade aplicada nessas telhas, sua alta resistência aos vários tipos de fenômenos climáticos, a opção tem um custo adicional associado praticamente desprezível levando em conta a força de todos os fatores positivos.

## 4.2 TEMPO DE EXECUÇÃO E REDUÇÃO DE MASSA

Em relação ao tempo de execução, a informação de que os telhados com *shingles* asfáltica se realizam em velocidade superior foi corroborada. A partir dos gráficos de Gantt extraídos do software Edificius, que utilizaram como entrada as informações dadas pelas empresas na parte orçamentária, verificou-se que a residência de estudo montada para a telha *shingle* possui uma economia de tempo de cerca de 45%, pois como mostra a Tabela 6, o tempo de execução total para telhas cerâmicas ficou em 9 dias enquanto para as telhas *shingle* asfálticas, a estimativa ficou em 5 dias, como mostra a Tabela 7.

Tabela 6 - Planejamento Gantt extraído do software para telhas cerâmicas

| Etapa  | Duração  | 06/jun | 07/jun | 08/jun | 09/jun | 10/jun | 11/jun | 12/jun | 13/jun | 14/jun |
|--|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>1 TELHADOS E FORROS</b>   | <b>9</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>1.1 Estrutura de Madeira para Telha Cerâmica ou de Concreto</b> | <b>5</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.1.1 Caibros 5x7 - Linha e Empena                                 | 2        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.1.2 Caibros 5x5 - Diagonal e Pendural                            | 2        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.1.3 Ripamento  | 1        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>1.2 Cobertura com Telhas Cerâmicas ou de Concreto</b>           | <b>4</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 1.2.1 Cobertura com Telhas Cerâmicas                               | 4        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Fonte: Os Autores (2021)

Tabela 7- Planejamento Gantt extraído do software para telhas *shingle*

| Etapa  | Duração  | 06/jun | 07/jun | 08/jun | 09/jun | 10/jun |
|--|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>1 TELHADOS E FORROS</b>                         | <b>6</b> |        |        |        |        |        |
| <b>1.1 Estrutura de Madeira para Telha Shingle</b> | <b>3</b> |        |        |        |        |        |
| 1.1.1 Caibros 4x7 - Tesouras completas             | 3        |        |        |        |        |        |
| <b>1.2 Cobertura com Telhas Shingle</b>            | <b>3</b> |        |        |        |        |        |
| 1.2.1 Placas OSB                                   | 1        |        |        |        |        |        |
| 1.2.2 Subcobertura                                 | 1        |        |        |        |        |        |
| 1.2.3 Fixação das Telhas Shingle                   | 1        |        |        |        |        |        |

Fonte: Os Autores (2021)

A partir dessas extrações, pôde-se verificar que as telhas *shingle* tem uma capacidade muito grande de proporcionar agilidade na construção do telhado, e isso tem um impacto positivo não só na primeira constituição dessa cobertura, mas também nas posteriores manutenções. É possível observar que o tempo gasto para aplicar a subcobertura e a fixação das telhas é de apenas 1 dia enquanto nas telhas cerâmicas, demora-se 4 dias.

Em relação ao peso, o software também gerou um valor global de cada estrutura pela entrada do peso dos materiais que constavam no orçamento e as diferenças são expressivas. O telhado cerâmico resultou cerca de 2.390 kg, o que dá um valor de 58 kg/m<sup>2</sup>. Já o telhado com *shingle* asfálticas ficou com 1.170 kg, o que dá cerca de 31 kg/m<sup>2</sup>. Numa edificação relativamente pequena como a desse trabalho, existe uma diferença de 1.220 kg entre as duas coberturas. Ou seja, utilizando telhas *shingle*, no estudo apresentado é possível reduzir cerca de 51% na massa total da cobertura.

## 5 CONCLUSÃO

Com todos os cruzamentos de normas técnicas realizado na metodologia, verificou-se que, o fato de as normas ABNT NBR 15310 (2009) e 15575-5 (2013) para estruturas terem seu escopo baseado na norma ASTM C1167 (2017) torna muito mais simples a comparação de requisitos técnicos, embora o Brasil careça de normas específicas para as telhas *shingle*.



Ainda não existe uma grande gama de opções de marcas e modelos para telhas *shingle* asfálticas no Brasil. A mão-de-obra para fazer o telhamento no Brasil, embora seja relativamente mais ágil e fácil tecnicamente de ser executada, tem um custo adicional de cerca de 40% relativo à telha cerâmica. Um dos fatores que podem justificar isso é que não realizam ainda a adoção desse tipo de cobertura de forma abundante no território nacional. Vê-se a utilização das telhas *shingle* muito mais como artifício arquitetônico de casas de alto padrão, contrastando com seu viés e objetivo nos Estados Unidos (BUBNIAK, 2013).

Diferentemente dos Estados Unidos, não existem muitas empresas especializadas em manutenção de telhas *shingle* no Brasil, o que pode ser um grande problema a longo prazo, visto que o tempo de vida costuma ser mais baixo que as telhas cerâmicas. Porém, dada a facilidade de instalação, o próprio morador pode executar os reparos necessários, assim como acontece no ambiente estadunidense.

Portanto, principalmente pela tropicalização das telhas *shingle* na região brasileira vista pelo atendimento em alto nível das normas, suas características de durabilidade que funcionam bem contra as intempéries enfrentadas pelo consumidor residencial brasileiro, não seria surpreendente que as *shingle* asfálticas começassem a aparecer cada vez mais em residências de perfil popular visando agilidade e qualidade de construção aliados a um custo muito competitivo, mesmo para a realidade de um Brasil que não possui uma grande gama de empresas especializadas.

## 6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. *PIB da construção civil deve crescer 4% em 2021*. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-12/pib-da-construcao-civil-deve-crescer-4-em-2021>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

American Wood Council. *Guide to Wood Construction in High Wind Areas for One- and Two-Family Dwellings*. 2006. Disponível em: <[https://www.cochise.az.gov/sites/default/files/community\\_development/BSDDRef%20AFPA%20-%20Wood%20Frame%20Construction%20Manual%20for%201%20and%202-Family%20Dwellings.pdf](https://www.cochise.az.gov/sites/default/files/community_development/BSDDRef%20AFPA%20-%20Wood%20Frame%20Construction%20Manual%20for%201%20and%202-Family%20Dwellings.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2021.

ANICER (org.). *Análise Comparativa do Ciclo de Vida das Telhas Cerâmicas versus Telhas de Concreto: relatório final*. Relatório final. Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/acv/ACV%20Telhas%20Cer%C3%A2micas.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

ARMA (org.). *Recommendations for Storage and Application of Asphalt Roofing Shingles in Hot Weather*. 2017. Disponível em: <<https://www.asphaltroofing.org/recommendations-for-storage-and-application-of-asphalt-roofing-shingles-in-hot-weather/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13858-1: Telhas de concreto. Parte 1: Projeto e execução de telhados. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15310: Componentes cerâmicos-Telhas-Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-5: Edificações Habitacionais - Desempenho. 2013.

ASTM C1167-11(2017), *Standard Specification for Clay Roof Tiles*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.

ASTM D3018 / D3018M-11(2017), *Standard Specification for Class A Asphalt Shingles Surfaced with Mineral Granules*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017.

ASTM D3161 / D3161M-20, *Standard Test Method for Wind Resistance of Steep Slope Roofing Products (Fan-Induced Method)*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020.

ASTM D7158 / D7158M-20, *Standard Test Method for Wind Resistance of Asphalt Shingles (Uplift Force/Uplift Resistance Method)*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020.

ASTM. *Standard specification for asphalt shingles made from glass felt and surfaced with mineral granules*. D3462/D3462M-10a, 2010.

BUBNIAK, Tatiana (ed.). *Telha gringa traz vantagens*. 2013. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/telha-gringa-traz-vantagens-3sg7qqbbn5mjh3omt51cqrj2m/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DE BORTOLI, Camila Aline. *Estudo comparativo de tesouras em madeira para coberturas variando-se o vão e o tipo de telha*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DISTEL TELHAS. *QUAL A FORMA CORRETA DE SE TRANSPORTAR TELHAS?* Disponível em: <<https://www.disteltelhas.com.br/telhados-2/qual-a-forma-correta-de-se-transportar-telhas/#:~:text=PREFIRA%20CAMINH%C3%95ES%20ABERTOS,carregamento%20torna%2Dse%20mais%20simples>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

DIXON, C. R. et al. The influence of unsealing on the wind resistance of asphalt shingles. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, v. 130, p. 30-40, 2014.

FORMISANO, Bob (ed.). *Pros and Cons of Tile Roofing*. 2019. Disponível em: <<https://www.thespruce.com/pros-and-cons-of-tile-roofing-1824684#:~:text=Clay%20and%20concrete%20tile%20roofs,tiles%20roofs%20will%20never%20decay>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HERBERT, Robert D. *Roofing: Design Criteria, Options, Selection*. RS Means Company, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA (ed.). *O que é um telhado de treliça de madeira?* 2016. Elaborada por Paul Parsons. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=1602>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

INSTITUTO FALCÃO BAUER DA QUALIDADE. *DATec n. 20. Documento de avaliação técnica*. 2013.

LOGSDON, NORMAN BARROS. *Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997*. Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2002.

MADRUGA, Emerson Limberger. *Desempenho térmico: comparativo de edificações em light steel framing com edificações em bloco cerâmico através de simulação computacional*. 2016.

MARINGONI, M. H. *Coletânea do Aço. Perfis Gerdau Aço Minas*. 2ª ed. 2004. Disponível em: <[http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual\\_arquitetura.pdf](http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/manual_arquitetura.pdf)> Acesso em: 28 abril 2021.

MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. *O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos*. Production, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

MINNESOTA DEPARTMENT OF LABOR AND INDUSTRY. *GUIDELINES FOR ASPHALT SHINGLE RE-ROOFING*. Disponível em: <<https://www.co.scott.mn.us/DocumentCenter/View/8700/Guidelines-for-Asphalt-Shingle-Roofing-PDF>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

NIMER, Edmon. *Climatologia do brasil*. IBGE, 1989.

NOONE, Michael J.; BLANCHARD, W. KENT. *Asphalt shingles—a century of success and improvement*. In: 10th Conference on Roofing Technology, National Roofing Contractors Association, Rosemont, Illinois. 1993. p. 23-33.

PEREIRA, Manoel Alfredo et al. *Determinação de parâmetros da qualidade para a avaliação de recobrimentos superficiais de telhas cerâmicas*. 2006.

SACKEY, Solomon; KIM, Byung-Soo. *Environmental and economic performance of asphalt shingle and clay tile roofing sheets using life cycle assessment approach and topsis*. Journal of Construction Engineering and Management, v. 144, n. 11, p. 04018104, 2018.

SINAT – Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos N° 007 (revisão 1). *Telhas plásticas para telhado*, 2014.

Universidade de São Paulo (org.). *Construção em madeira: tesoura. Tesoura*. Disponível em: <<http://www.usp.br/nutau/madeira/paginas/cobertura/tesoura.htm>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

VITESSE (org.). *Armazenamento das telhas*. Disponível em: <[http://www.vitesse.ind.br/\\_download/instrucoes\\_telhasV1-1.pdf](http://www.vitesse.ind.br/_download/instrucoes_telhasV1-1.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2021.

WIECZYNSKI, Vlademir Jose. *Construções mais sustentáveis: alternativas para uma habitação de baixo custo econômico*. 2015. Pinhalzinho, SC. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo-Vlademir-Jos%20C3%A9-Wieczynski.pdf>>. Acesso em, v. 24, 2018.

WOODS, Michael; WOODS, Mary B. *Ancient Construction: From Tents to Towers*. Twenty-First Century Books, 2000.