

ESTRUTURA DE TELHADOS COM PERFIS DE AÇO GALVANIZADO MOLDADO A FRIO

LETICIA COL DEBELLA SANTOS



ESTRUTURA DE TELHADOS COM PERFIS DE AÇO GALVANIZADO MOLDADO A FRIO



LETICIA COL DEBELLA SANTOS

**ESTRUTURA DE TELHADOS COM PERFIS DE AÇO
GALVANIZADO MOLDADO A FRIO**

1ª Edição

Quipá Editora
2023

Copyright © dos autores e autoras. Todos os direitos reservados.

Esta obra é publicada em acesso aberto. O conteúdo dos capítulos, os dados apresentados, bem como a revisão ortográfica e gramatical são de responsabilidade de seus autores, detentores de todos os Direitos Autorais, que permitem o download e o compartilhamento, com a devida atribuição de crédito, mas sem que seja possível alterar a obra, de nenhuma forma, ou utilizá-la para fins comerciais.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237e Estrutura de telhados com perfis de aço galvanizado moldado a frio / Escrito por: Leticia Col Debella Santos. — Iguatu, CE : Quipá Editora, 2024.

33 p. : il.

ISBN 978-65-5376-333-3

1.Construção civil. 2. Aço galvanizado. I. Santos, Letícia Cel Debella. II. Título.

CDD 624

Obra publicada pela Quipá Editora em maio de 2024

Quipá Editora
www.quipaeditora.com.br
@quipaeditora

APRESENTAÇÃO

O presente estudo tem como objetivo geral apresentar questões construtivas de uma cobertura executada em Light Steel Frame (LSF), na qual são abordados aspectos que auxiliam a tomada de decisões de coberturas de residências unifamiliares.

A fim de descrever o método de montagem desse sistema e de cobertura foi utilizado um projeto de cobertura de 580m² (quinhentos e oitenta) m² de área de uma edificação residencial do município de Ponta Grossa/PR. Assim, foram analisadas questões: Construtivas, o tempo de execução e o custo real da cobertura.

Após analisados, comprovou-se que a cobertura executada em LSF seguiu um processo bem produtivo e sem inconvenientes, quanto ao tempo de execução foi coerente e até mais rápido em relação a outros métodos construtivos, apesar do atraso, de 2 (duas) semanas. Já o custo da execução pode-se considerar elevado, uma vez que o aço galvanizado é mais caro que os demais tipos de aço aplicados em perfis para LSF. Em comparação ao telhado de madeira, o telhado em LSF o custo foi aproximadamente 14% mais elevado.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

CAPÍTULO 1 06

INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 2 08

REFERENCIAL TEÓRICO

CAPÍTULO 3 19

METODOLOGIA

CAPÍTULO 4 22

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CONCLUSÃO 30

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 31

SOBRE A AUTORA 33

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor caracterizado pela execução de atividades artesanais, baixa produtividade, desperdícios, retrabalhos e empirismo nas práticas aplicadas. A industrialização dos métodos construtivos é uma das principais soluções para minimizar os fatores que afetam diretamente a qualidade e confiabilidade de qualquer edificação entregue ao seu usuário (MANSO, 2017).

Desde o início dos tempos, o homem primitivo já utilizava elementos naturais para proteger-se das intempéries e perigos. Nessa época para criar coberturas usavam materiais perecíveis como as cascas de árvores, folhagens e peles de animais, no entanto, com o passar dos séculos o desenvolvimento de uma infinidade de materiais permitiu surgimento de novas coberturas tais como as feitas de elementos cerâmicos e as de fibrocimento que eram apoiados em estruturas de madeira. O telhado em madeira é muito utilizado nas obras corriqueiras da construção civil por se tratar de um material naturalmente resistente, leve e de fácil obtenção. Contemporaneamente no Brasil, estes materiais são os mais utilizados no mercado de coberturas, apesar disso, em paralelo a indústria desenvolve constantemente novos modelos de estruturas para coberturas são cada dia mais tecnológicos como é o caso das ligas metálicas (COUTINHO, 2018).

No setor da construção civil brasileira é cada vez mais comum se deparar com tipos de coberturas que variam de acordo com a arquitetura de cada região ou cultura de cada proprietário, assim destacando a eficiência de utilizar estrutura de aço galvanizado com perfis moldado a frio. As estruturas de aço requerem o conhecimento de propriedades e limitações, atenção à compatibilização de projetos e subsistemas, controle de etapas da construção desde o projeto até a finalização da edificação. Na escolha de um método construtivo deve-se considerar a eficiência, custo e vida útil de uma estrutura de telhado (MANSO, 2017).

Segundo Castro (2005), o aço galvanizado formado a frio em chapas finas é muito indicado como alternativa de coberturas para edificações habitacionais, os perfis formados a partir deste aço possuem em sua seção transversal pequenas dobras que permitem maior rigidez apesar da baixa espessura. Quando fixados entre si corretamente conforme as devidas prescrições de projeto formam uma estrutura rígida e resistente denominada Light Steel Frame (LSF), capaz de suportar grandes carregamentos devido ao vento ou demais cargas eventuais.

O presente trabalho pretende avaliar o método construtivo das estruturas em aço galvanizado moldados a frio. A avaliação se dá comparando questões construtivas entre o LSF e outros métodos construtivos similares, usados para coberturas de edificações unifamiliares.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo geral apresentar questões construtivas de uma cobertura executada em Light Steel Frame, na qual são abordados aspectos que auxiliam a tomada de decisões de coberturas de residências unifamiliares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o cumprimento do objetivo geral, os objetivos específicos a seguir são definidos:

- ✓ Descrever o método de montagem do sistema de cobertura em LSF;
- ✓ Analisar o tempo de execução do sistema de cobertura em LSF;
- ✓ Apresentar o custo para implementação do sistema de cobertura em LSF.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

LIGHT STEEL FRAMING

O *Light Steel Framing* surgiu a partir de um sistema construtivo denominado Wood Framing ou Ballon Framing desenvolvido no século XIX, esse sistema consistia em uma estrutura composta de peças em madeira serrada de pequena seção transversal e tornaram-se o método construtivo mais comum nos EUA, segundo Freitas e Crasto (2006), é formado por peças que apresentam pequena seção transversal em madeira serrada unidas entre si.

Com o desenvolvimento das indústrias de aço nos Estados Unidos, a madeira foi substituída por perfis metálicos e em 1933 os EUA lançou na Feira Mundial de Chicago o protótipo de uma residência em *Light Steel Framing*, aqui representado na Figura 1, que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

Figura 1 - Estrutura em LSF



Fonte: Prudêncio (2013).

Posterior à segunda guerra mundial a construção em *Ligth Steel Frame* se desenvolveu em outros países, como Japão onde, de acordo com Freitas e Crasto (2006)

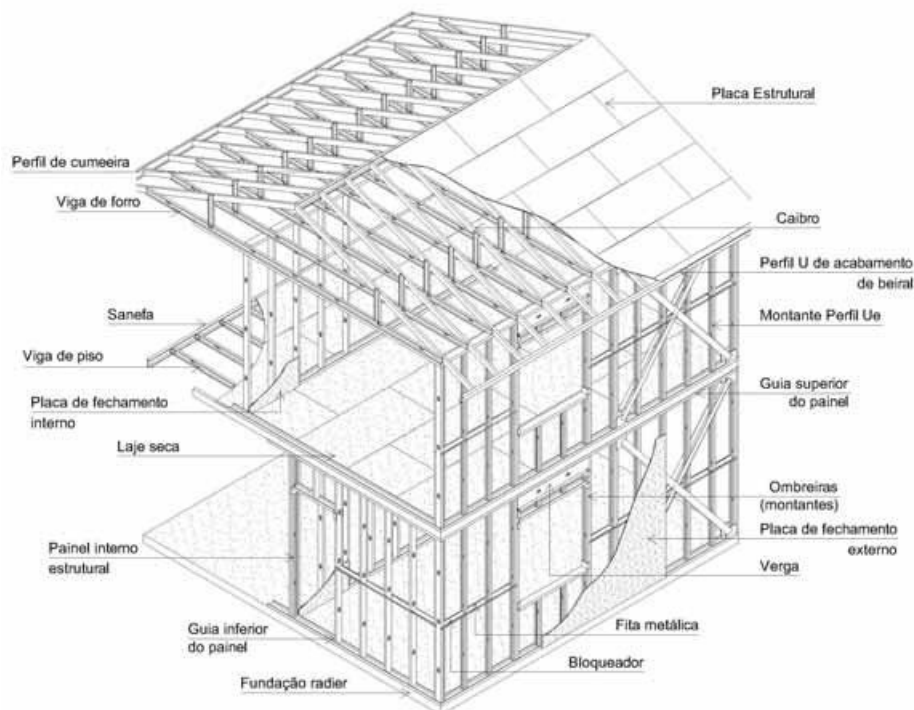
foi necessária a construção de quatro milhões de casas destruídas pelos bombardeios. A madeira que antes era usada na construção das casas foi um fator agravante aos incêndios, devido à inflamabilidade, por isso o Governo Japonês proibiu a utilização de madeira na construção civil. As indústrias de aço japonesas viram a necessidade de lançar no mercado perfis leves de aço para a construção como um substituto para os perfis em madeira.

A profusão na produção de aço no período pós- segunda guerra, o desenvolvimento da economia americana e da indústria siderúrgica tornaram o aço um substituto da madeira. Além de mais resistente e eficiente quanto a elemento estrutural, possui também uma capacidade da estrutura de suportar a catástrofes naturais (OLIVEIRA, 2011).

Esser (2014) explica que, apesar de ter sido criado há dois séculos só agora vem sendo usado em maior escala no Brasil, inicialmente utilizado por construtoras no Sul e Sudeste, porém essas construções só são utilizadas em edificações de médio e alto padrão e não são comumente utilizadas na construção de casas populares. O motivo é a grande competitividade do setor da construção civil, aliado a oferta de um novo e rico leque de construções alternativas à alvenaria.

O *Light Steel Framing (LSF)* é um sistema construtivo de concepção racional, sua principal característica é ser uma estrutura formada por perfis de aço galvanizados de pequena espessura desenvolvidos a frio que são utilizados para a composição de painéis autoportantes, vigas de piso, estruturas de treliças e outros componentes, a Figura 2 ilustra os componentes do sistema (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

Figura 2 - Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Framing



Fonte: Santiago; Freitas e Castro (2012).

De acordo com Manso (2017) as principais características que definem uma construção em *Light Steel Framing* quanto sua forma de construir e projetar são: A estrutura que utiliza painéis estruturais e por isso é conhecida como estrutura painelizada; A modulação dos diversos materiais aplicados na edificação, e a Estrutura Alinhada (in-line framing), onde os elementos estruturais devem estar coincidindo para que a transferência de cargas tenha caráter predominantemente axial.

Lourenzo et al. (2015) explica que esse método apresenta uma proposta de industrialização da construção civil possibilitando a construção seca com grande rapidez e qualidade permitindo a construção de qualquer tipo de edificação, como: residências, estabelecimentos comerciais, edifícios, escolas, hospitais entre outros.

Como toda estrutura é feita em aço, a construção pré-fabricada com perfis formados a frio possui um tempo reduzido de execução, sendo composto por chapas finas e leves, tem facilidade de fabricação, de manuseio e de transporte que facilitam e diminuem o

custo de sua montagem e gastando menos com transporte além de não necessitar maquinários pesados.

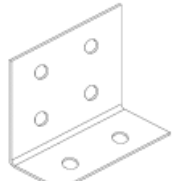
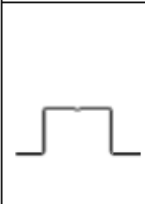
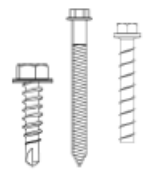
Portanto, o sistema *LSF* se resume em uma estrutura que além de seus componentes, também possuem subsistemas, esses são, além do estrutural, de fundação, de isolamento termoacústico de fechamento interno e externo e instalações elétricas e hidráulicas (FREITAS e CRASTO, 2006).

TIPOS DE PERFIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO E LIGHT STEEL FRAMING

Os perfis comuns para estruturar o sistema LSF são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, ou seja, a galvanização (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

A seguir no quadro (Quadro 1) são apresentadas as seções transversais dos perfis utilizadas e suas aplicações.

Quadro 1 - Seções transversais dos perfis utilizados em *LSF* e suas aplicações

	Perfil UE Alma: Variável Mesa Superior: 40 mm Mesa inferior: 42 mm Abas: 12 mm Espessura: 0,80 mm		Perfil Cantoneira Abas: 50 mm Espessura: 0,80 mm
	Perfil US Alma: Variável Mesa Superior: 38 mm Mesa inferior: 42 mm Abas: 12 mm Espessura: 0,80 mm		Cantoneira Aba Menor: 30 mm Aba Maior: 60 mm Comprimento: 60 mm Espessura: 1,25 mm
	Perfil Cartola Alma: 30 mm Mesa: 20 mm Aba: 12 mm Espessura: 0,80 mm		Parafusos de Fixação

Fonte: Moura (2015).

De acordo com Moura (2015) os elementos metálicos da estrutura em *LSF* são interligados através de parafusos de aço galvanizado autobrocantes para a fixação da estrutura na alvenaria, também são utilizados parafusos galvanizados, porém estes necessitam de furo prévio na estrutura fixadora.

No quadro abaixo (Quadro 2) são apresentadas as dimensões nominais usuais dos perfis de aço para *LSF*.

Quadro 2 - Dimensões nominais usuais dos perfis de aço para *LSF*

Dimensão (mm)	Designação (mm)	Largura da alma bw (mm)	Largura na mesa bf (mm)	Largura do enrijecedor de borda - D (mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue 140x40	Montante	140	40	12
Ue 200x40	Montante	200	40	12
Ue 250x40	Montante	250	40	12
Ue 300x40	Montante	300	40	12
U 90X40	Guia	92	36	-
U 140X40	Guia	142	36	-
U 200X40	Guia	202	36	-
U 250X40	Guia	252	36	-
U 300X40	Guia	302	36	-
L 150X40	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L 200X40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250X40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012).

COBERTURAS

Existem várias opções de estrutura para cobertura do sistema Light Steel Framing, porém, Scharff (1996) ressalta que a solução mais comum para edificações residenciais são as coberturas estruturadas por treliças e tesouras, capazes de cobrir grandes vãos

sem precisar de apoios intermediários. Segundo o autor, as treliças de aço vêm substituindo gradativamente as treliças de madeira no Brasil em função da grande resistência estrutural do aço, leveza dos perfis e por ser um material incombustível.

O telhado se compõe pela cobertura, podendo ser de diversos materiais, desde que seja resistente contra as intempéries; e da armação, que é composta pelo sistema estrutural que sustentarão à cobertura, como caibros, tesouras, ripas etc (GATTI, 2016). A estrutura do telhado deve suportar além do seu peso próprio, o peso de seus elementos, o peso do forro, dos materiais de isolamento, carregamento durante a construção, manutenção etc (FREITAS e CRASTO, 2006).

Conforme Hass e Martins (2011) o conceito estrutural do *Light Steel Framing*, que consiste em dividir as cargas entre os perfis é também aplicado como elementos de suporte para as lajes e cobertura. Os elementos atuam biapoiados e devem transferir as cargas continuamente, ou seja, sem elementos de transição até as fundações. Para o sistema existem dois tipos distintos de laje denominados de: lajes secas ou úmidas. As lajes “secas” podem ser compostas por painéis de madeira (OSB ou outros) ou placas cimentícias apoiadas sobre perfis metálicos estruturais (vigas de entrepiso). Já as úmidas são compostas por formas de aço (telhas galvanizadas) preenchidas com concreto e tela eletro soldada.

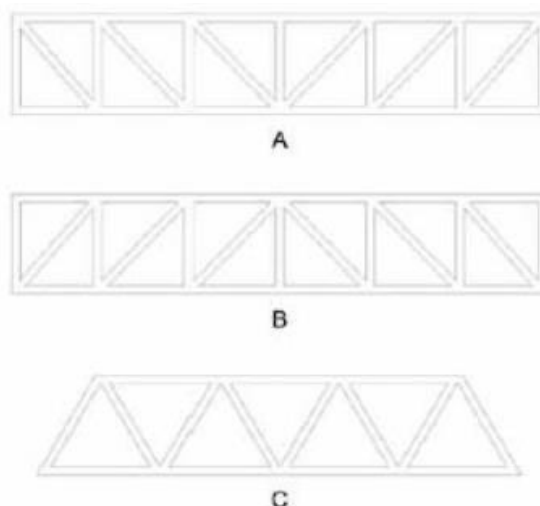
De acordo com Campos (2014) a cobertura de uma edificação residencial em *LSF* pode ser projetada de diversas maneiras, seguindo o mesmo princípio dos telhados em madeira, os telhados em aço podem ser planos e inclinados com uma ou várias inclinações. Segundo Gatti (2016) em relação aos revestimentos diz: que em coberturas do telhado em *LSF* podem ser utilizadas telhas metálicas, cerâmicas, fibrocimento, shingle, entre outras.

Gatti (2016) explica que a escolha do tipo mais adequado de cobertura depende da dimensão, dos vãos a serem vencidos, ações da natureza, opções arquitetônicas ou estéticas, relação custo-benefício, entre outros.

As coberturas para *LSF* por serem leves podem ser aplicadas em edificações convencionais e tem capacidade para vencer grandes vãos. Para executar estruturas de coberturas em *LSF* utilizam-se os mesmos perfis usados nas paredes, que são “U” e “Ue”, com alma de 90mm, 140mm ou 200mm de altura (REVISTA TÉCNICA, 2009).

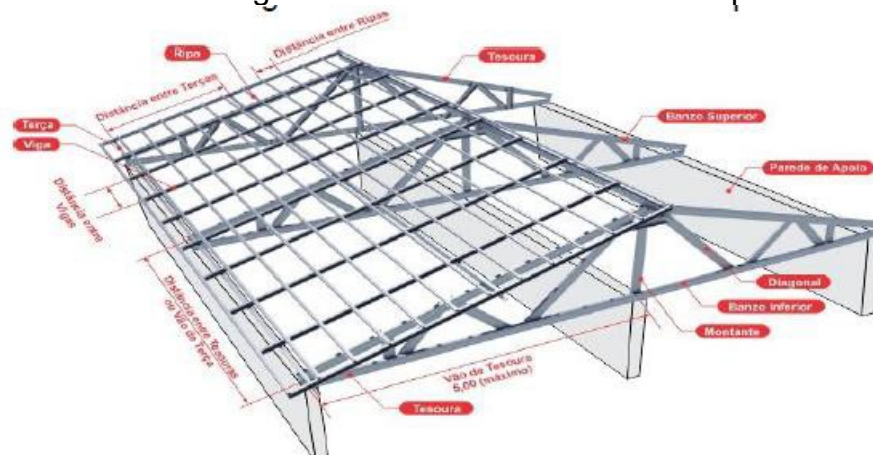
Conforme Freitas e Crasto (2012) os tipos de coberturas podem ser planas ou inclinadas, as coberturas planas tem utilização menos comum, geralmente resolvidas com uma laje úmida onde a inclinação para o caimento da água é obtida intercalando a espessura do contrapiso de concreto. Para vãos maiores sem apoios intermediários são utilizadas as treliças planas, de perfil “Eu” galvanizado (Figura 3).

Figura 3 – Alguns tipos de treliças planas para *LSF*



Fonte: Gatti (2016).

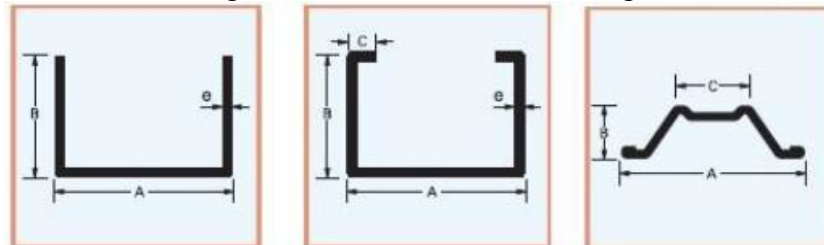
Figura 4 – Caibros e vigas alinhados com montantes de painel estrutural



Fonte: Gatti (2016).

Flash (2012) complementa que para utilização de telhas tipo *shingles* ou cerâmicas é necessária a aplicação de um substrato que visa apoiar a estrutura descontínua, usualmente é utilizado o Oriented Strand Board (OSB). Quando se dá a aplicação de telhas cerâmicas, sobre o substrato deve-se executar perfis ômega paralelos aos caibros e posteriormente, instaladas ripas em perfis ômega, para o assentamento das telhas. Esse processo promove ventilação na área inferior das telhas e preveni provável acúmulo de água caso as telhas venham a sofrer quebras. As telhas shingles podem ser fixadas diretamente sobre os painéis. Telhas metálicas e de fibrocimento, necessitam apenas de terças com perfil tipo ômega sobre a estrutura principal para fixação das telhas. Os perfis “U”, “Ue” e ômega ilustrados na Figura 5.

Figura 5 – Perfis U, Ue e ômega



Fonte: Flash (2012).

Um grande destaque da estrutura em *Light Steel Framing* é a leveza e versatilidade no projeto, que pode ser associada a edificações executadas em qualquer tipo de sistema estrutural e não apenas em edificações onde a estrutura portante também é em *LSF*. De acordo com *Steel House Brasil* (2012) o custo de uma estrutura em *LSF* pode ser 20% menor que de uma estrutura em madeira. No entanto, vale salientar que os custos podem variar em função das condições arquitetônicas, devendo assim, ser cada caso analisado cuidadosamente.

Os perfis “U”, “Ue” (tesouras e caibros) e ômega (ripas e terças) são normatizados pela NBR 15253 (2014), a fixação destes perfis deve ser executada com parafusos autoportantes ou com chapas metálicas. De acordo com Flash (2012):

- Perfil Ue com alma de 40mm, 60mm, 90mm ou 100mm dependendo da peça, todas com espessura de 0,95mm;

✓ Perfil ômega com largura maior de 85mm ou 40mm e com espessura de 0,5mm ou 0,95mm, respectivamente.

Freitas e Castro (2006) dividem as estruturas de telhados de *LSF*, por sua concepção estrutural, em estruturas com caibros e estruturas com tesouras.

COBERTURA ESTRUTURAL COM CAIBROS E VIGAS

Esse método é usado em construções do tipo stick, onde os elementos “U” e “Ue” são cortados e montados in loco. São usados quando o vão entre os apoios permite o uso de caibros e deseja-se utilizar menos quantidade de aço do que usado em tesouras, porém para projetos mais complexos e de maiores vãos pode-se utilizar o sistema de caibros devidamente dimensionados ou utilizando perfis duplos (Figura 6). A estrutura para esse tipo de cobertura consiste em usar dois caibros que se apoiam nos painéis portantes e em uma cumeeira, formando a inclinação requerida (FREITAS e CRASTO, 2012).

Figura 6 – Telhado estruturado com caibros



Fonte: Gatti (2016).

Flash (2012) explica que os caibros devem ser adequadamente contraventados, visando aumentar a rigidez da estrutura e estabilizar as peças individualmente. Para execução deste contraventamento podem ser utilizados perfis “U”, “Ue” ou fitas de aço galvanizado fixados perpendicularmente aos caibros na mesa superior ou inferior destes,

No caso de uso de telhas shingles ou cerâmicas que necessitam de um substrato contínuo de apoio, os painéis já são responsáveis pelo contraventamento dos caibros.

COBERTURA ESTRUTURADA COM TESOURAS E TRELIÇAS

A estrutura para cobertura com tesouras e treliças é a mais utilizada, uma vez que cobrem grandes vãos sem demandar apoios intermediários. Frente os fatores estéticos, climáticos e funcionais existem diversos desenhos de tesouras (Figura 7) (GATTI, 2016).

Figura 7 – Telhado em tesoura



Fonte: Gatti (2016).

De acordo com Freitas e Crasto (2006) as tesouras em LFS podem ser montadas in loco ou pré-fabricadas. A pré-fabricação apresenta grandes vantagens, pois proporcionam maior precisão dimensional e minimiza o tempo de execução no canteiro de obras. A leveza do sistema permite montagem manual sem a demanda de equipamentos para levantamento das peças. São comumente aplicadas em edificações residenciais, mas também podem ser aplicadas em pequenos galpões.

Os perfis utilizados na tesoura são perfis “U” e “Ue”. As ligações entre as barras da tesoura podem ser executadas aparafusando-as em uma chapa Gusset (Figura 8), que

permite que os eixos dos perfis coincidam no mesmo nó ou unindo diagonais e montantes aos banzos aparafusando-os pela alma (TERNI et al., 2009).

Figura 8 – Ligações de perfis com chapas Gusset



Fonte: Terni et al. (2009).

Assim como os caibros as tesouras também devem ser contraventadas para assegurar a estabilidade da estrutura. Três tipos de contraventamento podem ser executados conforme Freitas e Crasto (2012):

- ✓ Contraventamento Salteral: perfis U e Ue fixados perpendicularmente as tesouras no banzo inferior ou superior;
- ✓ Contraventamento Lateral: perfis “Ue” cruzados dispostos perpendicularmente as tesouras, ficando no formato de vários “X” (xis), travando a estrutura e impedindo sua rotação;
- ✓ Por Painéis: quando o uso de telhas cerâmicas ou *shingles*, o próprio substrato contínuo é utilizado como contraventamento.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

O intuito deste estudo é apresentar questões construtivas de uma cobertura executada em *Light Steel Frame (LSF)*, na qual são abordados aspectos que auxiliam a tomada de decisões de coberturas de residências unifamiliares. Assim, realizou-se:

- DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE MONTAGEM DO SISTEMA DE COBERTURA EM LSF

A fim de descrever o montagem do sistema de cobertura em LSF, foi utilizado projeto de cobertura, de 580m² de área de uma edificação residencial no município de Ponta Grossa/PR.

A planta da cobertura se apresenta na Figura 9. Já a vista isométrica e o corte na Figura 10. A planta em 3D é apresentada na Figura 11.

Figura 9 – Planta da cobertura

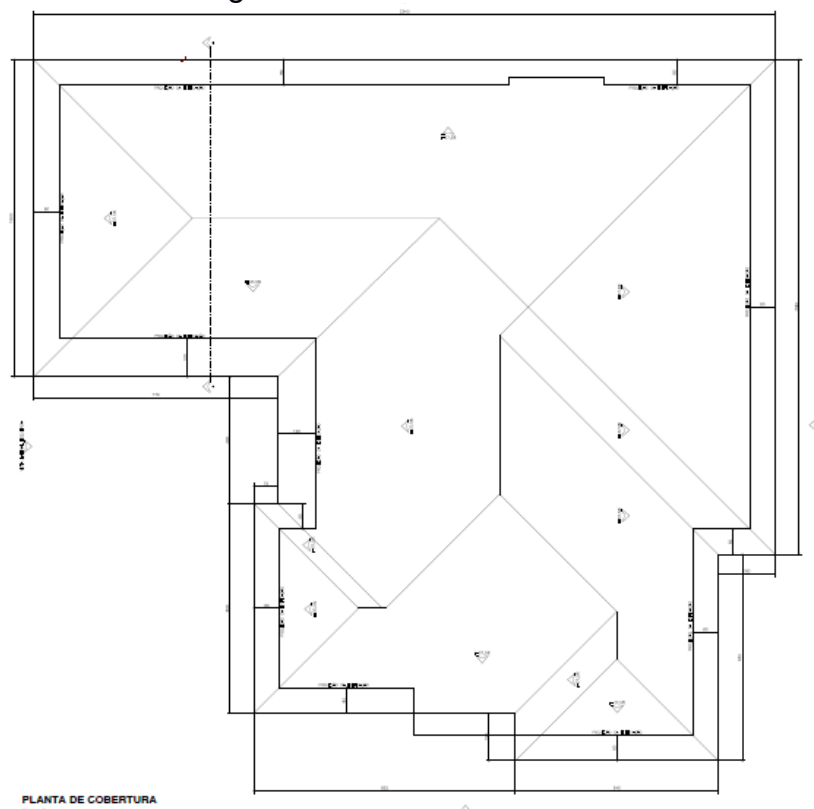


Figura 11 – Corte e isométrico

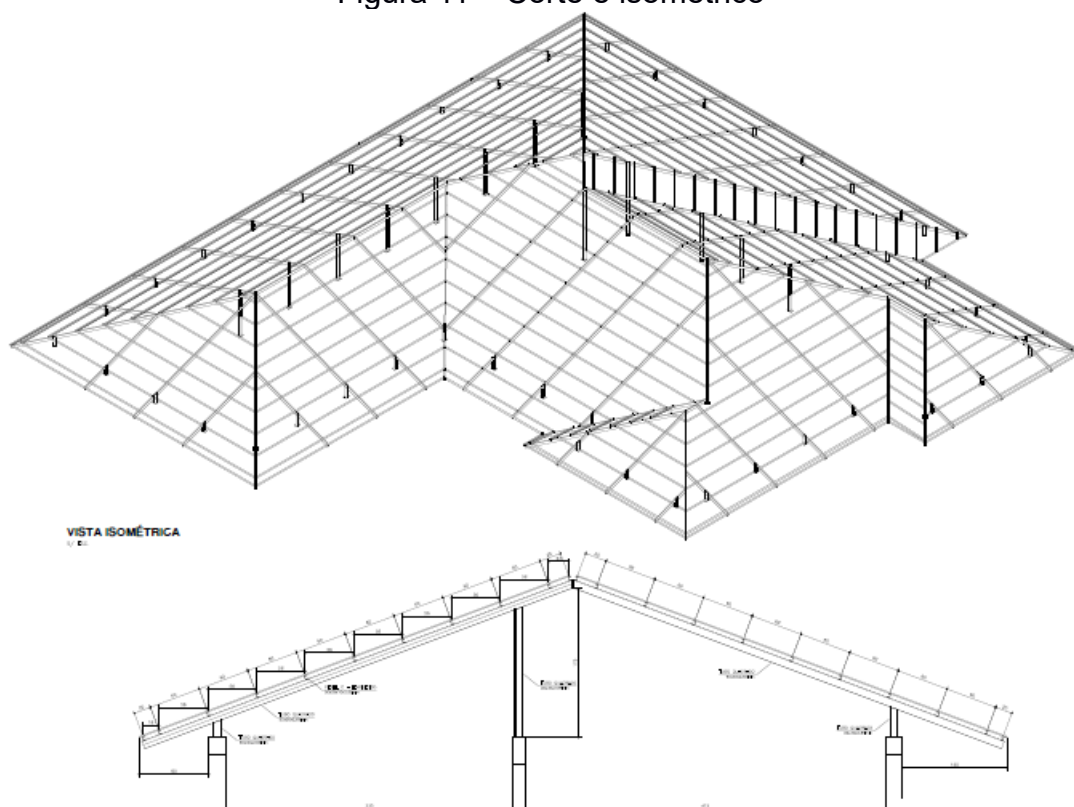
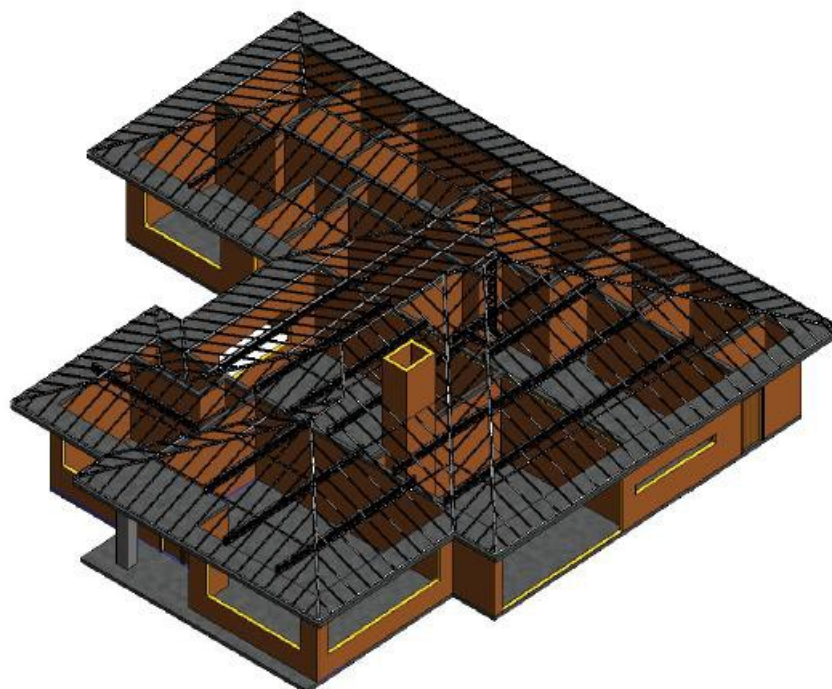


Figura 12 – Projeto em 3D



Acompanhamento na obra, onde foram descritas todas as etapas construtivas para execução da cobertura em *Light Steel Frame*;

- ANÁLISE DO TEMPO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE COBERTURA EM LSF

Acompanhamento da execução na obra em questão, onde foi analisado o cronograma previamente realizado pelos engenheiros responsáveis com o prazo real de execução da cobertura da edificação;

- APRESENTAÇÃO DO CUSTO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COBERTURA EM LSF

Os custos considerados foram disponibilizados pela empresa fornecedora do material *LSF*, para a mão de obra foram consideradas a relação horas/homens e por meio desses dados, foi desenvolvida uma tabela onde estão detalhados os custos para execução do telhado residencial em *steel frame*.

A título de comparação, estimou-se o custo da execução da estrutura do telhado em madeira, os dados foram extraídos da Tabela SINAPI, referência de preços e custos ao estado do Paraná com atualização em setembro de 2020. (SINAPI, 2020).

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir apresentam-se os resultados obtidos por meio da metodologia descrita.

- DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE MONTAGEM DO SISTEMA DE COBERTURA EM LSF

O tipo de cobertura em *LSF* executada foi do tipo *Shingle* e com isso foi aplicado aço galvanizado na confecção dos perfis. O processo de execução da estrutura do telhado em *LSF* tem início após conclusão da estrutura em concreto armado da edificação, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Estrutura de concreto finalizada



Conforme Figura 12, após a concretagem da viga cinto e dos beirais, iniciou-se a tomada de medidas reais da obra, onde foi achado o centro, esticou-se uma linha, tirou-se o nível de todo o telhado, demarcou-se os pontos de apoio das cumeeiras e espigões. Assim, o processo seguiu conforme Figura 13.

Figura 13 – Estrutura de concreto finalizada



A Figura 13 ilustra a instalação dos espigões e as cumeeiras, além de duas treliças que foram montadas no local a fim de garantir maior apoio a estrutura. O processo segue conforme Figura 14.

Figura 14 – Fixação das treliças de apoio



Nota-se que na Figura 14 a fixação das treliças de apoio que foram montadas no solo, para que o apoio dos espigões e terças fossem os mais próximos possíveis a fim de garantir melhor travamento à estrutura. Segue-se conforme Figura 15.

Figura 15 – Finalização da instalação das treliças



Conforme Figura 15, foram alocados apoios para: as treliças e as terças para os caibros. Observar a Figura 16.

Figura 17 – Fixação dos caibros



Os caibros foram fixados conforme ilustra a Figura 16, para o telhado shingle a distância entre os caibros deve ser de 60 cm entre um montante e outro. O processo é finalizado como apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Estrutura finalizada



De acordo com a Figura 17 todos os caibros foram instalados, a estrutura travada e contraventada, aguardando a liberação para a colocação das telhas. Vale destacar que durante execução da cobertura os únicos desafios encontrados foram relacionados a estrutura em concreto armado da edificação, não enfrentando outro problema na estrutura do telhado, assim o processo construtivo fluiu produtivamente. Além disso, o canteiro de obras não apresentou acúmulo de lixos ou entulhos.

- ANÁLISE DO TEMPO DE EXECUÇÃO DO SISTEMA DE COBERTURA EM LIGHT STEEL FRAME

O tempo estimado que os engenheiros apresentaram para execução da estruturada da estrutura da cobertura foi de quatro semanas. A execução do telhado contou com a participação de três colaboradores, sendo dois montadores e um auxiliar. Quanto ao tempo, ocorreu em um período de seis semanas, em que os colaboradores trabalharam de segunda a sexta feira, por um período de oito horas diárias, totalizando assim 30 (trinta) dias ou 240 (duzentos e quarenta) horas trabalhadas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela relativa a tempo de trabalho para realização da cobertura em LSF

Total em dias trabalhados	Total de horas montador		Total de horas auxiliar	
30 dias úteis	2 profissionais	480 horas	1 auxiliar	240 horas

Percebe-se que houve um atraso de duas semanas (50%) por problemas construtivos identificados na estrutura de concreto que atrapalharam a execução da cobertura.

• APRESENTAÇÃO DO CUSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE COBERTURA LSF

Os materiais utilizados e seus respectivos custos para a efetivação da cobertura estudada são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Planilha de materiais e custos

PLANILHA DE MATERIAS UTILIZADOS NA COBERTURA				
Material	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Valor total
LSF montante 90 x 0.95 x 6000 mm	PC	363	65,500 R\$	23.776,51 R\$
LSF Cartola cobertura 0,95- 40 x 30 x 3000mm	PC	15	18,740 R\$	281,11 R\$
LSF guia 90 x 0,95 x 6000 mm	PC	34	62,550 R\$	2.126,70 R\$
LSF Cantoneira 2,000- 65 x 89 x 89mm	PC	284	7,1226 R\$	2.022,82 R\$
PAR LSF 4,8 x 19mm sextavado PB C/100PCS	CT	45	10,353 R\$	465,89 R\$
PAR LSF Perfil 4,8 x 19mm Flangeado PB C/100 PCS	CT	159	12,449 R\$	1.979,41 R\$
Parabolt 5/16 x 4 + 1/4 C/10pçs ZB	PCT	68	14,185 R\$	964,66 R\$
Banda acústica 90 x 10000 x 4mm	RL	6	22,513 R\$	135,08 R\$
				31.752,18 R\$

Conforme Tabela 2 o custo de materias para execução da cobertura estudada foi de R\$ 31.752,18 (Trinta e um mil, setecentos e cinquenta e dois reais com dezoito centavos). Já o custo real com mão de obra, despesas indireta e impostos foi de R\$28.486,00 (Vinte e oito mil quatrocentos e oitenta e seis reais).

Totalizando, a estrutura do telhado custou R\$ 60.238,18 (Sessenta mil, duzentos e trinta e oito reais com dezoito centavos).

A título de comparação, foi estimado o custo do mesmo telhado apresentado, porém executado em madeira, conforme apresentado na Tabela 3 e Tabela 4 respectivamente. Os dados foram obtidos através da tabela SINAPI, referência de preços e custos ao estado do Paraná com atualização em setembro de 2020. A cobertura é dividida em duas etapas, sendo elas a fabricação e instalação de pontaletes de madeira não aparelhada para telhados de mais que duas águas e com telha cerâmica ou de concreto em edifício residencial térreo, incluso transporte vertical, e trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de mais que duas águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical.

Tabela 3 – Planilha de materiais e custos para fabricação e instalação de pontaletes de madeira.

100385 FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE PONTALETES DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM MAIS QUE 2 ÁGUAS E COM TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL TÉRREO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019				
DESCRIÇÃO	UNIDADE	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO PARA 1M² DE COBERTURA	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	VALOR EM R\$ PARA 1M²
4425 VIGA DE MADEIRA NÃO APARELHADA 6 X 12 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,185000	17,62	3,25
4430 CAIBRO DE MADEIRA NÃO APARELHADA *5 X 6* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,741000	9,10	6,74
4472 VIGA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *6 X 16* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,130000	23,99	3,11
5075 PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 18 X 30 (2 3/4 X 10)	KG	0,240000	11,09	2,66
88239 AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1180000	20,66	2,43
88262 CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,260000	24,73	6,42
93281 GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0077	24,6	0,18
93282 GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0118	23,78	0,28
DESCRIÇÃO P/ 1m²	DESCRIÇÃO DE PREÇO DESMEMBRADO	PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO		
MATERIAL	17,920 R\$	71,46292590%		
MAO DE OBRA	7,150 R\$	28,53707410%		
TOTAL COMPOSIÇÃO	25,07 R\$	100,00000000%		

Fonte: SINAPI (adaptado, 2023).

Tabela 4 – Planilha de materiais e custos para trama de madeira.

92540 TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TR ANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019				
DESCRIÇÃO	UNIDADE	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO PARA 1M² DE	COEFICIENTE DE REPRESENTATIVIDADE	VALOR EM R\$ PARA 1M²
4408 RIPA DE MADEIRA NAO APARELHADA *1,5 X 5* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	3,3130000	2,010	6,65
4425 VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA 6 X 12 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,6630000	17,62	11,68
4430 CAIBRO DE MADEIRA NAO APARELHADA *5 X 6* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	1,9760000	9,10	17,98
20247 PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0700000	12,27	0,85
39027 PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 19 X 36 (3 1/4 X 9)	KG	0,0500000	11,07	0,55
40568 PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 22 X 48 (4 1/4 X 5)	KG	0,0300000	11,17	0,33
88239 AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4840000	20,66	9,99
88262 CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6410000	24,73	15,85
93281 GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0434000	24,60	1,06
93282 GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,060200	23,78	1,43
DESCRIÇÃO P/ 1m²	DESCRIÇÃO DE PREÇO POR DESMEMBRADO	PORCENTAGEM DE CONTRIBUIÇÃO		
EQUIPAMENTO	0,030 R\$	0,045310300%		
MATERIAL	44,70 R\$	67,34632250%		
MAO DE OBRA	21,62 R\$	32,57816030%		
OUTROS	0,020 R\$	0,030206900%		
TOTAL COMPOSIÇÃO	66,37 R\$	100,0000000%		

Fonte: SINAPI (adaptado, 2023).

Analisando a Tabela 3, o custo por m² gastos com material foi de R\$17,92(dezessete reais com noventa e dois centavos); custo com mão de obra foi de R\$7,15 (sete reais com quinze centavos) totalizando um custo de R\$25,07 (vinte e cinco reais com sete centavos) por metro quadrado.

Analisando a Tabela 4, o custo por m² gasto com equipamentos foi de R\$0,03(três centavos); o custo com materiais foi de R\$44,70 (quarenta e quatro reais com setenta centavos); custo de mão de obra foi de R\$21,62(vinte e um reais com sessenta e dois centavos); custo com outros foi de R\$0,02(dois centavos); totalizando um custo de R\$66,37 (sessenta e seis reais com trinta e sete centavos) por metro quadrado.

Considerando que o telhado analisado tem 580m², o custo total foi de R\$53.035,20 (cinquenta e três mil, trinta e cinco reais com vinte centavos).

Analisando a diferença entre o telhado em LSF e o telhado em madeira, constatou-se que o telhado em LSF foi R\$7.202,98 (sete mil, duzentos e dois reais com noventa e

oito centavos) mais caro, em percentual a diferença é de aproximadamente 14%, conforme exemplificado na Tabela 5.

Tabela 5 – Considerações finais de preços e diferenças entre eles.

Preço final cobertura no sistema Ligth Steel Frame	Preço final cobertura em madeira	Diferença de preço	Diferença em porcentagem
R\$ 60.238,18	R\$ 53.035,20	R\$ 7.202,98	14%

CONCLUSÃO

Através da realização deste estudo foi possível constatar que a cobertura executada em Light Steel Frame seguiu um processo bem produtivo e sem inconvenientes. Quanto ao tempo de execução, apesar do atraso de duas semanas, pode-se dizer que foi um tempo coerente, até mesmo mais rápido em relação a outros métodos construtivos.

Com relação ao custo de execução pode-se considerar elevado, uma vez que o aço galvanizado é mais caro que os demais tipos de aço aplicados em perfis para LSF. Em comparação ao telhado executado em madeira, a diferença em percentual entre os dois tipos de telhados é de aproximadamente 14%, sendo o telhado em LSF mais caro.

De forma geral, o modelo construtivo de LSF pra a cobertura proposta mostrou-se eficiente e produtivo, apesar de ligeiramente mais oneroso que a cobertura em madeira. Sugere-se para trabalhos futuros, a comparação entre o custo para uma cobertura em aço galvanizado e o aço carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais**. 2014

CAMPOS, P. F. **Light Steel Framin**: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo. 2014.

CASTRO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light steel framing**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

CONSUL STEEL. **Construccion con acero liviano – Manual de Procedimiento**. Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 1 CD-ROM.

COUTINHO, A. L. M. **Telhados de edificações habitacionais**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2018.

ESSER, C. R. P. **Estimativa de custo entre sistemas estruturais em light steel frame e concreto armado-estudo de caso**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Tecnologia E Ciências Sociais Aplicadas – FATECS. Brasília. 2014.

FLASH, R. S. **Estruturas para telhados: análise técnica de soluções**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2012.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing: arquitetura**. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006.

FREITAS, Arlene Maria S.; CRASTO, Renata Cristina M. **Steel Framing: Arquitetura**. 2012. 2ª ed. 151 f. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012.

GATTI, W. **Metodo construtivo Steel Frame, sustentabilidade e economia na construção civil**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP. Caçador. 2016.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Curitiba. 2011. 27

LOURENÇO, Claydmar Hudson; et al. **Análise Comparativa Dos Sistemas Construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Estrutural**. Revista Pensar Engenharia, v.3, n. 1, Jan. 2015.

MANSO, J. B. **Análise comparativa entre o sistema construtivo *light steel framing* e alvenaria estrutural**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Do Sul De Santa Catarina. Palhoça. 2017.

OLIVEIRA, G. V. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em *light steel framing* e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares** Monografia. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e *Light Steel Framing***. Monografia (Graduação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2013.

REVISTA TECHNE. São Paulo. 2009.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing: arquitetura**. 2012. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2012.

SCHARFF, Robert. **Residential steel framing handbook**. New York: McGraw Hill, 1996.

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em:< <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>>. Acesso em janeiro de 2023.

STEEL HOUSE DO BRASIL. **Publicações eletrônicas**. 2012.

TERNI, A. W. et al. **Steel Frame** – Cobertura: última parte. Techne. São Paulo. 2009.

SOBRE A AUTORA

LETICIA COL DEBELLA SANTOS

Engenheira Civil graduada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), mestre e doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná - UFPR na área de Estruturas. Experiência na docência atuando na UNICESUMAR desde 2018, e na área de projeto estrutural na construção civil. Além disso, atua desde 2020 como tutora/professora formadora na Residência Técnica em Projeto e Obras Públicas da UEPG

ISBN 978-655376333-3



9

786553

763333