

FACULDADE EVANGÉLICA DE JARAGUÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FELIPE HENRIQUE PEREIRA LEMES
WEDER VINÍCIUS DE PAULA CRUZ

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURA DE COBERTURA EM
MADEIRA E *STEEL FRAME***

FELIPE HENRIQUE PEREIRA LEMES
WEDER VINÍCIUS DE PAULA CRUZ

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURA DE COBERTURA EM
MADEIRA E *STEEL FRAME***

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à banca examinadora do curso de
Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de
Jaraguá, como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheiro Civil.

Orientador (a):

Prof.^a M.^a Jessica Nayara Dias

FELIPE HENRIQUE PEREIRA LEMES
WEDER VINÍCIUS DE PAULA CRUZ

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURA DE COBERTURA EM
MADEIRA E *STEEL FRAME***

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em _____ de _____ de
201_, pela Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil, constituída pelos membros:

Prof.^a M.^a Jéssica Nayara Dias

- Orientador -

Prof. Esp. Aurélio Caetano Feliciano

- Membro Interno -

Prof.^a M.^a Luana de Lima Lopes

- Membro Externo -

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
Estruturas de Cobertura.....	6
Estruturas de Cobertura em Madeira.....	7
Estruturas de Cobertura em <i>Steel Frame</i>	7
3 METODOLOGIA.....	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5.1 Estrutura em Madeira.....	12
5.2 Estrutura em <i>Steel Frame</i>	13
5.3 Análise Comparativa das Estruturas de Madeira e <i>Steel Frame</i>	13
6 CONCLUSÃO.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
ANEXO 1	17
ANEXO 2	19

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURA DE COBERTURA EM MADEIRA E *STEEL FRAME*

Felipe Henrique Pereira Lemes ¹

Weder Vinícius de Paula Cruz ²

M.^a Jessica Nayara Dias ³

RESUMO

A escolha de um método construtivo define a velocidade, eficiência e o custo de uma edificação. Em se tratando do uso de métodos construtivos industrializados, pode-se destacar o uso do chamado *Steel Frame*, que é um sistema que utiliza perfis de aço leve galvanizado como componente principal e fundamento da sua estrutura. Tanto para o uso geral ou para estrutura de cobertura, o *Steel Frame* possui inúmeras vantagens, sendo este um material que traz precisão a edificação, não gerando resíduos na construção e também dispensando uso da água, promovendo uma construção seca. Diante disso, o objetivo principal deste artigo é avaliar a viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo *Steel Frame* para estruturas de cobertura em comparação com àquelas feitas em madeira, material comumente utilizado. Através do tratamento dos dados e da comparação das duas estruturas de cobertura foi possível analisar apropriadamente as particularidades do sistema *Steel Frame* e da madeira, como: peso da estrutura, acessórios utilizados, quantidade de material e custo, e assim definir qual dos materiais é mais vantajoso. A estrutura em *Steel Frame* possibilita uma elevada redução de desperdícios de materiais, desenvolvimento sustentável, agilidade e precisão na execução, melhor qualidade, e conclusão da obra no tempo planejado. O material pode ser empregado na cobertura de edificações públicas, comerciais e residenciais. Assim, adotar a estrutura de cobertura em *Steel Frame* traz benefícios técnicos e econômicos à edificação.

Palavras-chave: Viabilidade; *Steel Frame*; Economia; Vantajoso.

¹Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: f_lemes@hotmail.com

²Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: weder.cruz@hotmail.com

³Professor, Mestre em Integridade de Materiais da Engenharia pela Universidade de Brasília (UNB), orientador do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: jessicadias.engenharia@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A escolha de um método construtivo define a velocidade, eficiência e o custo de uma edificação. Como ressalta Campos (2014), existem alguns sistemas construtivos industrializados que possibilitariam uma maior velocidade nas construções. Conhecer e aplicar sistemas, inovações e tecnologias construtivas pode poupar tempo e economizar custos na edificação, realizando melhorias no processo construtivo.

O mercado da construção civil está cada vez mais voltado ao uso de técnicas que possibilitem rápida execução, preço justo e qualidade. Conforme Junior e Junior (2010), isso tem sido motivado pelo aumento do nível de exigência do mercado consumidor, pelo fenômeno da globalização e pela reduzida disponibilidade de recursos financeiros para atender a tais necessidades.

Conforme especificado pelo Manual da Construção Industrializada (2015), o sucesso do processo de produção de edificações com componentes, elementos ou sistema industrializado está diretamente relacionado à qualidade e ao seu planejamento executivo.

Como uma forma de sair do habitual e buscar métodos alternativos que proporcionem vantagens ao processo construtivo, Melo (2015) afirma que a utilização do aço leve na construção civil se adequa bem as soluções necessárias para elementos estruturais, estruturas de cobertura e de paredes.

Em se tratando do uso de métodos construtivos industrializados em conjunto com o aço como uma alternativa de material, pode-se destacar o uso do chamado *Steel Frame*, que segundo o Manual da Construção Industrializada (2015) é um sistema que utiliza perfis de aço leve galvanizado como componente principal e fundamento da sua estrutura. O material é pouco utilizado no Brasil, o que se deve, de acordo com Borba e Filho (2018), a falta de informação sobre o material, que acarreta preconceito sobre seu uso e na falta de mão de obra especializada.

Dentre as possibilidades de uso do *Steel Frame* é possível ressaltar, conforme Santiago (2008), que os perfis de aço galvanizado são utilizados para compor painéis estruturais ou não estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado, estrutura de cobertura e demais componentes.

Tanto para o uso geral ou para estrutura de cobertura, o *Steel Frame* possui inúmeras vantagens. Para Bortolotto (2015), o sistema se mostra uma alternativa bastante promissora, visto que apresenta maior rapidez de execução, menor desperdício de material e melhor sustentabilidade ambiental comparados ao sistema construtivo convencional. Nesse sentido, o *Steel Frame* é um material que traz precisão a edificação, não gerando resíduos na construção e também dispensando uso da água, promovendo uma construção seca (SANTIAGO, 2008).

Tendo como as principais vantagens qualidade, custo e velocidade, a viabilidade construtiva do *Steel Frame* em estruturas de cobertura é notável, além de ser uma ferramenta, é uma opção para contribuir com questões importantes na construção civil, tais como: economia, tempo de execução, qualidade e precisão da edificação.

Diante do exposto, o objetivo principal deste artigo é avaliar a viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo em *Steel Frame* para estruturas de cobertura em comparação com àquelas feitas em madeira, material comumente utilizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

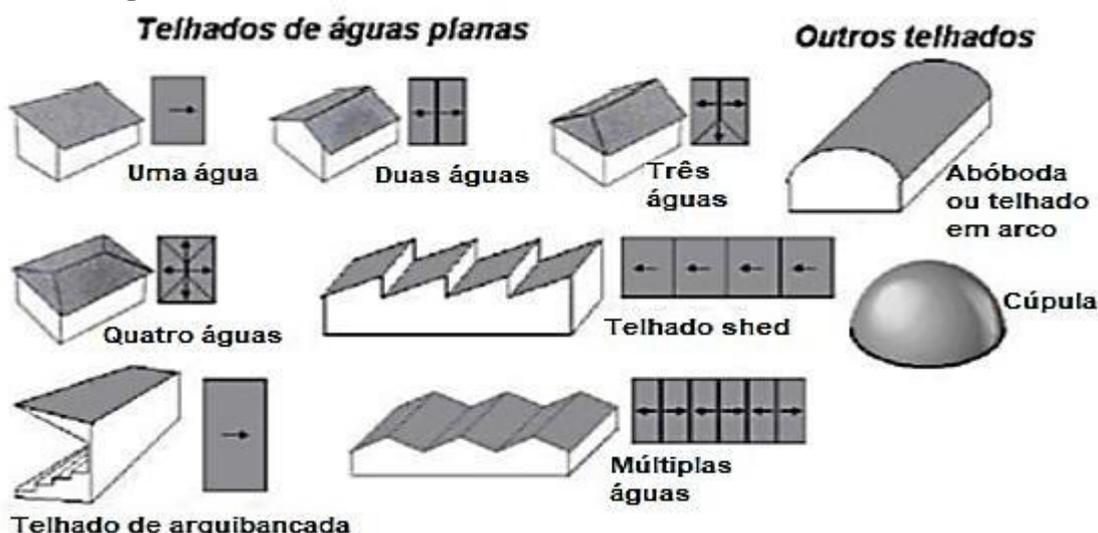
Estruturas de Cobertura

Segundo Loura e Lambertucci (2017), ainda existe um sistema construtivo muito tradicional e artesanal no Brasil, isso gera diminuição da produtividade e aumento no desperdício de materiais. Tal característica se aplica a todas as fases do sistema construtivo, inclusive nas estruturas de cobertura.

De acordo com Coutinho (2018), cobertura é um conjunto de elementos e componentes dispostos no topo da edificação destinados a “proteger o edifício contra a ação das intempéries, tais como chuva, vento, raios solares, neve e também impedir a penetração de poeiras e ruídos no seu interior”.

Existem variadas formas de coberturas de telhados, como: simples ou de uma água; cobertura de duas águas; cobertura de quatro águas; múltiplas águas; e pavilhão (Figura 1). Conforme Moraes (2016), as coberturas, dependendo da forma do edifício, continuam a ser caracterizadas como coberturas inclinadas de estrutura simples ou mais complexa, mas com várias composições de coberturas de uma, duas, ou quatro águas, isto é, vertentes que se intersectam definindo uma cumeeira e rincões.

Figura 1. Formas convencionais de coberturas de telhado (Coutinho, 2018).



A estrutura de cobertura pode ser classificada como contínua ou descontínua. Segundo Flach (2012), a estrutura contínua é aquela caracterizada por ser um elemento único, resistente, com a inclinação da cobertura, geralmente constituída por uma laje. Por sua vez, a caracterizam-se como descontínua os sistemas de grelhas sucessivas, em que o espaçamento e a resistência das peças lineares diminuem à medida que aumenta o nível.

Os tipos de cobertura, para Coutinho (2018), são coberturas que têm uma estrutura de apoio formada por um ou mais dos seguintes elementos: paredes, pilares, tesouras, etc.; lajes ou telhados; e coberturas autoportantes, como abóbodas, cúpulas, cúpulas geodésicas, cascas, coberturas suspensas, coberturas infladas e malhas especiais.

No geral são utilizadas estruturas de madeira ou em aço, com cobertura de telhas cerâmicas, de cimento ou zinco. A estrutura de madeira com o desenvolvimento das tecnologias de corte da madeira foi possível usar este material com as formas mais adequadas de estrutura de cobertura (DE ALMEIDA, 2012). A estrutura de aço requer o conhecimento de propriedades e limitações, atenção à compatibilização de projetos e subsistemas, além de

controle das etapas da construção, desde o projeto até a finalização da edificação. (SANTIAGO, 2008).

Estruturas de Cobertura em Madeira

De acordo com Flach (2012), a madeira é um dos materiais mais antigos utilizados na construção civil, devido à disponibilidade na natureza em quase todo planeta. Em concordância com suas propriedades mecânicas e físicas, a classificação da madeira é essencial e indispensável para aplicar ao máximo sua capacidade.

Segundo Ferreira (2018), a classificação contribui para o aumento na segurança das estruturas e para o uso racionalizado, pois quando as madeiras são classificadas de forma correta, é possível utilizar peças de melhor qualidade nas posições de maior solicitação da estrutura e as de qualidade inferior nas de baixa solicitação. Sendo assim, em alguns casos são empregados tesouras para transferir adequadamente os carregamentos para os apoios.

A tesoura *Howe* (Figura 2) é a que melhor se presta para o material utilizado, a madeira, isto porque permite executar a ligação das diagonais (barras comprimidas) com os banzos (empena ou linha) da madeira mais natural, que é a sambladura ou entalhe (MOLITERNO, 2010).

Figura 2. Estruturas em madeira (Adaptado de Carmo Wood, 2019).



De acordo com Ferreira (2018), as propriedades organolépticas da madeira, como: textura, cor, desenho, odor, brilho e peso, de cada espécie tornam-na atrativa e agradável em determinados ambientes. Na maioria das vezes, as seções das peças são adotadas com base em valores indicados pela prática sem o menor cálculo estrutural, o que pode resultar em superdimensionamento, em muitos casos, e até em ruptura por carga excessiva em outros (COUTINHO, 2018). A estrutura de cobertura em madeira deve seguir as especificações da NBR 7190 (ABNT, 1997) intitulada Projeto de Estruturas de Madeira.

Estruturas de Cobertura em *Steel Frame*

O *Steel Frame*, segundo Freitas e Castro (2006), é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis conformados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais. O sistema é utilizado, geralmente, para até quatro pavimentos, e

segue as especificações da NBR 8681 (ABNT, 2003), da NBR 15575 (ABNT, 2013) e da NBR 8800 (ABNT, 2008).

Os mesmos perfis de aço que são usados nas paredes, também são utilizados para fazer as estruturas de cobertura do *Steel Frame* (Figura 3). Segundo Ferreira (2016), construtivamente, as coberturas próprias para *Steel Frame* (Figura 4) possuem as mesmas características e princípios das estruturas convencionais. Portanto, podem ser utilizadas com telhas metálicas, cerâmicas, de fibrocimento e *shingle*, entre outras.

Figura 3. *Steel Frame* sendo utilizado em estruturas de parede e cobertura (Blog do Gesseiro, 2019).



Figura 4. Estrutura de cobertura em *Steel Frame* (Construmax Alfa, 2019).



Segundo Da Rocha (2017), o *Steel Frame* oferece vantagens que favorecem a obra e o consumidor. O sistema *Steel Frame* possui uma característica que o diferencia dos demais sistemas de construção que é a grande variedade de opções para se fazer o fechamento externo.

Em se tratando da sobrecarga oferecida por elementos construtivos, *Steel Frame* oferece vantagens em relação à fundação, pois o peso (estrutura de cobertura) diminui e o tipo de carga muda (Figura 5), passando de cargas pontuais para cargas lineares (FERREIRA, 2016).

Figura 5. Estrutura em *Steel Frame* descarregando em fundação do tipo Radier (Solara Engenharia, 2019).



Em se tratando do quesito desperdício de materiais e consumo de água, o *Steel Frame* é vantajoso em comparação a outros sistemas. Conforme Sá (2018), o *Steel Frame* diminui a geração de Resíduos da Construção Civil (RCC) e propicia um canteiro de obras mais limpo, além de um menor impacto ao meio ambiente. É importante ressaltar a economia de água pelo uso do sistema *Steel Frame*, que não só traz economia como também contribui com o uso consciente do recurso natural.

Em relação à mão de obra, Pomaro (2010) destaca que é necessária uma maior precisão durante a fase construtiva e principalmente mão de obra treinada para a execução com *Steel Frame*. É indispensável e fundamental uma qualificação profissional para executar esse método de construção tendo como base os perfis de aço leve ao invés de vigas e pilares.

3 METODOLOGIA

Este artigo analisa uma comparação entre dois tipos de estruturas de cobertura: madeira e *Steel Frame*. As pesquisas e informações importantes sobre os materiais foram realizadas em artigos científicos publicados, manuais técnicos, trabalhos da área e livros com a finalidade de se ter um entendimento adequado sobre o *Steel Frame*, para assim, averiguar as vantagens e desvantagens do material.

Foi realizado um estudo de caso com base em informações cedidas por duas empresas que trabalham com os materiais acima mencionados: A Isoeste Metálica Indústria e Comércio LTDA, localizada no Distrito Agroindustrial – DAIA na cidade de Anápolis – GO e a Madeireira Jussara, localizada na cidade de Jaraguá – GO.

As empresas acima mencionadas foram contatadas e forneceram informações dos materiais, orçamento e projetos das estruturas que foram utilizados para a validação dos resultados apresentados neste artigo.

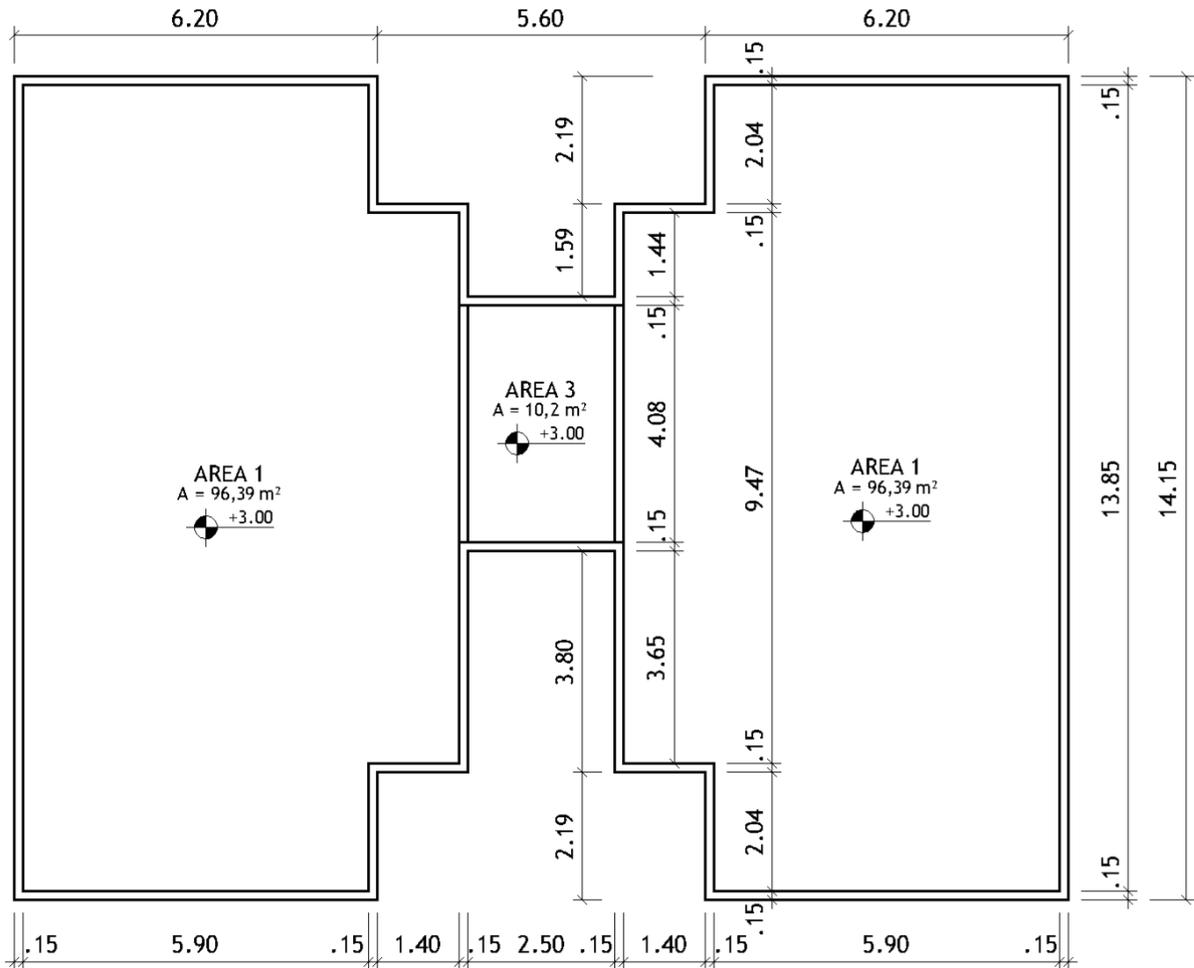
Através do tratamento dos dados e da comparação das duas estruturas de cobertura foi possível analisar apropriadamente as particularidades do sistema *Steel Frame* e da madeira, como: peso da estrutura, acessórios utilizados, quantidade de material e custo, e assim definir qual dos materiais é mais vantajoso.

Os resultados foram tratados como qualitativos e quantitativos, pois o propósito foi entender e verificar a viabilidade da estrutura de cobertura em questão, analisando seus pontos positivos e negativos, entendendo se é aplicável este tipo de construção na região.

4 MATERIAL E MÉTODOS

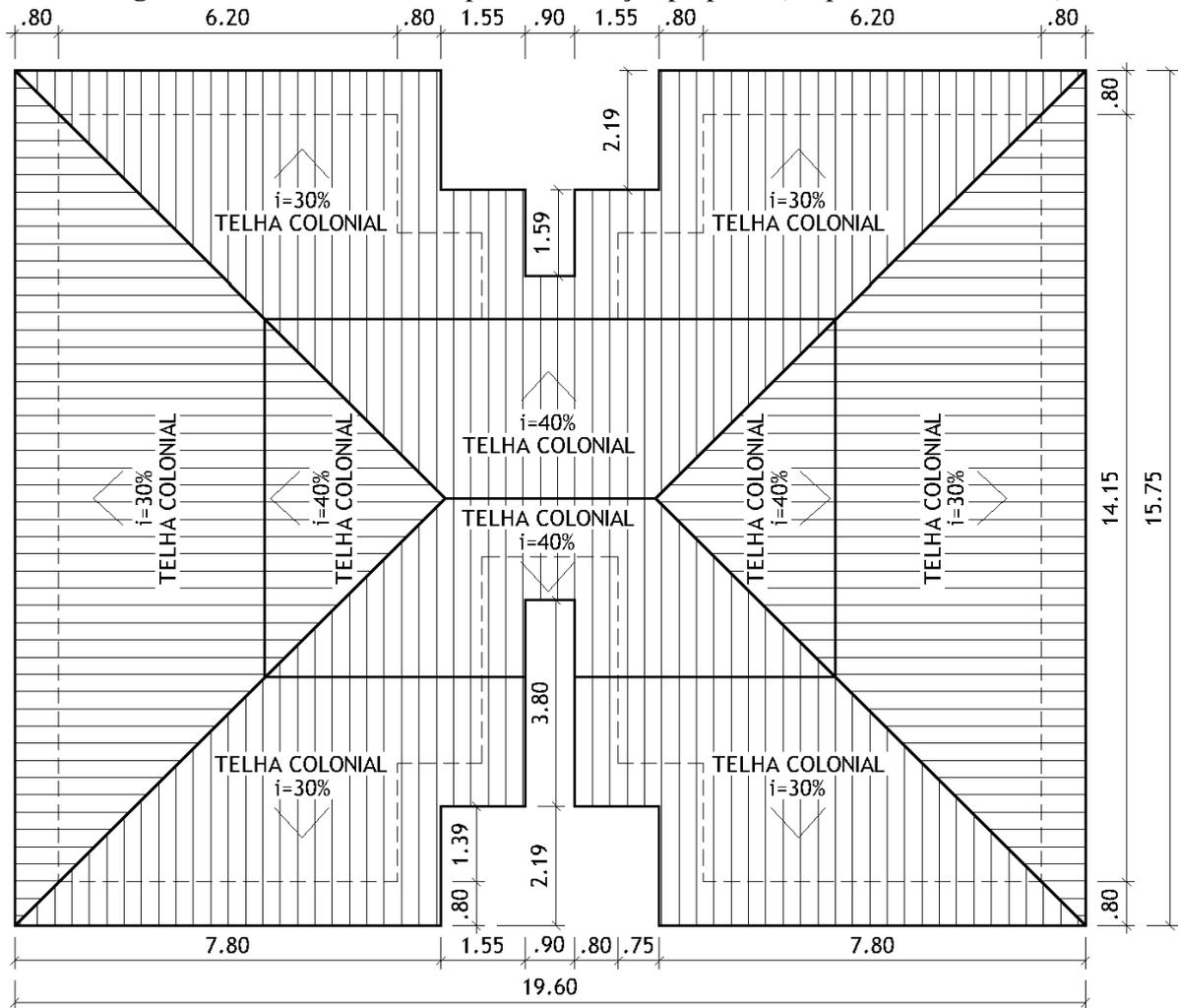
De modo a apresentar qual das estruturas, em madeira ou *Steel Frame*, é mais vantajosa e aplicável dentro do contexto desta pesquisa, propôs-se a análise de uma edificação com a área de 216,7 m², Figura 6, onde foram projetadas coberturas com os dois materiais citados.

Figura 6. Planta Baixa da edificação que recebeu os tipos de cobertura madeira e *Steel Frame* (Próprios Autores, 2019).



Para a planta baixa apresentada na Figura 6, foi projetada uma cobertura de 309,6 m², onde o aumento de área se deve aos beirais utilizados de 80 cm ao redor de toda a edificação, Figura 7. Nesta, é possível observar que a cobertura apresenta inclinações de 30% e 40%. As plantas foram desenhadas para facilitar a compreensão das dimensões e das áreas dos projetos de estrutura de cobertura propostos.

Figura 7. Planta de Cobertura para a edificação proposta (Próprios Autores, 2019).

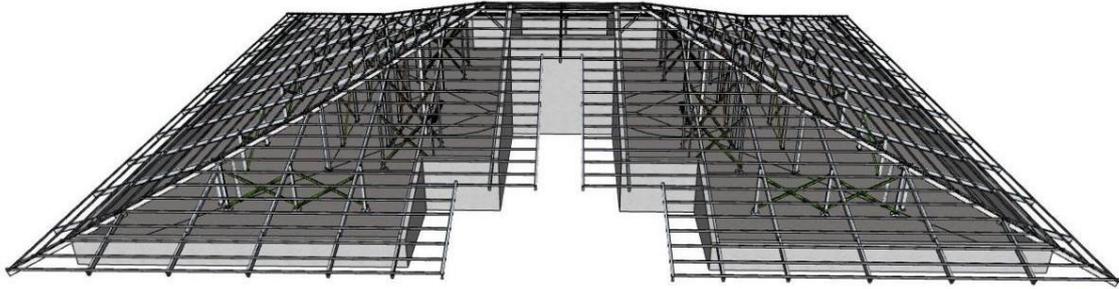


A planta de cobertura apresentada na Figura 7 foi projetada em Madeira e *Steel Frame* pela empresa Isoeste Metálica (Figuras 8 e 9), e os projetos foram tomados como base para a composição do orçamento e para a realização das análises.

Figura 8. Vista Frontal da Estrutura em Madeira (Isoeste Metálica, 2019).



Figura 9. Vista Frontal da Estrutura em *Steel Frame* (Isoeste Metálica, 2019).



5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estrutura em Madeira

O tipo de madeira utilizada no dimensionamento é o Guajará ou Curupixá. Suas propriedades físicas são especificadas pelo Catálogo de Madeiras Brasileiras para a Construção Civil (2013) e podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1-Composição da Madeira Guajará com 12% de umidade (IPT, 2013).

Tipo	Densidade Aparente	Densidade Básica	Contração Radial	Contração Tangencial	Contração Volumétrica
Guajará	790 kg/m ³	670 kg/m ³	4,7%	9,7%	14,0%

Foram relacionadas informações importantes sobre a estrutura em madeira, as mesmas podem ser observadas no Anexo 1.

Para o cálculo do peso da madeira, que foi posteriormente comparado ao do aço, foi utilizado a Eq. 1, considerou-se um teor de umidade de 12%, densidade do material de 790 kg/m³ e um volume de 8,77 m³, conforme Anexo 1.

$$M = \rho \times v \quad (1)$$

Onde,

- M = massa;
- ρ = densidade;
- v = volume.

Substituindo os dados na Eq. (1), obtém-se:

$$M = 790 \times 8,77 = 6.930,40 \text{ kg}$$

Uma vez que a NBR 7190 (ABNT, 1997), estipula que se deve aumentar em 3% o peso da estrutura de madeira pelos componentes, como chapas, pregos e parafusos, o peso final (P_f) fica o seguinte:

$$P_f = 6.930,40 + 3\% = 7.138,31 \text{ kg}$$

O Quadros 1 apresenta os acessórios da estrutura de madeira, que contribuem no dimensionamento, aumentando o peso da estrutura e também influenciam para quantificar os acessórios utilizados.

Quadro 1. Composição dos Acessórios em Madeira (Madeira Jussara, 2019).

Item	Quantidade
Parafusos	190
Pregos (19x36)	1500
Chapas (P/ Emendas)	80

O custo da estrutura de madeira foi feito através das medidas do comprimento dos elementos que estão no projeto: ripas, vigotas e pontaletes. Multiplicando esses comprimentos pelo preço do metro linear de cada elemento. No total foram 879,72 metros de ripa (5x3); 610,07 metros de vigota (6x20); e 19,20 metros de pontalete (5x14). O preço cobrado pela madeira foi de: R\$3,50/m de ripa; R\$25/m de vigota e R\$13,80/m de pontalete. Ficando o valor calculado abaixo:

- Ripas: $879,72 \cdot 3,50 = R\$ 3.079,02$
- Vigotas: $610,07 \cdot 25 = R\$ 15.251,75$
- Pontaletes: $19,20 \cdot 13,80 = R\$ 264,96$

Com a análise dos dados, é possível observar que a estrutura em Madeira ficou com o peso de 23,06 kg por m² e o peso total da estrutura de 7.138,31 kg. O custo total dessa estrutura foi de R\$ 18.595,73 reais.

5.2 Estrutura em *Steel Frame*

Da mesma forma como foi realizado para a madeira, foram relacionados para a estrutura em *Steel Frame* as informações de peso e custo, conforme Anexo 2. A estrutura em *Steel Frame* ficou com o peso de 4,15 kg por m², dado esse que foi repassado pela empresa Isoeste Metálica, de modo que o peso total da estrutura foi de 1.284,66 kg. Outro dado repassado pela empresa foi o preço, que é de R\$ 8,25 reais por kg, dessa forma o custo total para execução do telhado utilizando esse tipo de estrutura é de R\$ 10.599,93 reais.

Quadro 2. Composição dos Acessórios em *Steel Frame* (Isoeste Metálica, 2019).

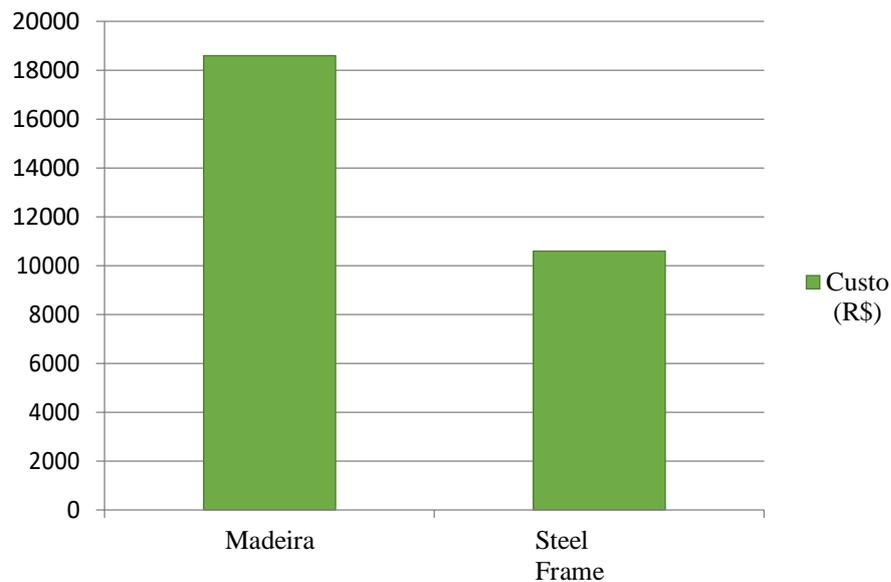
Item	Quantidade
Cantoneira L60x30	100
Parafuso <i>Steel Frame</i>	6000
Parafuso Concreto	380

Para executar a estrutura em *Steel Frame* deve-se, ainda, acrescentar o custo com frete, uma vez que o *Steel Frame* só é encontrado em grandes centros urbanos. Foi consultada uma empresa que realiza este tipo de serviço, a Do Valle Transportadora, que tem uma filial localizada na cidade de Jaraguá – GO. A empresa mencionada informou o valor de R\$ 980,00 para o transporte do material. Nesse sentido, o custo total com o *Steel Frame* ficou em R\$ 11.579,93, valor este que ainda é menor que aquele para a estrutura em madeira.

5.3 Análise Comparativa das Estruturas de Madeira e *Steel Frame*

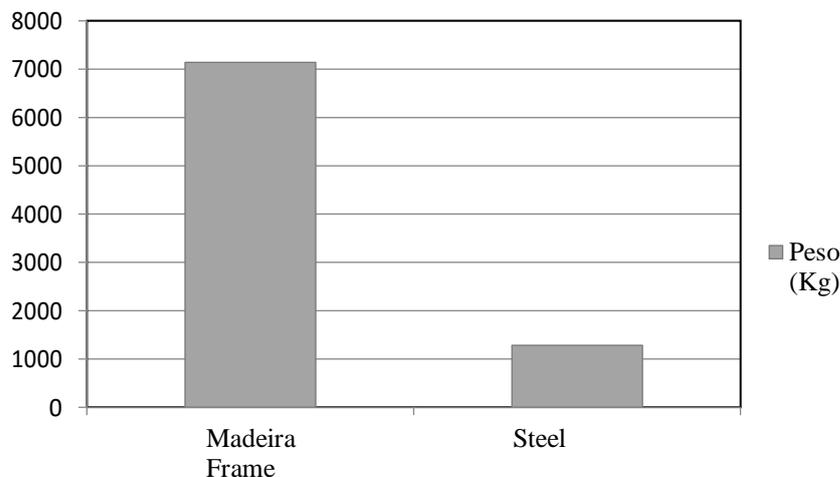
De modo a demonstrar a diferença do custo e do peso das estruturas de cobertura em madeira e *Steel Frame*, são apresentados os Gráficos 1 e 2. A unidade utilizada para o custo das estruturas foi em reais (R\$). A unidade utilizada para o peso das estruturas foi em quilos (kg).

Gráfico 1. Comparação dos custos das estruturas de cobertura (Próprios Autores, 2019).



Analisando o Gráfico 1, é possível observar que diferença de custo é grande, a estrutura de cobertura em *Steel Frame* é 7.016,00 reais mais barata que a estrutura de cobertura em madeira, isto é, seria 38% menor o custo.

Gráfico 2. Comparação dos pesos das estruturas de cobertura (Próprios Autores, 2019).



Considerando o Gráfico 2, nota-se que a estrutura de cobertura em *Steel Frame* é 5.853,65 kg mais leve que a estrutura de cobertura em madeira, isto é, seria somente 14% do peso da madeira. O resultado obtido se deve, segundo Usiminas (2014), às características obtidas pela adição de elementos de liga, como o titânio e o nióbio, que juntamente com um processo termomecânico controlado, faz com que o material apresente elevada resistência mecânica, permitindo a redução da espessura das peças estruturais, fazendo com que os perfis sejam leves.

6 CONCLUSÃO

Com todos os estudos e análises apresentados nesse trabalho, foi possível observar a grande aplicabilidade da estrutura de cobertura em *Steel Frame* em edificações, pois, em comparação com a madeira, trata-se de um método de rápida execução, mais leve, mais barato e ecologicamente correto.

O *Steel Frame* possibilita uma elevada redução de desperdícios de materiais, desenvolvimento sustentável, agilidade e precisão na execução, melhor qualidade, e conclusão da obra no tempo planejado. O material pode ser empregado na cobertura de edificações públicas, comerciais e residenciais.

A estrutura de cobertura em *Steel Frame* permite praticamente qualquer espécie de revestimento exterior, e nessa parte há muitos desperdícios em uma construção convencional, e com a probabilidade de usar vários materiais, é possível substituir um material caro por um mais em conta, e assim diminuir custos na obra. Assim sendo adotar a estrutura de cobertura em *Steel Frame* em edificações é técnico e economicamente vantajoso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. ABNT NBR 8800: **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

_____. ABNT NBR 8681: **Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. ABNT NBR 15575: **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

ABDI. **Manual da Construção Industrializada. Conceitos e Etapas**. Volume 1: Estrutura e Vedação. 1. Ed. Brasília, 2015.

BLOG DO GESSEIRO. Artigos. **Construção a Seco**, 2019. Disponível em: <<https://blogdogesseiro.com/categoria/steel-frame/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

BORBA, F. L.; FILHO N. S. DE M.; **Estudo Comparativo de Análise de Custos de uma Residência Utilizando o Sistema de Alvenaria Estrutural e o Sistema Construtivo Light Steel Frame para a Região de Anápolis**. 14f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2018.

BORTOLOTTO, A. L. K.; **Análise de Viabilidade Econômica do Método Light Steel Framing para Construção de Habitações no Município de Santa Maria-RS**. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CAMPOS, P. F.; **Light Steel Framing, Uso em Construções Habitacionais Empregando a Modelagem Virtual Como Processo de Projeto e Planejamento**. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014.

CARMO WOOD. **Estruturas em Madeira. Estruturas de Madeira e Cobertura de Grandes Espaços**. Disponível em: <<https://www.carmo.com/pt/produtos/estruturas-em-madeira-3/estruturas-de-madeira-e-coberturas-de-grandes-espacos-36>>. Acesso em: 13 set. 2019.

CATÁLOGO DE MADEIRAS BRASILEIRAS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. **IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo**. 1. Ed. São Paulo, 2013.

CATÁLOGO USIMINAS. **Laminados a frio**. 1. Ed. São Paulo, 2014.

CONSTRUMAX ALFA. Inicial. **Telhado Steel Frame – Perfil Steel Frame para Telhados**. Disponível em: <<https://www.construmaxalfa.com.br/telhado-steel.html>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

COUTINHO, A. L. M. **Telhados de Edificações Habitacionais**. 9f. 10f. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

DA ROCHA, P. P. **Steel Frame: Tecnologia na Construção Civil**. Revista Científica FacMais, v.VIII, n.2, p.226, fev/mar. 2017.

DE ALMEIDA, F. A. L.; A. **Madeira como Material Estrutural – Projeto da Estrutura da Cobertura de Um Edifício**. 37 f. Dissertação (Mestrado) Universidade do Porto, Porto, 2012.

FERREIRA, V. P. **Estudo Comparativo entre Sistemas Construtivos: Alvenaria Convencional e Light Steel Frame**. 20f. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016.

FERREIRA, V. V. DE O. **Caracterização de Espécies Florestais da Caatinga para a Construção Civil**. 17 f.19f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FLACH, R. S. **Estruturas para Telhados: Análise Técnica de Soluções**. 23f. Monografia (Bacharel) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

JUNIOR, O. L. DA S.; JUNIOR, C. A. B. **Roteiro para Elaboração do Planejamento da Produção de Empreendimentos da Indústria da Construção Civil, segundo os Princípios da Construção Enxuta**. Artigo: VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - 2010. Rio de Janeiro, p. 1, 2010.

LOURA, A; LAMBERTUCCI, F. **Vantagens dos Sistemas Construtivos Light Steel Framing**. 2f. Artigo (Pós-Graduação) Instituto de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2017.

MELO, V. O. **Viabilidade Construtiva**. 9f. Monografia (Especialização) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MOLITERNO, A. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira**. 4. ed. São Paulo, 2010.

MORAIS, A. G. **Reabilitação de Coberturas Tradicionais em Edifícios Antigos**. 27f. Dissertação (Mestrado) Universidade Lusófona do Porto, Porto, 2016.

POMARO, H. **Estruturas de aço – Sem um único tijolo**. Revista: Casa&Construção, n.44, mar. 2010. Entrevista concedida a Renata Ramos. Disponível em: <<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/Edicoes/44/>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

SÁ, G. R. F. **Steel Frame: Uma Alternativa Construtiva. Estudo de Caso: Comparação de Preços entre Concreto Armado e Light Steel Frame em um Projeto Escolar**. 28f. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, 2018.

SANTIAGO, A. K. **O Uso do Sistema Light Steel Framing Associando a outros Sistemas Construtivos como Fechamento Vertical Externo Não Estrutural**. 18f. 25f. 27f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SOLARA ENGENHARIA. **Steel Frame. Fundação**. Disponível em: <<http://www.solaradrywallbh.com.br/steel-frame/>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

ANEXO 1

Tabela 2–Composição da estrutura em madeira (Madeireira Jussara, 2019).

Tipo	Altura	Larg.	Comp.	Quant.	Peso/mU=12%	PesoParc.	Comp.Linear Total (m)
Ripa 01	0.03	0.05	7.81	04	1.185	37.02	31.24
Ripa 02	0.03	0.05	7.50	04	1.185	33.94	30.00
Ripa 03	0.03	0.05	7.16	04	1.185	33.94	28.64
Ripa 04	0.03	0.05	6.81	04	1.185	32.28	27.24
Ripa 05	0.03	0.05	6.46	04	1.185	30.62	25.84
Ripa 06	0.03	0.05	6.11	04	1.185	28.96	24.44
Ripa 07	0.03	0.05	7.37	04	1.185	34.93	29.48
Ripa 08	0.03	0.05	6.96	04	1.185	32.99	27.84
Ripa 09	0.03	0.05	6.61	04	1.185	31.33	26.44
Ripa 10	0.03	0.05	6.26	04	1.185	29.67	25.04
Ripa 11	0.03	0.05	5.91	02	1.185	14.01	11.82
Ripa 12	0.03	0.05	5.56	02	1.185	13.18	11.12
Ripa 13	0.03	0.05	5.21	02	1.185	12.35	10.42
Ripa 14	0.03	0.05	4.86	02	1.185	11.52	9.72
Ripa 15	0.03	0.05	4.52	02	1.185	10.71	9.04
Ripa 16	0.03	0.05	4.18	02	1.185	9.91	8.36
Ripa 17	0.03	0.05	3.85	02	1.185	9.12	7.70
Ripa 18	0.03	0.05	8.04	01	1.185	9.53	8.04
Ripa 19	0.03	0.05	7.24	01	1.185	8.58	7.24
Ripa 20	0.03	0.05	6.56	01	1.185	7.77	6.56
Ripa 21	0.03	0.05	5.88	01	1.185	6.97	5.88
Ripa 22	0.03	0.05	5.20	01	1.185	6.16	5.20
Ripa 23	0.03	0.05	4.52	01	1.185	5.36	4.52
Ripa 24	0.03	0.05	4.03	01	1.185	4.77	4.03
Ripa 25	0.03	0.05	15.77	02	1.185	37.37	31.54
Ripa 26	0.03	0.05	15.16	02	1.185	35.93	30.32
Ripa 27	0.03	0.05	14.46	02	1.185	34.27	28.92
Ripa 28	0.03	0.05	13.76	02	1.185	32.61	27.52
Ripa 29	0.03	0.05	13.06	02	1.185	30.95	26.12
Ripa 30	0.03	0.05	12.36	02	1.185	29.29	24.72
Ripa 31	0.03	0.05	11.66	02	1.185	27.63	23.32
Ripa 32	0.03	0.05	10.96	02	1.185	25.97	21.92
Ripa 33	0.03	0.05	10.27	02	1.185	24.34	20.54
Ripa 34	0.03	0.05	9.57	02	1.185	22.68	19.14
Ripa 35	0.03	0.05	8.87	02	1.185	21.02	17.74
Ripa 36	0.03	0.05	8.17	02	1.185	19.36	16.34
Ripa 37	0.03	0.05	7.47	02	1.185	17.70	14.94
Ripa 38	0.03	0.05	6.77	02	1.185	16.04	13.54
Ripa 39	0.03	0.05	6.10	02	1.185	14.46	12.20
Ripa 40	0.03	0.05	5.42	02	1.185	12.84	10.84
Ripa 41	0.03	0.05	4.74	02	1.185	11.23	9.48
Ripa 42	0.03	0.05	4.06	02	1.185	9.62	8.12
Ripa 43	0.03	0.05	3.39	02	1.185	8.03	6.78
Ripa 44	0.03	0.05	2.71	02	1.185	6.42	5.42
Ripa 45	0.03	0.05	2.03	02	1.185	4.81	4.06
Ripa 46	0.03	0.05	1.35	02	1.185	3.20	2.70
Ripa 47	0.03	0.05	0.67	02	1.185	1.59	1.34
Ripa 48	0.03	0.05	0.18	02	1.185	0.43	0.36
Ripa 49	0.03	0.05	12.84	01	1.185	15.21	12.84
Ripa 50	0.03	0.05	12.02	01	1.185	14.24	12.02
Ripa 51	0.03	0.05	11.32	01	1.185	13.41	11.32
Ripa 52	0.03	0.05	10.62	01	1.185	12.58	10.62
Ripa 53	0.03	0.05	9.95	01	1.185	11.79	9.95
Ripa 54	0.03	0.05	9.27	01	1.185	10.98	9.27

ANEXO 2

Tabela 3–Composição da estrutura em *Steel Frame* (Isoeste Metálica, 2019).

Tipo	Perfil	TAG	Comp.	Quant.	Peso	Peso Parc.	Total (m)
Pontalete 01	UE 70	PT01	1060	28	0.99	29.38	29.68
Pontalete 02	UE 70	PT02	1605	40	0.99	63.56	64.20
Pontalete 03	UE 70	PT03	2045	32	0.99	64.79	65.44
Pontalete 05	UE 70	PT05	1165	4	0.99	4.61	4.66
Pontalete 06	UE 70	PT06	1850	2	0.99	3.66	3.70
Caibro 12	UE 70	CB12	3645	4	0.99	14.43	14.58
Mão Francesa	UE 70	MF01	1000	4	0.99	3.96	4.00
Caibro 05	UE 90	CB05	1465	8	1.11	13.01	11.72
Caibro 06	UE 90	CB06	2690	4	1.11	11.94	10.76
Caibro 07	UE 90	CB07	3005	4	1.11	13.34	12.02
Caibro 01	UE 125	CB01	1460	16	1.32	30.84	23.36
Caibro 02	UE 125	CB02	2950	8	1.32	31.15	23.60
Caibro 03	UE 125	CB03	4470	8	1.32	47.20	35.76
Caibro 04	UE 125	CB04	4710	16	1.32	99.48	75.36
Caibro 08	UE 125	CB08	2445	4	1.32	12.91	9.78
Caibro 09	UE 125	CB09	2090	2	1.32	5.52	4.18
Caibro 10	UE 125	CB10	3635	2	1.32	9.60	7.27
Caibro 11	UE 125	CB11	1800	1	1.32	2.38	1.80
Espigão 01	UE 125	ESP01	6515	8	1.32	68.80	52.12
Espigão 02	UE 125	ESP02	5050	8	1.32	53.33	40.40
Luva 01	UE 125	LV01	950	36	1.32	45.14	34.20
Luva 02	UE 125	LV02	1100	1	1.32	1.45	1.10
Pontalete 04	UE 125	PT04	2345	8	1.32	24.76	18.76
Viga 01	UE 140	VG01	4100	2	1.42	11.64	8.20
Perfil Base 01	US 70	PB01	150	66	0.86	8.51	9.90
Perfil Base 02	US 70	PB02	200	4	0.86	0.69	0.80
Suporte Caibro 02	US 90	SC02	200	16	0.99	3.17	3.20
Suporte Caibro 01	US 125	SC01	200	28	1.21	6.78	5.60
Tabeira 01	US 125	TB01	2350	4	1.21	11.37	9.40
Tabeira 02	US 125	TB02	1600	4	1.21	7.74	6.40
Tabeira 03	US 125	TB03	2600	2	1.21	6.29	5.20
Ripa 01	Perfil Cartola	RP01	7320	2	0.55	8.05	14.64
Ripa 02	Perfil Cartola	RP02	7020	2	0.55	7.72	14.04
Ripa 03	Perfil Cartola	RP03	6660	2	0.55	7.33	13.32
Ripa 04	Perfil Cartola	RP04	6315	2	0.55	6.95	12.63
Ripa 05	Perfil Cartola	RP05	5970	2	0.55	6.57	11.94
Ripa 06	Perfil Cartola	RP06	5625	2	0.55	6.19	11.25
Ripa 07	Perfil Cartola	RP07	5270	2	0.55	5.80	10.54
Ripa 08	Perfil Cartola	RP08	8740	2	0.55	9.61	17.48
Ripa 09	Perfil Cartola	RP09	8435	2	0.55	9.28	16.87
Ripa 10	Perfil Cartola	RP10	8085	2	0.55	8.89	16.17
Ripa 11	Perfil Cartola	RP11	7730	2	0.55	8.50	15.46
Ripa 12	Perfil Cartola	RP12	7400	2	0.55	8.14	14.80
Ripa 13	Perfil Cartola	RP13	7045	2	0.55	7.75	14.09
Ripa 14	Perfil Cartola	RP14	6685	2	0.55	7.35	13.37
Ripa 15	Perfil Cartola	RP15	10995	2	0.55	12.09	21.99
Ripa 16	Perfil Cartola	RP16	10310	2	0.55	11.34	20.62
Ripa 17	Perfil Cartola	RP17	9610	2	0.55	10.57	19.22
Ripa 18	Perfil Cartola	RP18	8910	2	0.55	9.80	17.82
Ripa 19	Perfil Cartola	RP19	8210	2	0.55	9.03	16.42
Ripa 20	Perfil Cartola	RP20	7515	2	0.55	8.27	15.03
Ripa 21	Perfil Cartola	RP21	6815	2	0.55	7.50	13.63
Ripa 22	Perfil Cartola	RP22	6135	2	0.55	6.75	12.27
Ripa 23	Perfil Cartola	RP23	5455	2	0.55	6.00	10.91
Ripa 24	Perfil Cartola	RP24	4775	2	0.55	5.25	9.55

