



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CAMPUS ALTO PARAÓPEBA**

**ANA CAROLINA DE MATOS SILVA
LUÍSA CÁSSIA DA SILVA**

***ESTUDO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE
CONSTRUÇÃO LIGHT STEEL FRAMING À UMA
CONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL***

OURO BRANCO-MG
DEZ-2021



Universidade Federal
de São João del-Rei

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CAMPUS ALTO PARAPEBA**

**ANA CAROLINA DE MATOS SILVA
LUÍSA CÁSSIA DA SILVA**

***ESTUDO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE
CONSTRUÇÃO LIGHT STEEL FRAMING À UMA
CONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL***

Trabalho de
Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação
do Curso de Graduação em
Engenharia Civil, da
Universidade Federal de São
João del-Rei, *Campus* Alto
Paraopeba, como requisito
parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em
Engenharia Civil

Professora Orientadora:
Carmem Miranda Lage

OURO BRANCO-MG
DEZ-2021

**ANA CAROLINA DE MATOS SILVA
LUÍSA CÁSSIA DA SILVA**

***ESTUDO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE
CONSTRUÇÃO LIGHT STEEL FRAMING À UMA
CONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 13 / 12 / 2021

COMISSÃO EXAMINADORA:

Carmem Miranda Lage
Professor Orientador de PFC

Ana Amélia Oliveira Mazon
Professora da Engenharia Civil da UFSJ

Mariana Arruda Pereira
Professora da Engenharia Civil da UFSJ

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à Deus, que nos deu o dom da vida e nos abençoa todos os dias com o seu amor infinito.

Aos nossos pais, por sempre nos apoiar, incentivar e lutar por nossa educação.

Aos nossos irmãos, que nos estimularam e deram forças para não desistir.

Aos nossos namorados, por todo carinho, amor e compreensão em nossa ausência pelo tempo dedicado aos estudos.

A todos nossos familiares e amigos, que nos fizeram acreditar em nosso potencial e nos apoiaram a buscar nossos objetivos.

A nossa orientadora, Carmem, pelo apoio, paciência e disponibilidade em compartilhar seu conhecimento. Não poderíamos imaginar ter uma orientadora melhor!

Ao professor Adriano Gomes (IFMG-OP) que nos apoiou e auxiliou com todo seu conhecimento.

Por fim, agradecemos a Universidade Federal de São João Del Rei - Campus Alto Paraopeba e todos os mestres que contribuíram com nossa formação acadêmica.

RESUMO

O presente trabalho sistematiza um projeto habitacional popular em *Light Steel Framing* (LSF), um sistema composto por componentes e subsistemas que permitem uma execução mais ágil, seca e leve.

A edificação projetada trata-se de uma residência baseada nos projetos padrão da Prefeitura de Belo Horizonte, sendo essa com um banheiro, dois quartos, uma sala, uma cozinha, num total de 38,05 m². Para a elaboração do projeto da habitação em LSF utilizou-se o Manual de Procedimento da *Consul Steel* (2015) e o manual do Centro Brasileiro da Construção em Aço (2012). Levou-se em conta apenas a área a ser projetada e não o dimensionamento estrutural.

Devido a modulação, as áreas de cada cômodo podem não ser confortáveis para quem visa morar em tal residência, tornando-se um grande desafio. Assim, a concepção da edificação deve ser planejada de forma que atenda às necessidades dos moradores.

Conclui-se que, apesar de alguns limites e ressalvas, quando um sistema em LSF é bem projetado e planejado, este atende as demandas da sociedade para as habitações.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO.....	6
SUMÁRIO.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.6 Considerações Iniciais.....	12
2.7 Light Steel Framing.....	12
2.7.1 Perfis.....	13
2.7.2 Painel.....	14
2.7.2.1 Aberturas de Vãos em um Painel Estrutural.....	14
2.7.2.2 Estabilização da Estrutura.....	16
2.7.2.3 Travamento Horizontal.....	18
2.7.3 Lajes.....	19
2.7.4 Coberturas.....	19
2.7.5 Habitação de Interesse Social.....	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 Diretrizes para o Projeto de Arquitetura.....	21
3.1.1 Estudo Preliminar.....	21
3.1.2 Anteprojeto.....	22
3.1.3 Projeto Executivo e Detalhamento.....	22
3.2 Objeto de estudo.....	23
3.2.1 Malhas Modulares.....	23
3.2.2 Áreas.....	23
3.2.3 Montantes.....	24
3.2.4 Esquadrias e Aberturas.....	24
3.2.5 Estabilização vertical e horizontal.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
APÊNDICE A: Projeto Arquitetônico.....	30

APÊNDICE B: Projeto em Light Steel Framing e Detalhamento dos Painéis. 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema típico de uma residência em LSF.....	13
Figura 2 – Painel típico em Light Steel Framing.....	14
Figura 3 – Tipos de vergas.....	15
Figura 4 – Detalhe das ombreiras.....	16
Figura 5 – Localização do contraventamento em relação às aberturas.....	17
Figura 6 – Placas de OSB.....	18
Figura 7 – Esquema de travamento horizontal do painel através de bloqueadores.....	18
Figura 8 – Estrutura de piso em Light Steel Framing.....	19

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos braços econômicos brasileiros. Segundo o Banco de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em 2020 o setor foi o segundo maior responsável pela geração de novos empregos. Todo esse crescimento cíclico da construção vem atrelado às necessidades habitacionais, que, atualmente, contam com um déficit habitacional estimado em 5,876 milhões de domicílios de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP, 2021).

O déficit habitacional é caracterizado pela falta de moradias e/ou pela carência de algum item essencial que deveria ser fornecido pela habitação (FJP, 2021). E, diante desse cenário, surge o conceito de Habitações de Interesse Social (HIS), que têm por objetivo viabilizar o acesso das populações de baixa renda à moradia adequada e regular, contribuindo com a ocupação urbana planejada (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

A partir desse movimento de fomento econômico atrelado a problemas sociais tem-se a implementação de programas governamentais que, atualmente, intitula-se Casa Verde e Amarela, do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) que tem como pilar a ampliação do estoque de moradias para atender às necessidades habitacionais, sobretudo da população de baixa renda (LEI Nº 14.118, DE 12 DE JANEIRO DE 2021).

Diante dessa tratativa, viu-se a necessidade de modelos construtivos mais inteligentes que permitam a construção de forma racionalizada e industrializada, como é o caso do sistema de construção *Light Steel Framing* (LSF). Este possui características potenciais que se aplicam em larga escala na produção de moradias que justificam seu emprego no atendimento da demanda habitacional brasileira.

O sucesso de um empreendimento em qualquer que seja seu método construtivo está vinculado principalmente em um bom desenvolvimento de projeto e planejamento de obra. E, nesse contexto, o trabalho visa sistematizar por meio de um manual de procedimentos, um projeto habitacional popular em LSF. De acordo com Araújo (2008), os manuais para fins de treinamento e padronização reduzem a ineficiência e aumentam a capacidade de melhora na gestão de processos. Levou-se em conta apenas a área a ser projetada e não o cálculo estrutural.

1.1 Objetivos

Seguem o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo.

1.1.1 Objetivo Geral

- Estudar a aplicação do sistema construtivo *Light Steel Framing* a uma construção de uma Habitação de Interesse Social.

1.1.2 Objetivos específicos

- Instruir sobre as individualidades construtivas do sistema em LSF;
- Pretende-se auxiliar a concepção de projetos em LSF para Habitações de Interesse Social;
- Garantir melhor desempenho em desenvolvimento de projetos em LSF;
- Determinar potencialidades e limitações do método construtivo em LSF, sob a ótica do projetista;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.6 Considerações Iniciais

Tendo em vista o crescimento populacional e o avanço tecnológico, a indústria da construção civil no mundo está em constante busca de sistemas mais eficientes de construção, que aumentem a produtividade, diminuam o desperdício e atendam a demanda de habitação.

Os construtores buscam investir em processos mais eficientes que resultem em produtos de melhor qualidade sem que haja um aumento significativo de custos, para que o sistema se torne mais competitivo (SILVA, 2003).

Na construção civil o uso do aço vem aparecendo como alternativa para melhorar o panorama do setor. Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de aço, o emprego de estruturas metálicas na construção civil ainda é pouco expressivo se comparado a outros países (CRASTO, 2005).

Estruturas mais leves e econômicas vem sendo desenvolvidas para acompanhar o progresso da engenharia civil. Hoje, no Brasil, a utilização de estruturas metálicas compostas por perfis formados a frio acontece em fase de rápido crescimento. Diante das soluções construtivas industrializadas que empregam os perfis formados a frio como elemento estrutural o sistema *Light Steel Framing* (LSF) chama a atenção. Este é um sistema construtivo caracterizado pelo uso de perfis formados a frio de aço compondo a estrutura e subsistemas (CRASTO, 2005).

2.7 Light Steel Framing

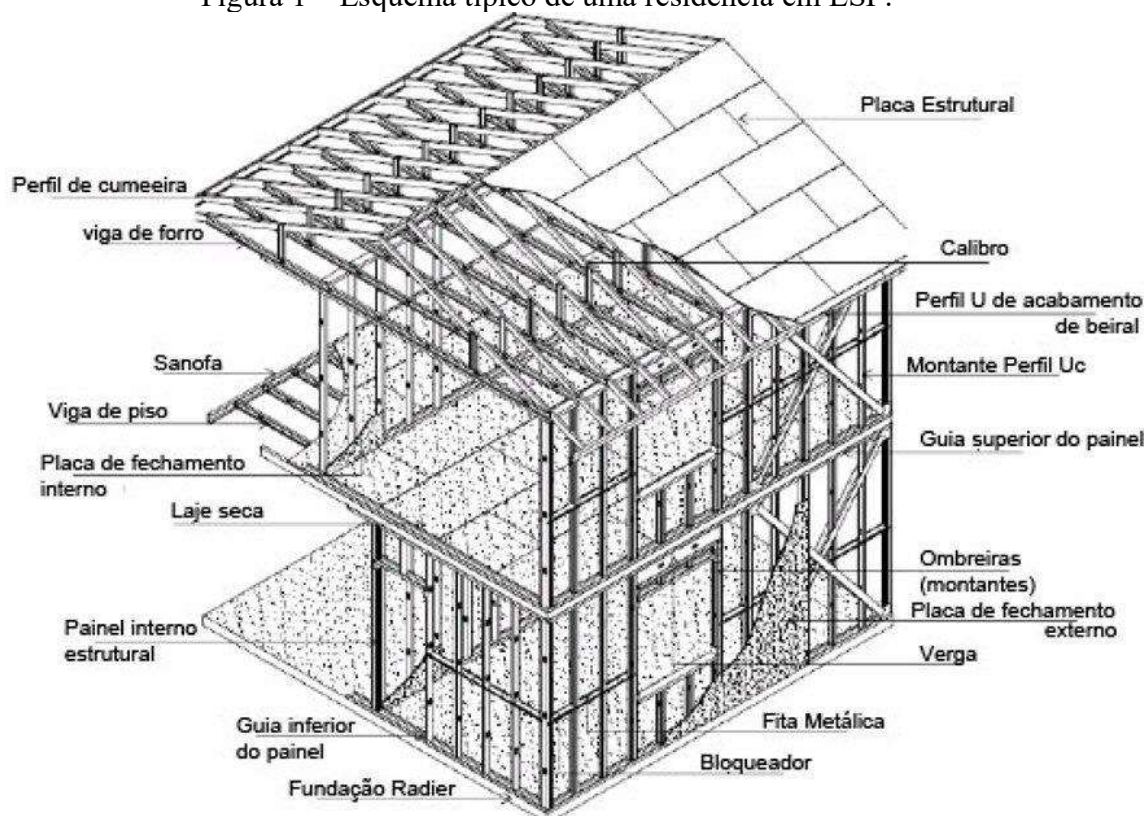
O sistema *Light Steel Framing* (LSF) é um sistema que tem como característica primordial a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas, tesouras de telhado, entre outros componentes.

Tal sistema permite uma construção mais ágil durante a execução, além de ser uma construção a seco. Como um sistema construtivo, o LSF não se resume apenas em estrutura. Ele é composto por diversos componentes e subsistemas.

De acordo com o *Consul Steel* (2002) esses subsistemas são: estrutural, de fundação, de fechamento interno e externo, de isolamento e instalações elétricas e hidráulicas. Tais subsistemas devem estar corretamente inter-relacionados para que os elementos cumpram as funções de projeto.

Essencialmente, a estrutura em LSF é composta de paredes, pisos e cobertura que, juntos, resistem aos esforços solicitantes da estrutura. O conceito principal deste tipo de projeto é dividir a estrutura em grande quantidade de elementos estruturais de forma que a força aplicada seja resistida de maneira parcelada por cada um. Na Figura 1 visualiza-se um desenho esquemático de uma residência em LSF.

Figura 1 – Esquema típico de uma residência em LSF.



Fonte: CRASTO (2005).

A seguir serão apresentados os principais componentes dos painéis e do sistema construtivo em LSF.

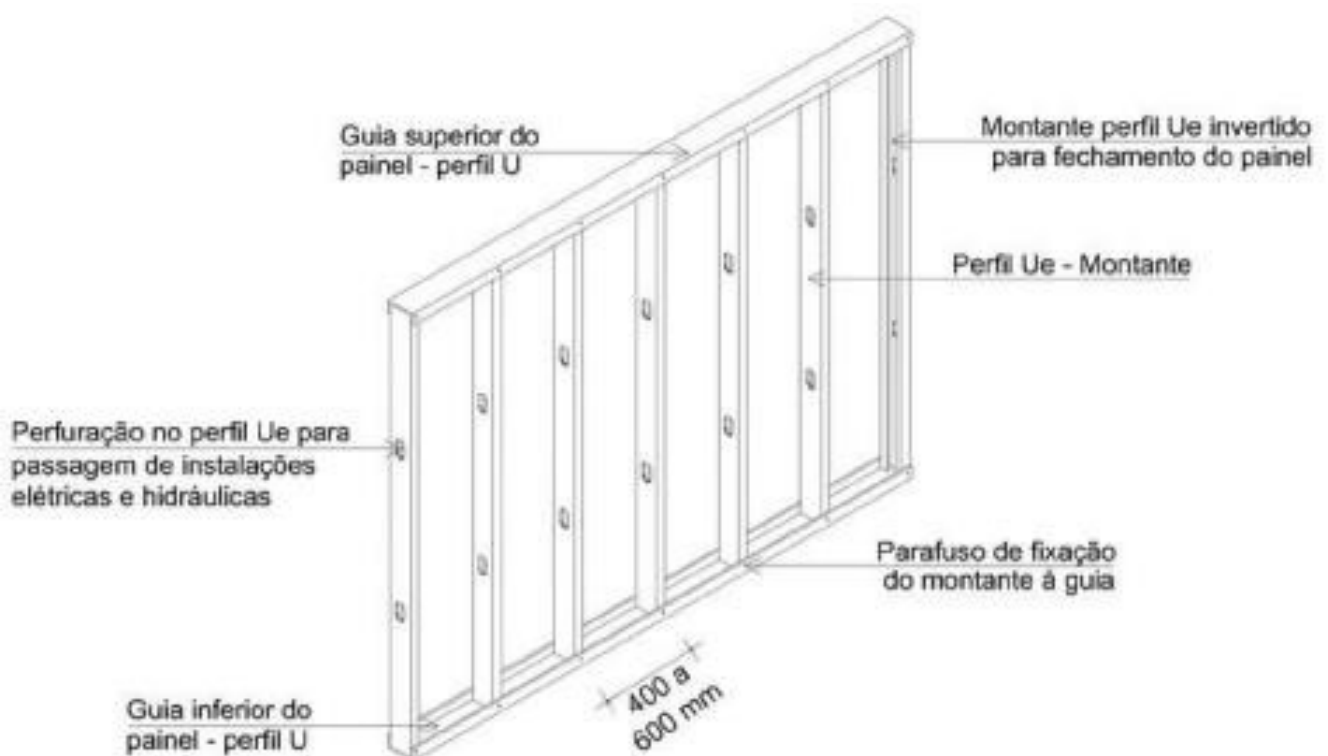
2.7.1 Perfis

O sistema LSF apresenta perfis típicos, que são obtidos por meio da perfilagem de bobinas de aço galvanizado. As seções mais comuns são “C” ou “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas, o “U” usado como guia na base e no topo dos painéis, o “Cartola” (Cr) empregado em ripas e as cantoneiras (L). E são padronizados pela ABNT NBR 6355 (2012).

2.7.2 Painel

Os perfis galvanizados verticais de seção Ue, montantes, compõem as paredes, que são denominadas painéis estruturais. Esses perfis são separados entre si de 400 mm a 600 mm, como visto na Figura 2. A função dos painéis é distribuir as cargas de maneira uniforme e encaminhá-las até o solo. O fechamento dos painéis usualmente é feito por placas cimentícias externamente e chapas de gesso acartonado internamente (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Figura 2 – Painel típico em Light Steel Framing.



Fonte: Manual de Arquitetura do CBCA.

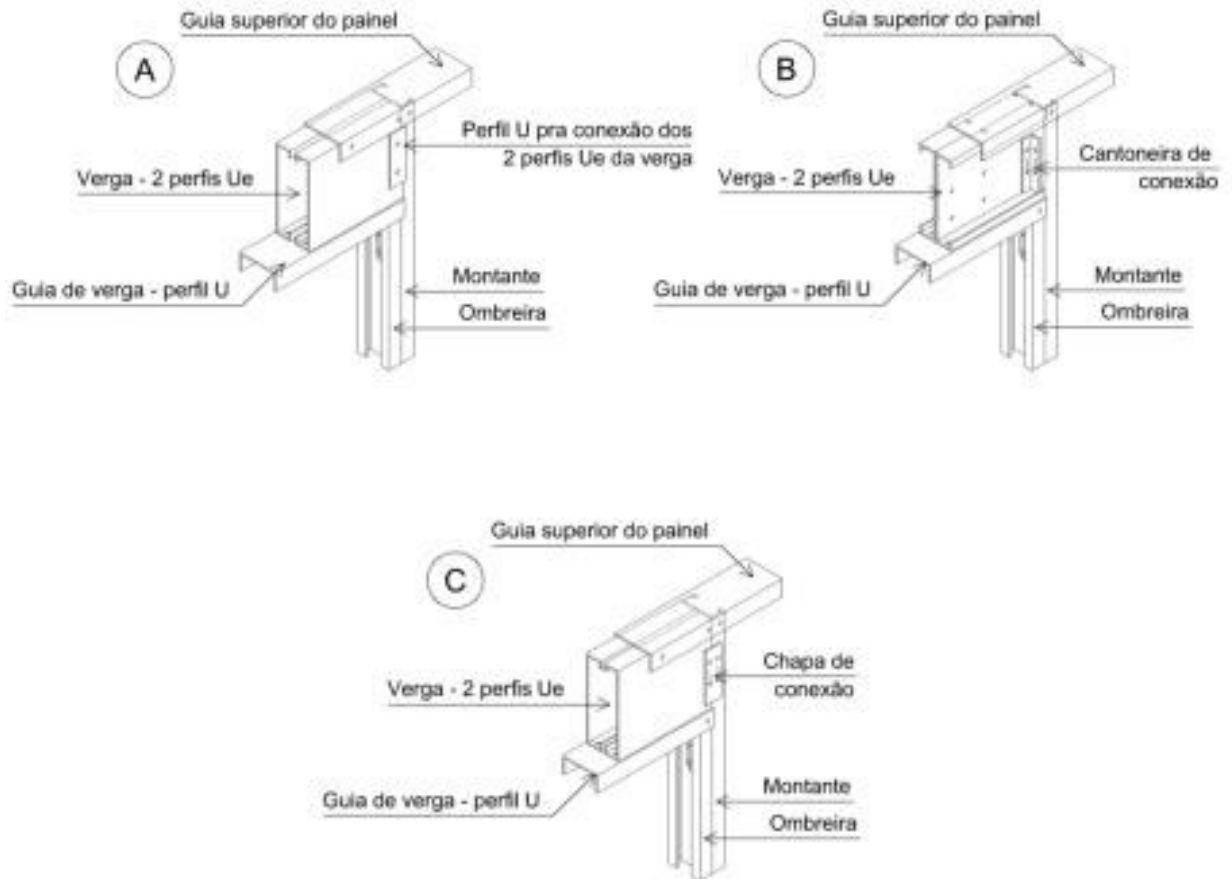
Para a fixação dos montantes nos seus extremos superiores e inferiores a fim de constituir os painéis estruturais e não estruturais são utilizadas guias. A guia é um elemento de seção transversal tipo “U”, disposto na horizontal.

2.7.2.1 Aberturas de Vãos em um Painel Estrutural

Os painéis que contêm abertura devem ter reforços estruturais, para a redistribuição de carregamento dos montantes interrompidos, como vergas e ombreiras.

As vergas são basicamente compostas por perfil Ue conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U e dispostas conforme a Figura 3.

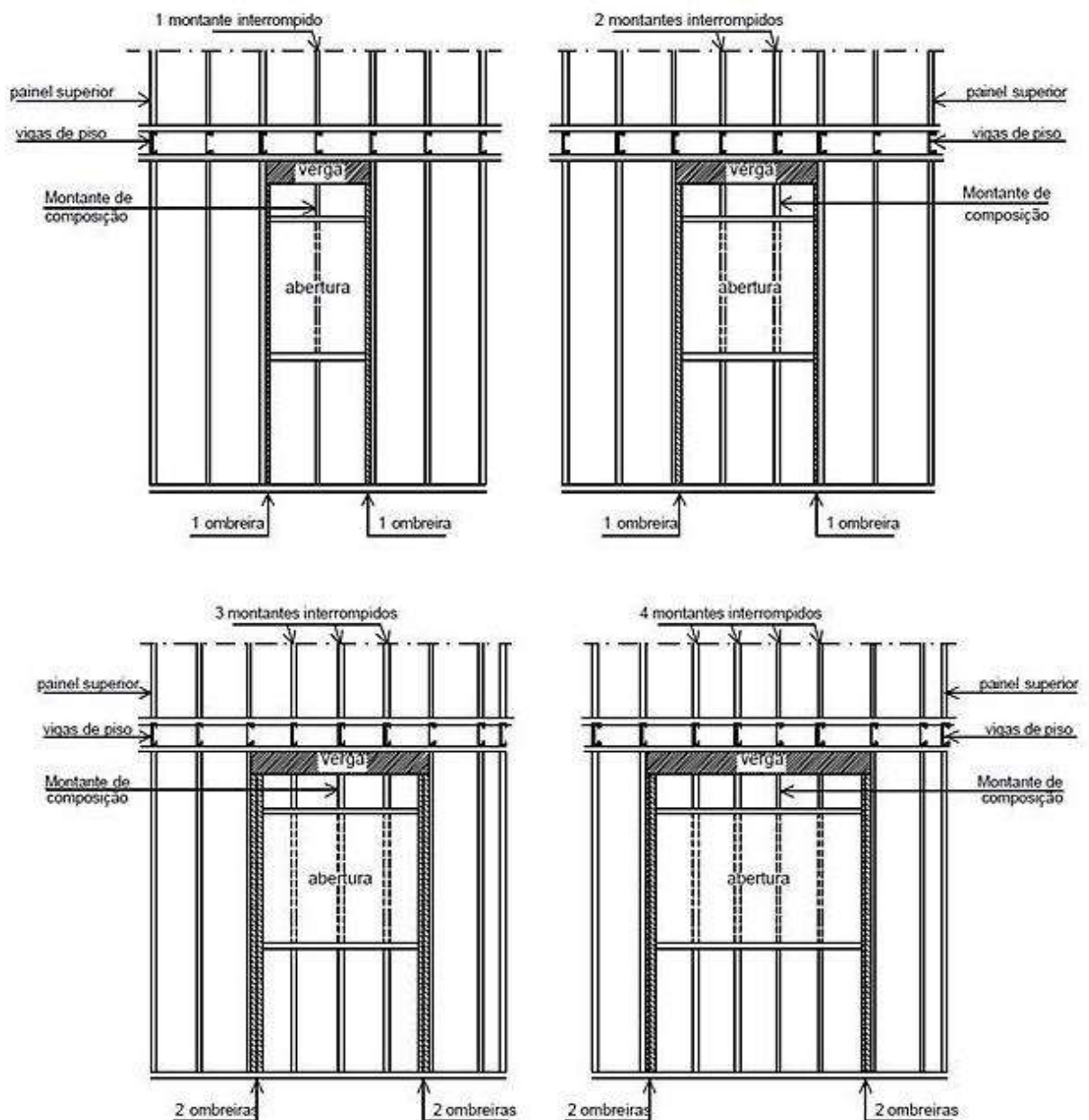
Figura 3 – Tipos de vergas.



Fonte: Manual de Arquitetura do CBCA.

As ombreiras são os apoios das vergas e, de maneira aproximada, o número de ombreiras a cada lado da abertura é igual ao número de montantes interrompidos pela verga dividido por 2. Quando esse número for ímpar se soma 1 a quantidade de ombreiras, conforme visto na Figura 4 (CONSUL STEEL, 2002).

Figura 4 – Detalhe das ombreiras.



Fonte: CRASTO, Renata (2005).

Os painéis não estruturais utilizados apenas para fechamento da estrutura, por sua vez, devem suportar apenas aos esforços do vento e dos elementos que o constituem. O que torna a sua abertura mais simples.

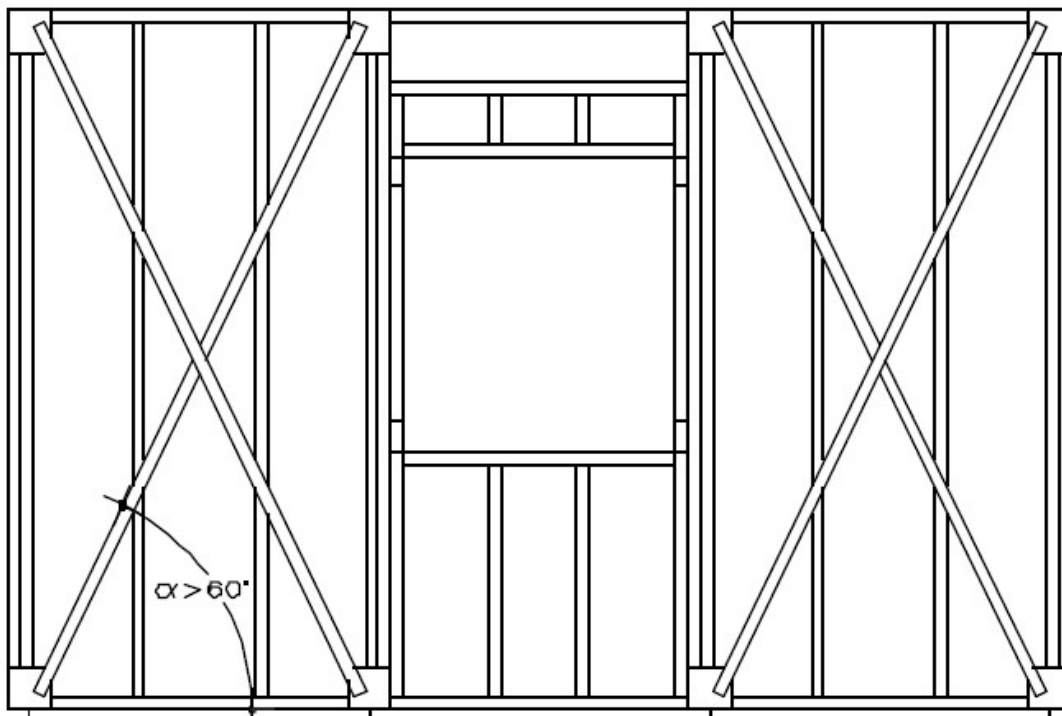
2.7.2.2 Estabilização da Estrutura

A edificação está sujeita a cargas horizontais como as provocadas pelo vento. Essas cargas podem ocasionar a perda de estabilidade da estrutura devido a deslocamentos. Dessa forma, devem-se utilizar ligações rígidas ou elementos capazes de transferir esses

esforços para as fundações. Assim, os mecanismos mais utilizados para a estabilização da estrutura quanto a esforços horizontais são os contraventamentos e os diafragmas rígidos.

Os contraventamentos devem, preferencialmente, obedecer a um ângulo de inclinação das diagonais entre 30° e 60°, para melhor desempenho (CONSUL STEEL, 2002). Em painéis com aberturas, às vezes, é necessária a colocação das diagonais com ângulo de inclinação grande para permitir essa abertura, como visto na Figura 5.

Figura 5 – Localização do contraventamento em relação às aberturas.



Fonte: CRASTO (2005).

Em casos que os projetos preveem mais aberturas que paredes sólidas nem sempre é possível à utilização de contraventamento em X sendo, dessa forma, utilizado o contraventamento em K.

Outra alternativa em relação a estabilização da estrutura é a utilização de materiais de fechamento externo dos painéis estruturais que funcionem como diafragmas rígidos. Em edifícios de pequena altura, as placas de OSB (*oriented strand board*) podem desempenhar a função de diafragma rígido vertical e horizontal e estão apresentadas na Figura 6 (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Figura 6 – Placas de OSB.

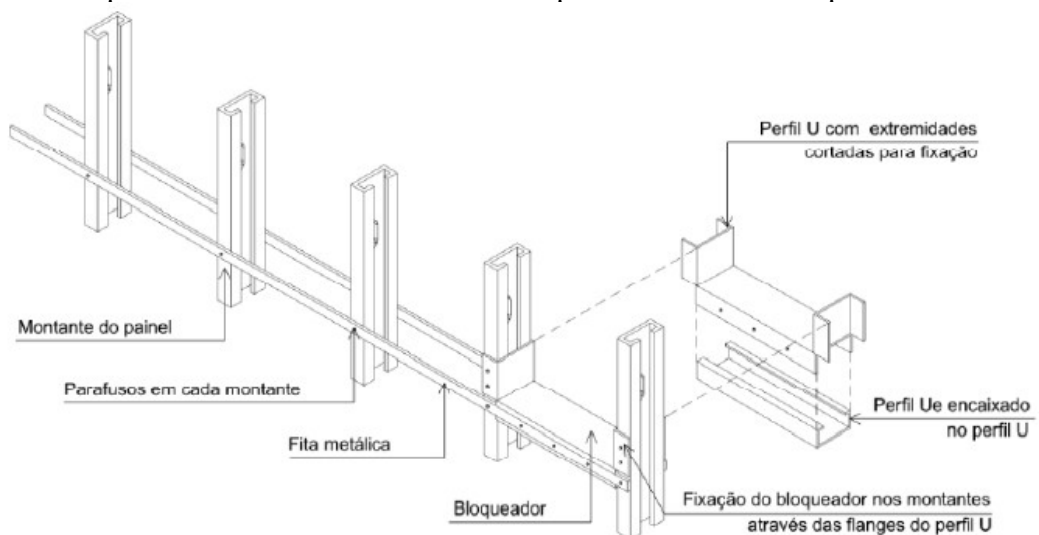


Fonte: TECNOFRAME (2019).

2.7.2.3 Travamento Horizontal

A fim de aumentar a rigidez dos painéis estruturais podem-se instalar fitas metálicas e bloqueadores horizontais, visualizados na Figura 7. As fitas metálicas são de aço galvanizado, e, para painéis de até 2,50m são instaladas a meia altura e para painéis entre 2,75 m e 3,00 m a cada 1,00 m aproximadamente (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Figura 7 – Esquema de travamento horizontal do painel através de bloqueadores.



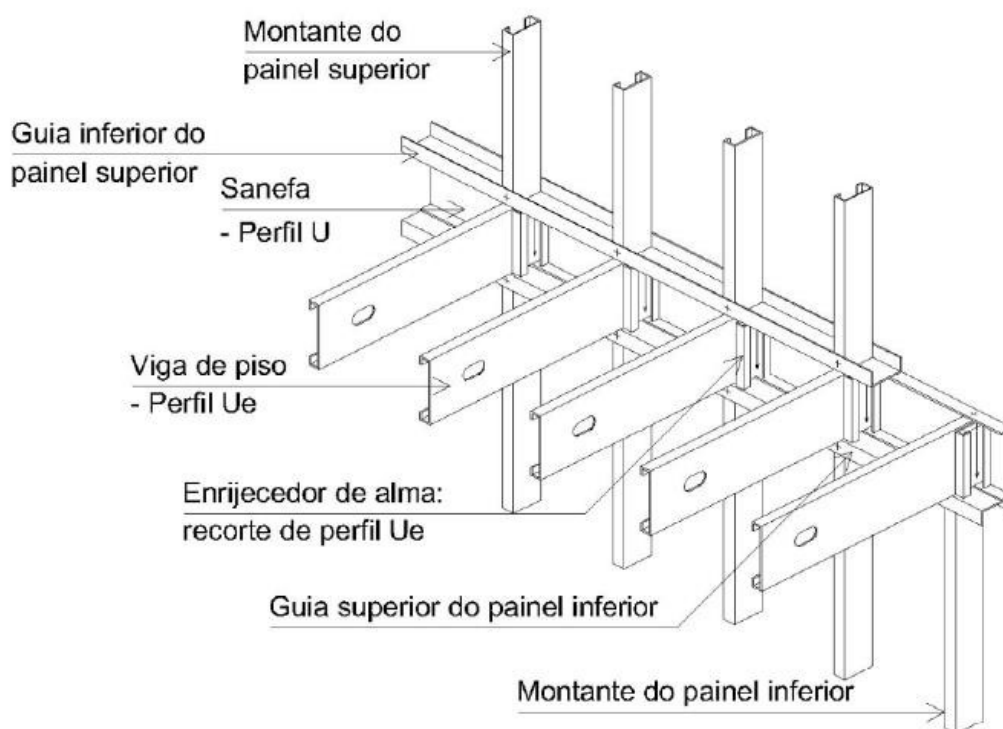
Fonte: CRASTO (2005).

Os bloqueadores horizontais são constituídos por perfis Ue ou U, posicionados entre os montantes. São posicionados nas extremidades do painel e a intervalos de 3,60 m (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

2.7.3 Lajes

Partindo do mesmo princípio dos painéis, os pisos utilizam perfis galvanizados dispostos na horizontal, obedecendo à mesma modulação dos montantes, como visto na Figura 8. Tais perfis servem de estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície de contrapiso e compõem as vigas de piso. Essas vigas se apoiam nos montantes, fazendo com que as almas estejam coincidindo com as almas dos montantes, originando o conceito de estrutura alinhada (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Figura 8 – Estrutura de piso em *Light Steel Framing*.



Fonte: Manual de Arquitetura do CBCA

2.7.4 Coberturas

Tratando-se de cobertura, o sistema LSF é muito versátil e possibilita diversas soluções. As telhas utilizadas podem ser cerâmicas, de concreto, de aço, de cimento reforçado por fios sintéticos e de material asfáltico. No caso de coberturas inclinadas, substitui-se o madeiramento por perfis galvanizados (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Existe uma grande variedade de soluções estruturais para o fechamento da cobertura. E, os fatores para a sua escolha podem ser desde estruturais, como o tamanho

do vão, ou até mesmo estéticos. Os tipos mais utilizados são as coberturas planas, coberturas inclinadas, telhado estrutural com caibros e vigas (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

2.7.5 Habitação de Interesse Social

Uma necessidade básica de qualquer pessoa é uma habitação adequada em conjunto com uma infraestrutura de rede de abastecimento de água, coleta de esgoto e distribuição de energia elétrica (FARIAS, 2015). Farias (2015) ainda afirma que “o principal objetivo do Plano Nacional de Habitação (PlanHab) é a universalização do acesso a moradia digna para todo o brasileiro.”

Mesmo com o avanço no campo habitacional, o país ainda sofre graves problemas de moradia (CASTELO E DIAS, 2014). Segundo estudo realizado pelo Portal Brasil (2014), a demanda por habitações passará por volta de 20 milhões de unidades em 2024. O aumento pode ser explicado devido ao número de famílias que devem ser formadas até lá, sendo cerca de 10 milhões com renda de até 3 salários mínimos.

Devido ao aumento de número de migração da população do interior do país para o meio urbano, as cidades precisaram trabalhar o planejamento, o que gerou um déficit considerável de habitação, transporte, saneamento etc. A produção das Habitações de Interesse Social (HIS) são exemplos de redemocratização das cidades, fazendo-se cumprir o direito constitucional à moradia e acesso a melhores condições de habitação (MALTA; CORREA, 2018).

Tal segmento de habitação popular foi consolidado no Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), no qual se utilizam padrões que vêm sendo replicados em todo território nacional, sem levar em consideração, adequadamente, os aspectos climáticos, sociais, topográficos, entre outros.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é um estudo da aplicação do sistema de construção LSF em uma habitação de interesse social. Foram elaborados projetos que tem a sua tipologia adotada para a habitação no apêndice A, que contém a planta baixa arquitetônica e o corte transversal. E, no apêndice B está presente o projeto estrutural em LSF com a representação da malha e montantes e as elevações dos painéis externos. As malhas servem de base tanto para a estrutura principal como para os outros componentes e subsistemas que também obedecem a um padrão de coordenação modular e os montantes são espaçados dentro dessa modulação e constituem os painéis

A edificação trata-se de uma residência baseada nos projetos padrão da Prefeitura de Belo Horizonte que contemplem uma área suficiente para uma Habitação de Interesse Social, sendo essa com um banheiro, dois quartos, uma sala, uma cozinha, num total de 38,05 m². Para a elaboração do projeto da habitação em LSF utilizou-se o Manual de Procedimento da *Consul Steel* (2015) e o manual do Centro Brasileiro da Construção em Aço (2012). Levou-se em conta apenas a área a ser projetada e não o cálculo estrutural.

3.1 Diretrizes para o Projeto de Arquitetura

A concepção eficiente de edificações acontece, principalmente, pela racionalização do processo construtivo. Esse processo começa ainda na fase de concepção, que deve ser considerado em todas as partes do projeto (SOUZA, 2014).

E, quando se é utilizado o modelo construtivo em LSF é primordial que o projeto contemple não somente o produto, como também o modo de produção. Dessa forma, podemos explorar o potencial produtivo, além de garantir o resultado esperado (SOUZA, 2014).

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012) o sistema construtivo em LSF representa alguns requisitos enquanto sua elaboração: estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo e detalhamento, que serão abordados nos tópicos a seguir.

3.1.1 Estudo Preliminar

Segundo Lima (2013), o projeto é um processo interativo e coletivo, que exige uma coordenação das atividades desenvolvidas. Deve-se alinhar as soluções de projeto com as restrições da edificação e as demandas dos clientes e usuários.

Nessa etapa são realizados os estudos preliminares sobre os requisitos do usuário, informações básicas sobre o local de implantação, como: solo, vento, logística, disponibilidade de mão de obra. Essas informações são necessárias para que seja realizada a viabilidade do empreendimento.

Diante dessas informações, devem-se consultar leis, códigos de obras, planos diretores para ajustar aos requisitos do usuário e do construtor. Com isso, os subsistemas: estrutural, vedação, laje, piso, forro e cobertura, devem ser definidos de acordo com as limitações de projeto e orçamento.

Desse modo, deve utilizar os sistemas de malhas ou reticulados modulares planos e espaciais que permitam relacionar a modulação da estrutura com os painéis de fechamento e restrições construtivas.

3.1.2 Anteprojeto

Diante das diretrizes e informações obtidas no estudo preliminar é elaborado o anteprojeto, que deve atender leis, projetos, normas e objetivos do empreendimento. Além de compatibilizar com os anteprojetos de estrutura, fundações e instalações para eliminar possíveis interferências entre os subsistemas.

Nessa etapa é realizada a otimização do sistema construtivo, considerando sua modulação, abertura e montantes.

Dessa forma, é necessário especificar todos os materiais e componentes da edificação, tais como fechamentos, perfis e esquadrias, para que sejam atendidos os requisitos e validado o projeto.

3.1.3 Projeto Executivo e Detalhamento

Nessa etapa é possível realizar o projeto executivo e o detalhamento a partir do projeto legal. Esse deve conter de forma mais precisa as informações acerca do projeto, respeitando a precisão milimétrica e obedecendo ao sistema pré-fabricado do LSF.

Deve-se pensar de forma racionalizada e integrada, a fim de desenvolver um sistema que pense em todas as peculiaridades do sistema construtivo em que a modulação horizontal e vertical dos componentes de fechamento seja otimizada, além de garantir a compatibilização com os demais projetos.

Deve-se atentar para quando os componentes de fechamento não desempenharem a função estrutural, identificar e solucionar sua interferência com o uso de contraventamentos.

Além disso, deve-se especificar as juntas, os painéis e esquadrias, além de, caracterizar seus materiais e modo de fixação, de forma a priorizar os detalhes padronizados que têm desempenho comprovado.

3.2 Objeto de estudo

O objeto de estudo foi realizado a fim de auxiliar a concepção de projetos em LSF para Habitações de Interesse Social. Dessa forma, é importante destacar alguns pontos acerca das peculiaridades de projeto e concepção do sistema construtivo.

3.2.1 Malhas Modulares

Para a elaboração do projeto são utilizadas referências a partir das malhas ou reticulados que servem de base tanto para a estrutura principal como para os outros componentes e subsistemas que também obedecem a um padrão de coordenação modular. Tudo isso, a fim de gerar um mínimo de cortes e desperdícios.

Para o projeto em questão, por se tratar de uma HIS de apenas um pavimento e área de 38,05 m², adotou-se a modulação 600 x 600 mm. De acordo com a literatura consultada esse é o espaçamento mais usual para esse tipo de edificação.

A escolha correta da malha é imprescindível para não acarretar no superdimensionamento da edificação. Dessa forma, a assertividade da escolha contribuiu para um projeto mais racional e econômico, ainda mais quando se trata de larga escala.

3.2.2 Áreas

As áreas do projeto foram definidas com base nos projetos padrão da Prefeitura de Belo Horizonte, sendo essas áreas pensadas de forma a atender a área mínima necessária e a modulação do sistema LSF.

A área de serviço foi posicionada do lado exterior da edificação para que o espaço pudesse ser melhor aproveitado.

3.2.3 Montantes

Os montantes são os elementos que compõem os painéis e as estruturas de cobertura, sendo constituídos por perfis do tipo U espaçados de 400 mm ou 600 mm para as paredes. Com base no cálculo estrutural pode-se definir o espaçamento das peças, considerando-se o carregamento no qual a estrutura estará submetida.

No projeto apresentado, os montantes utilizados foram espaçados de 600 mm, por se tratar de uma edificação térrea, sendo levado em conta apenas a área a ser projetada e não o cálculo estrutural.

3.2.4 Esquadrias e Aberturas

Para que ocorra a instalação das esquadrias, as aberturas nos painéis precisam de um reforço estrutural para que redistribuam os esforços para a base dos painéis. As vergas utilizadas em uma edificação em LSF seguem o mesmo princípio de funcionamento de uma verga de construção convencional. São necessárias quando os montantes sofrem uma interrupção e são deslocados para a lateral do vão, criando as ombreiras e os montantes auxiliares.

As vergas do sistema LSF podem ser formadas a partir da composição de dois perfis do tipo U conectados pela alma ou por perfis caixa.

Visando utilizar a maior parte dos espaços e utilizar menos ombreiras, as esquadrias foram posicionadas levando-se em conta o vão necessário para iluminação e ventilação.

3.2.5 Estabilização vertical e horizontal

Com o intuito de atender as demandas mínimas de iluminação e área, os painéis possuem grande número de aberturas e tamanho reduzido. Dessa forma, o contraventamento em X, com a angulação necessária, não seria possível em todos os painéis. Assim, a utilização do contraventamento K ou do diagrama rígido com placas OSB se faz necessário em alguns projetos.

Apesar do contraventamento em K ser uma opção viável, alguns fatores podem dificultar sua utilização, tais como: as condições de suas conexões; a necessidade de montantes adjacentes mais robustos em painéis a sotavento e significativas excentricidades que podem ser geradas nos painéis (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO,

2012). Assim, optou-se para o projeto apresentado pela utilização de placas OSB para a estabilização vertical e horizontal da edificação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à restrição da área de uma Habitação de Interesse Social e visando o menor custo, o projeto da edificação apresentou alguns desafios.

Todos os cômodos precisaram ter a área restrita para atender a modulação e atender as especificações básicas de área, sendo estes baseados nos projetos padrão da Prefeitura de Belo Horizonte.

Visando ter um maior aproveitamento do espaço, atender a modulação e ter um menor gasto de montantes, o banheiro precisou se limitar em um espaço pequeno, sendo este de 2,65 m², ainda sim, mantendo dimensões mínimas de circulação. Além disso, a área de serviço necessitou ser posicionada fora da edificação, para que houvesse uma melhor disposição dos mobiliários fixos da cozinha.

As janelas foram posicionadas de forma a cortar menos montantes e assim diminuir o uso de ombreiras, sendo a maior dificuldade alinhar tal objetivo com a área mínima de iluminação e ventilação.

Além disso, a estabilidade da estrutura, devido à largura e abertura dos painéis ficou restrita ao uso de chapas OSB, o que pode aumentar o custo da edificação. Dessa forma, nem sempre é utilizada a solução mais barata, e sim aquela que atende os requisitos.

5. CONCLUSÕES

A demanda por habitação deve ser atendida como determinado na Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021 e o modelo de edificação de Habitação de Interesse Social é um dos mecanismos utilizados para esse fim. O modelo construtivo em LSF apresenta potencialidades para cumprir essa demanda.

Esse sistema possibilita o desenvolvimento construtivo em larga escala, padronizado e industrial. No entanto, essas vantagens acarretam algumas limitações como mão de obra qualificada e peças padronizadas.

Para se obter um projeto de qualidade de uma HIS em sistema LSF é preciso enfrentar os desafios da modulação e da área limitada, visando garantir o mínimo de conforto aos usuários.

Ademais, nem sempre é possível alinhar os métodos construtivos e as especificações de projeto com as soluções mais baratas. Por se tratar de uma construção seca, pode-se haver compensação de custos e minimização dos desperdícios, além do baixo peso próprio aliviar a fundação. Dessa forma, toda a concepção da edificação deve ser planejada a fim de atender de forma racional as necessidades das partes envolvidas.

Diante do exposto, é possível aferir que apesar de algumas ressalvas e limites quanto ao sistema construtivo em LSF, quando esse é bem projetado e planejado, atende as demandas postas pela sociedade no que se diz a respeito de habitação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). NBR 6355: **Perfis estruturais de aço formados a frio Padronização**. Rio de Janeiro: ABNT.

ARAUJO, L.C.G de. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2008. Vol. I.

CAMPOS, P. F.; LARA, A. **Sistemas construtivos alternativos para habitações populares**. Universidade de São Paulo – USP. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/1dia/Artigo_Patricia%20Campos.pdf>. Acesso em 29/10/2021.

CASTELO, Ana Maria; DIAS, Edney Cielici; **A construção do desenvolvimento: por uma país na rota da eficiência e da justiça social**. Fundação Getúlio Vargas: Revista Conjuntura da Construção. v. 12 n 3, outubro 2014.

CONSUL STEEL. **Manual de Procedimento de construção com Steel Framing**. Disponível em: <<https://www.consulsteel.com.br/>>. Acesso em: 27/09/2021.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e Tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. Mestrado em Construção Metálica – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

FARIAS, Marcílio Marques de. **Plano Nacional de Habitação – PlanHab**. Brasil, Ministério das Cidades, 2015.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2016-2019**. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 2021.

CAIXA. **HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/infraestrutura-saneamento-mobilidade/habitacao/interesse-social/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 07/10/2021

LIMA, R. F. **Técnicas, Métodos e Processos de Projeto e Construção Do Sistema Construtivo Light Steel Frame**. Dissertação (pós-graduação) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

MALTA, Gabrielle Sperandio, CORREA, Marina Aparecida Pimenta da Cruz. **Aspectos da nova lei de regularização fundiária urbana no brasil e a contextualização do**

histórico urbano brasileiro. Perspectivas Em Políticas Públicas, 2018. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/revistapp/article/view/3465>. Acesso em: 12/11/2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Projeto Padrão.** Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/regulacao-urbana/projetos-padrao>>. Acesso em: 07/10/2021

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.** Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

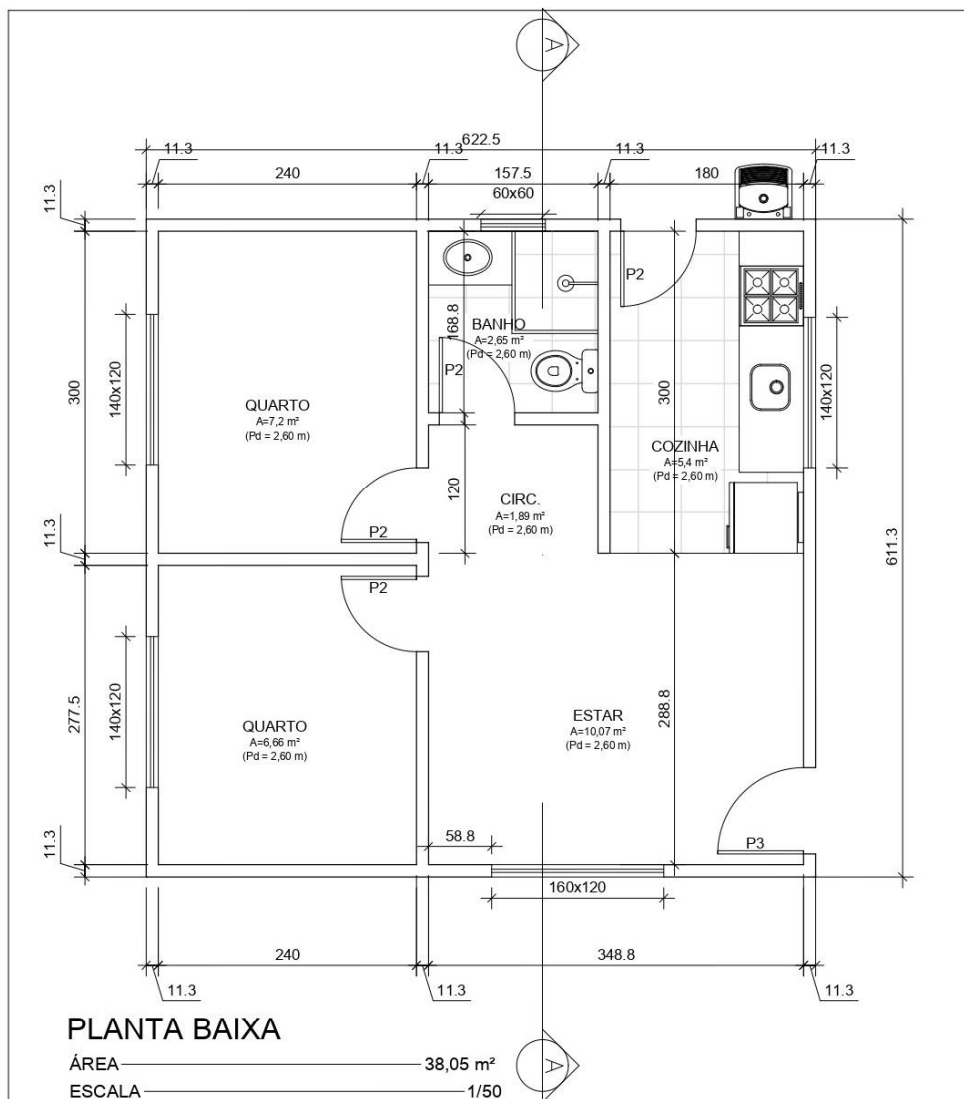
SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CASTRO, R. C. M. **Manual de Construção em Aço.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Aço Brasil/CBCA, 2012.

SOUZA, E.L. **Construção Civil e Tecnologia: Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing.** Monografia – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014

TECNO FRAME. **Painel OSB – Componentes do Light Steel Frame.** Disponível em: < <https://tecnoframe.com.br/painel-osb-componentes-do-light-steel-frame/>>. Acesso em: 15/12/2021

.

APÊNDICE A: PROJETO ARQUITETÔNICO.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

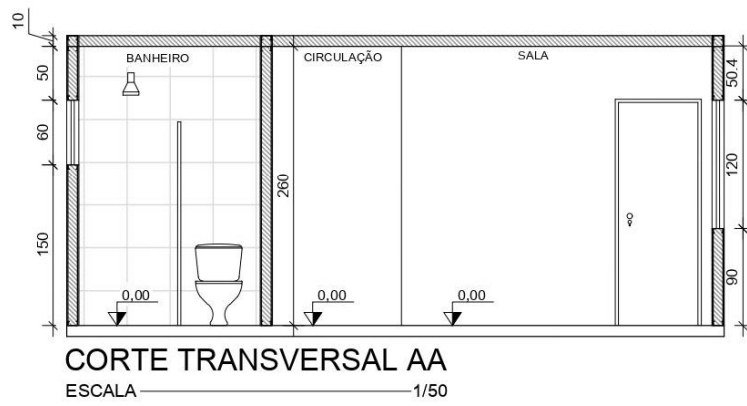
FOLHA
01/07

CURSO:
ENGENHARIA CIVIL

ESCALA:
1:50

PROJETO ARQUITETÔNICO

PLANTA BAIXA

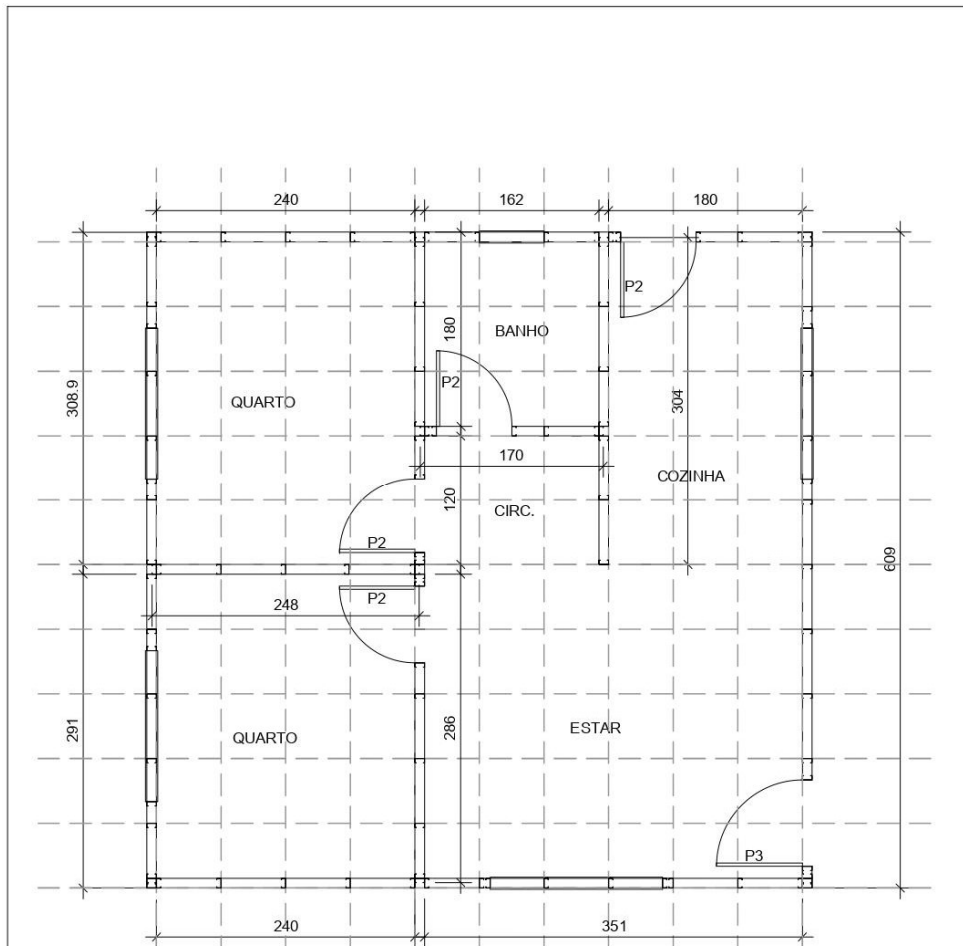


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC	FOLHA 02/07
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	ESCALA: 1:50

PROJETO ARQUITETÔNICO
 CORTE AA

APÊNDICE B: PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING E DETALHAMENTO DOS PAINÉIS.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

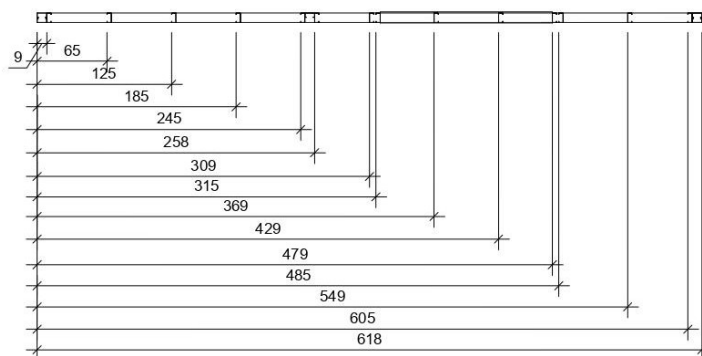
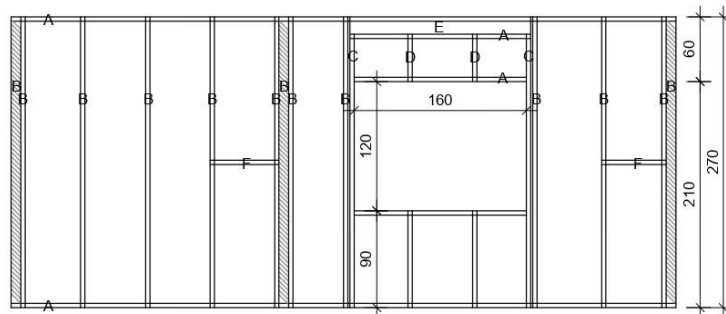
DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

FOLHA
03/07

CURSO:
ENGENHARIA CIVIL

ESCALA:
1:50

PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING



PAINEL EXTERNO		
REF	PEÇA	PERFIL *
A	GUIA	U 90x40x0,95
B	MONTANTE	U 90x40x0,95
C	OMBREIRA	Ue 90x40x12x0,95
D	MONTANTE DE COMPOSIÇÃO	Ue 90x40x12x0,95
E	VERGA	Ue 90x40x12x0,95
F	BLOQUEADOR	Ue 90x40x12x0,95

*As dimensões dos perfis foram tomadas como uma estimativa inicial, conforme prescrições do Consul Steel e não se levou em consideração o cálculo estrutural.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

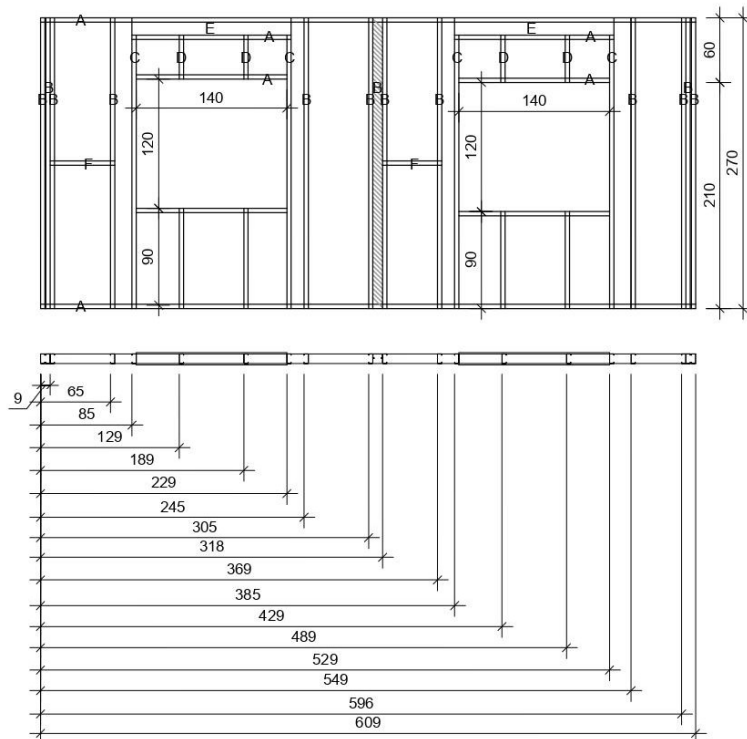
FOLHA
04/07

CURSO:
ENGENHARIA CIVIL

ESCALA:
1:50

ELEVAÇÃO DO PAINEL FRONTAL

ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING



PAINEL EXTERNO		
REF	PEÇA	PERFIL *
A	GUIA	U 90x40x0,95
B	MONTANTE	U 90x40x0,95
C	OMBREIRA	Ue 90x40x12x0,95
D	MONTANTE DE COMPOSIÇÃO	Ue 90x40x12x0,95
E	VERGA	Ue 90x40x12x0,95
F	BLOQUEADOR	Ue 90x40x12x0,95

*As dimensões dos perfis foram tomadas como uma estimativa inicial, conforme prescrições do Consul Steel e não se levou em consideração o cálculo estrutural.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

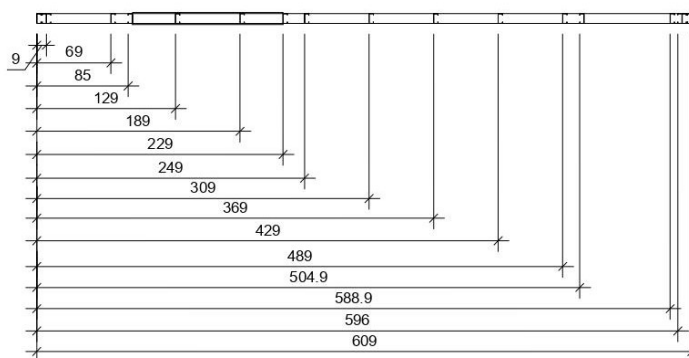
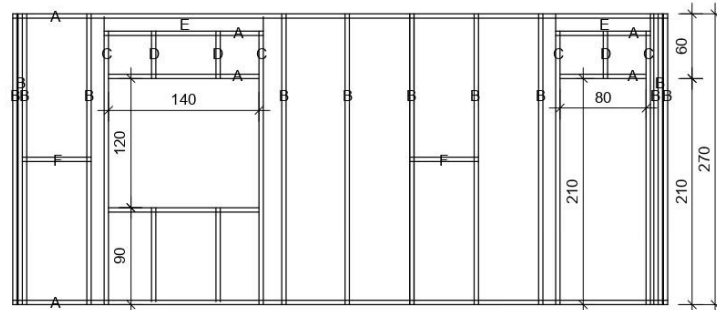
DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

FOLHA
05/07

CURSO:
ENGENHARIA CIVIL

ESCALA:
1:50

ELEVAÇÃO DO PAINEL LATERAL ESQUERDO ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING



PAINEL EXTERNO		
REF	PEÇA	PERFIL *
A	GUIA	U 90x40x0,95
B	MONTANTE	U 90x40x0,95
C	OMBREIRA	Ue 90x40x12x0,95
D	MONTANTE DE COMPOSIÇÃO	Ue 90x40x12x0,95
E	VERGA	Ue 90x40x12x0,95
F	BLOQUEADOR	Ue 90x40x12x0,95

*As dimensões dos perfis foram tomadas como uma estimativa inicial, conforme prescrições do Consul Steel e não se levou em consideração o cálculo estrutural.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

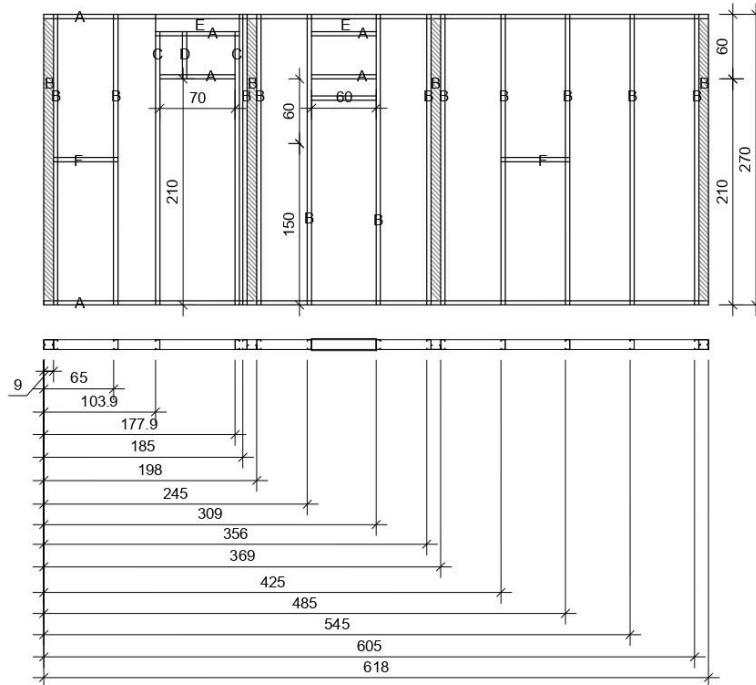
DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

FOLHA
06/07

CURSO:
ENGENHARIA CIVIL

ESCALA:
1:50

ELEVAÇÃO DO PAINEL LATERAL DIREITO ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING



PAINEL EXTERNO		
REF	PEÇA	PERFIL *
A	GUIA	U 90x40x0,95
B	MONTANTE	U 90x40x0,95
C	OMBREIRA	Ue 90x40x12x0,95
D	MONTANTE DE COMPOSIÇÃO	Ue 90x40x12x0,95
E	VERGA	Ue 90x40x12x0,95
F	BLOQUEADOR	Ue 90x40x12x0,95

*As dimensões dos perfis foram tomadas como uma estimativa inicial, conforme prescrições do Consul Steel e não se levou em consideração o cálculo estrutural.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

FOLHA
07/07

CURSO:
ENGENHARIA CIVIL

ESCALA:
1:50

ELEVAÇÃO DO PAINEL POSTERIOR ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING