



FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS
FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL VIEIRA TOBITA
RAFAEL EDUARDO PEREIRA MORALES

VIABILIDADE ECONÔMICA DE COBERTURAS EM AÇO
E MADEIRA

Fernandópolis – SP

2022

GABRIEL VIEIRA TOBITA
RAFAEL EDUARDO PEREIRA MORALES

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE COBERTURAS EM AÇO
E MADEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Fundação Educacional de Fernandópolis - FEF, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Anna Beatriz Alves de Mello

FACULDADES INTEGRADAS FERNANDÓPOLIS

Fernandópolis - SP
2022

VIABILIDADE ECONÔMICA DE COBERTURAS EM AÇO E MADEIRA

Gabriel Vieira Tobita¹
Rafael Eduardo Pereira Morales¹
Anna Beatriz A. Mello²

TOBITA, G. V.; MORALES, R. E. P.; MELLO, A. B. A. **Viabilidade econômica de coberturas de aço e madeira**. Fernandópolis, 2022.

RESUMO

A utilização de estruturas metálicas associadas a tecnologias de construção vem sendo expandidas no mercado da construção civil. Essa aplicação vem produzindo excelentes resultados tanto na área da construção quanto na área da sustentabilidade, destacando-se como uma opção na construção de estruturas de cobertura. Em contrapartida, a utilização de madeira em estruturas de telhado, trata-se de uma construção tradicional, que em tempos atuais sofre com a escassez de matéria-prima, elevando os custos, o que faz que a indústria madeireira busque utilizar novas espécies, como madeira de reflorestamento. O trabalho teve como objetivo principal identificar os elementos envolvidos na construção de coberturas, analisando-os economicamente. Para tanto o trabalho discorreu sobre os tipos de cobertura, focando nas estruturas do telhado em madeira e telhado em aço, vinculando-os a produtividade na construção civil, comparando sua viabilidade econômica e, concluindo que as estruturas em madeira apresentam um custo relativamente menor quando comparadas às estruturas de aço.

Palavras-chave: Coberturas de aço. Coberturas de madeira. Construção civil.

ABSTRACT

The use of metallic structures associated with construction technologies has been expanded in the civil construction Market. This application has been producing excellent results both in the area of construction and in the area of sustainability, standing out as an option in the construction of roofing structures. On the other hand, the use of wood in roof structures, it is a traditional construction, which nowadays suffer from the scarcity of raw materials, raising costs, which makes the wood industry seek to use new species, such as reforested wood. The work had as main objective to identify the elements involved in the construction of roofs, analyzing them economically. For that, the work discussed the types of coverage, focusing on the wooden roof and steel roof structures, linking them to productivity in civil construction, comparing their economic viability, concluding that wooden structures have a relatively lower cost when compared to steel structures.

Keywords: Steel roofing. Wooden coverings. Construction.

¹ Graduando do curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE

² Orientadora. Docente do curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE.

E-mail: abeatriz@fef.edu.br

INTRODUÇÃO

A cobertura é parte essencial de qualquer edifício, pois, fornece a proteção necessária contra chuva, sol, vento, calor e frio. A integridade do telhado é importante para a estrutura do próprio prédio, bem como, para os ocupantes e os objetos armazenados dentro deste, oferecendo ainda conforto térmico e acústico. Identificado do ponto de vista arquitetônico, os telhados colaboram ainda com os aspectos estéticos da edificação (COGO e TONON, 2018).

Pode-se afirmar que a cobertura representa o sistema de fechamento superior de uma edificação, podendo ser construída através de diversos sistemas: telhado, laje, terraços etc., utilizando um sistema composto por telhas e materiais diversos, entre eles: madeira, o aço, cerâmica, concreto, vidro, fibrocimento e metais, suas estruturas de suporte são peças complementares. Sendo assim, adota-se o termo "telhado" visando identificar a estrutura de suporte e a análise comparativa entre atributos positivos e negativos, dentre os materiais utilizados no Brasil a destaque para madeira e aço (FLACH, 2012).

Ao projetar uma estrutura de telhado é necessário observar a carga a ser imposta pelo telhado e enquadramento, deve-se também analisar as forças do vento, e questões associadas a temperaturas como a dilatação térmica. O teto deve ser à prova de vazamentos e por sua durabilidade, satisfazendo requisitos como resistência ao fogo, isolamento térmico e alta capacidade térmica (PEREIRA, 2016).

Existe uma variedade de formas de telhado, quadros e revestimentos baseados na escolha do proprietário. Porém, essa escolha deve estar vinculada a fatores como o dimensionamento e a utilização do edifício, sua vida e aparência, apresentadas de forma antecipada, bem como, a disponibilidade e os valores dos materiais a serem usados (SANTOS, 2022).

A classificação da cobertura é mediada por suas características estruturais, associadas as técnicas construtivas, podem ser apresentadas de diferentes formas, entre elas: o telhado (cobertura constituída de maneira, com uso de telhas, inclinadas em direção ao horizonte, com uma ou mais vertentes); lajes planas (laje de concreto armado impermeabilizado, apresentando uma declividade igual ou inferior a 5%); cascas (laje de concreto armado e impermeabilizado, em formato de arcos ou cascas); terraços (coberturas de ambientes habitáveis que em sua área disponibiliza, em seu todo ou em parte, acesso e desenvolvimento de atividades) (ABNT NBR 15575-5, 2021).

Com isso, o trabalho teve como objetivo principal identificar os elementos envolvidos na construção de coberturas de um galpão, analisando os economicamente e, focando nas

estruturas do telhado em madeira e telhado em aço, comparando sua viabilidade econômica, com os valores encontrados na literatura.

REVISÃO DE LITERATURA

Remontando a tempos atrás, verifica-se que as coberturas tinham um intuito de abrigar e proteger os seres humanos de condições adversas e intempéries do tempo. Com o passar dos anos, as técnicas construtivas se desenvolveram e ganharam cada vez mais importância e expressão arquitetônica, deixando de ser apenas um refúgio para abrigar-se, para assumir um papel de personalidade em cada edificação (TURMANL, 2013).

Estudos demonstram que o decorrer dos anos permitiu que a construção civil brasileira evoluísse, buscando sempre o aperfeiçoamento de técnicas e a redução dos tempos de execução, por meio da adoção de ferramentas de tecnologias da informação ou através da utilização de materiais eficientes, tanto para a execução de coberturas como na obra, em geral. Existem vários pontos que devem ser observados em relação à escolha do tipo de cobertura, o principal é relacionado à inclinação do telhado, também é primordial que os materiais a serem utilizados sejam certificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelecendo o tipo de edificação e sua finalidade.

É fundamental ficar atento em relação à carga permanente da estrutura, a qual é composta pela somatória do peso dos elementos estruturais utilizados, mais os elementos construtivos fixos e suas instalações permanentes (ABNT NBR 6120, 2019). Os valores de peso próprio devem ser atribuídos sobre a estrutura pela massa específica do material utilizado e suas dimensões, estabelecidos pela norma e o projeto respectivamente. Um dos fatores influentes em relação à estrutura é a ação decorrente dos ventos, denominados como forças variáveis e de curta duração, consoante a ABNT NBR 6123 (2013), essa ação consegue produzir efeitos dinâmicos na estrutura, portanto, o seu cálculo deve ser mediado por coeficientes de pressão considerando a topografia e a velocidade do vento na região da edificação.

A escolha da cobertura correta para uma determinada construção, é considerada uma das etapas mais importantes, visto que esta influencia as características da edificação, principalmente sua estética. Trata-se de um elemento que requer inúmeros cuidados em sua execução, evitando infiltrações e assegurando a eficiência térmica da residência. No mercado brasileiro existem diversos modelos de coberturas com os mais variados materiais; por isso, é fundamental analisar suas características para escolher a melhor opção (TERRES, 2022).

Estruturas de telhado em madeira

No Brasil, também são feitas coberturas de projetos em galpões, utilizando a madeira, contudo, nos últimos anos essa matéria-prima vem se tornando mais rara, exigindo que a indústria madeireira busque fontes como madeira de reflorestamento. Durante muitos anos foi um material extremamente utilizado, devido ao seu acabamento e a estética alcançada (LUZ e SILVA, 2019).

Estudos apontam que a popularidade da madeira está sendo reduzida, vez que sua produção demanda mais tempo e possui diversas limitações quando comparadas aos materiais industrializados. A execução do projeto é normalmente realizada por carpinteiros, demandando uma forma mais artesanal, visto que os seus elementos são serrados em loco. Alguns autores recomendam, que haja o uso de seções comerciais da madeira, para assim conseguir reduzir custos (FLACH, 2012).

Estruturas de telhado em aço

A utilização do aço para coberturas, principalmente em galpões em sua maioria, vincula-se ao fato que a estrutura pode vencer grandes vãos com uma carga de peso relativamente menor. Outro elemento positivo em relação ao uso do aço é decorrente da sua praticidade e durabilidade, sem contar que o seu material é totalmente reciclável, suas sobras podem retornar aos fornos, tornando-se um novo, aço, sem qualquer perda de qualidade. Como outra vantagem referente ao seu uso, as estruturas de aço apresentam retorno em seu investimento, vinculada a redução do tempo de execução da obra (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2015).

É preciso considerar que o segmento de construções em galpões possua uma elevada demanda, e que mesmo mediante diversos avanços o aço ainda é pouco explorado, portanto a um grande potencial de crescimento nesse nicho de mercado (BUSANELLO, 2019).

Produtividade e viabilidade das estruturas na construção civil

Pode-se definir a produtividade como a capacidade de transformar recursos em produtos, mensurando essa produtividade por meio de um indicador que consiga relacionar a quantidade de recursos utilizados para a quantidade de produtos obtidos. Se não

houvesse variações de fatores para o mesmo serviço, a produtividade poderia ser constante, entretanto estes fatores existem e devem ser devidamente observados (CALIL JUNIOR, 2019).

É de suma importância que antes de qualquer empreendimento na construção civil ser realizado deve-se haver o correto planejamento e a definição dos orçamentos que serão necessários, estabelecendo assim os custos diretos e indiretos.

O custo direto é considerado a totalidade dos custos dos materiais e serviços empregados na execução da obra, seus valores são proporcionais as quantidades de serviços realizados, como, por exemplo, a contratação de mão de obra ou a compra dos materiais necessários. Nos custos diretos podem ser inclusos, tijolos, cimento, terra, entre outros materiais que tem ligação direta com a construção. Além disso, deve-se incluir também o custo com mão de obra especializada e qualquer equipamento alugado, como betoneira, por exemplo (RIFFEL et al., 2018).

Os custos indiretos, trata-se da soma dos custos dos materiais e dos serviços necessários, porém não aplicados diretamente ao empreendimento, são apresentados como serviços administrativos, despesas comerciais entre outros. Nos custos indiretos podem ser inclusos despesas com viagens, consultorias, despesas administrativas, etc. (RIFFEL et al., 2018).

DISCUSSÃO

Como salientado, é necessário prestar atenção em todos os elementos estruturais, listando-os com suas respectivas dimensões. Para tanto, foi feito a comparação do custo da construção de uma cobertura de um galpão, com dimensões de 15 x 20 m e, para a cobertura pretende-se comprar dois materiais, madeira e aço. O galpão, é uma obra a ser construída na zona urbana da cidade de General Salgado - SP, por intermédio da Prefeitura Municipal de General Salgado, com a finalidade de se tornar um Galpão Multiuso, possuindo suas laterais fechadas para melhor aproveitamento.

Ação do Vento nas Edificações galpão 15 x 20 m

Para o levantamento das Cargas de Vento utilizamos o Software Ciclone 3.0 desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Estruturas de São Carlos - USP. Tendo em vista que muitas das vezes estas cargas são ignoradas ocasionando sinistros que geram sérios prejuízos financeiros e a saúde dos usuários das edificações. Por intermédio

do Software citado acima, foram possíveis obter os seguintes dados: geometria da edificação, velocidade básica do vento, fator topográfico S_1 , categoria do terreno, fator S_2 calculado, fator estatístico S_3 , velocidade característica, pressão de obstrução, coeficiente de pressão externa, coeficiente de pressão externa do telhado, coeficiente de forma externo vento a 0° e Coeficiente de forma externo vento a 90° .

Coeficientes de pressão interna (cpi)

Para o cálculo dos coeficientes de pressão interna, as hipóteses foram adotadas segundo as prescrições da NBR 6123:2013 (item 6.2.5).

VENTO à 0° :

1ª HIPÓTESE: Quatro faces igualmente permeáveis (NBR 6123:1988 versão corrigida 2013 - item 6.2.5.b). Considerando dois valores: $C_{pi} = -0,30$ e $C_{pi} = -0,0$

2ª HIPÓTESE: Abertura dominante em uma face; as outras faces de igual permeabilidade - Abertura dominante na face de barlavento (NBR 6123:1988 versão corrigida 2013 - item 6.2.5.c).

As Tabelas 1 e 2 a seguir, descrevem as características de cada abertura considerada.

Tabela 1 – Aberturas na Face de Barlavento

Descrição	Área	Área Total
Móvel - Portão	5,00m X 3,00m	15,00 m²
Fixa- Fresta na parte inferior do portão de 6 cm	5,00m x 0,06m	0,30m²
Fixa – fresta entre vedação lateral e telhado	0,10 x 15,00	1,50m²
TOTAL (Aad)		16,80m²

Fonte: Os autores.

Tabela 2 – Faces submetidas a sucções externas

Descrição	Área	Área Total
Fixas – Frestas entre vedação lateral e telhado	70,00m x 0,1m	7,00m²
Móveis – 4 Janelas (sotavento)		6,00 m²
TOTAL (Aas)		13,00m²

Fonte: Os autores.

Obs: Considerou –se $C_{pi} = 0,22$

VENTO à 90°:

1ª HIPÓTESE: Quatro faces igualmente permeáveis (NBR 6123:1988 versão corrigida 2013 - item 6.2.5.b). Considerando dois valores: $C_{pi} = -0,30$ e $C_{pi} = -0,0$

2ª HIPÓTESE: Abertura dominante em uma face; as outras faces de igual permeabilidade – Abertura dominante na face de barlavento (NBR 6123:1988 versão corrigida 2013 - item 6.2.5.c).

As Tabelas 3 e 4 a seguir, descrevem as características de cada abertura considerada.

Tabela 3 – Aberturas na Face de Barlavento

Descrição	Área	Área Total
Móvel – 4 Janelas	2,00m x 0,75m	6,00 m ²
Fixa – Fresta entre vedação lateral e telhado (10cm)	15 x 0,10m	1,5 m ²
TOTAL (Aad)		7,50 m ²

Fonte: Os autores.

Tabela 4 – Faces submetidas a sucções externas

Descrição	Área	Área Total
Fixas – Frestas entre vedação lateral e telhado (10cm)	50,00 m x 0,1m	5,00 m ²
Fixa – Fresta na parte inferior do portão (6cm)	5,00m x 0,06m	0,30 m ²
Móvel – 1 Janelas	2,00 X 0,75	1,50
TOTAL (Aas)		6,80 m ²

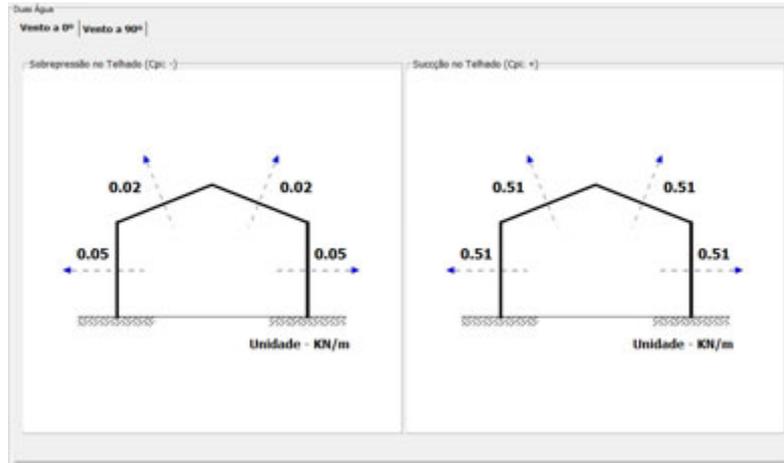
Fonte: Os autores.

Obs: Considerou –se $C_{pi} = 0,14$

3ª HIPÓTESE: Abertura dominante em uma face; as outras faces de igual permeabilidade – Abertura dominante na face de sotavento (NBR 6123:1988 versão corrigida 2013 - item 6.2.5.c). Adotou-se o valor do coeficiente de forma externo, C_e , correspondente a esta face e $C_{pi} = -0,40$.

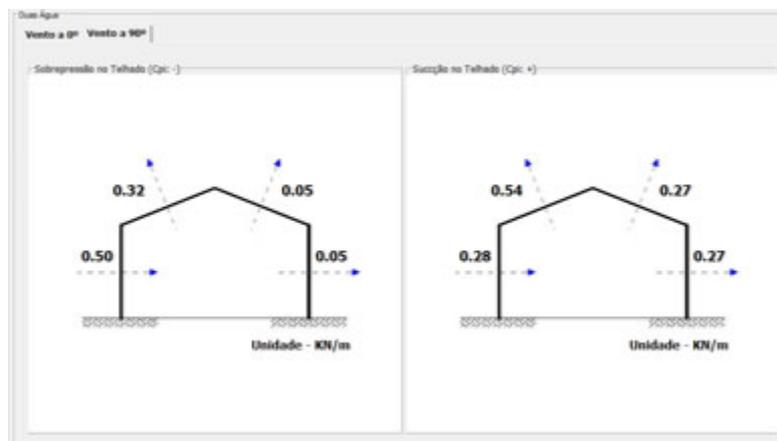
As Figuras 1 e 2, representam o carregamento crítico do vento a 0° e a 90°.

Figura 1 - Carregamento crítico vento a 0°



Fonte: Os autores.

Figura 2 - Carregamento crítico vento a 90°



Fonte: Os autores.

Para o cálculo de carregamento crítico vento de sucção, foi adotado o valor de 0,55 KN/m²

Nas coberturas comuns, não sujeitas a carregamentos atípicos, e na ausência de especificação em contrário, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de 0,25KN/m² (NBR 6120:2019)

Considerando o estabelecido pela NBR 6120:2019 (item 2.2.1.4), segundo a qual todo elemento isolado de coberturas deve ser projetado para receber, na posição mais desfavorável, uma carga vertical de 1 kN, além da carga permanente, temos esta situação no dimensionamento isolado das terças.

Os dados considerados foram: Carga Permanente telhas 0,05KN/m², largura de influência para lançamento dos carregamentos = 1,517 m, vento 1,52*0,55 = 0,84 KN/m,

sobrecarga = $0,25 * 1,52 = - 0,38 \text{KN /m}$, CP telhas = $0,05 * 1,52 = - 0,075 \text{Kn/m}$. O sinal negativo indica a direção da carga, logo sinal negativo indica carga gravitacional.

Tais cargas foram lançadas no software FTOOL sobre as terças. Após várias interações em planilhas do Excel conseguiu-se atingir as seções ótimas tanto para madeira como para o aço, possibilitando o levantamento de quantitativos para que fosse possível cotar os mesmos.

As Equações 1, 2 e 3 são de Combinação crítica e, estão demonstradas a seguir.

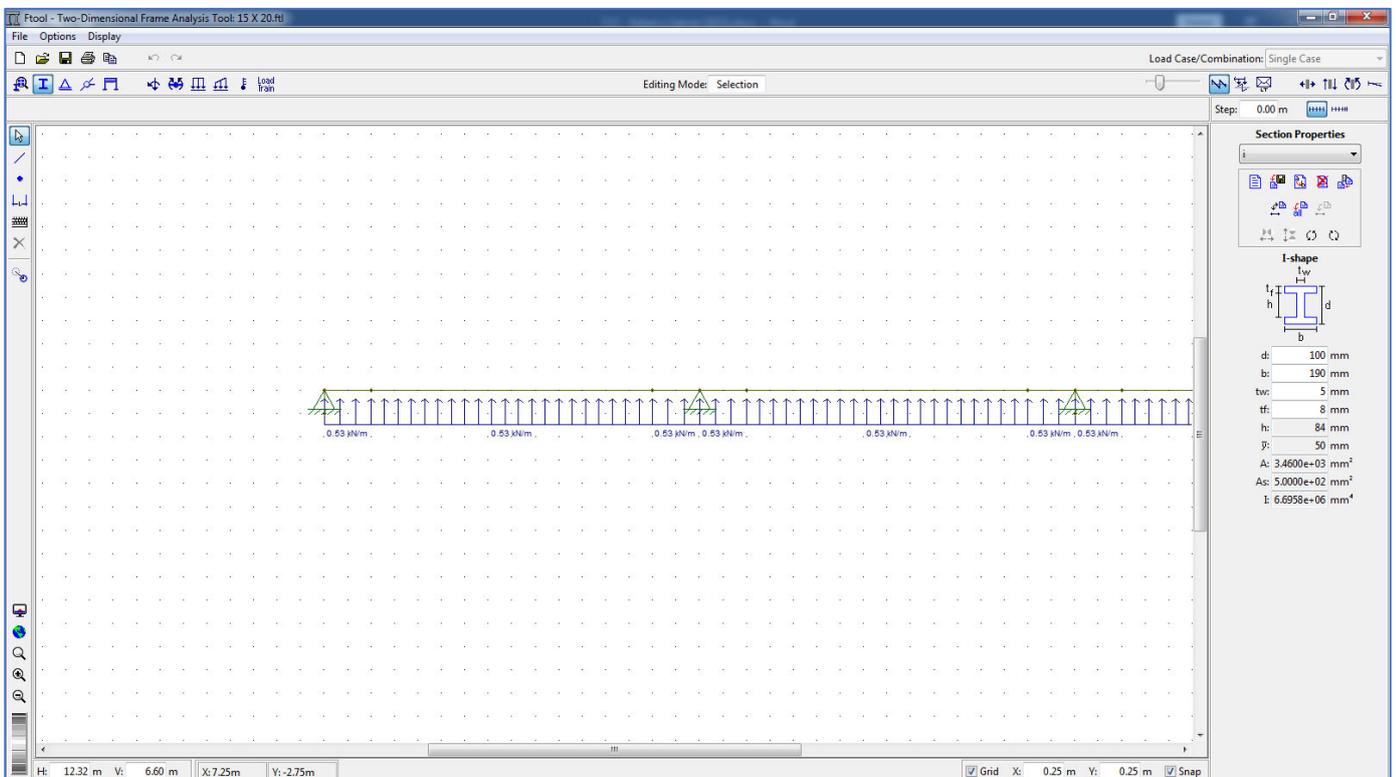
$$Fd = -1,3^{PP} - 1,3^{CP} + 1,4^{0,75xV} - 0,5^{SCU} = 0,53 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \quad (1)$$

$$PP \frac{\text{treliça}}{\text{nó}} = -1,3^{0,054 x 4} = -0,28 \quad (2)$$

$$Fd \text{ nó} = -R + PP_{\text{treliça}} = -(-2,4) + (-0,28) + 2,12 \text{KN} \quad (3)$$

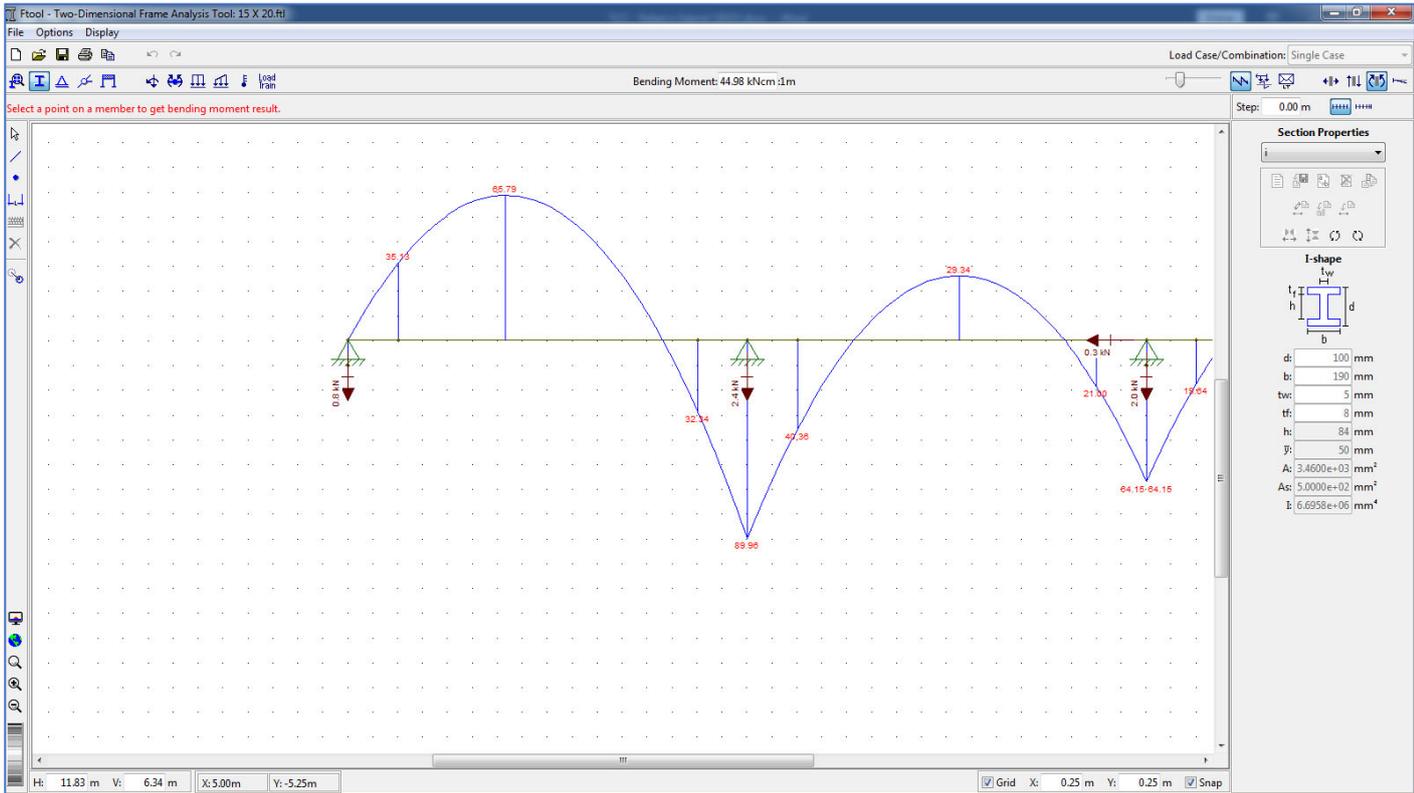
As Figuras 3, 4 e 5 correspondem ao dimensionamento realizado sobre as terças. Por outro lado, as Figuras 6 e 7, correspondem ao dimensionamento realizado sobre as treliças.

Figura 3 - Carregamento sobre as terças



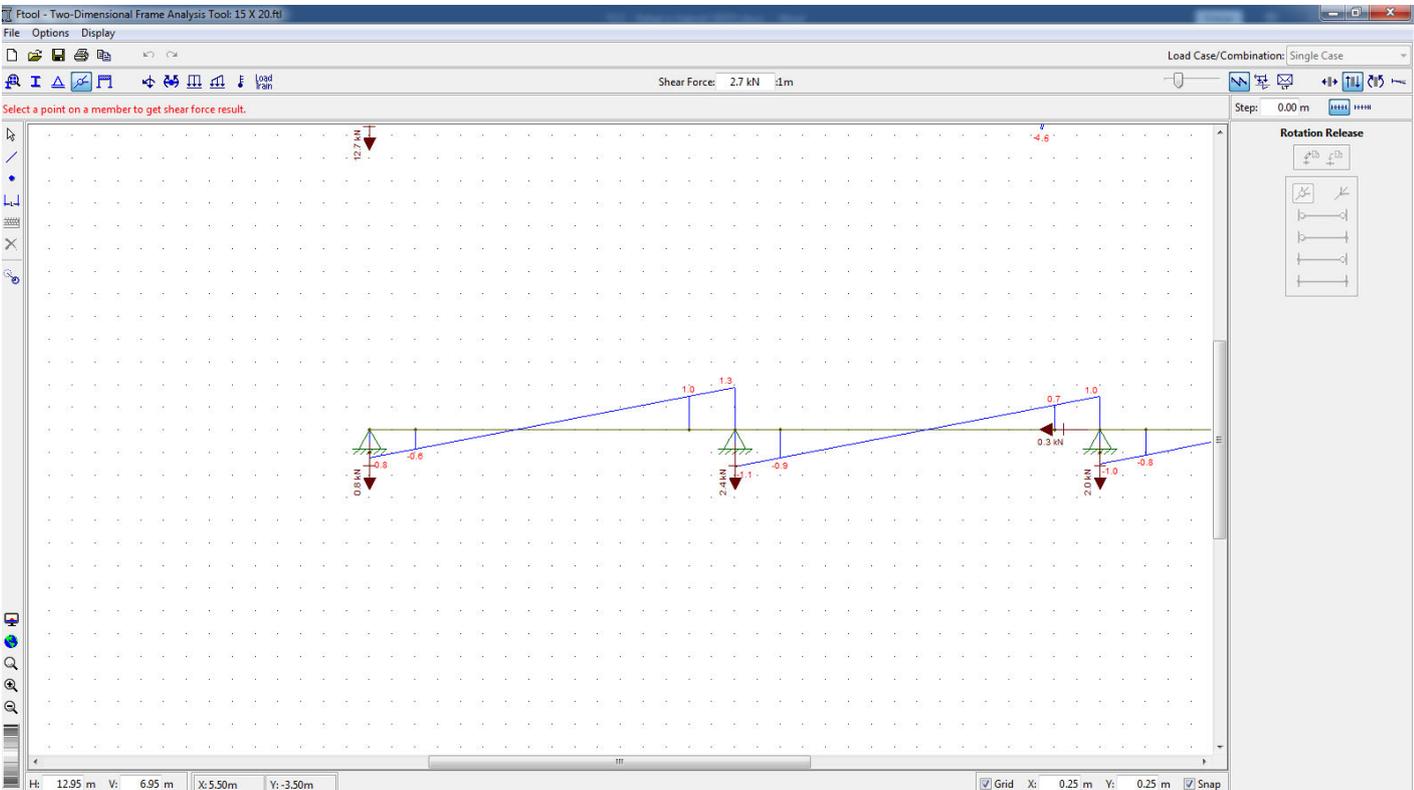
Fonte: Os autores.

Figura 4 - Diagrama de momento fletor nas terças



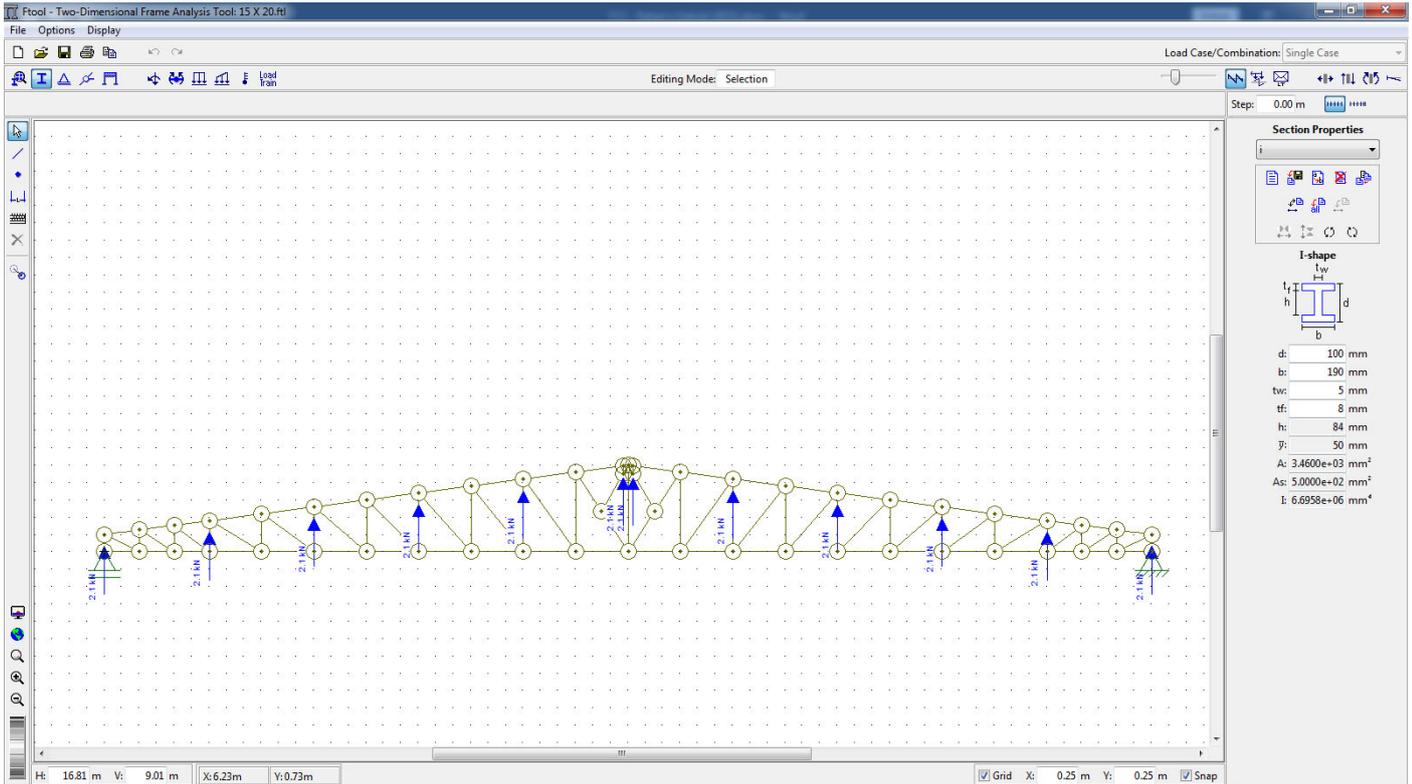
Fonte: Os autores.

Figura 5 - Diagrama de cortante nas terças



Fonte: Os autores.

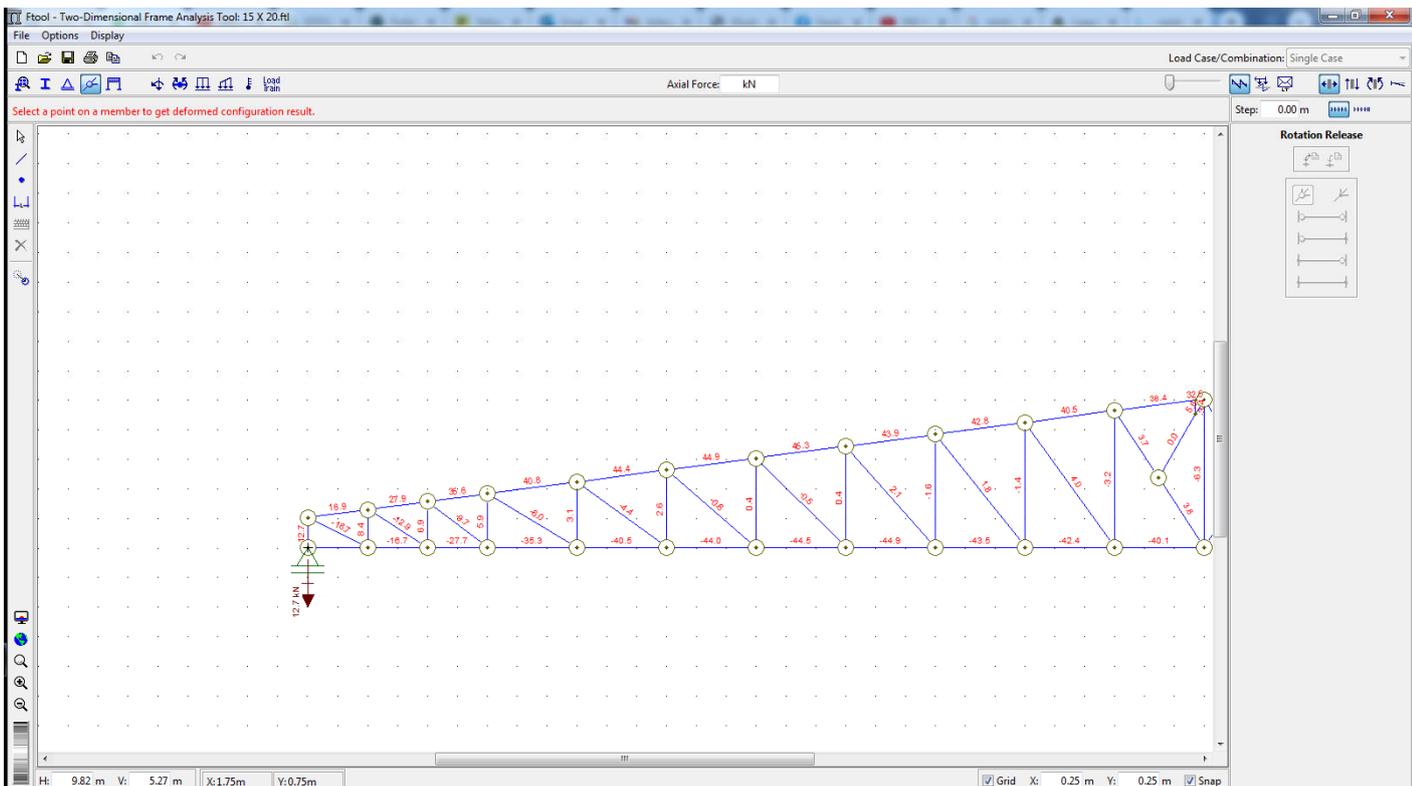
Figura 6 - Carregamento sobre a treliça



Fonte: Os autores.

Nesta Figura (7), encontra-se representado à metade da treliça e, como as cargas são simétricas na outra metade, os esforços são iguais.

Figura 7 - Esforços Normais nas barras da treliça

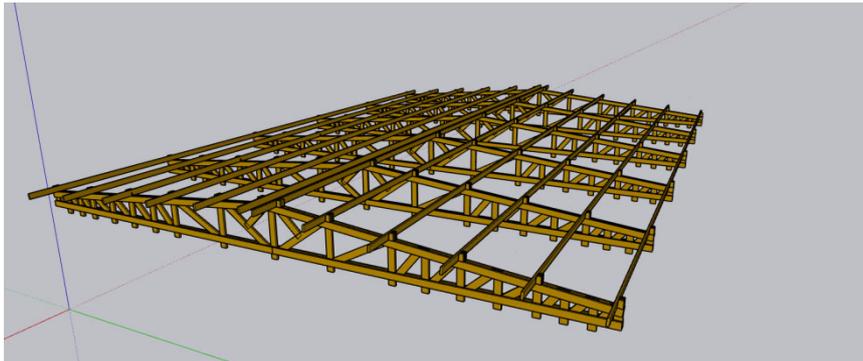


Fonte: Os autores.

Os valores considerados para os Esforços Críticos na terça são: $M_{dx} = 90\text{KNcm}$ e $V_d = 1,3\text{KN}$. Por outro lado, os Esforços Críticos na treliça são: $N_{d,tração} = 45,3\text{ KN}$ e $N_{d,compressão} = -44,90\text{KN}$.

A Figura 8, representa a projeção em 3D da cobertura em madeira, da estrutura do galpão feita nas medições de 15 x 20 m.

Figura 8 – Galpão 15 x 20 m com estrutura de madeira em 3D



Fonte: Os autores.

A Tabela 5, mostra a cotação dos preços de cada material, considerando as seguintes características: terças 15 x 5 cm, banzo inferior = seção dupla 15cm x 5cm, banzo superior = seção dupla 15cm x 5cm, montantes seção simples 15cm x 5cm e diagonais seção simples 15cm x 5cm.

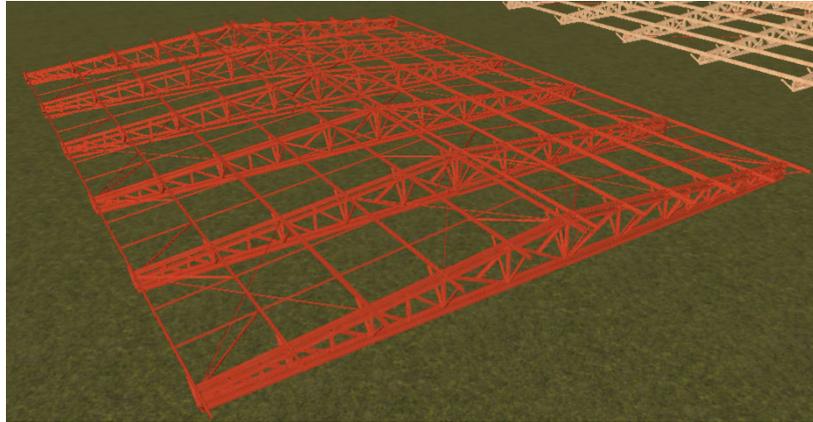
Tabela 5 – Cotação de preços para materiais em madeira

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VAL UNIT.	TOTAL
Terça 15cm x 5cm 3m - Cambará	BARRAS	120	R\$ 94,38	R\$ 11.325,60
Terça 15cm x 5cm 5m - Cambará	BARRAS	45	R\$ 157,30	R\$ 7.078,50
Terça 15cm x 5cm 4m - Cambará	BARRAS	30	R\$ 125,84	R\$ 3.775,20
Terça 15cm x 5cm 5m - Cambará	BARRAS	20	R\$ 157,30	R\$ 3.146,00
Caibro 50 x 50 3m - cambará	BARRAS	40	R\$ 31,46	R\$ 1.258,40
Parafusos e pregos	VB	1		R\$ 5.316,74
L 3/4 x 1/8 Aço laminado	BARRAS de 6m	40	R\$ 44,37	R\$ 4.114,97
Mão de obra	m ²	336	R\$ 70,00	R\$ 23.520,00
TOTAL				R\$ 59.535,41

Fonte: Os autores.

A Figura 9, representa a projeção em 3D da cobertura em aço, da estrutura do galpão feita nas medições de 15 x 20 m.

Figura 9 – Galpão de 15 x 20 m com estrutura metálica aço A-36 em 3D



Fonte: Os autores.

A Tabela 6, mostra a cotação dos preços de cada material descrito que será utilizado para a construção da cobertura proposta.

Tabela 6 – Cotação de preços para materiais metálicos

DESCRIÇÃO	UNID	QUANT.	VAL UNIT	TOTAL
L 3/4 X 1/8 LAMINADO	BARRAS	40	R\$ 44,37	R\$ 1.774,80
L 1" 1/4" X 1/8 LAMINADO	BARRAS	76	R\$ 78,03	R\$ 5.930,28
U 120 X 50 # 3.75mm	BARRAS	31	R\$ 336,00	R\$ 10.416,00
U 120 X 50 # 4.75mm	BARRAS	30	R\$ 426,00	R\$ 12.780,00
U 60 X 30 # 3.00 mm	BARRAS	20	R\$ 146,00	R\$ 2.920,00
U enrijecido (terça) 100 X 40 X 15 #3mm	BARRAS	43	R\$ 243,33	R\$ 10.463,19
Ferro redondo 1/2"	BARRAS	2	R\$ 54,40	R\$ 108,80
Chapa 15 X 15 cm	PÇS	12	R\$ 8,46	R\$ 101,52
Eletrodo 2.5 mm	kg	30	R\$ 21,00	R\$ 630,00
Fundo acabamento zarcão laranja	LTA 18 L	2	R\$ 350,00	R\$ 700,00
Tinner	LTA 18 L	2	R\$ 280,00	R\$ 560,00
DISCO 7" ZIP CUT 2mm	PÇS	100	R\$ 4,20	R\$ 420,00
Mão de obra	m ²	336	R\$ 60,00	R\$ 20.160,00
TOTAL				R\$ 66.964,59

Fonte: Os autores.

Na Tabela 7, encontram-se os valores orçamentais obtidos na literatura para os materiais em aço e madeira, incluindo também a mão de obra.

Tabela 7 - Cobertura de aço de padrão alto – Orçamento obtido na literatura

Produto	MATERIAL	Valor Unitário m ²	Total
Material + mão de obra	Aço	R\$ 223,21	R\$ 66964,59
Material + mão de obra	Madeira	R\$ 198,45	R\$ 59535,41
Material mais barato	Madeira	%	11,09%

Fonte: Luz e Silva, 2019.

Nota-se no comparativo entre Madeira e Aço que nesta situação a madeira mostrou-se mais econômica, porém deixando para novas pesquisas um “sabor de quero mais”, tendo em vista que existem outros fatores para escolha do método construtivo além do econômico, tais como resistência ao fogo, mão de obra disponível para execução no mercado, o aspecto arquitetônico e também a sustentabilidade, que encontra-se tão importante na atualidade.

CONCLUSÃO

Com a realização do trabalho foi possível concluir que, a madeira é um material empregado de forma corriqueira e tradicional durante anos, no que diz respeito, à execução de estruturas de coberturas, devido as suas propriedades físicas e mecânicas, bem como, a sua fácil obtenção, que em tempos atuais vem priorizando-se elementos sustentáveis.

Neste caso, estrutura de madeira apresenta um custo relativamente menor quando comparada à estrutura de aço. Essa conclusão se dá, mesmo comparando os valores encontrados na literatura (2019), com os valores obtidos pelos autores.

Sendo assim, a escolha desses materiais está vinculada a finalidade da edificação, e fator econômico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6123**: Forças devidas ao Vento em Edificações. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2021.

BUSANELLO, J. **Estudo de comparativo entre estrutura de concreto armado e estrutura metálica mista na construção de edifício comercial**. 2019. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

CALIL JUNIOR, C. **Estruturas de Madeira: projetos, dimensionamento e exemplos de cálculo**. [S.L]: Grupo Gen, 2019.

COGO JUCELENA, B; TONON PATRÍCIA. **Análise comparativo entre coberturas de aço e de madeira**. Araraquara: Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Araraquara, 2018.

FLACH, R. S. **Estrutura para telhados: Análise técnica de soluções. 2012. Trabalho de conclusão de curso**. Porto Alegre: Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. **A utilização do aço na construção civil**. 2015. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2015/10/06/a-utilizacao-do-aco-na-construcao-civil/>. Acesso em setembro de 2022.

LUZ, P.P.V.; SILVA, D.J.F. **Estudo da viabilidade econômica de telhados residenciais em estrutura de aço e de madeira**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2357/1/PedroPauloVilasantidaLuz.pdf>. Acesso em setembro de 2022.

PEREIRA, C. **Telhados. Escola Engenharia**. 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/telhados/>. Acesso em setembro de 2022.

RIFFEL, C.F.; ZARDO, C.R.; CAMARGO, A. BARBISAN, A.O. Estudo de viabilidade técnica e custos para execução de coberturas com telhas metálicas termoisolantes, fibrocimento e policarbonato. UCEFF. **Anais**. Engenharia Civil, v.1, n.1, 2018.

SANTOS, J.A.S. Comparativo entre a viabilidade econômica da utilização de estruturas de madeira e estruturas metálicas para telhado de habitação social em Alta Floresta-MT. **Repositório de TCC**, maio 2022. Disponível em: <http://www.ienomat.com.br/revista/index.php/repositorio/article/view/175>. Acesso em: 20 out. 2022.

TERRES, L. **Tipos de coberturas residenciais**. Revista Carluc Engenharia. Porto Alegre – RS, 2022.

TURMANL, J. **Coberturas projeto e detalhamentos construtivos**. São Paulo: J.J Carol, 2013.