

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DIFERENTES SOLUÇÕES PARA COBERTURAS DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE SINOP-MT

KÊNIA ARAÚJO DE LIMA SCARIOT¹
WILLY RICARDO MATOS SANTOS²

RESUMO: As construções estão em constante evolução, Questões como distanciamento entre terças, inclinação do telhado, isolamento térmico e questões estruturais nem sempre são executados por profissionais gabaritados para o serviço. Estruturas de madeira ou metálicas realizadas em obras residenciais, constantemente são executadas por pessoas que não possuem um grau de conhecimento técnico suficiente para elaboração dos projetos. Essa deficiência técnica pode ocasionar sérios danos a estrutura, tornando-a susceptível a falhas, gerando prejuízos econômicos. Essa pesquisa teve por objetivo analisar a viabilidade econômica de estruturas metálicas e madeira comparando o tipo de cobertura empregado nas mesmas, seguindo as normativas técnicas exigidas para cada sistema. A pesquisa foi feita através de dois modelos estruturais de madeira e dois modelos de estrutura metálica, onde cada modelo recebeu dois tipos de cobertura, podendo assim constatar que os modelos estruturais que receberam as de telhas em fibrocimento ou termoacústica possuem uma estrutura menos onerosa, pois as telhas são mais leves, exigindo menos da estrutura se tornando mais barata.

PALAVRAS-CHAVE: Aço; Custo Benefício; Madeira.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN DIFFERENT SOLUTIONS FOR RESIDENTIAL BUILDING COVERAGES IN THE MUNICIPALITY OF SINOP-MT

ABSTRACT: Constructions are constantly evolving. Issues such as distance between purlins, roof slope, thermal insulation and structural issues are not always performed by professionals qualified for the service. Wooden or metallic structures carried out in residential works are constantly carried out by people who do not have a sufficient degree of technical knowledge to prepare the projects. This technical deficiency can cause serious damage to the structure, making it susceptible to failures, generating economic losses. This research aimed to analyze the economic viability of metal and wood structures comparing the type of covering used in them, following the technical regulations required for each system. The research was carried out through two structural models of wood and two models of metallic structure, where each model received two types of covering, thus being able to verify that the structural models that received the tiles in fiber cement or thermoacoustic have a less expensive structure, because the tiles are lighter, requiring less of the structure making it cheaper.

KEYWORDS: Steel; Cost benefit; Wood.

¹ Professora Mestre, em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil e Ambiental UNIFASPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: keniaaraujolima@hotmail.com

² Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: willyricardo26eco@hotmail.com

1.INTRODUÇÃO

No município de Sinop-MT assim como em grande parte do Brasil o mercado da construção civil vem aumentando cada dia mais, com tipos de obras variadas voltadas tanto para áreas comerciais quanto para residenciais. No mercado das construções residenciais no que se diz respeito a estrutura de coberturas, geralmente são empregados o uso da madeira na grande maioria das obras, isso se deve a grande oferta que o mercado local oferece, sendo que essas madeiras são extraídas na região o que facilita o transporte e diminui os custos.

Com o aumento da fiscalização tentando reduzir o desmatamento, e a alta nas exportações o setor comercial da madeira está em alta, (ABIMCI 05,2021). Com o mercado aquecido o aço veio a ser uma das saídas para se sobressair em um setor desafiador onde as residências modernas vem exigindo cada vez mais da engenharia, que precisa desenvolver modelos de coberturas cada vez mais arrojadas e modernas.

Nota- se assim que o mercado voltado para coberturas metálicas vem atingindo patamares cada vez mais altos devido a agilidade na montagem, resistência e por se tornar uma estrutura mais leve, fazendo com que essa não gere uma sobrecarga na fundação, diminuindo assim os custos gerados. No âmbito das construções residenciais nota-se que há uma divisão entre os padrões existentes de casas, onde em sua grande maioria a madeira é a principal matéria utilizada para estruturas de coberturas em obras de menor padrão, devido a sua grande variedade e valor diversificado, já nas obras de padrão estrutural mais alto nota-se que o aço vem sendo cada vez mais predominante.

Nesse contexto a presente pesquisa teve por objetivo realizar um comparativo levando em conta as vantagens e desvantagens de cada tipo de estrutura seja ela em aço ou madeira, juntamente com um comparativo feito pelo mercado de telhas referente ao custo.

Com a valorização que a matéria prima vem atingindo no mercado comercial, seja ela a madeira ou o aço, o mercado da construção civil vem cada vez mais procurando soluções para diminuir os custos das obras de forma geral, se atrelando a isso vão surgindo uma grande variedade de modelos de telhas desenvolvidas.

Juntamente com o desenvolvimento de projetos cada vez mais robustos e inovadores se torna necessário obter alternativas para tornar as edificações cada vez mais leves, menos onerosas, sem abrir mão da resistência e esbeltes. Um dos maiores problema apresentados pelos profissionais do mercado da construção é a falta de mão de obra sendo observado também que cada vez mais os profissionais vêm se acomodando com os meios convencionais de coberturas não procurando inovar, esse fator leva ao consumidor final uma elevação nos gastos, com isso torna-se necessário fazer uma avaliação de custo benefício agregando a grande variação de valores entre os produtos para coberturas oferecidos no mercado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 História da construção civil e seus sistemas de cobertura

Segundo TRINDADE, (2014) a construção civil está ligada a várias atividades de produção como estradas, aeroportos, tuneis, saneamento, edifícios, canais de navegação entre outros, pois ela tem um papel fundamental na história da civilização. Após a chegada da família real ao Brasil em 1810 se deu início a escolas voltadas para a área da engenharia.

Segundo BAZZO, (2006) o Brasil passa por uma grande revolução na construção civil pois possuía uma grande tecnologia na época, que era a tecnologia do concreto armado.

A história relacionada a coberturas de edificações relata que de uma maneira ou de outra os sistemas de cobertura sempre esteve presente desde a pré-história, sendo que a própria caverna (habitação mais rudimentar e básica já conhecida) apresenta uma característica de cobertura (TRINDADE, 2014).

Muitos foram os materiais usados em cobertura, pois o princípio de se utilizar materiais explorados da natureza vem desde os primórdios, onde esses exploravam qualquer recurso disponível na natureza a fim de desenvolver seus trabalhos e suas habilidades.

Em meados do século XIX houve a revolução industrial na Inglaterra, que gerou uma grande transformação na metalurgia o que fez com que o ferro e o aço se transformassem em um importante material voltado para construção civil, após essa revolução uma nova tendência de construção ficou conhecida como a arquitetura do ferro, surgindo aí o que hoje conhecemos como monumentos históricos (Torre Eiffel, Edifício Fuller e o Empire State) desenvolvidos com essa matéria prima tão importante para o meio construtivo (GYMPEL, 2001).

Muitas foram as dificuldades enfrentadas e essas trouxeram para os dias de hoje uma grande evolução nos métodos de se fazer novos experimentos, através de ferramentas que podem analisar o desempenho antes mesmo destes irem para o canteiro de obras. Hoje o que vimos é uma junção entre novas tecnologias, novos meios de construção atreladas a uma tendência de se reduzir custos, e matéria prima desperdiçadas nas obras.

Na construção civil o uso da madeira como material de construção está relacionado em maior parte para as caixarias da alvenaria e estruturas de cobertura. Em grande parte, são confeccionadas estruturas treliçadas, conhecida popularmente como tesouras, onde essas são compostas por vários elementos.

É necessário se conhecer as necessidades do projeto para se desenvolver um sistema estrutural compatível. Segundo HIBBELER (2013) os sistemas de treliça mais usual para coberturas residenciais são as do tipo *tesouras*, *Pratt e Howe*, onde cada modelo possui umas características própria para cada tipo de ambiente, destes o mais utilizado é o Pratt devido a facilidade de montagem e pela capacidade de suportar grandes vãos.

É preciso ressaltar que a característica primaria das treliças é que “[...] cargas que fazem que a treliça inteira se curve são convertidas em forças tração ou compressão nos membros.” (HIBBELER, 2013).

As armações das tesouras podem ser formadas de diversas maneiras. Trata-se de um sistema estrutural treliçado, formando ligações feitas nas pontas que são chamadas de nós que por sua vez formam triângulos interligados em um plano produzindo um sistema rígido com apoio nas extremidades.

Para cada modelo de telha existe uma forma de se efetuar o sistema estrutural. Cada modelo de telha possui uma característica diferente, umas mais pesadas, outras mais leves, umas são maiores e outras em formato menor, sendo assim os sistemas estrutural para recebimento de cobertura pode variar devido a sua característica, (peso, tamanho, inclinação). Seguindo a NBR 7190 para cada componente do sistema estrutural, é atrelado um nome para melhor identificação das peças em um sistema como um todo.

Entende-se que o sistema de cobertura é dividido em cinco partes principais (CALIL JUNIOR e MOLINA, 2010).

- Telhado (composto por telhas);
- Trama (estrutura que sustenta o telhado);
- Estrutura vertical (treliça);
- Contraventamento;
- Sistema de captação de águas pluviais;

Segundo CALIL JUNIOR e MOLINA (2010) O sistema de cobertura é projetado especificamente para suprir as exigências impostas pela natureza, através de suas intempéries

climáticas, (chuva, sol, vento, poeira) sendo que esta deve resistir durante toda sua vida útil, não podendo se vergar. O sistema de cobertura é formado como demonstrado na a figura 1.

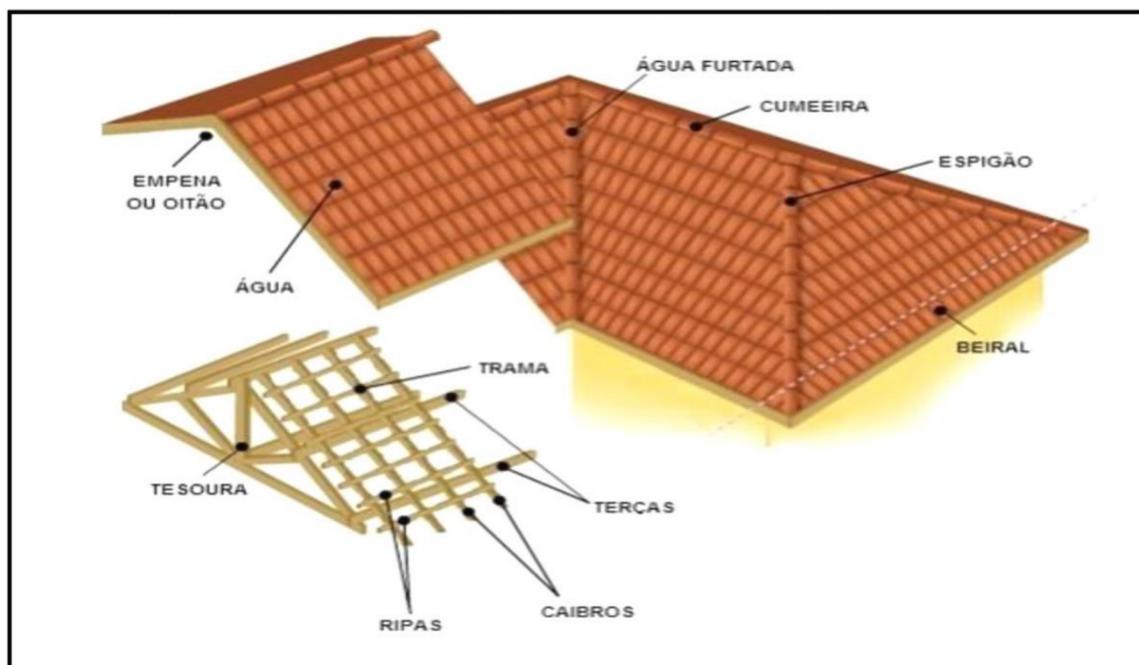


Figura 1 - Partes de um telhado

Fonte: www.blog.construir.arq.br/telhados-componentes/

- Tipos de água (quantitativo de águas, formato do telhado);
- Cumeeira (Parte superior no encontro de duas águas);
- Beiral (proteção externa para cobertura);
- Espigão (aresta inclinada no encontro de duas águas);
- Rincão (aresta reentrante no encontro de duas águas);
- Calhas (receptor de águas pluviais instalados na cobertura);
- Rufo (borda de proteção entre telhado e parede);
- Oitão (ponto mais alta da cobertura).

2.2 Tipos de cobertura

No mundo existe muitos modelos de coberturas, pois este é desenvolvido de acordo com as exigências de cada ambiente, sistemas antigos (simples) até os mais avançados tecnologicamente, que por sua vez são desenvolvidos pensando na sustentabilidade. Os tipos de cobertura podem variar conforme as necessidades de cada região, mesmo tendo uma só finalidade (proteger das intempéries), para se ter um melhor aproveitamento o profissional deve se observar o clima de cada região (CALIL JUNIOR e MOLINA, 2010).

Existem muitos modelos de coberturas, além dos tradicionais possui outros que são utilizados quando a arquitetura exige um modelo ou tecnologia diferenciada como coberturas rústicas (sapê), Coberturas Minerais, Cobertura vegetal beneficiada, Coberturas com membranas, Cobertura metálica, Cobertura tipo cascas, Cobertura tipo colonial.

Os telhados são uma junção entre o sistema armado da estrutura que pode ser de madeira, aço ou concreto (esse último menos usual), onde esse sistema serve de apoio para a cobertura, que são revestidas por telhas, sendo que na construção civil este sistema é o mais usual principalmente em obras residenciais. Os tipos de telhados podem ser de:

- Uma água: Sendo um sistema simples de cobertura que contém uma superfície plana com certo grau de declividade.

- Duas águas: Este modelo possui duas superfícies com declividades iguais unidas pela cumeeira.
- Três águas: Formado por telhado de áreas triangulares de três águas unidas por espigões.
- Quatro águas: Um sistema de cobertura quadrilátera que pode ou não ter sua forma regular.
- Várias águas: Sistema utilizado quando a planta é formada por variados tipos de polígonos quaisquer, obtendo várias caídas.

Para que a função primordial de uma cobertura (desempenho térmico e estanqueidade) ocorra com eficiência, alguns pontos devem ser observados, tipo de telhado a ser adotado, caimento necessário, por exemplo: “se a obra tem altura padrão suficiente para receber determinado tipo de telha”, verifica-se que as falhas que mais ocorrem, geralmente estão relacionadas pela má escolha entre o tipo de telha e o modelo necessário para cada cobertura, alguns dos fatores que ocorrem são deslocamentos de telhas durante vendavais, deslocamento devido a deformação da estrutura, grandes números de juntas, projeto inadequado no encontro dos arremates (CALIL JUNIOR e MOLINA, 2010).

Conforme se amplia o número de águas em uma cobertura, conseqüentemente maior será a estrutura utilizada para essa sustentação, para isso o projeto deve ser bem avaliado seguindo os padrões de recomendação para cada tipo de telha a ser utilizado.

2.3 Tipos de cobrimento residenciais

Muitos profissionais ao desenvolver seus projetos já o fazem pensando em como será o sistema de cobertura (platibanda ou aparente), por ser uma das etapas principais de um projeto. Para cada tipo de cobertura pode se utilizar um tipo de telha diferente, pois o mercado oferece diversos modelos, com variadas características que diferenciam umas das outras.

Segundo METZ (2016) entrou em vigor no Brasil a NBR15.575 “edificações habitacionais- Desempenho” focada nos requisitos de habitação básica, segurança e sustentabilidade. Tais requisitos trazem um novo foco para a construção civil, cada tipo de telha possui sua NBR que estabelece as exigências necessárias para cada modelo, tipo de estrutura, possui sua inclinação, resistência e peso que podem variar.

A) Telha cerâmica:

Material de fácil comércio, que possui uma demanda de fabricação maior, a telha cerâmica que é produzida através do barro cozido oferece resistência e durabilidade é resistente ao fogo e possui baixa manutenção conforme a ABNT NBR 15310 Componentes cerâmicos — Telhas — Terminologia, requisitos e métodos de ensaio.

O método de fabricação da telha cerâmica pode variar um deles é o método feito por extrusão, (prensada) onde consiste em uma prensa giratória, que se coloca a massa em um molde esse e seguido de um giro da mesa para compressão da massa, após essa compressão a mesma é retirada do molde em um fluxo contínuo (YAZIGI,2009). Por ser mais pesada e de dimensões pequenas necessita de uma estrutura um pouco mais reforçada.

Segundo YAZIGI (2009) existem dois tipos de telhas cerâmicas no mercado as planas e curvas, os modelos mais usados são:

- Tipo colonial: possui o mesmo modelo de peça tanto para o canal e para as capas
- Tipo plana: consiste em formatos acentuados retos fazendo com que esse modelo de telhado possua uma arquitetura diferenciada.

No mercado existem diversos modelos de telhas cerâmicas disponíveis com variadas cores, sua inclinação mínima é entorno de 30%.

Ao se efetuar uma compra desse modelo de telhas alguns cuidados devem ser tomados, conforme a inclinação da cobertura se determina o tipo de telha a ser utilizado e a resistência que essa pode suportar (SILVA, 2004).

Segundo a ABNT NBR 15310 (2005) o indicativo de cargas deve ser seguido obedecendo as especificações de cada tipo de telha. Ensaio que consiste na determinação de cargas para ruptura a flexão simples, onde são simuladas ocasiões como transportes, manuseio em obras e possíveis manutenções.

A telha francesa é uma entre as várias telhas cerâmicas existentes no mercado, esse modelo de telha possui uma parte plana com encaixes nas laterais e nas extremidades para melhor fixação no madeiramento da cobertura. Conforme a norma esse tipo é dividido em duas linhas de resistência quando a carga é aplicada no meio da peça (YAZIGI, 2009).

- a) 1ª categoria: resistência mínima de 85 kg
- b) 2ª categoria: resistência mínima de 70 kg

As telhas do modelo francesa pesa em média 2,8kg a unidade quando secas seu comprimento médio é de 40 cm e sua largura média é 24 cm, e necessita de aproximadamente 15 unidades para se cobrir 1m², sem considerar as perdas (YAZIGI, 2009).

Outros formatos de telhas que são muito utilizados no Brasil são as de forma arredondada, sendo que essas possuem vários tamanhos e modelos diferentes (Thomaz, 1988). As mais usadas no Brasil são:

- Italiana: possui um bom rendimento por ser um pouco maior que a maioria precisando de média de 14 unidades por 1m²
- Portuguesa: de formato semelhante a italiana é preciso 18 unidades para cobrir 1m²
- Romana: de custo mais acessível é uma das mais utilizadas do mercado, possui formato com formas quadrangulares e necessita de 16 unidades por 1m²

B) Telha de fibrocimento:

Compostas por fibras vegetais adicionadas ao cimento, a telha de fibrocimento é um produto que tem um comércio bem desenvolvido, por ter um preço variável reduzido, por atender vãos maiores, por ser leve e exigir pouco da estrutura, podendo essa ser menos reforçada, pela fácil instalação se comparada com telhas cerâmicas ou cimentícias CALIL JUNIOR e MOLINA (2010).

As telhas de fibrocimento não são usadas em residências de alto padrão por possuir baixa eficiência térmica e modelos muito rústico, o que não agrada a estética. Esse modelo de telha é bem empregado em residências populares ou que possuem laje e modelo em de cobertura em platibanda. Dentre os modelos disponíveis no mercado estão os formatos de canaleta, modulada, tropical, etermax e ondulada.

A norma sobre fibrocimento é a ABNT NBR 7581- esta é dividida em 3 etapas, que tem como o objetivo definir uma mistura entre água, cimento Portland e agregados de origem mineral (ABNT, 1993).

A ABNT/NBR 7581-1 de 09/2014 – a primeira parte da norma é sobre a classificação das telhas onduladas de fibrocimento, descrevendo suas características e propriedades e indicando métodos de ensaios para se obter um melhor controle de fabricação e recebimento do produto (ABNT, 1993).

A segunda etapa estabelece meios para os ensaios e normatiza as características geométricas e propriedades mecânicas e físicas das telhas, para obtenção mínima do previsto na primeira parte (ABNT, 1993).

Esse tipo de telha veio a ter sua padronização na terceira etapa da ABNT NBR 7581 que estabelece a padronização de telhas onduladas.

Para telhas onduladas de fibrocimento sem amianto, a norma regente é a ABNT NBR 15210 – que se divide em duas partes aonde a primeira parte se trata da classificação e requisitos, e a segunda estabelece os métodos de ensaios (ABNT, 2005).

As residências podem ser feitas com sistemas de platibanda ou aparente.

C) Telhas Metálicas:

Com a entrada da norma ABNT NBR 15575 (2013) - em vigor, pode se observar um avanço grandioso, nas construções relacionadas ao quesito eficiência térmica, qualidade, e desempenho relacionados a construção civil (TURMANL,2013).

Desenvolvida para atender grandes vãos, a telha metálica pode ser do tipo galvanizada ou estilo sanduiche. Por ser leve a telha metálica vem se sobressaindo no mercado, através de novos modelos com sistemas isolantes, a telha metálica, abriu um mercado voltado para obras residenciais, pois esta possui alta resistência a impactos, (granizos) uma boa eficiência térmica, devido ao isolante e pode ser fabricada com medidas que vão até 8 metros de comprimento, seu peso pode variar de 8,14 até 36,62 kg por m² dependendo da espessura adotada (PATTON,1978).

No mercado atual, é possível encontrar dois modelos de telhas térmicas, a de poliuretano, e a de isopor ou poliestireno. É um tipo de telha que possui uma ótima eficiência térmica, esse tipo de telha tem como objetivo reduzir o índice de calor e ruído para dentro da edificação (CALIL JUNIOR e MOLINA, 2010).

Em relação a durabilidade, este é um modelo que se destaca no mercado, pois possui características extraordinárias que a tornam super resistentes, grandes pavilhões foram cobertos por esse tipo de telha como o Anhembi e o ginásio do Ibirapuera, estruturas que foram executadas a mais de 30 anos e estão em pleno funcionamento (TURMANL,2013). No entanto devido ao alto custo desse material, sua utilização se torna reduzida em edificações de baixo padrão.

As telhas metálicas podem ser divididas em vários tipos e tamanhos (Perfilor,2013).

Principais tipos de telha metálica são:

- Telha Simples; onduladas, trapezoidal
- Telha Termo Acústica / Termo Isolantes;
- Telhas Zipadas.

D) Telha de Concreto:

Conhecidas popularmente por telha de concreto, as telhas cimentícias podem ser onduladas ou plana, são a base de areia e cimento, são telhas reforçadas que suportam aproximadamente 240kg, isso faz com que se tenha menor perca por quebra (MELLO,2010).

É uma telha que não vai ao forno pois são feitas em formas que a garantem melhor encaixe e alinhamento, a forma de secagem dela é natural onde a própria química do cimento geram um aquecimento, e quando se precisa retardar o calor é necessário aumentar a umidade dos galpões de secagem. Elas podem ser de diversas cores adquiridas através de pigmentos anexados na mistura (ISAIA, 2007).

Segundo MELLO (2010) em regiões litorâneas a telha de concreto é um sistema que garante maior resistência contra maresias. Trata-se de um sistema que necessita de média de 14 unidades por 1m² que precisa de no mínimo 30% de inclinação para que sejam evitados os vazamentos, é um método de cobertura mais oneroso, devido ao peso da telha, a estrutura precisa ser reforçada para suportar a mesma.

2.4 Custo benefício entre a madeira e o aço

Quando a questão é relacionada ao uso da madeira na construção civil, pode se observar que há uma espécie de preconceito sobre a utilização da mesma em grandes estruturas, ou obras de grandes portes, isso devido ao pouco conhecimento que os profissionais tem sobre o emprego da madeira.

Segundo GESUALDO (2003) atualmente, no Brasil não se utiliza a madeira em projetos de coberturas arrojados devido à falta de projetos específicos e bem elaborados. Conseqüentemente, as construções de madeira são vulneráveis aos mais diversos tipos de

problemas, o que gera uma mentalidade equivocada sobre o material madeira. É comum se ouvir a frase absurda arraigada na sociedade: "a madeira é um material fraco". Isto revela um alto grau de desconhecimento, gerado pela própria sociedade

No Brasil as universidades brasileiras pouco se discutem quando o assunto é o uso da madeira, quando se fala sobre essa geralmente é a respeito das estruturas treliçadas, e se esquece o uso da madeira como material de fechamento e acabamentos, pois tudo pode ser feito através da madeira em uma casa, desde sua fundação até mesmo a escada os rodapés. A madeira pode alcançar vãos significantes, mas para isso é necessário que se faça um bom dimensionamento, evitando assim a ocorrência de flechas, ou torções. Para muitos quando se fala no uso da madeira logo se pensa no desmatamento, no aquecimento global na destruição da Amazônia, e em tudo que pode ocorrer no meio ambiente, mas se esquecem que a madeira é um material renovável, que pode ser feito o reflorestamento da espécie, e que durante seu crescimento ela tira as impurezas do meio ambiente, mas isso durante um certo período, sendo assim após vencida a vida útil da mesma ela devolvera a natureza suas impurezas armazenadas (GESUALDO, 2003).

Quando o assunto se refere a poluição, é fato observar que entre a retirada e o desdobro de uma árvore envolve pouquíssimo uso de energia uma vez que até mesmo o processo de secagem pode ser feito de forma natural (BAUER, 2008).

Esse processo tem sua poluição insignificante quando relacionada a extração e fabricação do aço, que por sua vez trata-se de uma fonte não renovável e seu processo de fabricação envolve um consumo excessivo de energia, e é altamente poluente (GESUALDO, 2003).

Em (Sinop) a utilização do aço e concreto para a construção civil é amplamente maior em relação a madeira, mas quando se trata de estrutura para cobertura, aí a relação se inverte, pois a madeira ainda é o sistema estrutural mais empregado na região devido à grande variedade e oferta que o mercado oferece. A procura pela madeira é maior devido a ser um produto abundante na região o que faz com que o preço seja menos oneroso em relação ao aço, que por sua vez são produzidos fora do estado, precisando assim serem transportados até os centros de distribuição tornando seu custo mais alto.

Quando se fala em custo benefício deve se observar os prós e os contras de cada material. A madeira tem suas vantagens de ser um produto que gera menos poluição na produção, de ser um material de fonte renovável que pode ser produzido em qualquer parte do país, o que durante sua produção reflete em ganho de qualidade do ar, por ser um material atraente e que transforma a beleza arquitetônica dos ambientes, contudo ela também possui suas desvantagens como estar sujeita a ataques de fungos, estar sujeita a ataques de insetos e por ser um material inflamável apesar de resistir a altas temperaturas e não perder sua resistência, ao contrário do aço que por sua vez é um material que não é inflamável, mas que não resiste a altas temperaturas.

Por longos anos o aço esteve ligado de forma direta a construções industriais, mas com o passar dos anos e com tecnologias voltadas para o mercado da construção civil, esse mercado veio sendo amplamente diversificado e assim seu uso foi sendo difundido.

2.5 Orçamentação

Quando se fala em questões financeiras, geralmente está relacionada ao controle de gastos dentro de um limite calculado conforme levantamentos feitos nos mercados locais ou em sistemas de órgãos específicos. Para se desenvolver uma boa orçamentação é necessário se ter uma série de requisitos, como entendimento técnico, conhecimentos nas áreas de legislação tributária, fiscal e profissional, além do conhecimento específico sobre os materiais e a mão de obra. Em um ramo extremamente competitivo, é indispensável que se tenha um vasto conhecimento na hora de se calcular um orçamento, devido aos sérios riscos que podem ocorrer

nessa etapa, como superfaturar uma obra podendo assim perder o serviço, ou passar um orçamento a baixo do mercado, correndo o risco de não conseguir executar ou até mesmo ter que arcar com os custos incidentes (TISAKA, 2006).

As planilhas orçamentarias podem ser desenvolvidas para pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas.

No caso de órgãos públicos onde se trata de licitações, a empresa vencedora deverá cumprir tudo que foi contratado, e de acordo com orçamento feito, sendo que a contratante (poder público) é obrigada a seguir a chamada Lei de Licitações (Lei Federal nº 8.666/93) onde a empresa vencedora não poderá desistir do processo sob pena de multas, e impedimentos de participação em outras licitações por determinados períodos, salientando que o principal fundamento da lei de licitações é o menor preço (TISAKA, MAÇAHIKO 2006). Sendo assim é necessário que se faça um estudo bem detalhado dos custos referentes ao projeto em geral, assim como uma avaliação do mercado financeiro, que devido as oscilações podem influenciar os valores no mercado futuro.

O orçamento existe para ajudar a se criar um plano de estimativa de despesas, ganhos e oportunidades para os investimentos a serem feitos durante um período de tempo. Após a definição do orçamento se torna possível estabelecer metas e conferências dos objetivos.

Para se fazer uma planilha orçamentaria pode se utilizar o método de pesquisas no mercado local ou até mesmo tabelas (SINAPI) que servem de base para o mercado construtivo. Uma orçamentação pode ser realizada por etapas separadas ou pode ser feita de uma só vez obtendo dessa forma uma estimativa de custos.

Uma orçamentação pode ser separada por etapas:

- Análise das condicionantes
- Composição de custos
- SINAPI (insumos e serviços)
- Fechamento da orçamentação de Obra (com a curva ABC de insumos e serviços)

Um orçamento deve conter todos os serviços e materiais que serão utilizados na obra, obedecendo o projeto básico e complementar.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa é de caráter descritivo desenvolvida através de fontes secundarias, que teve como base uma obra de tamanho padrão unifamiliar de 56m² com cobertura aparente de duas águas, sendo dois modelos de coberturas, voltadas para estruturas metálicas e de madeira para diferentes tipos de telhas, por este motivo foram executados dois orçamentos, um para estrutura metálica e outro para estrutura de madeira variando os tipos de telhas entre telhas termoacústica, telhas de barro, telhas de concreto e telhas de fibrocimento.

Esta pesquisa casuística desenvolvida apenas para o município de Sinop, onde serão analisadas as variáveis entre os valores obtidos pelos orçamentos realizados no mercado local sendo adotado a média entre valores através de 3 orçamentos em empresas distintas.

Para se efetuar o orçamento da estrutura de madeira, foi utilizado como base a itaúba, devido a ser uma madeira muito resistente e muito requisitada na região. As telhas escolhidas são as mais comuns no mercado local e as mais utilizadas nas residências da cidade de Sinop. Foram executados orçamentos no mercado local para cada modelo de telha baseados na estrutura utilizada.

As cargas das coberturas foram consideradas levando em conta as normativas exigidas por cada fabricante referente suas dimensões e pesos exercidas na estrutura. O quantitativo foi baseado levando em consideração a ABNT NBR 15575-5 (2013) Edificações e Habitações e a própria especificação técnica exigidas pelas fabricantes.

O orçamento foi realizado para estrutura metálica e de madeira seguindo o mesmo projeto para ambas as estruturas, as estruturas de aço e de madeira foram desenvolvidas com 5 tesouras mantendo um distanciamento de 1,60 metros umas das outras, as terças foram posicionadas a 1,20 metro distante uma da outra e os caibros a 0.60 centímetros de distanciamento, a ripas podem variar de acordo com a marca da telha.

A cobertura de fibrocimento foi executada com 4 tesouras estruturais tanto em madeira quanto em aço, com distanciamento de 2 metros entre as tesouras e as terças foram posicionadas a 1,50 metros uma da outra, podendo variar de acordo com as especificações das telhas.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estrutura de madeira telha concreto/ cerâmica

Para se executar um sistema estrutural de madeira, que atenda as especificações do fabricante das telhas de concreto e cerâmica, foi executado um quantitativo dos materiais a serem utilizados, lembrando que devido as medidas de cortes padrão de madeira existente no mercado, o orçamento é feito levando em consideração o mínimo de perdas possível. Para um projeto de uma residência unifamiliar 7x8 simples de cobertura aparente de duas águas com beiral de 0,80cm para cada lado totalizando as medidas 8,6 x 9,6 com inclinação de 35% totalizando uma área de 82,56m² de cobertura. Esse sistema de cobertura foi composto por: tesouras, terças, caibros, ripas, pregos, telhas conforme indicado no quadro 1 para telha de concreto e quadro 2 para telha cerâmica.

Quantidade	Tipos de materiais
25	vigas de 6m (5x15) para 5 tesouras
16	vigas de 6m (5x15) para terças
32	caibros de 6m (5x5) para aporte das ripas
67	ripas de 5m (4x4) para suporte das telhas
04	pacotes pregos (22x48)
04	pacotes pregos (19x36)
04	pacotes pregos (17x27)
1.160	telhas (aproximadamente 4.050kg)

Quadro 1: Para estrutura com telha de concreto:

Fonte: Própria (2022)

Quantidade	Tipos de materiais
25	vigas de 6m (5x15) para 5 tesouras
16	vigas de 6m (5x15) para terças
32	caibros de 6m (5x5) para aporte das ripas
67	ripas de 6m (4x4) para suporte das telhas
04	pacotes pregos (22x48)
04	pacotes pregos (19x36)
04	pacotes pregos (17x27)
1405	telhas (aproximadamente 3.509kg)

Quadro 2: Para estrutura com telha cerâmica

Fonte: Própria (2022)

4.2 Estrutura de madeira telha fibrocimento/ termo isolante

As telhas de fibrocimento e telhas termo isolantes, possuem maior cobertura e por serem mais leves não sobrecarregam o sistema estrutural, sendo assim não precisa ser tão reforçado como o para telhas de cimento.

No sistema estrutural indicado para telhas de fibrocimento ou termo isolantes o espaçamento entre as terças podem ser de até 1,69m uma da outra os vãos entre as tesouras podem ser de até 4 metros devendo assim aumentar a bitola da terça utilizada.

A área total de 82,56m² com inclinação de 27% conforme orçamento demonstrado no quadro 3 e quadro 4.

Quantidade	Tipos de Materiais
20	Vigas de 6m (5x15) para tesouras
12	Vigas de 6m (5x15) para terças
06	caibros de 6m (5x5) travamento
04	Pacotes pregos (22x48)
02	Pacotes pregos (19x36)1
02	Pacotes pregos (17x27)
65	Telhas (2,44x1,10) aprox.1.755kg
400	Parafusos telheiro
09	Cumeeira simples 1,10m

Quadro 3: Para estrutura com telha fibrocimento

Fonte: própria (2022)

Quantidade	Tipos de materiais
20	Vigas de 6m (5x15) para tesouras
12	Vigas de 6m (5x15) para terças
06	Caibros 6m (5x5) travamento
04	Pacotes pregos (22x48)
02	Pacotes pregos (19x36)1
02	Pacotes pregos (17x27)
20	Telhas (5x1,10) aprox.1.113,6kg
400	Parafusos telha termoacústica
09	Cumeeiras simples 1,10m

Quadro 4: Para estrutura com telha termoacústica

Fonte: Própria (2022)

4.3 Estrutura metálica para telha cerâmica e concreto

Estrutura do tipo alma cheia, com total de 6 tesouras metálicas treliçada unidas através de solda, com inclinação de 35% para telhas de concreto e cerâmica seguindo a ABNT NBR 8800 os quadros 5 e 6 contém o quantitativo para telha de concreto e cerâmica.

Quantidade	Tipos de materiais
24	Perfil U de 6m para 6 tesouras
10	Cantoneira de 6m para contraventamento
67	Perfil S de 6m para aporte para as telhas
1160	telhas (aproximadamente 4.050kg)

Quadro 5: Para estrutura metálica com telha de concreto

Fonte: própria (2022)

Quantidade	Tipos de materiais
24	Perfil U de 6m para 6 tesouras
10	Cantoneira de 6m para contraventamento
67	Perfil S de 6m para aporte para as telhas
1405	telhas (aproximadamente 3.509kg)

Quadro 6: Para estrutura metálica com telha cerâmica
Fonte: própria (2022)

4.4 Estrutura metálica para telha fibrocimento e termoacústica

Estrutura do tipo alma cheia, com total de 4 tesouras metálicas treliçada unidas através de solda, com inclinação de 27% para telhas de fibrocimento e termoacústica. Para esse modelo de cobertura pode ser utilizado uma inclinação menor, quando preciso. Os quadros 7 e 8 indicam a relação de materiais exigidas para execução da cobertura.

Quantidade	Tipos de materiais
16	Perfil U de 6m para 4 tesouras
06	Cantoneira de 6m para contraventamento
13	Perfil U de 6m para aporte para as telhas
20	telhas (5x1,10) aprox.1.113,6kg
400	Parafuso telheiro brocam-te
09	cumeeiras simples1,10m

Quadro 7: Para estrutura metálica com telha termoacústica
Fonte: Própria (2022)

Quantidade	Tipos de materiais
16	Perfil U de 6m para 4 tesouras
06	Cantoneira de 6m para contraventamento
13	Perfil U de 6m para aporte para as telhas
65	telhas (2,44x1,10) aprox.1.755kg
400	Parafuso telheiro brocam-te
09	Cumeeiras simples 1,10m

Quadro 8: Para estrutura metálica com telha de fibrocimento
Fonte: Própria (2022)

4.5 Custos entre madeira e o aço

Os perfis de madeira podem variar o seu valor de acordo com suas dimensões, e a qualidade da madeira, no caso do projeto estudado na presente pesquisa, a estrutura foi dimensionada, para usar madeira do tipo itaúba que é uma espécie dicotiledônea predominante da região e que possui alta resistência, além de ser uma madeira muito requisitada no mercado local. A pesquisa realizada foi dimensionada para um projeto padrão, utilizando a itaúba ao alterar o modelo de projeto ou a espécie de madeira os valores podem sofrer alterações. O orçamento em estrutura de madeira, foram fornecidos por 3 empresas localizadas em Sinop, onde foi feita uma média para obtenção dos custos relacionados a estruturas conforme tabela 1.

Empresas	Tipo de madeira		
	Vigas 5x15	Caibros 5x5	Ripas 4x2
Madeira 01	28,00	12,20	1.35
Madeira 02	31,00	13,30	1.50
Madeira 03	26,70	11,80	2.20
Média final	28,56	12,42	1,68

Tabela 1: Preços por metro linear R\$/Metro
Fonte: Própria (2022)

Os perfis metálicos por sua vez são vendidos por peso (KG) sendo assim os perfis metálicos não se diferenciam muito, variando pouco de uma empresa para outra, onde os preços de perfis “U”, está em torno de em R\$ 4,70 o (Kg), para cantoneiras o preço do Kg, é R\$ 4,35. Cada peça de perfil U tem tamanho de 6 metros e pesa em torno de 6,44 kg por metro. Fazendo uma análise das duas estruturas, observa que os valores entre os perfis não diferem muito entre si, sendo que o aço se torna pouco mais barato quando relacionado com uma madeira de primeira qualidade, toda via observa se que a execução da estrutura metálica é avaliada para uma estrutura simples e bi apoiada nas extremidades. Os valores podem se reduzir em torno de 35% quando altera se a espécie de madeira utilizada por uma de qualidade inferior como Cambará, pois trata-se de uma madeira propicia a pragas naturais. O comparativo entre as estruturas pode ser avaliado nos quadros 9 e 10:

Custo total para estrutura metálica em reais						
Tipo de cobertura	Tesouras	Terças	Cantoneira	Perfil S	Mão de obra R\$ 42m ²	total
Fibrocimento termoacústica	2.905,72	1.089,64	375,84	-----	3.467,52	7.838.72
Concreto Cerâmica	4.358,59	-----	626,40	2.045,97	3.467,52	10.498.48

Quadro 9: Custo total para estrutura metálica sem telha
Fonte: própria (2022)

Custo total para estrutura madeira itaúba em reais						
Tipo de cobertura	Tesouras 5x15	Terças 5x15	Caibros 5x5	Ripas 4x2	Mão de obra R\$ 35m ²	total
Fibrocimento termoacústica	3.427.72	2.056,32	447,12	-----	2.889,60	8.820,76
Concreto Cerâmica	4.284,00	2.741,76	2.384,64	562,8	2.889,60	12.862,80

Quadro 10: custo total para estrutura de madeira sem telha
Fonte: Própria (2022)

4.6 Custos m² entre os variados modelos de telhas

No mercado local pode se encontrar uma grande variedade de telhas, que podem variar marcas, espessuras e cobrimentos. Para o projeto apresentado foi realizada pesquisa referente aos custos por m², orçamento realizado levando em consideração a área de cobertura, sem considerar possíveis perdas para cada tipo de telha conforme quadro 11.

Custo total para cobertura residencial R\$/m²				
Tipos de telha	fibrocimento	Termoacústica	concreto	cerâmica
	56,90	65,60	63,00	47,60
Total 82,56m ²	4.697,66	5.420,06	5.201,28	3.929,85

Quadro 11: custos totais de coberturas
Fonte: própria (2022)

Entre os modelos orçados, a telha cerâmica é a que tem o menor preço individual por m² custando R\$47,60 o metro, mas esse fator passa a ser mais oneroso quando se orça com o sistema estrutural, haja visto que a telha cerâmica e de concreto necessitam de um sistema mais reforçado tornando assim seu custo final desvantajoso. Fazendo um comparativo com os dados obtidos foi verificado que a estrutura metálica juntamente com a telha de fibrocimento foi a mais barata custando em torno de R\$12.259,38 em contra partida a mais onerosa foi a de concreto com estrutura de madeira custando R\$ 18.064,08. Veja um comparativo de custos em reais no gráfico 1.

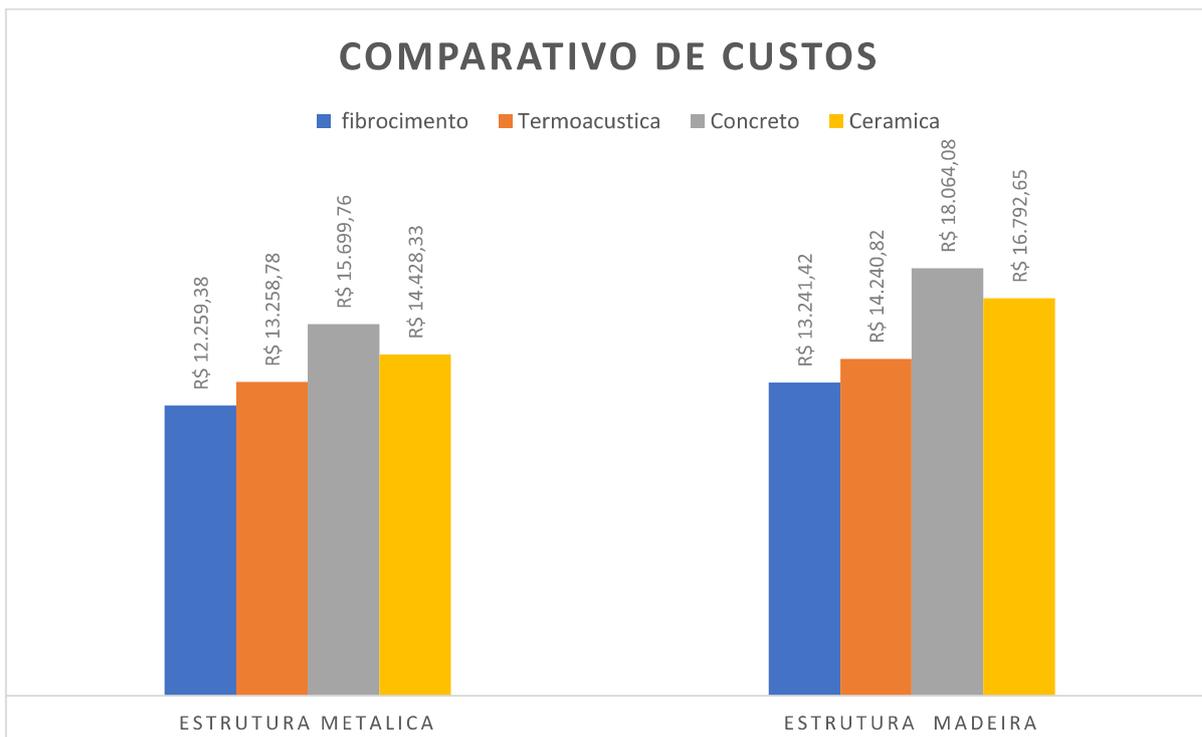


Gráfico 1: Comparativo de valores para as estruturas metálicas e de madeira
Fonte: Própria (2022)

5.CONCLUSÃO

Conclui-se por essa pesquisa que os sistemas estruturais podem variar de acordo com o material utilizado na execução. As estruturas de madeira podem variar consideravelmente dependendo da madeira utilizada, e o tipo de telha a ser utilizado, podendo se tornar mais ou menos onerosa. No caso da madeira de cambará os valores podem diminuir cerca de 35%, em relação a de itaúba. Já no caso da estrutura metálica, os valores não oscilam tanto por ser vendida por kg. Para a estrutura da cobertura relacionada a fibrocimento ou termoacústica, os valores entre a madeira e o aço não diferenciou tanto ficando abaixo de 8,3% de uma para, girando em torno de R\$1.000 de diferença.

Foi verificado que a mão de obra para estruturas metálicas é mais onerosa, porém a sua execução se torna mais rápida e vantajosa. Apesar da telha cerâmica ter o menor preço por metro quadrado custando até 21% menos que o modelo de fibrocimento, de fato o que se tornou menos oneroso foi a junção de estrutura metálica com cobertura de telha em fibrocimento, pois quando se utiliza telha menores como as de concreto e cerâmica há a necessidade de reforço na estrutura para suportar os pesos das peças, sendo assim a estrutura se torna mais cara.

Para o mercado local é possível se obter uma queda nos valores da estrutura de madeira, pois dependendo da madeira utilizada pode diminuir o valor final.

A grande oferta de matéria prima e facilidade de mão de obra são fatores favoráveis para execução da estrutura de madeira, apesar de sua execução ser mais lenta. Quando há necessidade de agilidade no processo de construção a estrutura metálica passa a ser mais vantajosa, por ser um processo mais ágil. Este é foi um estudo de caso para uma residência padrão de duas águas. Os resultados podem ser diferentes dependendo do modelo do projeto.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 7190: **Projeto De Estruturas De Madeira**. 1 Ed. Rio De Janeiro: ABNT, 1997. 107 p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 8800: **Projeto De Estruturas De Aço E De Estruturas Mistas De Aço E Concreto De Edifícios**. 2 Ed. Rio De Janeiro: ABNT, 2008. 237 P.

Bazzo, W.A. **Introdução À Engenharia. Conceitos, Ferramentas E Equipamentos**. 2006. Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis.

Calil Junior, Carlito; Molina, Júlio Cesar. **Coberturas Em Estruturas De Madeira: Exemplos De Cálculo**. São Paulo: Editora Pini Ltda, 2010.

Fleury, S. "**Iniciativa Popular**". In Avritzer, L.; Anastásia, F. (Org.) *Reforma Política No Brasil* Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006, P. 94-98.

Freire, J. M. **Materiais De Construção Mecânica**. Ltc, 1983

Gesualdo, Francisco A. Romero. **Estruturas De Madeira: Notas De Aula**. Uberlândia: Universidade Federal De Uberlândia, 2003. 105 P.

Gympel, Jan. **História Da Arquitetura: Da Antiguidade Aos Nossos Dias**. Colônia: Konemam, 2001.

Hibbeler, R.C. **Análise Estrutural**- 8º Ed.2013 Editora Pearson Universitária

Isaia, G. Cechella. **Materiais De Construção Civil E Princípios De Ciência E Engenharia De Materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007.

Metz, Ana Julia; Schuh, Carmine Maria; Santos, Marcus Daniel Friederich Dos. **Estudo De Coberturas De Edificações Residenciais Segundo Norma De Desempenho Nbr 15.575**— Parte 5. Seminário De Iniciação Científica, P. 230, 2016.

Orçamento Na Construção Civil: Consultoria, Projeto E Execução / Maçahiko Tisaka. — São Paulo: Editora Pini, 2006.

Silva, Angelo Just Da Costa E. Cobertura. Recife: Universidade Católica De Pernambuco, 2004. Disponível Em: [Http://Www.Tecomat.Com.Br/Angelo/Arquivos/Obertura_Apostila_Unicap.Pdf](http://Www.Tecomat.Com.Br/Angelo/Arquivos/Obertura_Apostila_Unicap.Pdf) >. Acesso Em: 06 Agosto. 2021

Turmanl, Jacques (Org.). **Coberturas Projeto E Detalhamentos Construtivos**. São Paulo: J.J Carol, 2013.

Trindade, Luiz Valério. Evolução Da Arquitetura E Dos Materiais Para Cobertura De Edificações. 2014. Disponível Em: [Https: </Www.Aecweb.Com.Br/Cont/A/Evolucao-Da-Arquitetura-E-Dos-Materiais-Para-Cobertura-De-Edificacoes_8937](https://Www.Aecweb.Com.Br/Cont/A/Evolucao-Da-Arquitetura-E-Dos-Materiais-Para-Cobertura-De-Edificacoes_8937)>. 22/08/21
Yazigi, Walid. **A Técnica De Edificar**. 10. Ed. São Paulo: Pini, 2009