



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
ENGENHARIA CIVIL

LIDIANE DOS SANTOS NERY

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL E LIGHT STEEL FRAMING**

LAGES  
2020

LIDIANE DOS SANTOS NERY

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL E LIGHT STEEL FRAMING**

Trabalho de graduação apresentado na  
disciplina de TCC II no Curso de  
Engenharia Civil do Centro Universitário  
UNIFACVEST.

Orientador: ME. Engenheiro Aldori Batista dos Anjos

LAGES  
2020

LIDIANE DOS SANTOS NERY

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
EM ALVENARIA ESTRUTURAL E LIGHT STEEL FRAMING**

Trabalho de graduação apresentado na  
disciplina de TCC II no Curso de  
Engenharia Civil do Centro Universitário  
UNIFACVEST.

Orientador: ME. Engenheiro Aldori Batista dos Anjos

Lages, SC, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020. Nota \_\_\_\_\_

---

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de estar vivendo esse momento e por toda força, ânimo e coragem que me ofereceu para ter alcançado minha meta, e aos meus pais, pela educação que me proporcionaram, pelo incentivo, apoio e compreensão durante estes anos de estudo e na realização deste trabalho.

Quero agradecer meu orientador Aldori Batista dos Anjos pelo tempo dedicado, a paciência, atenção e disposição na tirada de dúvidas e pela orientação para que este trabalho fosse realizado conforme o esperado. E também a todos os meus professores, pela dedicação e comprometimento com o ensino que me foi atribuído.

Agradecer muito minhas amigas, a Magna Almeida que me ajudou, me motivou, sempre esteve ao meu lado me apoiando em toda essa nossa trajetória acadêmica, fazendo com que esta fosse uma das melhores fases da minha vida. Hoje sou uma pessoa realizada e feliz porque não estive só nesta longa caminhada.

Aos meus colegas de turma, que tornaram estes anos de estudo uma experiência única e divertida, dividindo seu conhecimento e contribuindo para que mais esse objetivo fosse alcançado.

E por fim, mas não menos importante, a esta instituição meu agradecimento profundo, porque sempre encontrei os recursos necessários para evoluir e alcançar todas as metas.

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa entre os sistemas construtivos alvenaria estrutural, e o sistema *Light Steel Framing* em uma construção residencial unifamiliar. Assim, por meio deste trabalho demonstrar as principais características de cada um dos sistemas construtivos, peculiaridades e diferenças entre os métodos construtivos citados. Serão apresentados os aspectos do processo construtivo, materiais utilizados, custos, qualidade e a durabilidade que as obras possuem, e os aspectos ambientais como a sustentabilidade nas obras. Portanto, a intenção é entender mediante aos dados levantados e uma revisão bibliográfica, apontando as vantagens e desvantagens, analisar o custo da obra comparando o mesmo projeto quando executado em Alvenaria Estrutural e *Light Steel Framing*, através de orçamento. Esses sistemas construtivos possuem cada um seus pontos fracos e os pontos fortes, então fica a encargo do profissional responsável pela obra analisar qual o tipo de sistema construtivo será mais bem empregado, tendo como base as condições necessárias para executar da obra. Podendo assim, destacar os aspectos visuais, estruturais, diante do momento que o país enfrenta, caracterizado com base no quadro da crise econômica, a necessidade de economia passa a ter maior destaque, evitar gastos se tornou essencial.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural, *Light Steel Framing*, construção de residências.

## **ABSTRACT**

This work aims to perform a comparative analysis between the structural masonry construction systems, and the Light Steel Framing system in a single family residential construction. Thus, through this work, demonstrate the main characteristics of each of the construction systems, peculiarities and differences between the construction methods mentioned. Aspects of the construction process, materials used, costs, quality and durability that the works have will be presented, and environmental aspects such as sustainability in the works. Therefore, the intention is to understand through the data collected and a bibliographic review, pointing out the advantages and disadvantages, to analyze the cost of the work comparing the same project when executed in Structural Masonry and Light Steel Framing, through budget. These construction systems each have their weaknesses and strengths, so it is up to the professional responsible for the work to analyze which type of construction system will be best used, based on the necessary conditions to execute the work. Thus, being able to highlight the visual, structural aspects, in view of the moment that the country faces, characterized based on the economic crisis, the need for economy starts to have greater prominence, avoiding spending has become essential.

**Keywords:** Structural Masonry, Light Steel Framing, home construction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Edifício alto construído em alvenaria estrutural no período de 1889 – 1891 .....	15
Figura 2 - Perspectiva da entrada principal, Edifício Monadnock, Chicago.....	16
Figura 3 - Desenho esquemático de uma estrutura em Light Steel Framing .....	22
Figura 4 - Desenho esquemático dos tipos de amarrações.....	27
Figura 5 - Desenho esquemático da primeira fiada em amarração L .....	27
Figura 6 - Desenho esquemático de Grauteamento .....	28
Figura 7 – Detalhe esquemático de uma fundação Radier em LSF .....	30
Figura 8 - Desenho esquemático da estrutura da parede do sistema <i>Light Steel Framing</i> .....	32
Figura 9 - Desenho esquemático das etapas de construção do sistema <i>Light Steel Framing</i> .....	34
Figura 10 – Planta Baixa .....	36
Figura 11 – Planta baixa Alvenaria Estrutural.....	37
Figura 12 – Tabela orçamentária Alvenaria Estrutural .....	39
Figura 13 – Planta Baixa Light Steel Framing .....	41
Figura 14 – Tabela orçamentária Light Steel Framing.....	43

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação de custo unitário entre ambos os sistemas .....	45
--	----

## LISTA DE FLUXOGRAMA

Fluxograma 1 – Roteiro para realização do trabalho .....	14
--	----

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AE – Alvenaria Estrutural

BNH - Banco Nacional de Habitação

EUA – Estados Unidos da América

LSF – Light Steel Framing

NBR - Norma Técnica brasileira

OSB – Oriented Strand Board

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINAT - Sistema Nacional de Avaliação Técnica

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 JUSTIFICATIVA .....	12
3 OBJETIVO.....	13
3.1 GERAL.....	13
3.2 ESPECÍFICO.....	13
4 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	14
5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	15
5.1 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	15
5.2 ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL.....	16
5.3 O QUE É ALVENARIA ESTRUTURAL .....	17
5.4 QUALIDADE E DURABILIDADE DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	18
5.5 MATERIAIS UTILIZADOS NA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	19
5.6 SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	19
5.7 INÍCIO DO LIGHT STEEL FRAMING .....	20
5.8 LIGHT STEEL FRAMING NO BRASIL .....	21
5.9 O QUE É LIGHT STEEL FRAMING .....	21
5.10 MATERIAIS UTILIZADOS NO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING .....	23
5.11 DURABILIDADE DO LSF .....	24
5.12 SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE LSF .....	24
6 METODOLOGIA.....	25
6.1 ALVENARIA ESTRUTURAL.....	25
6.1.1 CARACTERÍSTICAS DA AE .....	25
6.1.2 TIPOS DA AE .....	25
6.1.2.1 OS BLOCOS ESTRUTURAIS.....	25
6.1.2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA .....	25
6.1.2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL NÃO ARMADA.....	26
6.1.2.4 ALVENARIA ESTRUTURAL PARCIALMENTE ARMADA.....	26
6.1.3 ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO DA AE .....	26
6.1.3.1 PRIMEIRA FIADA.....	26

6.1.3.2 INSTALAÇÕES .....	28
6.1.3.3 GRAUTEAMENTO.....	28
6.1.4 VANTAGENS DA AE .....	29
6.1.5 DESVANTAGENS DA AE .....	29
6.2 LIGHT STEEL FRAMING.....	29
6.2.1 CARACTERÍSTICAS DO LSF .....	29
6.2.2 ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO LSF .....	30
6.2.2.1 FUNDAÇÃO .....	30
6.2.2.2 REVESTIMENTO .....	31
6.2.2.3 SEGUNDO PAVIMENTO.....	32
6.2.2.4 TELHADO.....	33
6.2.2.5 INSTALAÇÕES .....	33
6.2.2.6 FORROS.....	33
6.2.2.7 ESQUADRIAS .....	34
6.2.2.8 PISOS .....	34
6.2.3 VANTAGENS DO LSF.....	35
6.2.4 DESVANTAGENS DO LSF.....	35
6.3 APRESENTAÇÃO DE PROJETO.....	35
6.3.1 PROJETO SISTEMA CONSTRUTIVO ALVENARIA ESTRUTURAL .....	37
6.3.2 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SISTEMA CONSTRUTIVO AE.....	38
6.3.3 PROJETO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING .....	40
6.3.4 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SISTEMA CONSTRUTIVO LSF .....	42
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
7.1 COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS .....	45
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

ANEXO A: PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

ANEXO B: PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING E DETALHAMENTO DOS  
PAINÉIS

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a indústria da construção civil vem melhorando cada vez mais seus métodos construtivos, tanto os racionalizados quanto os industrializados em busca da elevação da qualidade de seus produtos e serviços através de ações focadas na redução de prazos e custos. (BERR; FORMOSO, 2012, *apud* FIRMINO, 2019)

A alvenaria estrutural é bastante antiga e difundida pelo mundo, a ideia de o sistema de vedação funciona como estrutura surgiu ainda nas primeiras civilizações quando as construções se resumiam a empilhar de forma organizada pedras, que constituíam assim as paredes das casas. A alvenaria estrutural foi ganhando espaço na construção mundial, tanto em residências unifamiliares como multifamiliares devido a algumas características do sistema como a facilidade de construção, a modularidade e a racionalização, obtendo um resultado final com qualidade e atendendo as expectativas levantadas.

Já o sistema construtivo em *Light Steel Framing* pode ser considerado uma técnica de construção recente, surgindo com a evolução das indústrias de aço nos Estados Unidos da América (EUA), principalmente após a Segunda Guerra Mundial, quando o processo de construção dos perfis metálicos e sua utilização passaram a ser vantajosa em comparação a estrutura em madeira que era o método já amplamente utilizado no país e conhecido como “Wood Frame”. Também se tornou comum o uso de estrutura em aço no Japão nesta mesma época, uma vez que, o país necessitava reconstruir quatro milhões de moradias de forma rápida após a guerra. (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012, *apud* MASO, 2017)

A Alvenaria Estrutural e o *Light Steel Framing* possuem aspectos construtivos semelhantes, em ambos, o sistema de vedação funciona como elemento estrutural da edificação, na concepção de um projeto utiliza-se a modulação através das dimensões dos blocos e painéis estruturais, respectivamente, e, além disso, existe um conceito muito presente nestes dois métodos de construção, já citado anteriormente, que é a racionalização. (MASO, 2017)

## 2 JUSTIFICATIVA

No presente trabalho será abordado um estudo comparativo entre o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural e o método *Light Steel Framing*, analisando as diferenças entre os custos na utilização de cada um desses sistemas em uma construção residencial unifamiliar e apresentar as principais características.

Devido à demanda habitacional brasileira estar bastante alta, há um crescimento precipitado das obras, e a busca por alternativas construtivas mais rápidas, sustentáveis e eficientes, torna-se necessária quando a construção civil é colocada diante dos desafios atuais que a sociedade enfrenta, como o déficit habitacional e a preservação ao meio ambiente.

Como o Brasil está um pouco atrasado em relação aos países mais desenvolvidos, há diversas maneiras de construção, como a alvenaria convencional, a alvenaria estrutural, *Light Steel Framing*, *Wood Frame*, paredes de concreto, Concreto pré-moldado, entre outros métodos utilizados para construções que criam algumas dúvidas sobre o que é melhor na hora de construir.

Estudar esse tema torna-se importante, pois é o princípio do cotidiano de um engenheiro civil que precisa ter essas escolhas, comparações, precisa definir os materiais a serem empregados na obra, com finalidade de executar a construção mais adequada de acordo com a necessidade do cliente, tendo em vista também a escolha do melhor custo-benefício para que fique compatível e satisfatório tanto para o cliente, quanto para o construtor.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 GERAL

O objetivo geral deste trabalho é comparar os sistemas construtivos em alvenaria estrutural e obras que utilizam o método *Light Steel Framing*, analisando as vantagens e limitações de cada um, quando comparados entre si, através de uma revisão bibliográfica.

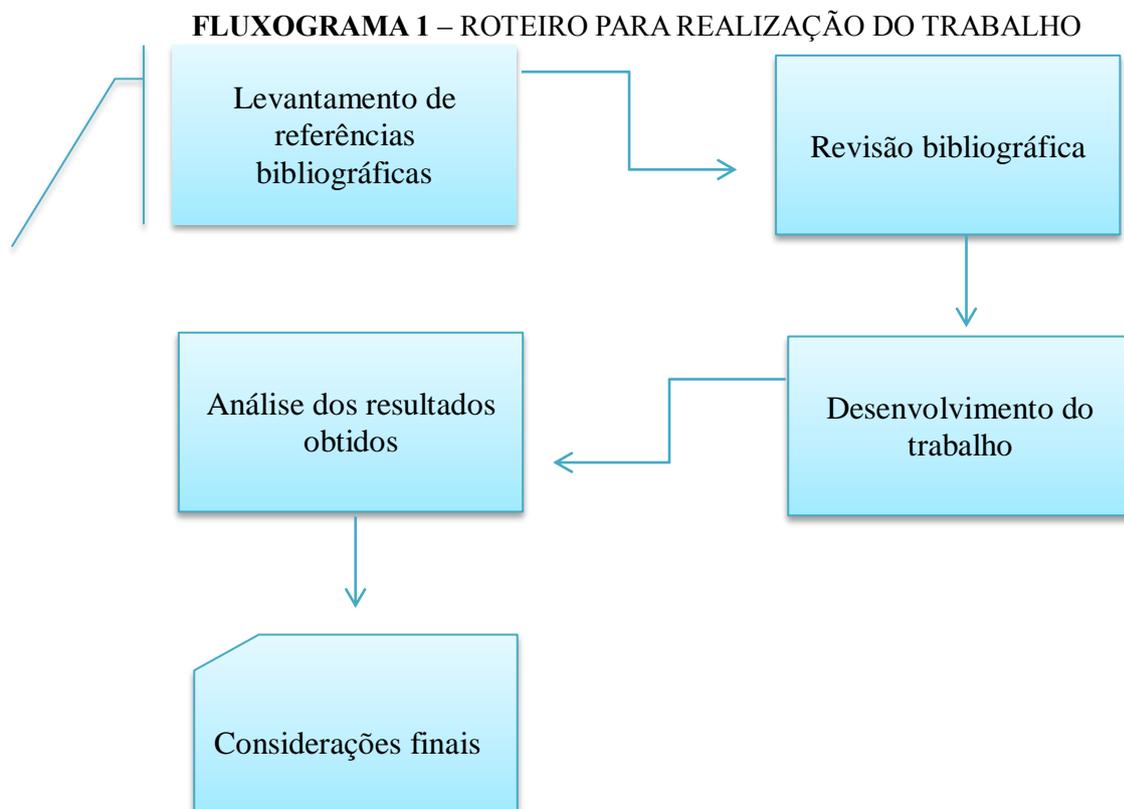
#### 3.2 ESPECÍFICO

Nos objetivos específicos irá ser descrito o sistema de cada um dos métodos construtivos, individualmente, destacando as seguintes variáveis de comparação:

- Citar as características da alvenaria estrutural e do *Light Steel Framing*;
- Descrever as etapas para a construção de cada um dos métodos construtivos;
- Analisar as vantagens e as desvantagens de cada sistema construtivo através de revisão bibliográfica.
- Verificar o custo que cada sistema tem para ser concluída uma obra através de um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar de 35,12m<sup>2</sup>;

#### 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho foi realizado diante de uma revisão bibliográfica, desenvolvendo pesquisas que determina informações sobre os sistemas. As pesquisas têm por objetivo oferecer o conhecimento dos métodos construtivos em *Light Steel Framing* (LSF) e Alvenaria Estrutura (AE). A primeira fase do trabalho originou o estudo baseado em pesquisas bibliográficas sobre o tema apresentado. Utilizando a metodologia de leitura em artigos do tema referido, tais como: monografias, livros, sites, revistas técnicas, dissertações, teses, o que possibilitou distinguir cada um dos dois métodos construtivos e suas características específicas. Na segunda fase, após o levantamento bibliográfico será apresentado os projetos obtidos e orçamentos em AE e LSF, conforme fluxograma demonstrado abaixo.



Fonte: Elaborado pela Autora (2020)

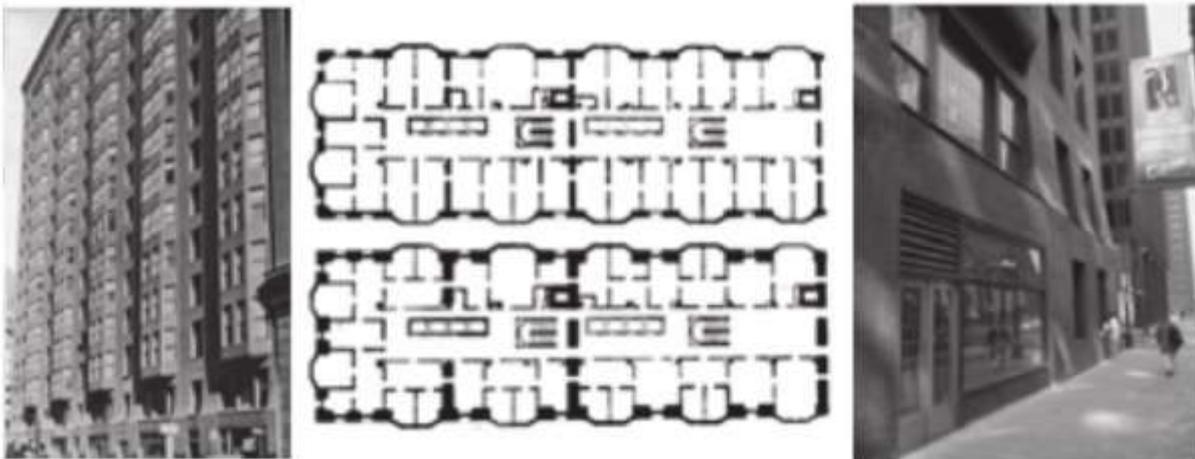
## 5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

O marco inicial da “Moderna Alvenaria Estrutural” teve início com os estudos realizados pelo professor Paul Haller, na Suíça, conduzindo uma série de testes em paredes de alvenaria, em razão da escassez de concreto e aço proporcionada pela Segunda Guerra Mundial. Durante sua carreira foram testadas mais de 1.600 paredes de tijolos. Os dados experimentais serviram como base no projeto de um prédio de 18 pavimentos, com espessuras de parede que variaram entre 30 e 38 cm. Estas paredes, com espessura muito reduzida para a época, causaram uma revolução no processo construtivo existente. (TMS, 2005, *apud* MOHAMAD, 2015)

No passado, o conhecimento era adquirido pelas experiências dos construtores, passando de geração em geração até, aproximadamente, o início do século XX. Uma obra no período de 1889-1891 foi o prédio “Monadnock”, exemplo marcante de construção em alvenaria de 16 pavimentos e 65 m de altura, com paredes de 1,80m de espessura, no pavimento térreo (Figura 1). Esse tipo de construção era caracterizado pela dificuldade de racionalização do processo executivo e pelas limitações de organização espacial, tornando o sistema lento e de custo elevado. Em consequência disso, a alvenaria estrutural foi um dos métodos construtivos mais empregados, apenas entre a antiguidade e o período da revolução industrial. O aparecimento do aço e do concreto tornou as obras mais versáteis em termos de produção, esbeltez e, principalmente, obtenção de grandes vãos, garantindo a chamada busca pela liberdade arquitetônica. (MOHAMAD, 2015)

**FIGURA 1** - EDIFÍCIO ALTO CONSTRUÍDO EM ALVENARIA ESTRUTURAL NO PERÍODO DE 1891



Fonte: MOHAMAD (2015)

Mohamad, Machado, Jantsch (2017, p. 23) afirmam que “pelos critérios à época, as grandes espessuras das paredes externas eram necessárias para suportar o peso próprio dos andares superiores e aumentar a rigidez à flexão por causa do vento.” (Figura 2)

**FIGURA 2 - PERSPECTIVA DA ENTRADA PRINCIPAL, EDIFÍCIO MONADNOCK, CHICAGO**



Fonte: MOHAMAD, MACHADO, JANTSCH (2017)

Atualmente, na construção civil, a evolução do conhecimento técnico-científico sobre o comportamento global das construções e do elemento parede proporcionou um progresso efetivo na fabricação dos materiais, do comportamento da interação entre os componentes e equipamentos para a sua execução, surgindo unidades que tornam a alvenaria estrutural eficiente em termos de rapidez de produção e capacidade de suporte a carga. (MOHAMAD, 2015)

## 5.2 ALVENARIA ESTRUTURAL NO BRASIL

A história da alvenaria no Brasil inicia por meio das técnicas construtivas derivadas, em sua maioria, de Portugal. Em busca de segurança de suas colônias, destacava-se a predominância da alvenaria de pedra, em fortes e quartéis. Tais sistemas estruturais comparavam-se à técnica construtiva da taipa, que necessitava de uma grande espessura de parede (ABCI, 1990). Por conseguinte, o tijolo foi considerado material nobre em substituição à taipa até a década de 1930. Nos anos seguintes, perde suas atribuições como solução estrutural para o concreto armado, restringindo-se ao preenchimento de vãos e a estrutura de pequeno porte. (SILVA, 2003, *apud* MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2017, p. 30)

As construções em alvenaria estrutural foram impulsionadas a partir da década de 1960 pelos investimentos do Banco Nacional de Habitação (BNH), em moradias populares, e pelo desenvolvimento de normas técnicas específicas para o sistema (ABCI, 1990). No início da década de 1980, as unidades modulares em blocos cerâmicos vazados na vertical são difundidas, o que facilitou a passagem de instalações elétricas e tubulações (MOHAMAD; RIZZATTI, 2013). No final da década de 1980 e no início dos anos 1990, o sistema construtivo ganhou força e as parcerias entre universidades e empresas permitiram a criação de materiais e equipamentos nacionais para a produção de alvenaria estrutural (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2012, *apud* MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2017, p. 30).

### **5.3 O QUE É ALVENARIA ESTRUTURAL**

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo onde a estrutura e a vedação do edifício são construídas ao mesmo tempo. Sendo assim, é dispensado o uso de vigas e pilares, onde os blocos estruturais ficam encarregados da função portante da estrutura. Neste tipo de obra, a parede não tem somente a função de vedação, ou seja, dividir os ambientes, também desempenha a função de estrutura da construção. Elas suportam as cargas (pesos) da obra toda, incluindo lajes, telhados e esquadrias, e distribuem para as fundações dispensando a construção de vigas e colunas. Este sistema possibilita construir desde muros, residências e edifícios de diversas alturas até hipermercados e indústrias.

O conjunto de normas ABNT NBR 16868, que tratam de alvenaria estrutural, foram adicionadas à Consulta Nacional em 19 de fevereiro. Durante o período de sessenta dias, que finaliza no dia 20 de abril, qualquer interessado pode se manifestar, a fim de recomendar à Comissão de Estudo a aprovação dos textos como apresentados e a aprovação dos textos com sugestões, que deverão ser tecnicamente justificadas. No caso da não aprovação, é preciso apresentar também as objeções técnicas que justifiquem sua manifestação. As normas analisadas são:

- ABNT NBR 16868-1 Alvenaria estrutural – Parte 1: Projeto;
- ABNT NBR 16868-2 Alvenaria estrutural – Parte 2: Execução e controle de obras;
- ABNT NBR 16868-3 Alvenaria estrutural – Parte 3: Métodos de ensaio.

Elaboradas pela Comissão de Estudo de Alvenaria Estrutural (CE-002:123.010) do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), em conjunto com o Comitê Brasileiro de Cerâmica Vermelha (ABNT/CB-179), as três partes cancelarão e substituirão as normas ABNT NBR 15812-

1:2010, ABNT NBR 15961-1:2011, ABNT NBR 15812-2:2010, ABNT NBR 15961-2:2011, ABNT NBR 15812-3:2017 e ABNT NBR 16522:2016, quando aprovadas, sendo que nesse período, as referidas normas continuam em vigor. (CBIC, 2020)

#### **5.4 QUALIDADE E DURABILIDADE DA ALVENARIA ESTRUTURAL**

A durabilidade das estruturas de concreto depende de diferentes fatores ligados à fase de projeto, produção e caracterização dos insumos, preparação do concreto, execução da estrutura e manutenções preventiva e corretiva. Essa durabilidade está relacionada às propriedades do material e à sua exposição ao longo do tempo, em um dado ambiente. Ela é fundamental para a vida útil de uma edificação. Segundo a norma de desempenho ABNT NBR 15575, a Vida Útil do Projeto (VUP) mínima para estruturas de concreto deve ser igual ou superior a 50 anos.

Ela também pode sofrer impacto da ação do meio ambiente. O nível de agressividade na região onde a edificação será construída determinará as características do concreto e da estrutura, tais como a relação água e cimento, a espessura do cobrimento da armadura, a resistência à compressão do concreto e a abertura máxima de fissura. Por exemplo, uma estrutura localizada em uma área rural terá risco de deterioração insignificante, mas, se estiver no litoral e receber respingos do mar, o risco passará a ser elevado. “A ABNT NBR 6118 apresenta uma tabela com a classificação da agressividade em função do tipo de ambiente onde a estrutura estará inserida, bem como o risco de deterioração associado a cada classe de agressividade”, informa Enio Pazini Figueiredo, conselheiro do Instituto Brasileiro do Concreto (Ibracon) e professor da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (UFG).

O mercado já conta com novidades que colaboram com o aumento da durabilidade das estruturas de concreto, como os concretos auto adensáveis e de elevadas resistências. “Há, ainda, concretos com fibras (polipropileno, metálicas), concretos com inibidores de corrosão (nitrito de cálcio, nitrito de sódio e aminas), com superpozolanas (sílica ativa e metacaolim), concretos super/ultraplastificantes, além daqueles com geotêxteis nas fôrmas ou com nano tubos de carbono”, detalha o docente.

As armaduras acompanharam a evolução do concreto e, hoje, são constituídas por materiais mais resistentes e com maior vida útil. Entre os destaques desse segmento estão às armaduras com aço inoxidável, as galvanizadas, com revestimentos epoxídicos (*epoxy coated ou fusion bonded reinforcement*) e as poliméricas. A proteção catódica (método de combate à corrosão) das

armaduras com uso de ânodos de sacrifício ou por corrente impressa tem sido cada vez mais empregada como técnica de imunização das armaduras à corrosão. Entretanto, o Brasil ainda não tem experiências com o uso de proteção catódica por corrente impressa em estruturas de concreto. “Somente com ânodo de sacrifício”, afirma Figueiredo. (AECWEB, 2016)

Para oferece garantia de qualidade na alvenaria estrutural e de vedação com blocos de concreto, os blocos precisam ser comprados de empresas como exemplo as que integram a Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto-Bloco Brasil, que possuem o Selo de Qualidade para os seus produtos. Esse Selo de Qualidade é apenas concedido após acompanhamentos rigorosos que verificam se os produtos atendem às normas da ABNT relacionados aos blocos de concreto. Grande parte dessas indústrias são também qualificadas pelo PSQ-Programa Setorial de Qualidade, do PBQP-H, do Ministério das Cidades.

### **5.5 MATERIAIS UTILIZADOS NA ALVENARIA ESTRUTURAL**

A qualidade das obras depende completamente da qualidade dos materiais utilizados, sendo que os principais materiais que constituem a alvenaria estrutural são:

- Blocos de concretos
- Argamassa
- Graute
- Barras de aço (em caso de alvenaria estrutural armada)

### **5.6 SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

A construção, como o sistema construtivo em alvenaria estrutural é um processo muito repetitivo, sendo assim, evitando que se desgastem muitos os materiais, impedindo o nível alto de poluição. Outra grande vantagem é por se de extrema durabilidade, aumentando o tempo para precisar realizar pequenas manutenções.

A Alvenaria Estrutural passou a ser referência nas construções sustentáveis, pelo fato de utilizar menos os recursos naturais e a redução de entulhos e resíduos no processo construtivo. Para uma obra ser sustentável, a mesma precisa adotar e buscar por conceitos, técnicas e a utilização de materiais que causem menos impacto ambiental e que sejam menos agressivos para o meio ambiente, e o sistema de construção em AE utiliza esses requisitos, tornando então um método sustentável.

## 5.7 INÍCIO DO LIGHT STEEL FRAMING

O LSF surgiu na América do Norte, a técnica está diretamente relacionada ao desenvolvimento da industrialização da construção civil, assim como ao grande aumento da pré-fabricação nesse setor a partir da 2ª Guerra Mundial. A construção em painéis autoportantes de aço surgiu a partir da técnica do Wood Frame, que tem como matéria prima a madeira e surgiu no sec. XIX.

O surgimento do Steel Frame ao contrário do ocorrido com o Wood Frame teve que esperar o desenvolvimento das técnicas descobertas na revolução industrial, pois enquanto a madeira sempre foi uma das principais matérias primas na construção, o manuseio do aço só tornou-se viável muito tempo mais tarde. A primeira construção feita em estrutura metálica foi à ponte sobre o rio Severn de ferro fundido em 1779, a partir de então o ferro foi amplamente utilizado, diminuindo o tempo de montagem e substituindo a madeira em muitas obras. Foi James Borgadus (1800 – 1874), quem patenteou o primeiro sistema construtivo a base de elementos pré-fabricados como vigas, pilares e painéis de vedação em ferro fundido, bastante similar ao que utilizamos até hoje. (LEAL; CARTAXO; MELO; KEESE; FAGGIN; KAWAHARA; SAITO; ALVES; ACAR; PÉRIGO, 2011)

O sistema construtivo Light Steel Frame é confundido muitas das vezes com o sistema construtivo em chapas de gesso para Drywall. Apesar de fazer parte da família de sistemas construtivos a seco, o *Light Steel Framing* (LSF) introduz o reticulado metálico com função estrutural. Com o elevado custo da mão de obra e do aumento da autoconstrução, faz-se necessário que o *Light Steel Framing* seja consolidado no Brasil como um sistema construtivo não inovador, ou seja, a solução completa para uma edificação com materiais já existentes no mercado. (LIMA, 2013)

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.12) o *Light Steel Framing* “é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado”. A utilização de aço como alternativa estrutural em edificações vem ganhando espaço no mercado devido sua origem industrializada com maior controle de qualidade e também pela rapidez de execução proporcionada. (apud MOHAMAD, 2015, p. 24)

O sistema construtivo estruturado em perfis de aço leve galvanizados já é consagrado em países como os Estados Unidos, Canadá, Chile e Japão. Mas, por aqui, ganhou mercado na década de 1990, quando começou a ser utilizado em maior escala, sobretudo no segmento industrial. A partir de então, passou a atrair empreendedores de olho nos benefícios da construção racionalizada, como a possibilidade de redução do cronograma de obra, resíduos nos canteiros e patologias no pós-obra. (CICHINELLI, 2017)

## **5.8 LIGHT STEEL FRAMING NO BRASIL**

No Brasil, sua chegada foi tardia, por volta dos anos 90, e atendia somente a edificações de padrões de renda média e alta. Com o avançar dos anos, este método construtivo está cada vez mais acessível, uma vez que empresas têm investido na produção destes materiais, além de treinamentos de mão-de-obra especializada para a montagem e condução destas edificações. (YAMASHIRO, 2011 *apud* Brasil Escola)

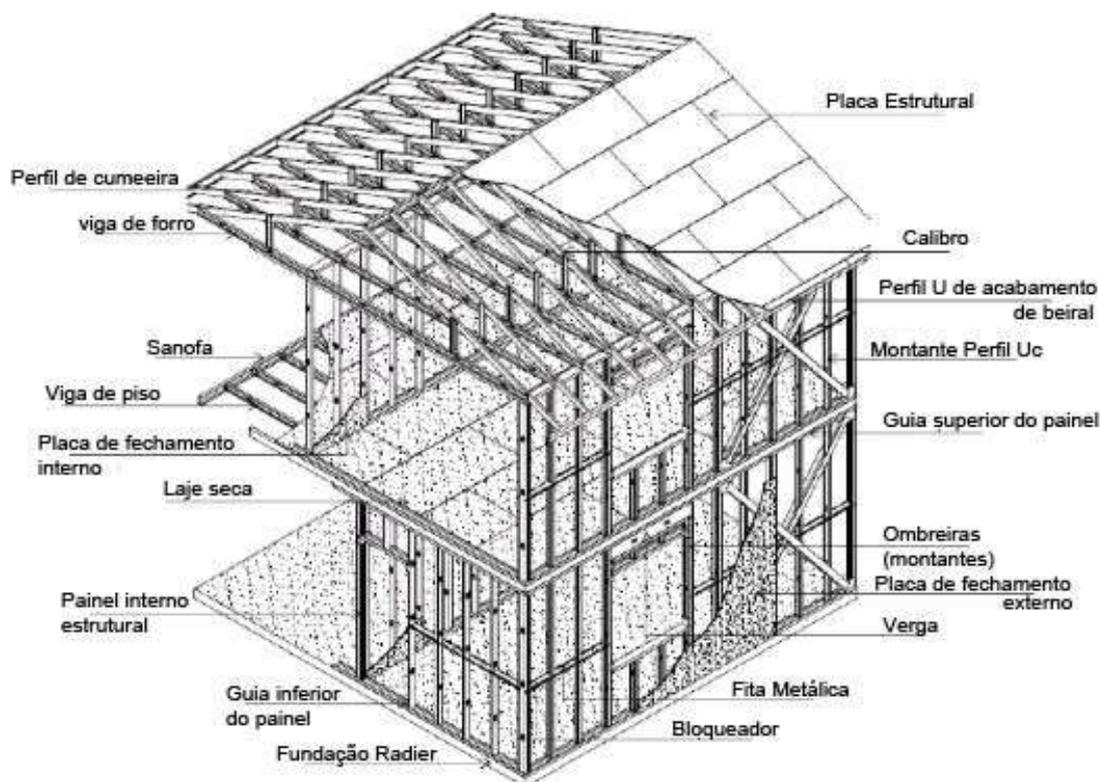
Embora o Brasil seja um dos grandes produtores mundiais de aço, a aplicação das estruturas metálicas nas edificações tem sido pouco considerável comparada ao potencial do âmbito industrial brasileiro. Com o desenvolvimento de produtos siderúrgicos no país foi expandindo as alternativas de soluções disponíveis para construções. Um dentre os métodos de construção industrializados que utilizam perfis de aço formados a frio como elemento estrutural é o sistema LSF que tem despertado o interesse do mercado nacional. Devido à flexibilidade e agilidade construtiva do LSF, o sistema passa a ser aproveitado nas mais diversas aplicações por possuir um grande potencial, inclusive na construção de habitações de relevância social.

## **5.9 O QUE É LIGHT STEEL FRAMING**

Pode-se definir como *Light Steel Framing (LSF)*, segundo o *Swedish Institute of Steel Construction (SBI)*, o método construtivo que utiliza perfis de aço galvanizado leve, produzidos por processos a frio, empregados com finalidade estrutural, suportando as cargas da edificação, ao mesmo tempo que são dispostos para servir de base para elementos de fechamento. A origem do termo vem da língua inglesa e, literalmente pode ser traduzida como Estrutura em Aço Leve. O *Steel*, ou Aço, define a principal matéria prima empregada no sistema. O *Light*, que se traduz por leve, vêm das principais característica desde sistema construtivo, que são leveza e flexibilidade, uma vez são utilizados perfis de aço leve obtidos de chapas de aço de espessura reduzida. E por último, o termo *Framing*, designa o “Esqueleto Estrutural”, que são formados por outros elementos

estruturais e/ou de vedação, que funcionam em conjunto para suportar os esforços mecânicos do empreendimento a ser executado. (BORTOLOTTI, 2015)

**FIGURA 3 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE UMA ESTRUTURA EM *LIGHT STEEL FRAMING***



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012)

É possível notar na Figura 3 que após a execução da fundação, com as esperas em aço devidamente determinadas, recebem-se os perfis da estrutura (esqueleto em aço) e os elementos de fechamento para a sua montagem. Segundo Crasto; Santiago 2012 (*apud* MASO, 2017, p. 30), os principais elementos utilizados no LSF e sua definição são:

- Bloqueador: Utilizado como travamento horizontal de montantes e vigas;
- Cantoneira: perfil utilizado para fazer conexões de elementos;
- Fita de aço Galvanizado: Utilizada como contraventamento de painéis de parede, piso e cobertura, também como travamento horizontal de vigas de piso ou cobertura, e quando combinada com os bloqueadores e utilizadas na horizontal, diminuem a altura de flambagem dos montantes;
- Guia: Utilizada na base e topo dos montantes formando os painéis;

- Montante: Perfil vertical que compõe os painéis estruturais formando as paredes;
- Ombreira: Perfil vertical usado como apoio das vergas nas aberturas;
- Ripa: Perfil utilizado para apoio das telhas na cobertura;
- Sanefa: Perfil responsável por ligas às extremidades das vigas de piso;
- Viga: Perfis utilizados horizontalmente formando as lajes;
- Verga: Perfil estrutural utilizado na parte superior de aberturas como janelas e portas;

Ainda não existe uma norma da ABNT que regulamente a montagem do sistema *Light Steel Framing*. “Porém, um texto-base para futura normalização dessa solução está em desenvolvimento”, finaliza Luana, destacando outras normas de referência:

- ABNT NBR 6355 – Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio – Padronização.
- ABNT NBR 14715 – Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos.
- ABNT NBR 14717 – Chapas de Gesso Acartonado – Determinação das Características Físicas.
- ABNT NBR 14762 - Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio – Procedimento.
- ABNT NBR 15217 – Perfis de Aço para Sistemas de Gesso Acartonado – Requisitos.
- ABNT NBR 15253 – Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações - Requisitos Gerais.
- ABNT NBR 15498 – Placa Plana Cimentícia sem Amianto – Requisitos e Métodos de Ensaio.
- Diretriz SINAT N° 003: Sistemas Construtivos em Perfis Leves de Aço Conformados a Frio, com Fechamento em Chapas Delgadas (sistemas leves tipo *Light Steel Framing*). (CARREGARI, 2016)

## 5.10 MATERIAIS UTILIZADOS NO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

O LSF consiste em um sistema industrializado que foca na construção de edificações contendo seu “esqueleto” todo em aço galvanizado leve. A base da estrutura de uma obra em LSF é composta por fechamento externo (placas OSB e placas cimentícias), isolantes termo acústico (lã de pet, lã de rocha) e fechamento interno (placas de gesso brancas, ou verdes - caso seja para áreas úmidas). Além disso, toda a estrutura e a ligação dos painéis são parafusadas, isso é feito utilizando um tipo de parafuso autobrocante que funciona como broca e rosca. Já a fixação na fundação é comum usar o parabolt, um tipo de parafuso que já contém a bucha e que tem a característica de ser bem resistente a arrancamentos. (BARROS, 2020)

### **5.11 DURABILIDADE DO LSF**

A durabilidade do sistema, assim, levando em conta a estrutura metálica e mais os outros componentes que integram o LSF, possuem as mesmas garantias de uma obra em alvenaria convencional.

Tendo em consideração a estrutura exposta, foram feitos testes no EUA onde foi comprovado que quando protegida, essa estrutura possui durabilidade de no mínimo 300 anos e em ambientes mais corrosivos como exemplo o litoral, apresentaram vida útil de mais de 150 anos.

### **5.12 SUSTENTABILIDADE EM OBRAS DE LSF**

Como indica já o nome, a construção a seco gera até 10 vezes menos gasto de água em comparação ao sistema convencional. Não existe a necessidade de usar água para fazer o cimento, aplicar revestimentos ou mesmo ter um canteiro de obra. No LSF, a água destina-se, em alguns casos, à etapa de sustentação (radier).

Em relação à produção de resíduos não reaproveitáveis, a alvenaria convencional sai perdendo. Usando o exemplo do cascalho, usando em obras comuns. Ele precisa passar por um processo de trituração para voltar a ser matéria-prima. Gasta-se tempo, equipamentos, energia elétrica, e muito dinheiro para que ele possa ser utilizado novamente.

Já os materiais utilizados na construção de Steel Frame são menos prejudiciais. O aço e o gesso, por exemplo, são facilmente recicláveis. A lã de pet (garrafa pet), manta de isolamento termo acústico feitas com fibras de poliéster, também é um bom exemplo de material reciclável usado nesse tipo de obra, implicando em menos desperdício e deixando a construção mais sustentável.

A demolição de uma estrutura construída em alvenaria é um caso à parte. As inúmeras misturas usadas (aço com concreto, ferro com aço, concreto com pedra) tornam a reciclagem praticamente impossível. O que ocorre muitas vezes é o descarte indevido em aterros, impactando negativamente o meio ambiente, poluindo rios e lençóis freáticos. (MERLIN, 2020)

## **6 METODOLOGIA**

Após o desenvolvimento da fundamentação teórica, com o propósito de atingir todos os objetivos descritos, o estudo foi separado em partes para uma melhor execução e também eficácia do trabalho.

### **6.1 ALVENARIA ESTRUTURAL**

#### **6.1.1 CARACTERÍSTICAS DA AE**

Principais características da alvenaria estrutural com blocos de concreto:

- Construção de fácil execução;
- É possível exercer a mão de obra local e ampliar as unidades depois de prontas;
- Proporciona redução de custos significativamente, pois reduz o uso de armaduras, fôrmas e dispõem de processos racionalizados;
- Oferece obras rápidas, limpas e extremamente seguras;
- Em relação a outros mecanismos, o bloco de concreto tem precisão dimensional e oferece a possibilidade de diversas faixas de resistência para diferentes tipologias de edificação.

#### **6.1.2 TIPOS DA AE**

##### **6.1.2.1 OS BLOCOS ESTRUTURAIIS**

Os blocos de alvenaria estrutural podem ser em concreto ou em cerâmica. Eles são sempre vazados na vertical, ou seja, não possuem fundo. Na execução das paredes utiliza-se o meio-bloco para fazer as amarrações. Todas as paredes são paginadas e a execução delas deve seguir rigorosamente o projeto de paginação principalmente nos encontros de paredes e cantos.

Os blocos cerâmicos possuem peso menor, o que aumenta a velocidade da execução, e também possibilitam um conforto térmico três vezes melhor do que os blocos de concreto.

##### **6.1.2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA**

Caracteriza-se por ter os vazados verticais dos blocos preenchidos com graute (microconcreto de grande fluidez) envolvendo barras e fios de aço. (CASSOLA, 2017)

### 6.1.2.3 ALVENARIA ESTRUTURAL NÃO ARMADA

Emprega como estrutura suporte paredes de alvenaria sem armação. Os reforços são colocados apenas em cintas, vergas, contra-vergas, na amarração entre paredes e nas juntas horizontais com a finalidade de evitar fissuras localizadas. (CASSOLA, 2017)

### 6.1.2.4 ALVENARIA ESTRUTURAL PARCIALMENTE ARMADA

É aquela em que algumas paredes seguem as regras da alvenaria armada e as demais seguem as regras da alvenaria não armada. (CASSOLA, 2017)

## 6.1.3 ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO DA AE

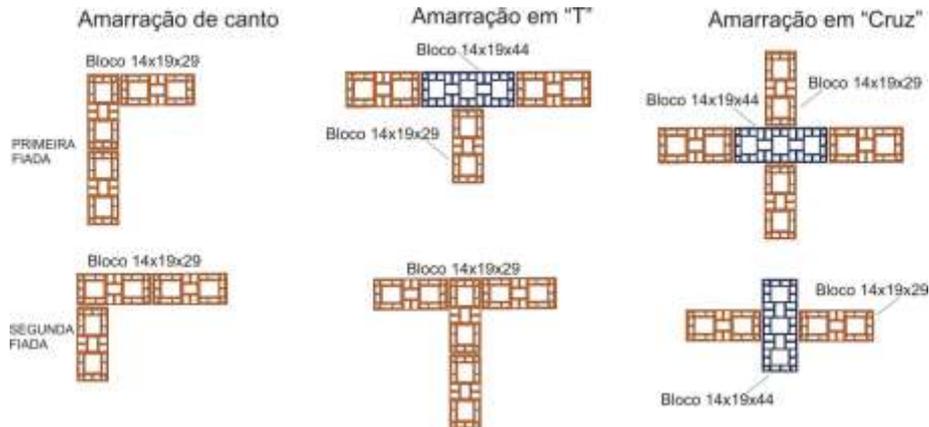
Segundo Guedes (2009) a alvenaria estrutural é a alvenaria que funciona, simultaneamente, como elemento de vedação e estrutura. Em outras palavras, trata-se basicamente de substituir a tradicional estrutura de concreto com paredes de vedação por paredes estruturais. Esse processo construtivo é utilizado há milhares de anos, tendo como maiores exemplos às pirâmides do Egito. Definindo as alvenarias em geral Tauil e Nesse (2010) afirmam “Chamamos de alvenaria o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso”. (*apud* NOGUEIRA, 2010, p. 12)

Ao contrário construções antigas como as pirâmides que foram mencionadas anteriormente, a atual Alvenaria Estrutural é construída por blocos ligados com um material aderente como argamassa de assentamento em alvenaria de vedação.

Agora veremos como funciona a construção da alvenaria estrutural, aqui será mostrado às etapas que são empregadas nesse método.

### 6.1.3.1 PRIMEIRA FIADA

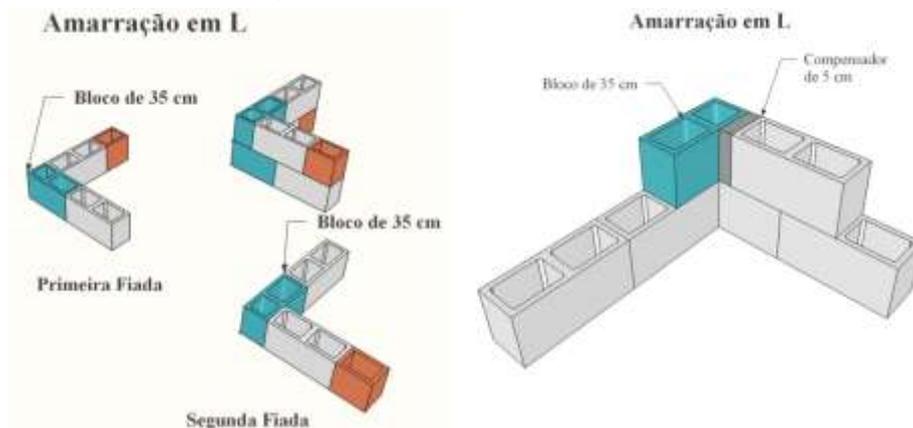
Nessa etapa é realizado o assentamento dos blocos para iniciar o levantamento das paredes, começando sempre pelos cantos, nessa primeira fileira dos blocos é preciso ser feito com bastante atenção, pois a partir dela que irão ser definidos os lugares em que as paredes serão erguidas. A demarcação precisa ser feita de acordo com as especificações da planta da primeira fiada. Existe três tipos de amarrações em L, T e cruz.

**FIGURA 4 - DESENHO ESQUEMÁTICO DOS TIPOS DE AMARRAÇÕES.**

Fonte: Liga Blog (2018)

Nesse instante o profissional responsável deve analisar cada um dos pontos da obra, antes de autorizar prosseguir com a segunda fiada, porque qualquer erro que ocorra a possibilidade de ser corrigido nesse ponto se torna bem mais fácil.

Com tudo em seu devido lugar então, é iniciado o processo de levantamento das paredes, sendo sobrepostos os blocos junto da argamassa, verificando sempre a planta das fiadas, certificando-se que os blocos estejam sendo aplicados de forma correta em cada local, junto aos blocos colocando as tubulações hidráulicas e elétricas, e também analisar em quais locais serão feitas as vergas e contravergas.

**FIGURA 5 - DESENHO ESQUEMÁTICO DA PRIMEIRA FIADA EM AMARRAÇÃO L.**

Fonte: Scielo (2010)

### 6.1.3.2 INSTALAÇÕES

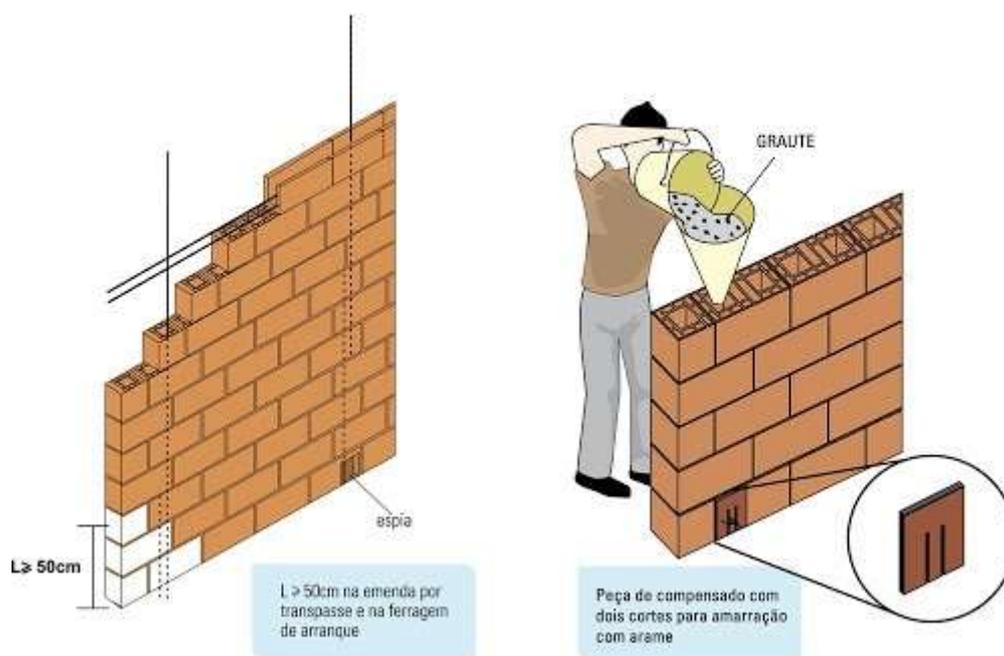
Sobre as instalações elétricas pode-se passar por dentro dos blocos estruturais, conforme especificado nas localizações demarcadas no projeto estrutural, não permitindo fazer cortes nas paredes para essas instalações, pois pode afetar a estrutura da construção.

É indicado utilizar dutos para as instalações hidráulicas por uma questão de uma melhor manutenção neste tipo de sistema.

### 6.1.3.3 GRAUTEAMENTO

Quando a última fiada for concluída, é o momento de iniciar o processo de grauteamento, onde barras de aço devem ser colocadas nos espaços vazados dos blocos e depois preenchidas com concreto e graute.

**FIGURA 6 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE GRAUTEAMENTO.**



Fonte: Selecta Soluções em Blocos (2019)

#### 6.1.4 VANTAGENS DA AE

- Maior rapidez na construção.
- Economia no custo em relação ao sistema convencional de vigas, pilares e lajes.
- Menor gasto com revestimento
- Melhor organização no canteiro de obra
- Menor diversidade de materiais
- Facilidade em treinamento de mão de obra
- Menos desperdício de materiais
- Fácil coordenação e controle

#### 6.1.5 DESVANTAGENS DA AE

- Designs da obra restringidos devido o tamanho dos blocos estruturais
- Limitação de grandes vãos e balanços
- Restrições de possíveis mudanças não planejadas

### 6.2 LIGHT STEEL FRAMING

#### 6.2.1 CARACTERÍSTICAS DO LSF

As características do *Light Steel Framing* (LSF) são bastante necessárias e essenciais para as estruturas. Esse sistema construtivo possui alta tecnologia inteligente, é um dos métodos de construção mais modernos e eficazes nos dias atuais. O material que mais se destaca na utilização desse sistema é o aço galvanizado e a sua estrutura possui peso leve comparado a outras. O LSF é denominado como construção a seco, pois ele se caracteriza por não precisar de água e nem outro tipo de material na construção das suas estruturas.

As formações estruturais do *Light Steel Framing* são: as paredes; os telhados; vigas e as vergas. Alguns dos materiais que são utilizados seguem abaixo:

- Placas cimentícias;
- Placas OSB (*Oriented Strand Board* - é um material derivado da madeira);
- Base *coat* (é uma massa utilizada no tratamento superficial nos métodos construtivos a seco, como é o caso do *Light Steel Framing*);
- Membrana hidrófuga (é uma membrana impermeável com a função de proteger a estrutura da obra, que forma uma barreira permitindo a água sair em forma de vapor e também cria uma barreira contra o ar e água, mas admiti que a água saia no estado líquido);

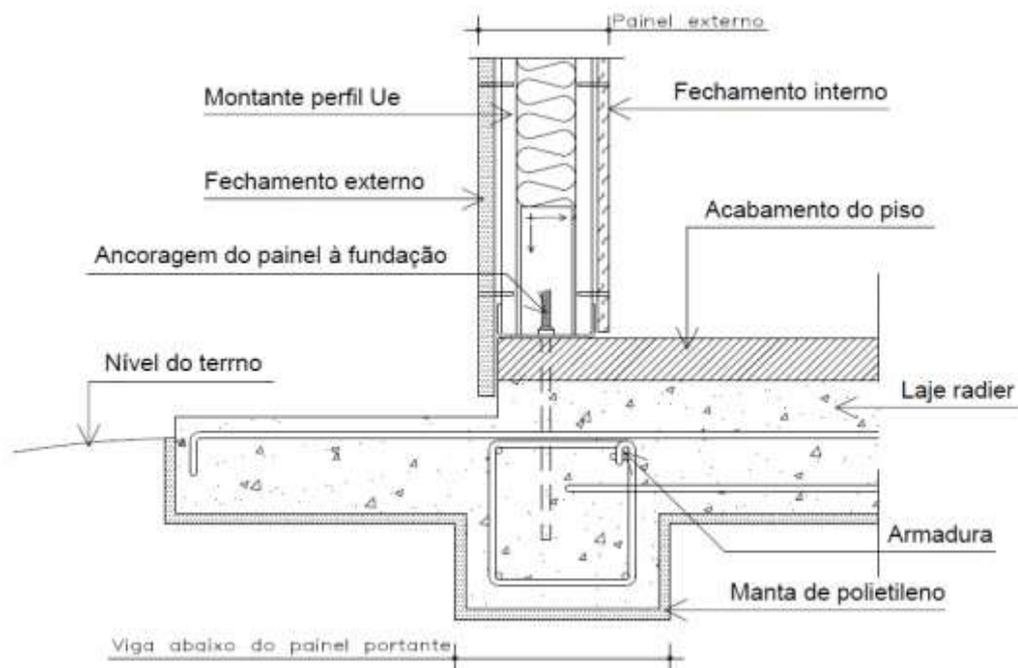
- Fachadas internas e externas.

## 6.2.2 ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO LSF

### 6.2.2.1 FUNDAÇÃO

Devido à construção em LSF ter seu peso próprio bem menor que outros métodos de construção, como, por exemplo, a convencional de alvenaria. Sendo assim, reduzindo consideravelmente as cargas aplicadas na fundação, com isso podendo chegar a 75% de economia nesta etapa da obra. A fundação mais utilizada para esse sistema é a do tipo Radier, caracterizada como uma fundação rasa que é composta de laje em concreto armado leve e de fácil execução, admissível na maioria dos solos. Já nos terrenos com topografia mais acidentada, é utilizado na fundação técnicas convencionais de engenharia, como muros de arrimo e estacas, que possui uma dimensão menor em função da leveza da obra.

**FIGURA 7 - DETALHE ESQUEMÁTICO DE UMA FUNDAÇÃO RADIER EM LSF.**



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012)

### 6.2.2.2 REVESTIMENTO

Os revestimentos são divididos em internos, de dentro da casa, e externos, de fora da casa. Além da proteção, são fundamentais para um melhor isolamento térmico e acústico.

- a- Externo:** os componentes para revestimento externo, em ordem de aplicação, são as Placas OSB (painéis de madeira extremamente resistentes), Membrana hidrófuga, Placa cimentícia, Base coat e o revestimento convencional (pinturas, texturas, pedras, porcelanato ou madeira).
- b- Interno:** os revestimentos das paredes internas são todos realizados com gesso acartonado. Nas paredes internas pode ser fixado todo tipo de objeto, pois o revestimento é altamente resistente e rígido, aguentando cargas até maiores que as paredes de tijolos.

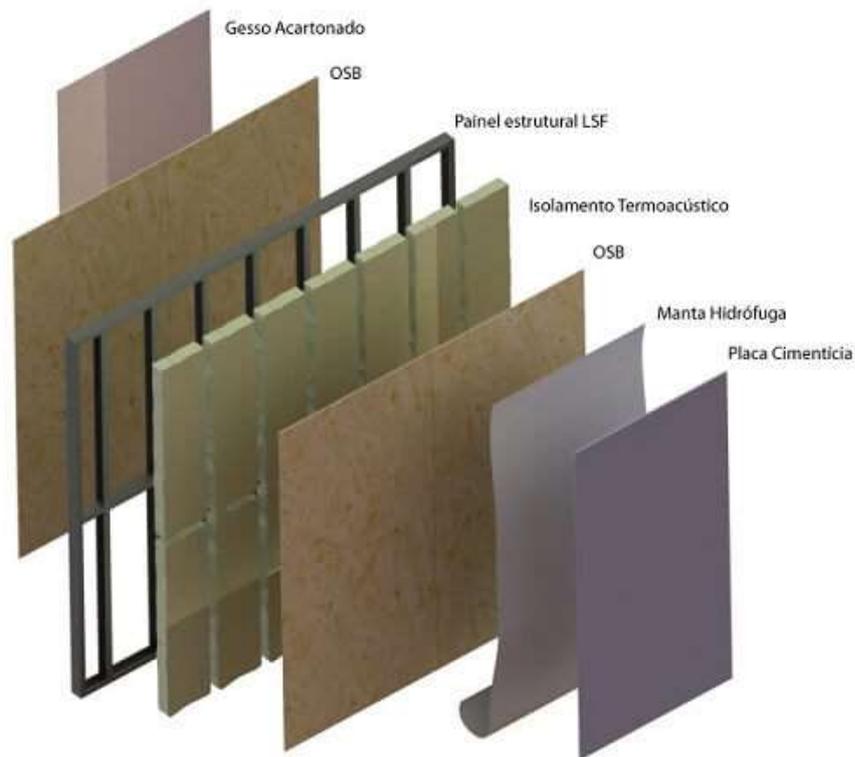
Vale lembrar que entre os revestimentos externos e internos, mais precisamente dentro do painel, é aplicada a lã de vidro, utilizada como isolante térmico e acústico. (TECNOFRAME, 2020)

As paredes desse sistema que também são chamadas de painéis estruturais, por tratar-se de um método que distribui as cargas, todas as paredes portantes da construção possuem a função de receber e transmitir as cargas até a fundação. Lembrando que entre os revestimentos externos e internos, mais precisamente dentro do painel, é aplicada a lã de vidro, utilizada como isolante térmico e acústico para proporcionar um conforto maior na edificação.

O LSF permite que sejam empregados os mesmos revestimentos do sistema tradicional como:

- Tijolinho aparente
- Revestimentos argamassados
- Cerâmicos e porcelanatos
- Sidings vinílicos, cimentícios ou de madeira
- Painéis de madeira

**FIGURA 8** - DESENHO ESQUEMÁTICO DA ESTRUTURA DA PAREDE DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING*



Fonte: site VivaDecora (2019)

### 6.2.2.3 SEGUNDO PAVIMENTO

- a- Estrutura:** A laje do sistema também é composta por materiais a seco. São construídas por vigas corridas (montantes) feitas com o mesmo aço leve de todo o restante da obra, ou treliças montadas, que em seguida são travadas com bloqueadores metálicos e entrelaçadas por fitas metálicas tencionadas. Essa laje possibilita que em sua parte inferior sejam feitas as instalações hidro-sanitárias, elétricas e as isolações térmicas e acústicas. Na parte superior da estrutura da laje podem ser instalados os painéis OSB de mínimo 18 mm ou também painel Wall de 23 mm a 40 mm, dependendo da situação. O painel Wall 40 mm suporta até meia tonelada de peso por metro quadrado.
- b- Tipo de aço:** É preciso seguir alguns padrões para ter a garantia de segurança da estrutura. O Aço empregado na edificação deve ter espessura mínima de 0,8 mm e máxima de 2 mm e ser galvanizado. Esse aço galvanizado se caracteriza por ser

resistente a ferrugem e abrasões mantendo sua rigidez no decorrer do tempo. Uma das grandes vantagens nesse tipo de material é que o aço é reciclável.

#### 6.2.2.4 TELHADO

O telhado é composto por:

- a- Estrutura:** Constituída por vigas e placas estruturais que sustentam seu próprio peso, o peso da cobertura e a estrutura do forro interno, além das cargas dos fenômenos naturais como o vento e a chuva. Essa estrutura admite ser feita de madeira ou de aço conforme for projetado.
  
- b- Cobertura:** O LSF é bem versátil e aceita diversos tipos de telhas como as cerâmicas, metálicas, de fibrocimento, de concreto, asfálticas e também mantas impermeabilizantes. Porém o ideal é utilização de telhas leves como as Shingle (asfálticas), resultando em uma cobertura mais leve e, sendo assim, mais econômicas.

#### 6.2.2.5 INSTALAÇÕES

##### **Elétricas e Hidráulicas**

Por se tratar de um sistema industrializado, as instalações elétricas e hidráulicas empregadas no sistema LSF são idênticas ao da construção convencional, porém com muito mais vantagens, dentre elas, a agilidade e praticidade na instalação. As instalações precisam ser executadas antes do fechamento das paredes para evitar o famoso quebra-quebra depois.

Com o planejamento antecipado da obra é possível já deixar pronto todos os furos necessários para a passagem dos condutores e canos. Outra vantagem também é a facilidade de manutenção após o término da construção.

#### 6.2.2.6 FORROS

A execução do forro no sistema *Light Steel Framing* pode ser feita da mesma maneira que os forros em obras tradicionais. Sendo permitida a aplicação de diversos materiais como madeira, gesso, PVC, entre outros. Nos forro de gesso acartonado os parafusos perimetrais precisam ser aplicados a cada 15 cm e a 1 cm da borda enquanto os intermediários a cada 30 cm, seguindo a orientação dos fabricantes.

Esses forros possibilitam serem projetados de múltiplos modos, como níveis diferentes, forros falsos, inclinados ou planos, vigas visíveis.

#### 6.2.2.7 ESQUADRIAS

As instalações de portas e janelas podem ser executadas sem o uso de mão-de-obra ou produtos especiais, de maneira tradicional como é feita nas construções convencionais. Elas são fixadas diretamente na estrutura da edificação, não sendo preciso o uso do contramarco, agilizando a instalação e resultando em maior economia.

Devido ser um método construtivo industrializado, as esquadrias permitem serem instaladas na fábrica ou no canteiro de obras, possibilitando a compra das esquadrias sem a retirada de medidas no local. O material utilizado nas esquadrias pode ser de madeira maciça, vidro temperado, PVC ou de alumínio.

#### 6.2.2.8 PISOS

Na parte do piso o sistema LSF tanto no térreo quanto segundo pavimento, permite o uso de diversos tipos de pisos, como:

- Laminados de madeira
- Parquet / madeira maciça
- Cerâmicos e porcelanatos
- Carpetes e vinílicos
- Granitos e mármore

**FIGURA 9 - DESENHO ESQUEMÁTICO DAS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING***



Fonte: praConstruir blog (2019)

### 6.2.3 VANTAGENS DO LSF

- Obras sustentáveis
- Construções rápidas e limpas
- Facilidade de montagem e manuseio
- Redução de desperdícios de materiais
- Maior precisão na execução
- Alta durabilidade e resistência
- Ganho de espaço (comparado com alvenaria convencional, o LSF possui menor espessura que os tijolos ou blocos, e também por ser feita de estrutura metálica sobra mais espaço que seria ocupado por vigas e pilares).
- Redução de prazos (se comparada à alvenaria convencional)

### 6.2.4 DESVANTAGENS DO LSF

- Limitação de andares
- Não possui muita mão de obra especializada
- Desconhecimento da população

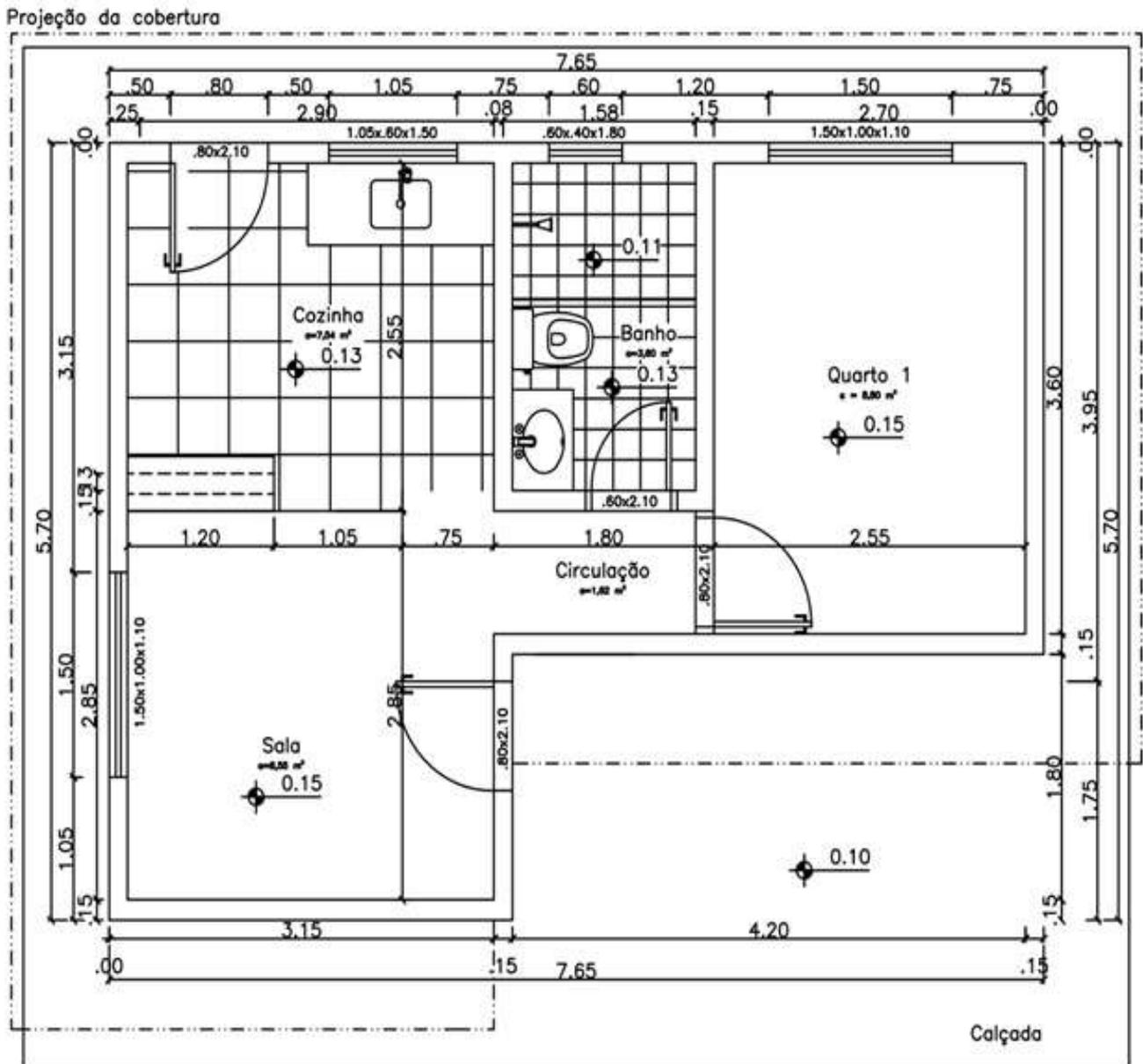
## 6.3 APRESENTAÇÃO DE PROJETO

No presente trabalho, os projetos arquitetônicos e os demais projetos bases para a realização do estudo foram retirados do trabalho de conclusão de curso produzido por **Anderson Luiz de Lima Santos** e **Anna Caroline Santos de Araújo** que leva o título de ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING COM O SISTEMA ALVENARIA ESTRUTURAL realizado no ano de 2019. As tabelas orçamentárias tiveram origem das mesmas feitas pelos autores citados, porém reproduzidas desconsiderando alguns itens que eles utilizaram para realizar a deles e também com valores atualizados para o ano de 2020, seguindo a tabela do SINAPI para o estado do Rio Grande do Sul, nesse caso.

O estudo se dá por uma análise de uma residência unifamiliar com padrões populares e de fácil adaptação aos sistemas construtivos Alvenaria Estrutural e *Light Steel Framing*. A residência com área construída de **35,12m<sup>2</sup>** é composta por um quarto, um banheiro, uma sala, uma cozinha e uma área de circulação. Para tal estudo, foi feito o contato com um especialista em construções do tipo LSF, disponibilizando dessa forma os projetos. (SANTOS; ARAÚJO, 2019)

A planta baixa do projeto arquitetônico é representada abaixo na Figura 10.

FIGURA 10 – PLANTA BAIXA



Fonte: Acervo SANTOS; ARAÚJO (2019)

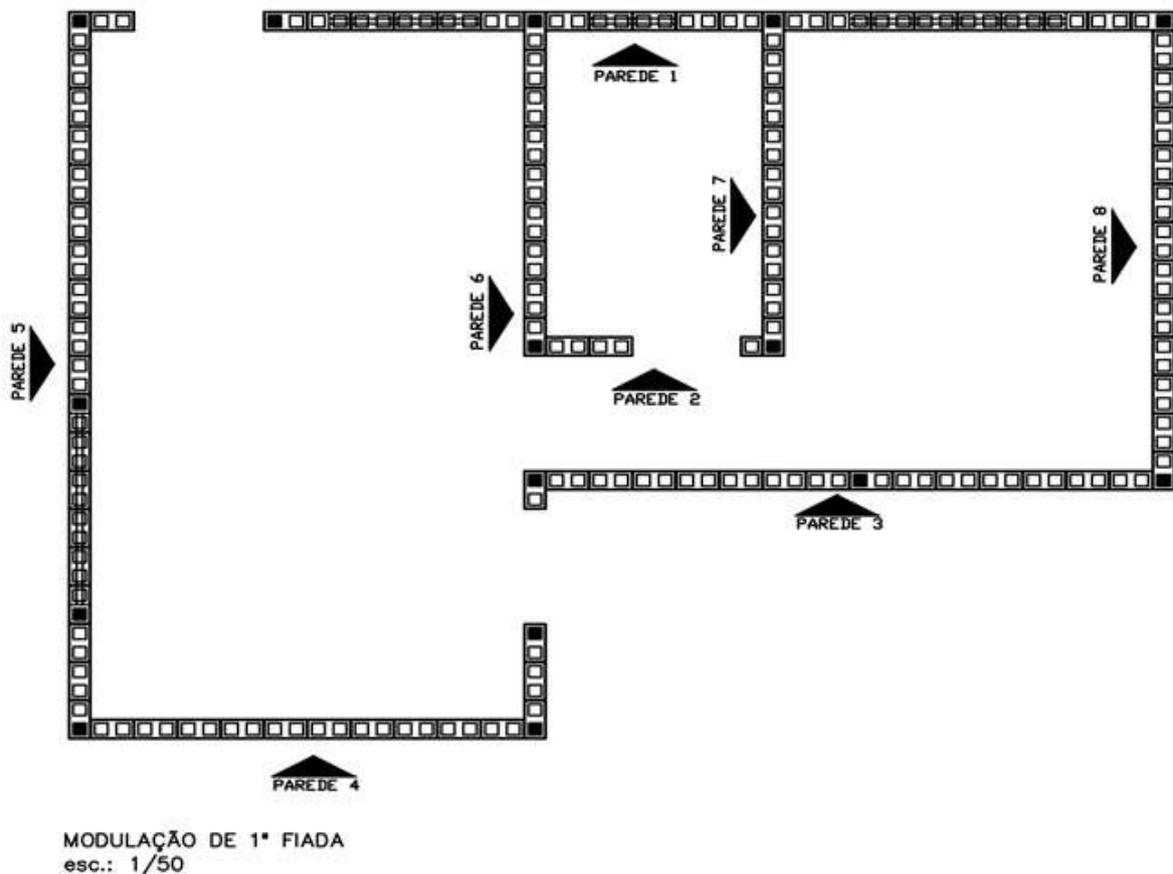
### 6.3.1 PROJETO SISTEMA CONSTRUTIVO ALVENARIA ESTRUTURAL

A compatibilização do sistema construtivo Alvenaria Estrutural para o *Light Steel Framing* será nas etapas de superestrutura, cobertura, revestimento e pintura.

As plantas de uma estrutura em alvenaria estrutural devem apresentar a paginação dos blocos nas fiadas, de forma a demonstrar como serão realizadas as amarrações entre eles, nos cantos e encontros de paredes, também devem ser destacados os diferentes modelos de blocos da família utilizados no arranjo das peças e ajustes das paredes.

A fundação escolhida para ambos os métodos construtivos foi do tipo radier, pois além de apresentar um baixo custo, é utilizada para fundações superficiais, e se adequa conforme a capacidade de carga. Além disso, as paredes foram revestidas com chapisco e reboco. A planta da primeira fiada pode ser observada na Figura 11 assim como no **Anexo A** deste trabalho juntamente com os detalhes das paredes. (SANTOS; ARAÚJO, 2019)

FIGURA 11 – PLANTA BAIXA ALVENARIA ESTRUTURAL.



Fonte: Acervo SANTOS; ARAÚJO (2019)

### **6.3.2 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SISTEMA CONSTRUTIVO AE**

Na planilha apresentada a seguir, foram obtidos os valores dos itens selecionados para a atualização dos custos, de acordo com a tabela SINAPI do ano de 2020, em uma habitação de 35,12m<sup>2</sup> construída em alvenaria com blocos estrutural de concreto. Nesta atualização, foram utilizadas telhas de concreto de encaixe no sistema Alvenaria Estrutural, diferente do tipo utilizado no sistema construtivo LSF. Os elementos considerados para a realização desta etapa foram da superestrutura, sistema de vedação/revestimento, cobertura e pintura, conforme a tabela base produzida por SANTOS E ARAÚJO em 2019.

Planilha do método construtivo de Alvenaria Estrutural representada na Figura 12 abaixo.

FIGURA 12 – TABELA ORÇAMENTÁRIA ALVENARIA ESTRUTURAL

Planilha Total de Custos da Unidade Habitacional							
HABITAÇÃO SISTEMA ALVENARIA ESTRUTURAL						Valor do BDI:	
Preço base: SINAPI - OUT/2020							
RESIDENCIA UNIFAMILIAR							
ITEM	CÓDIG.	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT (sem BDI)	VALOR (R\$)
<b>1</b>			<b>SUPERESTRUTURA</b>				
1.1	97095	SINAPI	Concretagem de radier, piso ou laje sobre solo, fck 30 mpa, para espessura de 15 cm - lançamento, adensamento e acabamento. af_09/2017	m³	12.55	399.11	5,008.83
1.2	92486	SINAPI	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça, pé-direito simples, em madeira serrada, 4 utilizações. af_09/2020	m²	4.00	99.69	398.76
						<b>Sub Total</b>	<b>5,407.59</b>
<b>2</b>			<b>SISTEMA DE VEDAÇÃO/REVESTIMENTO</b>				
2.1	101166	SINAPI	Alvenaria de embasamento com bloco estrutural de concreto, de 14x19x29cm e m3 argamassa de assentamento com preparo em betoneira. af_05/2020	m³	12.80	455.17	5,826.18
2.2	650	SINAPI	Bloco de vedacao de concreto, 9 x 19 x 39 cm (classe c - nbr 6136)	unid	418.10	2.20	919.82
2.3	87878	SINAPI	Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo manual. af_06/20	m²	200.00	3.33	666.00
2.4	93182	SINAPI	Verga pré-moldada para janelas com até 1,5 m de vão. af_03/2016	m	13.40	31.04	415.94
2.5	90408	SINAPI	Massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8	m²	168.00	23.78	3,995.04
2.6	93393	SINAPI	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada padrão popular de dimensões 20x20 cm	m²	23.00	35.07	806.61
						<b>Sub Total</b>	<b>12,629.58</b>
<b>3</b>			<b>SISTEMA DE COBERTURA</b>				
3.1	94189	SINAPI	Telhamento com telha de concreto de encaixe, com até 2 águas, incluso transporte vertical. af_07/2019	m²	40.00	29.96	1,198.40
3.2	94221	SINAPI	Cumeeira para telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia) para telhados com até 2 águas, incluso transporte vertical. af_07/2019	m	7.30	21.97	160.38
3.3	100435	SINAPI	Rufo em fibrocimento para telha ondulada e = 6 mm, aba de 26 cm, incluso transporte vertical, exceto contrarrufo. af_07/2019	m	11.00	25.31	278.41
3.4	55960	SINAPI	Madeiramento imunizacao de madeiramento para cobertura utilizando cupinicida incolor	m²	54.90	5.22	286.58
						<b>Sub Total</b>	<b>1,923.77</b>
<b>4</b>			<b>PINTURA</b>				
4.1	95305	SINAPI	Textura acrílica, aplicação manual em parede, uma demão. af_09/2016	m²	71.00	12.96	920.16
4.2	88487	SINAPI	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos. af_06/2014	m²	68.89	9.96	686.14
4.3	40905	SINAPI	Verniz sintético em madeira, duas demãos	m²	7.50	20.75	155.63
						<b>Sub Total</b>	<b>1,761.93</b>
						<b>Total Geral</b>	<b>21,722.87</b>

Fonte: Acervo SANTOS; ARAÚJO (2019, modificado pela autora em 2020)

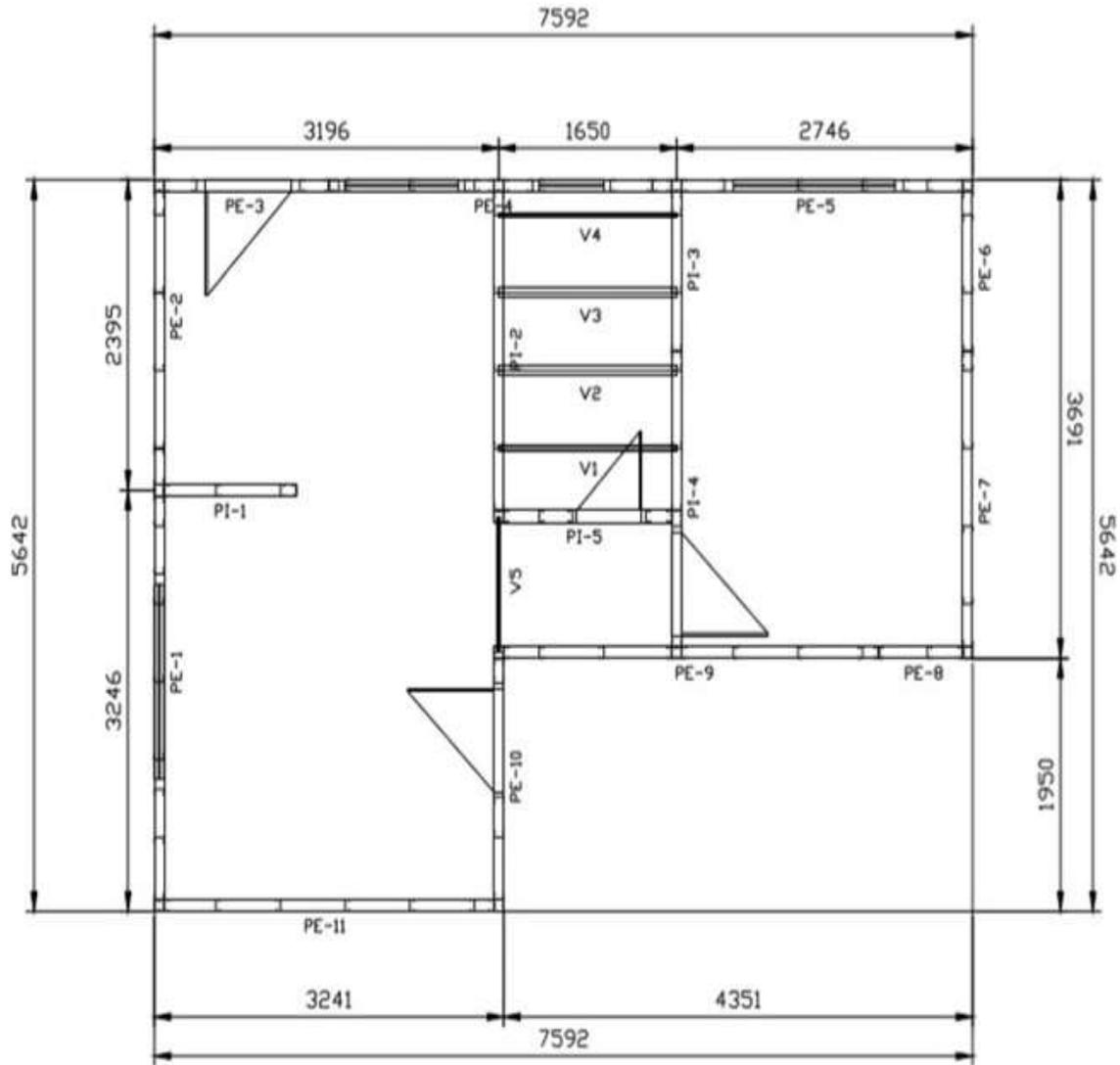
### 6.3.3 PROJETO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

Utilizando igualmente o projeto do sistema Alvenaria Estrutural, o mesmo foi adaptado para a estrutura em LSF. Sendo assim, a proposta de projeto é uma residência unifamiliar com área construída de 35,12m<sup>2</sup>.

A fundação escolhida para ambos os métodos construtivos foi do tipo radier, um tipo de fundação em concreto armado, rápida e econômica, visto que a própria “laje” pode funcionar como contrapiso. (SANTOS; ARAÚJO, 2019)

Segue abaixo na Figura 13, a planta estrutural do projeto em *Light Steel Framing*, as elevações dos painéis e o detalhe da estrutura da cobertura estão apresentadas no **Anexo B** deste trabalho.

FIGURA 13 – PLANTA BAIXA LIGHT STEEL FRAMING



Fonte: Acervo SANTOS; ARAÚJO (2019)

#### **6.3.4 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA SISTEMA CONSTRUTIVO LSF**

A planilha referente ao orçamento do sistema construtivo *Light Steel Framing*, segue abaixo na Figura 14, na mesma foi atingido o valor total da edificação de 35,12m<sup>2</sup>. Nos orçamentos foram levantados apenas os custos da superestrutura, sistema de vedação/revestimento, cobertura e pintura, seguindo o modelo da tabela produzida por SANTOS E ARAÚJO em 2019. Após o levantamento dos custos é possível realizar a comparação dos valores totais de cada item e verificar as principais diferenças encontradas e sua justificativa.

FIGURA 14 – TABELA ORÇAMENTÁRIA LIGHT STEEL FRAMING

Planilha Total de Custos da Unidade Habitacional							
HABITAÇÃO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING						Valor do BDI:	
Preço base: SINAPI - OUT/2020							
RESIDENCIA UNIFAMILIAR							
ITEM	CÓDIG	FORTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT (sem	VALOR (R\$)
<b>1</b>			<b>SUPERESTRUTURA</b>				
1.1	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing [ 92x38x0,92	Kg	112.00	6.70	750.40
1.2	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing UENR 90x40x12x0,95	Kg	188.00	6.70	1,259.60
1.3	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing RET 38x0,95	Kg	199.00	6.70	1,333.30
1.4	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing IENR 140x40x12x0,95	Kg	9.00	6.70	60.30
1.5	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing [ 92x38x1,25	Kg	13.00	6.70	87.10
1.6	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing IENR 90x40x12x0,95	Kg	21.00	6.70	140.70
1.7	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing UENR 140x40x12x0,95	Kg	1.00	6.70	6.70
1.8	40536	SINAPI	Perfil em Steel Framing CA 140x40x12x0,95	Kg	1.00	6.70	6.70
1.9	40547	SINAPI	Parafuso Zincado, Autobrocante, Flangeado, 4,2 MM X 19 MM	cento	2.00	13.25	26.50
1.10	11962	SINAPI	Parafuso Zincado, Sextavado, com rosca inteira, diâmetro 1/4", comprimento 1/2"	unid	876.00	0.10	87.60
1.11	13279	SINAPI	Chumbador de aço tipo Paraboilt, *5/8" X 200*mm, com porca e arruela	kg	14.00	10.04	140.56
1.12	37586	SINAPI	Pino de aço com arruela cônica , Ø arruela= *23*mm e comp. Haste = *27*mm	cento	1.00	39.70	39.70
1.13	11615	SINAPI	Poliestireno expandido/eps (isopor), tipo 2f, placa, isolamento termoacustico, e = 10 mm, 1000 x 500 mm	m²	35.12	3.76	132.05
1.14	ATAC	MERCADO	Placas OSB (1200x2400mm	unid	34.00	86.80	2,951.20
1.15	11063	SINAPI	Placa cimentícia lisa e = 6 mm, de 1,20 x 3,00 m (sem amianto)	m²	35.00	52.08	1,822.80
1.16	38877	SINAPI	Massa para textura lisa de base acrílica, uso interno e externo	kg	40.00	7.29	291.60
1.17	39414	SINAPI	Placa / chapa de gesso acartonado, resistente ao fogo (rf), cor rosa, e = 12,5 mm, 1200 x 1800 mm (l x c)	m²	28.00	22.12	619.36
1.18	25861	SINAPI	Manta termoplástica, pead, geomembrana lisa, e = 0,75 mm ( nbr 15352)	m²	97.92	15.93	1,559.87
1.19	39433	SINAPI	Massa de rejunte pronta para tratamento de juntas de chapa de gesso para drywall, sem adição de água	kg	8.00	2.35	18.80
						<b>Sub Total</b>	<b>11,334.84</b>
<b>2</b>			<b>SISTEMA DE VEDAÇÃO/REVESTIMENTO</b>				
2.1	1381	SINAPI	Argamassa colante AC I para cerâmicas	kg	174.42	0.50	87.21
2.2	1292	SINAPI	Piso em cerâmica esmaltada extra, PEI maior ou igual a 4, formato maior que 2025 cm2	m²	44.00	37.14	1,634.16
2.3	151	SINAPI	Impermeabilizante incolor para tratamento de fachadas e telhas, base silicone	L	96.00	20.79	1,995.84
						<b>Sub Total</b>	<b>3,717.21</b>
<b>3</b>			<b>SISTEMA DE COBERTURA</b>				
3.1	40536	SINAPI	Perfil UENR 90x40x12x0,95	kg	201.00	6.70	1,346.70
3.2	40536	SINAPI	Perfil [ 92x38x0,95	kg	3.00	6.70	20.10
3.3	40664	SINAPI	Perfil cartola de aço galvanizado, *20 x 30 x 10* mm, e = 0,8 mm	kg	97.00	12.08	1,171.76
3.4	40536	SINAPI	Perfil RET 90x0,95	Kg	132.00	6.70	884.40
3.5	7175	SINAPI	Telha de barro / cerâmica, tipo romana, americana, portuguesa, francesa, comprimento de *41* cm, rendimento de *16* telhas/m2	unid	1054.00	1.64	1,728.56
						<b>Sub Total</b>	<b>5,151.52</b>
<b>4</b>			<b>PINTURA</b>				
4.1	7319	SINAPI	Tinta asfáltica impermeabilizante dispersa em água, para materiais cimentícios	L	90.00	9.28	835.20
4.2	6090	SINAPI	Selador PVA paredes internas	L	90.00	10.98	988.20
4.3	35692	SINAPI	Tinta latex acrílica standard, cor branca	L	90.00	16.17	1,455.30
						<b>Sub Total</b>	<b>3,278.70</b>
						<b>Total Geral</b>	<b>23,482.27</b>

Fonte: Acervo SANTOS; ARAÚJO (2019, modificado pela autora em 2020)

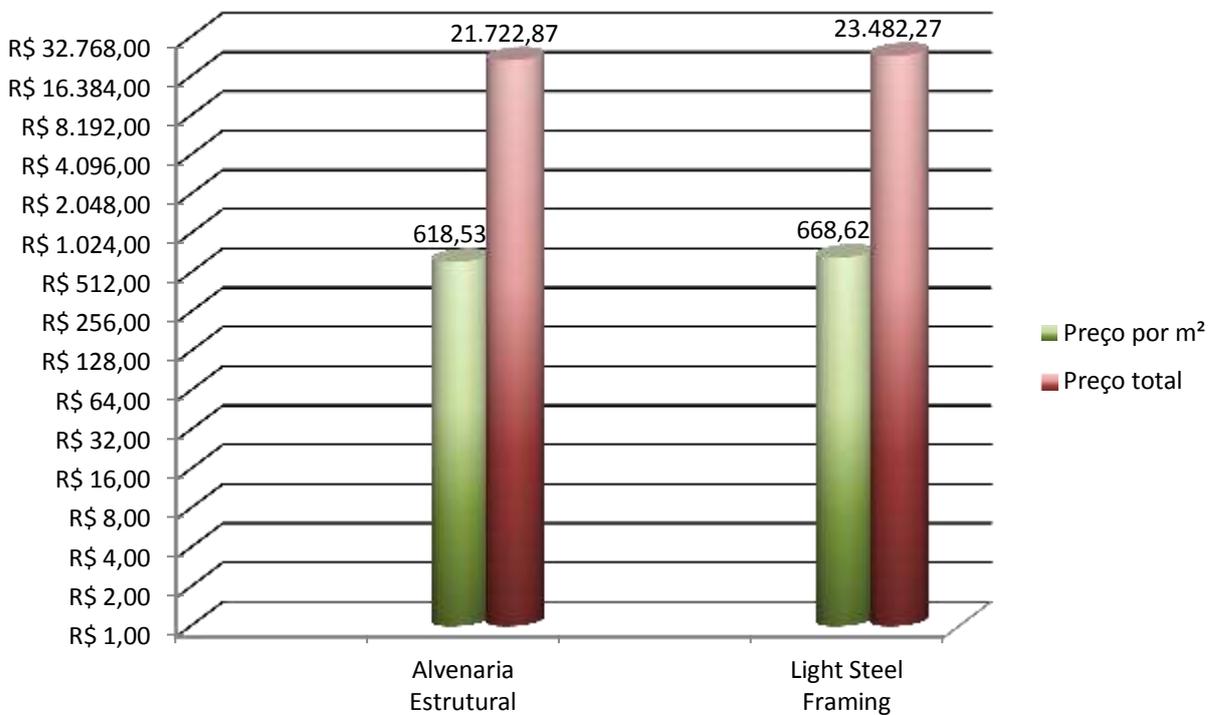
## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do orçamento é extrema importância para assim obter os resultados, portanto, partindo do levantamento de dados por meio dos projetos obtidos, o custo unitário foi realizado através de tabelas, como a Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil (SINAPI) da Caixa Federal. O método utilizado para realizar o levantamento de dados e o de custos para os sistemas construtivos em estudo foi o mesmo. Na etapa do orçamento foram avaliados somente os itens de superestrutura, cobertura, revestimento, e pinturas. Os elementos como a fundação, as instalações elétricas, hidráulicas, esquadrias e materiais de acabamentos são iguais ou muito semelhantes para os dois sistemas construtivos, com isso, não implica em diferenças relevantes na comparação de custos. A atualização do levantamento quantitativo seguiu a tabela conforme no trabalho realizado por SANTOS; ARAÚJO, 2019, porém utilizando valores de acordo com os preços que constam na tabela do SINAPI do ano 2020, e retirados alguns itens que compõem uma edificação, usando só os principais elementos das etapas da construção. Após realizar a análise, percebe-se que segue o sistema construtivo LSF custando mais que a Alvenaria Estrutural. Conforme representado no gráfico 1 abaixo.

## 7.1 COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS

Um dos grandes problemas da construção civil é a limitação de recursos financeiros, é possível obter gastos menores através cortes alternativos. Contudo, nota-se uma pequena diferença de custo entre os sistemas analisados, visto que foram só levantados os custos dos elementos da superestrutura, cobertura, revestimento, e pinturas. Porém o sistema LSF continua sendo mais caro que a Alvenaria estrutura, de acordo com o orçamento feito por SANTOS; ARAÚJO em 2019.

**GRÁFICO 1 – COMPARAÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO ENTRE AMBOS OS SISTEMAS**



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os aspectos observados, um dos sistemas construtivos mais utilizados no Brasil é a Alvenaria Estrutural, e o outro sistema que é pouco conhecido é o LSF, visto que, esses métodos construtivos contribuem com a eficiência da produção no canteiro de obras e também colabora com a sustentabilidade.

Hoje no Brasil, menos de 4% das edificações são construídas pelo método em LSF, bem pouco se comparado a todas as vantagens que esse sistema oferece. Por meio da busca por construções com alto desempenho e visando a sustentabilidade, o LSF se mostra muito competente e apropriado. Na construção civil brasileira atual, o sistema que exerce uma posição de destaque é a alvenaria estrutural, onde a mesma apresenta alguns limites, porém são solucionados diante de profissionais competentes, trabalhando com projetos inteligentes e estratégicos. Esse método só necessita ser projetado de forma correta, propondo e buscando por soluções eficazes, com a finalidade de conseguir um produto final de qualidade juntamente a menores custos.

A análise entre os dois sistemas e os custos levantados por meio de orçamentos, foi bastante relevante para alcançar os resultados desejados. Com relação aos custos atingidos, constatou-se que por causa de cada método construtivo possuir características específicas, isso resultou numa diferença de custos entre si. *O Light Steel Framing* foi o que apresentou maiores valores para realizar parte da construção em relação à Alvenaria Estrutural. Embora o LSF apresente valores finais maiores, nota-se, através desses estudos, que as características particulares de cada sistema também precisam ser levadas em consideração. Assim, o LSF por ser um sistema caracterizado pela sua estrutura de peso leve, se comparado ao peso da AE, geralmente é utilizado uma fundação mais econômica. Dentre outras vantagens, está a montagem da estrutura do LSF, que utiliza materiais totalmente industrializados e padronizados, que já vem de acordo com as medidas do projeto estrutural. Em virtude de o sistema LSF ser constituído de peças industrializadas, as mesmas são produzidas com um controle tecnológico mais preciso, diante disso, é dispensada a conferência em obra, ao contrário da estrutura AE, onde o controle tecnológico é determinado através de testes realizados na obra.

Deste modo, entende-se que o sistema *Light Steel Framing* é uma alternativa mais viável, apesar de custar mais caro que a Alvenaria Estrutural e não ter muita mão de obra qualificada, o LSF apresenta diversas vantagens para substituir os sistemas de construção convencionais nas edificações de residências unifamiliares, tanto pelo ponto de vista da praticidade na construção

como também pela sustentabilidade, redução de prazos e organização na etapa da construção, oferecidas por este sistema. Assim, com este trabalho fica comprovado que a causa que faz com que o sistema LSF seja pouco utilizado é, por motivo de não ser muito conhecido pela população, tendo em vista, os benefícios resultantes desse método construtivo. Por fim, entende-se que ainda precisa muito que ser estudado e desenvolvido sobre o LSF. Pois como já citado a Alvenaria Estrutural possui seu espaço na construção civil atualmente, sendo uma das alternativas mais utilizadas, por ser uma técnica construtiva mais rápida, com menor utilização de materiais entre outras vantagens que esse método possui se comparado com a alvenaria convencional. Com isso, é evidente que exista preocupação com as tecnologias novas, especialmente para as que não fazem uso de paredes maciças, mas é esperado logo que seja reconhecido o desempenho proporcionado pela tecnologia que o LSF dispõe. Podendo que com o aumento das construções em LSF, o custo de mão de obra e materiais diminua ao longo do tempo e que este tipo de construção ganhe cada vez mais espaço e aceitação.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, Letícia G. S. **Light Steel Frame: a industrialização da construção civil no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2020/07/14/light-steel-frame-a-industrializacao-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acessado em 08/11/20.
- BORTOLOTTI, Ana Larissa Koren. **Análise de viabilidade econômica do método Light Steel Framing para construção de habitações no município de Santa Maria - RS**. Engenharia Civil, Santa Maria, jan. 2015. Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_ANA%20LARISSA%20KOREN%20BORTOLOTTI.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_ANA%20LARISSA%20KOREN%20BORTOLOTTI.pdf)>. Acessado em 09/10/20.
- BRASIL ESCOLA. **Sistema Construtivo Light Steel Framing: Vantagens e Desvantagens**, 2019. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/sistema-construtivo-light-steel-framing-vantagens-desvantagens.htm>>. Acessado em 16/09/20.
- CARREGARI, Luana. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas**. 2016. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas/13620>>. Acessado em 04/11/20.
- CASSOLA, Ícaro. **Alvenaria Estrutural**, 2017. Disponível em: <<https://blog.otimizi.com/2017/07/26/alvenaria-estrutural/#:~:text=Alvenaria%20estrutural%20parcialmente%20armada%20%C3%A9,regras%20da%20alvenaria%20n%C3%A3o%20armada.&text=Os%20blocos%20de%20alvenaria%20estrutural%20podem%20ser%20em%20concreto%20ou%20em%20cer%C3%A2mica.&text=Na%20execu%C3%A7%C3%A3o%20das%20paredes%20utiliza,bloco%20para%20fazer%20as%20amarra%C3%A7%C3%B5es.>>>. Acessado em 12/10/20.
- CBIC. **Normas de Alvenaria Estrutural em Consulta Nacional na ABNT**. 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/normas-de-alvenaria-estrutural-em-consulta-nacional-na-abnt/#:~:text=A%20ABNT%20NBR%2016868%2C%20sob,5%3A%20Projeto%20para%20a%C3%A7%C3%B5es%20s%C3%ADsmicas>>>. Acessado em 10/10/20.
- CICHINELLI, Gisele. **Obras com sistema Light Steel Frame**, CBCA, 2017. Disponível em: <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detallhes.php?cod=7409>>. Acessado em 09/10/20.
- FIGUEIREDO, Enio P. **Durabilidade de estruturas de concreto está sujeita à ação do meio ambiente**. **AECWEB**, 2016. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/durabilidade-de-estruturas-de-concreto-esta-sujeita-a-acao-do-meio-ambiente/12727>>. Acessado em 05/11/20.
- LEAL, André; CARTAXO, Bárbara; MELO, Berta de O; KEESE, Bruna; FAGGIN, Marina; KAWAHARA, Melissa; SAITO, Paula; PÉRIGO, Renato; ACAR, Silvia; ALVES, Stephanie. **PRE FABRICADO STEEL FRAME**. 2011. Disponível em: <<https://prefabricadosteelframe.wordpress.com/2-aspectos-historicos/>>. Acessado em 16/10/20.

**LIGABLOG** – MELO, Marcia. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: modulação**. 2020. Disponível em: < <https://blogdaliga.com.br/alvenaria-estrutural-em-blocos-ceramicos/>>. Acessado em 16/10/20.

LIMA, Rondinely F. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame**, 2013. Disponível em:<[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-9JXL52/1/disserta\\_\\_o\\_rondinely\\_.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS-9JXL52/1/disserta__o_rondinely_.pdf)>. Acessado em 16/09/20.

MASO, Julio. **Análise Comparativa entre o Sistema Construtivo Light Steel Framing e Alvenaria Estrutural**, 2017. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3700/Monografia%20Julio%20Berton%20Maso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.Acessado em 16/09/20.

MERLIN, Leroy equipe. **Obra em Steel Frame: conheça as vantagens do sistema de construção mais eficiente e econômico**. 2020. Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/dicas/construcao-em-steel-frame>>.Acessado em 08/11/20.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural- Materiais, projeto e desempenho**. Editora Edgard Blücher Ltda, 2015.

MOHAMAD, Gihad; MACHADO, Diego W.N.; JANTSCH, Ana Cláudia. **Alvenaria Estrutural – Construindo o conhecimento**. Editora Edgard Blücher Ltda, 2017.

NOGUEIRA, Thiago. J. B. P. **A Alvenaria Estrutural como um Processo Construtivo Potencialmente Enxuto – Uma Visão a partir da Lean Construction**. 2010. Disponível em: <[http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto\\_de\\_Graduacao/2010/Thiago\\_Nogueira\\_Alvenaria%20Estrutural%20como%20Um%20Processo%20Construtivo%20Potencialmente%20Enxuto.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/Projeto_de_Graduacao/2010/Thiago_Nogueira_Alvenaria%20Estrutural%20como%20Um%20Processo%20Construtivo%20Potencialmente%20Enxuto.pdf)>.Acessado em 10/11/20.

**PRACONSTRUIRBLOG** – Steel frame: o que é e como fazer?. 2019. Disponível em: < <https://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/steel-frame/>>. Acessado em 18/09/20.

SANTIAGO, Alexandre K; FREITAS Arlene M. S; CRASTO, Renata C. M. **Steel Framing – Arquitetura**. 2012. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/137824997-Steel-framing-arquitetura.html>>. Acessado em 22/10/2020.

SANTOS, Anderson L.L; ARAUJO, Anna Caroline S. **Análise Comparativa do Sistema Light Steel Framing com o Sistema Alvenaria Estrutural**. Disponível em: <<https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/417/1/An%c3%a1lise%20comparativa%20do%20sistema%20light%20steel%20framing%20com%20o%20sistema%20alvenaria%20estrutural.pdf>>. Acessado em 10/10/20.

**SCIELO**. Desenvolvimento de uma nova concepção geométrica para os blocos de concretos não modulares para alvenaria estrutural. 2013. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212015000200127](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000200127)> . Acessado em 19/10/20.

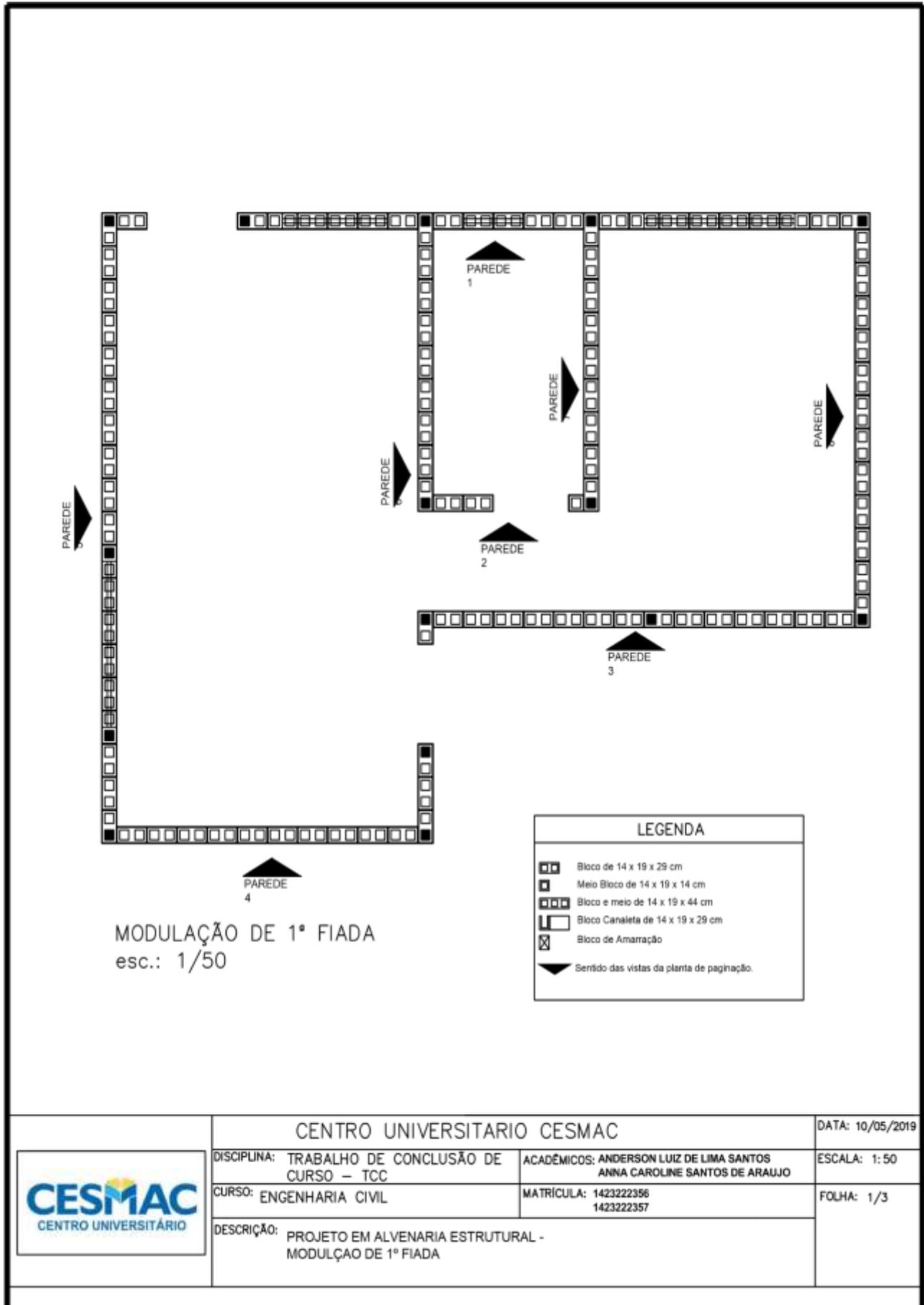
**SELECTA Soluções em Blocos**. Alvenaria Estrutural. Disponível em: < <http://www.grupoestrutural.com.br/selecta/guia-tecnico/>>. Acessado em 10/10/20.

SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING: VANTAGENS E DESVANTAGENS. **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/sistema-construtivo-light-steel-framing-vantagens-desvantagens.htm>>. Acessado em 10/10/20.

TECNOFRAME. **Etapas de uma obra em Light Steel Frame**. 2020. Disponível em: <<https://tecnoframe.com.br/etapas-de-uma-obra-em-light-steel-frame/>>. Acessado em 10/11/20.

**VIVADecORAPRO**. Steel Frame: Confira como usar + 16 projetos que vão inspirar. 2019. Disponível em: < <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/steel-frame/>>. Acessado em 12/10/2020.

**ANEXO A: PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL**



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

**CESMAC**  
CENTRO UNIVERSITÁRIO

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCCACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

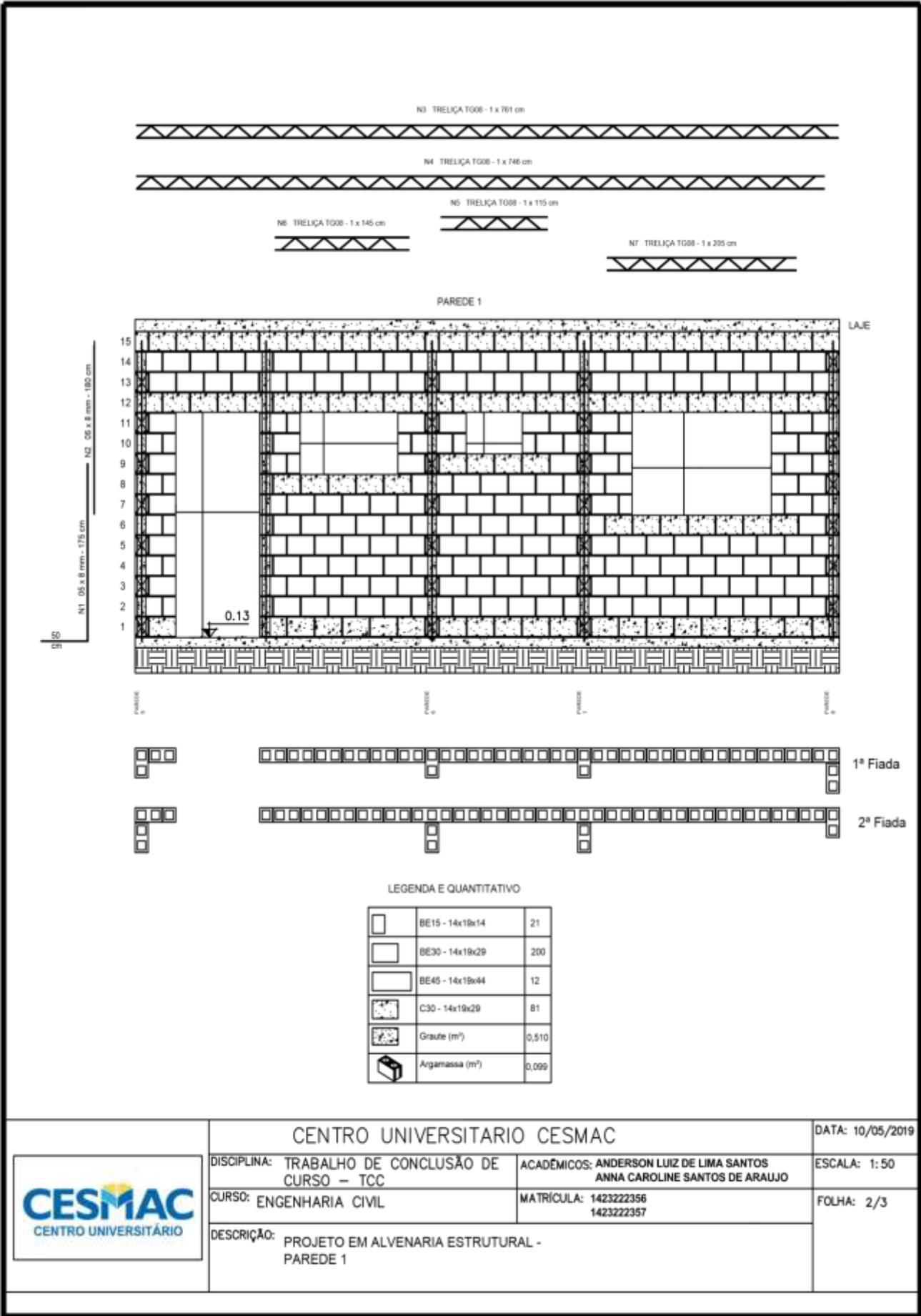
ESCALA: 1: 50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 1/3

DESCRIÇÃO: PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL -  
MODULAÇÃO DE 1ª FIADA



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

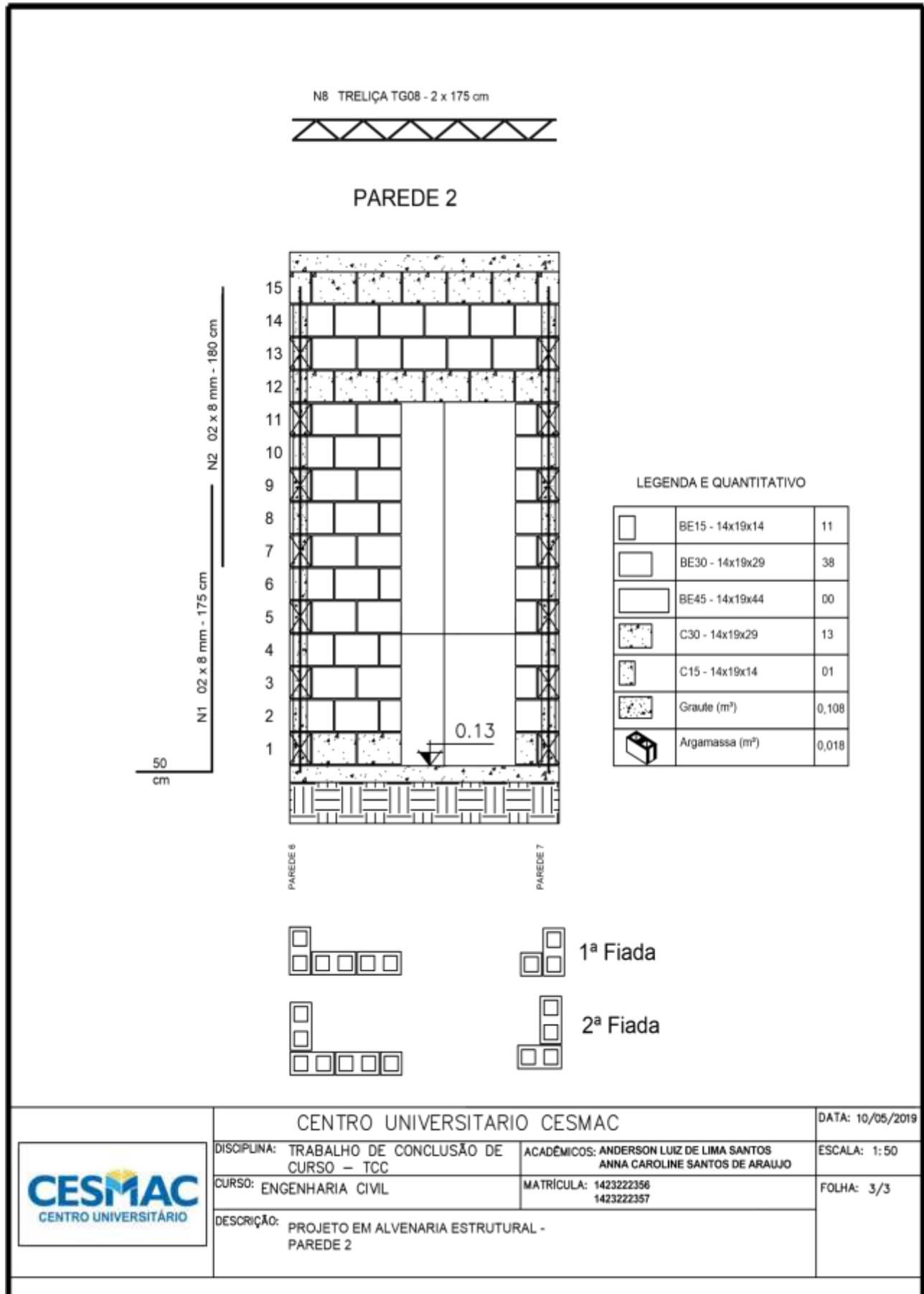
ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

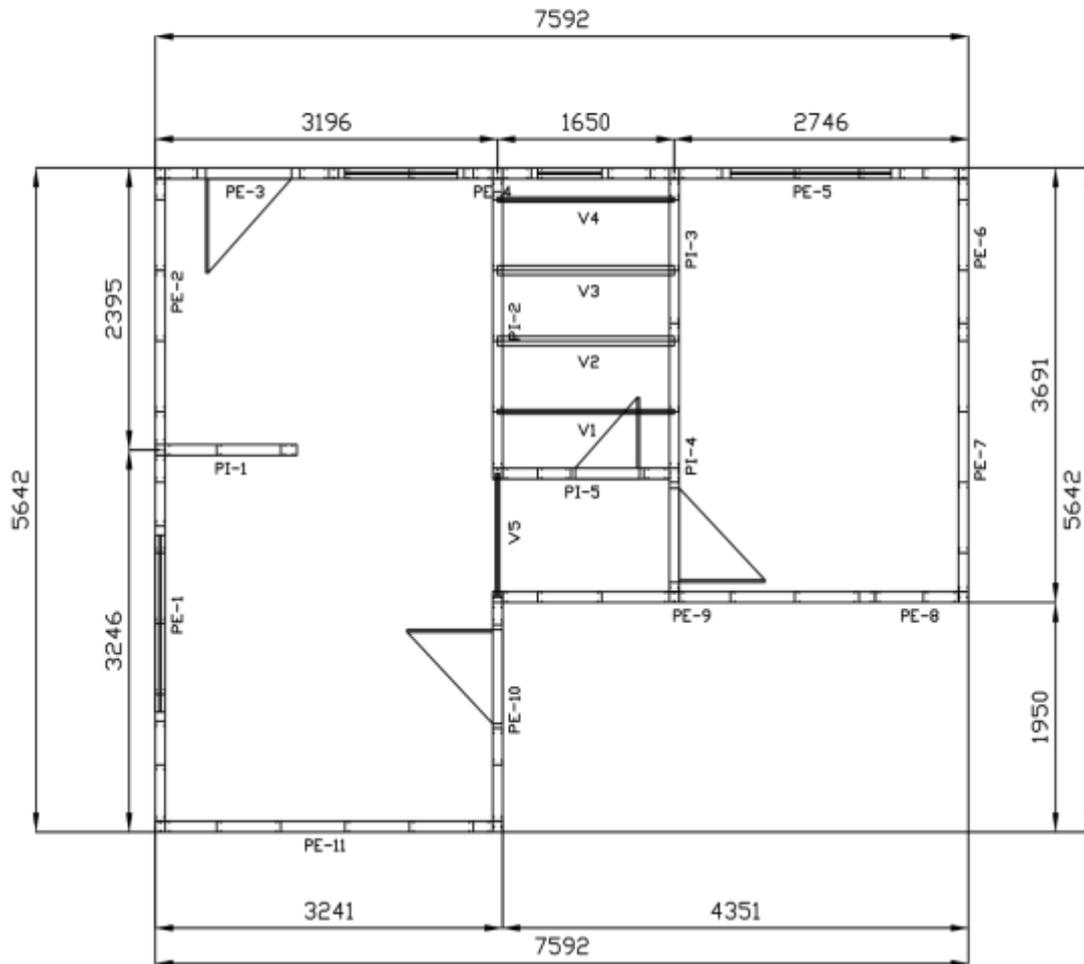
MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 2/3

DESCRIÇÃO: PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL - PAREDE 1



**ANEXO B: PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING E  
DETALHAMENTO DOS PAINÉIS**



PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING  
ESCALA: 1/50



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1: 50

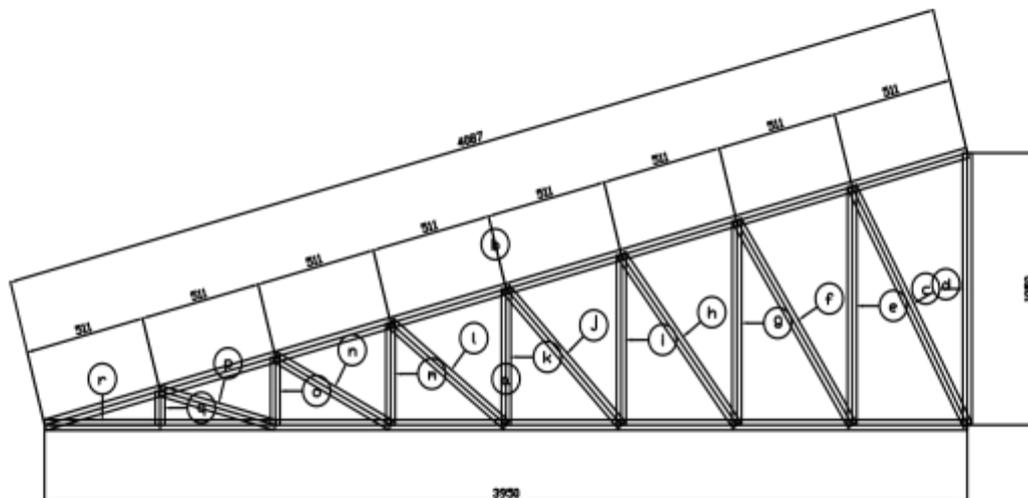
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRICULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 1/19

DESCRIÇÃO: PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING

## DETALHAMENTO DA TESOURA



Tesoura 2 x 6						
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)	
a	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	3950	5.49	5.49	
b	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	4087	5.68	5.68	
c	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	1050	1.45	1.45	
d	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	1043	1.44	1.44	
e	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	919	1.27	1.27	
f	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	930	1.29	1.29	
g	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	788	1.09	1.09	
h	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	821	1.13	1.13	
i	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	656	0.91	0.91	
j	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	721	1	1	
k	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	525	0.72	0.72	
l	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	632	0.87	0.87	
m	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	394	0.54	0.54	
n	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	559	0.77	0.77	
o	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	263	0.36	0.36	
p	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	511	0.71	0.71	
q	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	131	0.18	0.18	
r	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	494	0.68	0.68	
				Peso Unit	25.67	
				Peso Total	154.07	



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCCACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

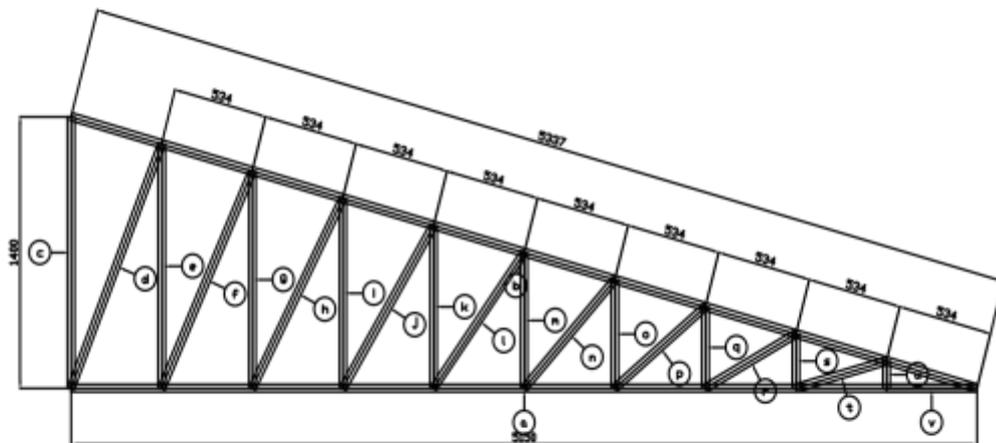
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 142322356  
142322357

FOLHA: 2/19

DESCRIÇÃO: PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING -  
DETALHAMENTO DA TESOURA

## DETALHAMENTO DA TESOURA



Tesoura 138 x5					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	5150	7,15	7,15
b	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	5337	7,41	7,41
c	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1400	1,94	1,94
d	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1361	1,89	1,89
e	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1260	1,75	1,75
f	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1233	1,71	1,71
g	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1120	1,55	1,55
h	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1107	1,53	1,53
i	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	980	1,36	1,36
j	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	985	1,36	1,36
k	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	840	1,15	1,15
l	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	869	1,2	1,2
m	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	700	0,97	0,97
n	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	761	1,05	1,05
o	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	560	0,77	0,77
p	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	665	0,92	0,92
q	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	420	0,57	0,57
r	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	586	0,81	0,81
s	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	280	0,38	0,38
t	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	534	0,74	0,74
u	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	140	0,19	0,19
v	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	515	0,71	0,71
				Peso Unit	37,25
				Peso Total	186,28



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCCACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

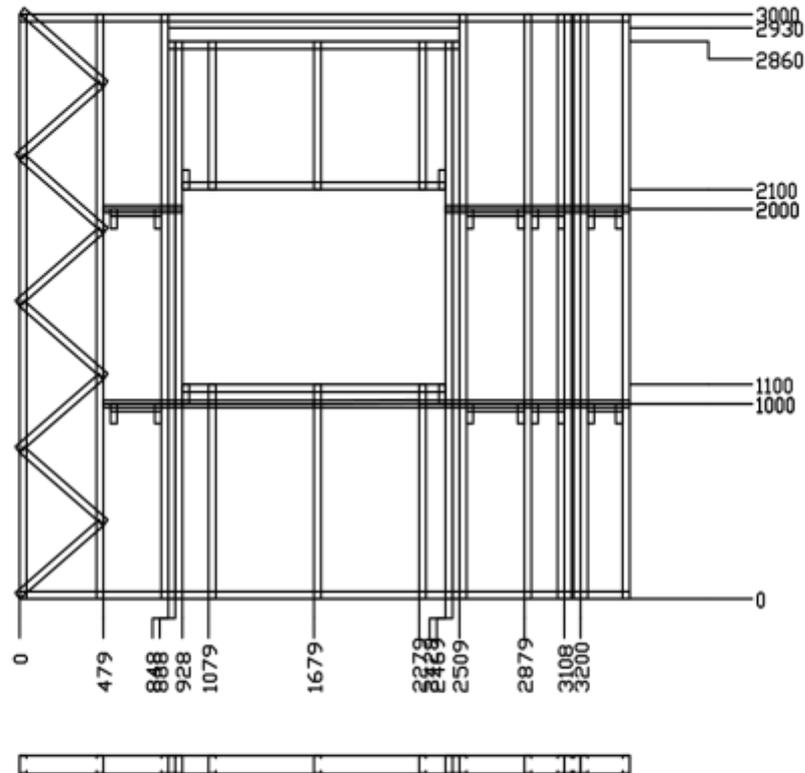
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 142322356  
142322357

FOLHA: 3/19

DESCRIÇÃO: PROJETO EM LIGHT STEEL FRAMING -  
DETALHAMENTO DA TESOURA

## PE-1



Pos	QTD	Per-Fl	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0,95	3479	4,24	8,48
b	6	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	24,96
c	4	RET 38 x 0,95	370	0,1	0,4
d	8	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	608	0,84	6,72
e	2	[ 92 x 38 x 0,95	490	0,59	1,18
f	1	IENR 140x40x12x0,95x0	1660	5,84	5,84
g	1	[ 92 x 38 x 0,95	1660	2,02	2,02
h	8	RET 38 x 0,95	40	0,01	0,08
i	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2860	3,97	15,88
j	2	[ 92 x 38 x 1,25	1700	2,7	5,4
k	3	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	760	1,05	3,15
l	3	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1100	1,52	4,56
m	2	RET 38 x 0,95	150	0,04	0,08
n	1	RET 38 x 0,95	600	0,16	0,16
o	1	RET 38 x 0,95	599	0,16	0,16
p	2	[ 92 x 38 x 0,95	530	0,64	1,28
q	2	RET 38 x 0,95	229	0,06	0,12
r	2	[ 92 x 38 x 0,95	389	0,47	0,94
s	2	IENR 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	16,66
t	2	RET 38 x 0,95	92	0,02	0,04
u	2	RET 38 x 0,95	279	0,07	0,14
v	2	[ 92 x 38 x 0,95	399	0,48	0,96
				Peso Total	99,64

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	242

## CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019



DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

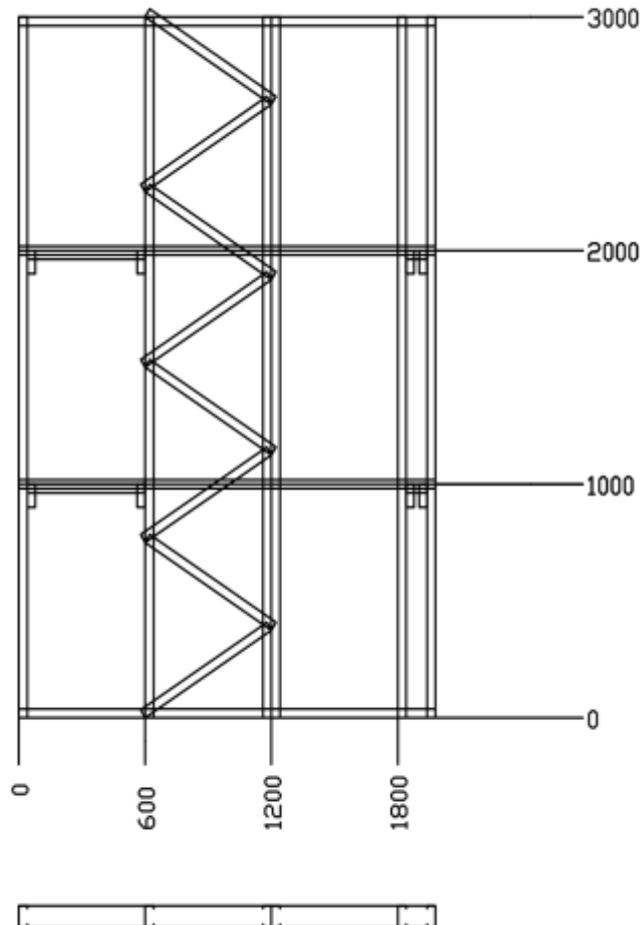
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 4/19

DESCRIÇÃO: ELEVAÇÃO DO PE - 1  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PE-2



Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	C 92 x 38 x 0.95	1979	2.41	4.82
b	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	16.64
c	6	RET 38 x 0.95	600	0.16	0.96
d	2	C 92 x 38 x 0.95	760	0.92	1.84
e	1	IENR 90 x 40 x 12 x 0.95 x 0	2998	8.33	8.33
f	8	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	708	0.98	7.84
g	2	RET 38 x 0.95	179	0.05	0.1
h	2	C 92 x 38 x 0.95	299	0.36	0.72
				<b>Peso Total</b>	<b>41.43</b>

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	60



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

ACADEMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

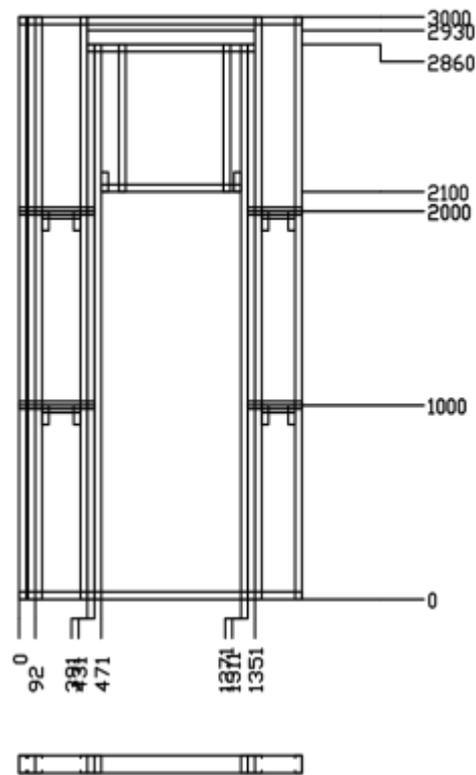
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 142322356  
142322357

FOLHA: 5/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 2  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PE-3



PE-3					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0.95	1621	1.97	3.94
b	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	16.64
c	2	RET 38 x 0.95	92	0.02	0.04
d	1	IENR 90 x 40 x 12 x 0.95 x 0	2998	8.33	8.33
e	2	RET 38 x 0.95	299	0.08	0.16
f	2	[ 92 x 38 x 0.95	419	0.51	1.02
g	7	RET 38 x 0.95	40	0.01	0.07
h	1	IENR 140x40x12x0.95x0	960	3.37	3.37
i	1	[ 92 x 38 x 0.95	960	1.17	1.17
j	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2860	3.97	15.88
k	1	[ 92 x 38 x 1.25	1000	1.59	1.59
l	2	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	760	1.05	2.1
n	2	[ 92 x 38 x 0.95	390	0.47	0.94
n	1	RET 38 x 0.95	190	0.05	0.05
o	1	RET 38 x 0.95	230	0.06	0.06
				Peso Total	55.55

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4.2 (nº8) x 13 (1/2")	152



## CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1: 50

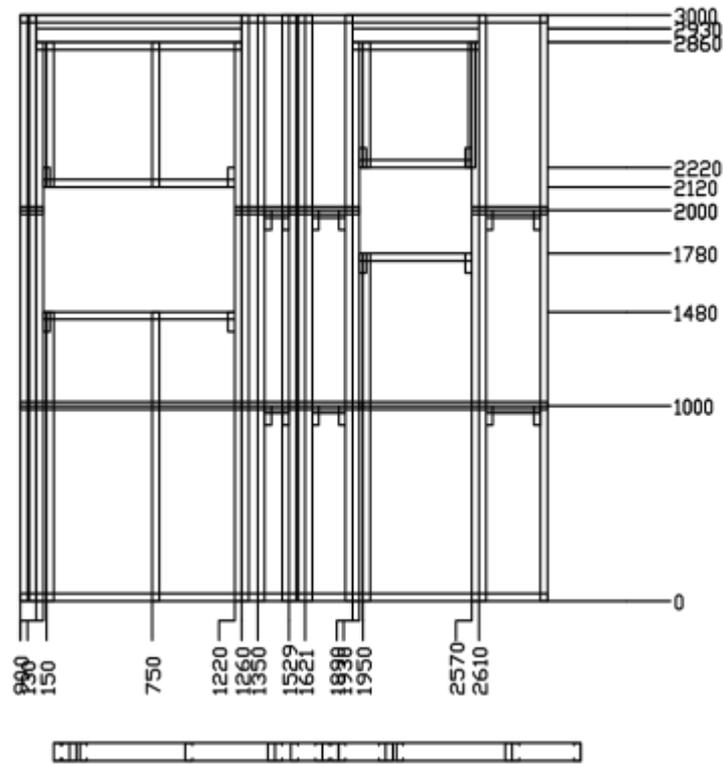
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 6/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 3  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PE-4



Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unid.	Ggf	Total Ggf
a	2	C 92 x 38 x 0,95	3000	3,65	7,3	
b	7	UDNR 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	29,12	
c	4	RET 38 x 0,95	90	0,02	0,08	
d	1	ENR 140x40x12x0,95x0	1170	4,11	4,11	
e	1	C 92 x 38 x 0,95	1170	1,42	1,42	
f	1	RET 38 x 0,95	60	0,01	0,01	
g	4	UDNR 90 x 40 x 12 x 0,95	2860	3,97	15,88	
h	2	C 92 x 38 x 1,25	1290	2,04	4,09	
i	7	RET 38 x 0,95	40	0,01	0,07	
j	2	UDNR 90 x 40 x 12 x 0,95	748	1,02	2,04	
k	2	UDNR 90 x 40 x 12 x 0,95	1480	2,04	4,09	
l	1	RET 38 x 0,95	600	0,16	0,16	
m	1	RET 38 x 0,95	478	0,13	0,13	
n	2	RET 38 x 0,95	179	0,05	0,1	
o	2	C 92 x 38 x 0,95	339	0,41	0,82	
p	2	ENR 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	16,66	
q	2	RET 38 x 0,95	90	0,02	0,04	
r	2	RET 38 x 0,95	269	0,07	0,14	
s	2	C 92 x 38 x 0,95	389	0,47	0,94	
t	1	ENR 140x40x12x0,95x0	728	2,52	2,52	
u	1	C 92 x 38 x 0,95	728	0,87	0,87	
v	2	C 92 x 38 x 1,25	848	1,30	2,66	
w	1	RET 38 x 0,95	20	0	0	
x	2	UDNR 90 x 40 x 12 x 0,95	648	0,88	1,76	
y	1	UDNR 90 x 40 x 12 x 0,95	1780	2,47	2,47	
z	1	RET 38 x 0,95	628	0,17	0,17	
al	2	RET 38 x 0,95	396	0,1	0,2	
bl	2	C 92 x 38 x 0,95	510	0,62	1,24	
				Peso Total	99,55	

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (r/8) x 13 (l/2")	48
Cabeça Flangeada	4,2 (r/8) x 13 (l/2")	276

## CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019



DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

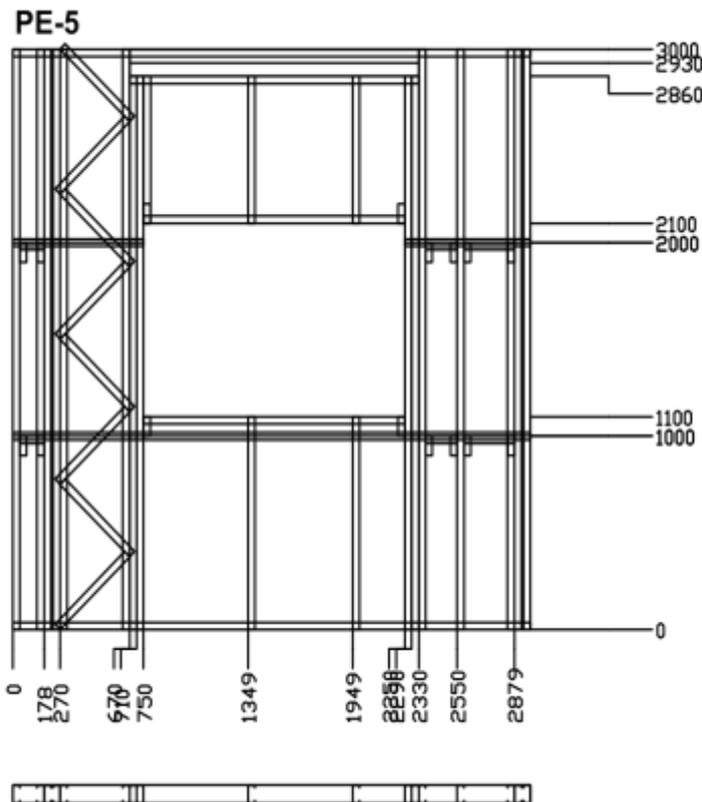
ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 7/19

DESCRIÇÃO:  
ELEVÇÃO DO PE - 4  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING



PE-5					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgF)	Total (kgF)
a	2	C 92 x 38 x 0,95	2971	3,62	7,24
b	5	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	20,8
c	2	RET 38 x 0,95	179	0,05	0,1
d	2	C 92 x 38 x 0,95	339	0,41	0,82
e	3	IENR 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	24,99
f	4	RET 38 x 0,95	92	0,02	0,08
g	2	RET 38 x 0,95	399	0,11	0,22
h	1	IENR 140x40x12x0,95x0	1660	5,84	5,84
i	1	C 92 x 38 x 0,95	1660	2,02	2,02
j	8	RET 38 x 0,95	40	0,01	0,08
k	8	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	548	0,76	6,08
l	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2860	3,97	15,88
m	3	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	760	1,05	3,15
n	1	RET 38 x 0,95	1500	0,42	0,42
o	2	C 92 x 38 x 1,25	1700	2,7	5,4
p	2	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	1100	1,52	3,04
q	2	RET 38 x 0,95	220	0,06	0,12
r	2	C 92 x 38 x 0,95	380	0,46	0,92
s	2	RET 38 x 0,95	329	0,09	0,18
t	2	C 92 x 38 x 0,95	489	0,59	1,18
				<b>Peso Total</b>	<b>98,88</b>

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Planificada	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	234



**CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC**

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

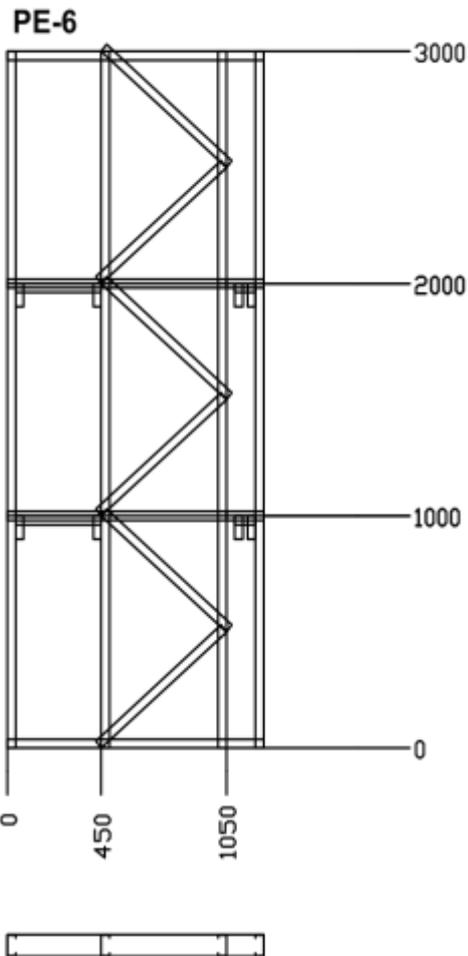
ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 8/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 5  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

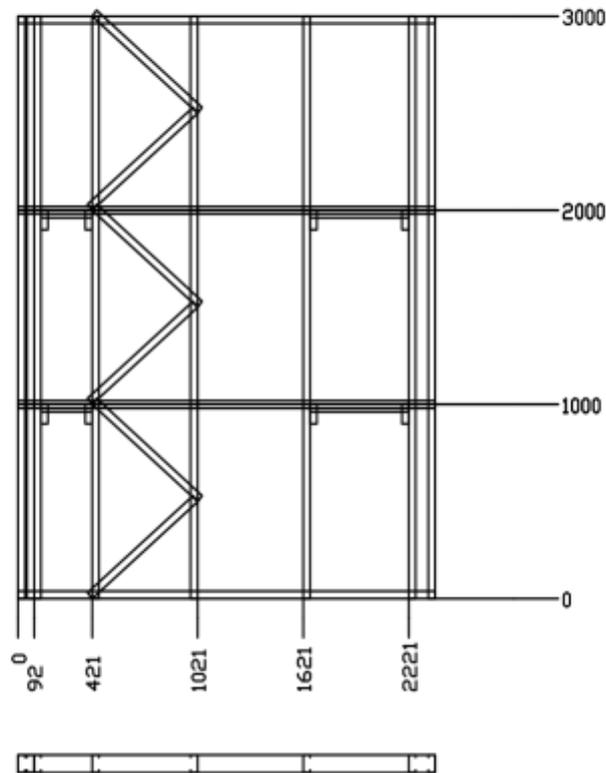


PE-6					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0.95	1229	1.49	2.98
b	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	16.64
c	2	RET 38 x 0.95	450	0.12	0.24
d	2	[ 92 x 38 x 0.95	610	0.74	1.48
e	2	RET 38 x 0.95	600	0.16	0.32
f	2	RET 38 x 0.95	179	0.05	0.1
g	6	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	781	1.08	6.48
h	2	[ 92 x 38 x 0.95	299	0.36	0.72
				<b>Peso Total</b>	<b>29.11</b>

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	40

	<b>CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC</b>		DATA: 10/05/2019
	DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC	ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO	ESCALA: 1:50
	CURSO: ENGENHARIA CIVIL	MATRÍCULA: 1423222356 1423222357	FOLHA: 9/19
	DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 6 ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING		

## PE-7



PE-7					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0,95	2371	2,89	5,78
b	6	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	24,96
c	2	RET 38 x 0,95	92	0,02	0,04
d	1	IENR 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	8,33
e	2	RET 38 x 0,95	329	0,09	0,18
f	2	[ 92 x 38 x 0,95	489	0,59	1,18
g	6	RET 38 x 0,95	600	0,16	0,96
h	6	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	781	1,08	6,48
i	2	[ 92 x 38 x 0,95	760	0,92	1,84
j	2	RET 38 x 0,95	150	0,04	0,08
				Peso Total	50,06

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	100



## CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCCACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

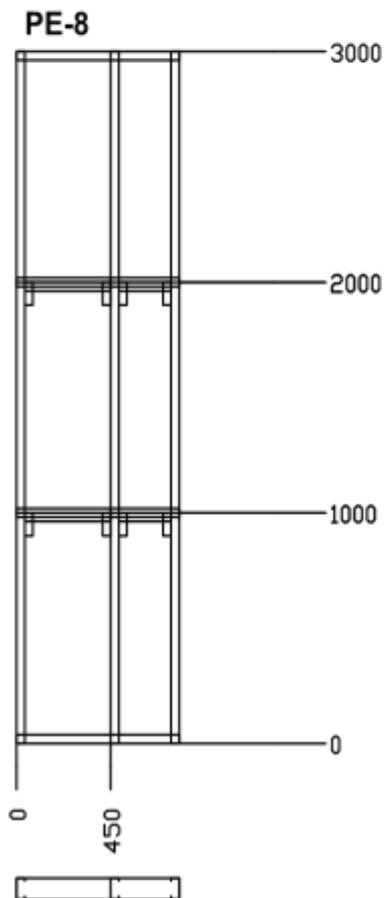
ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 10/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 7  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

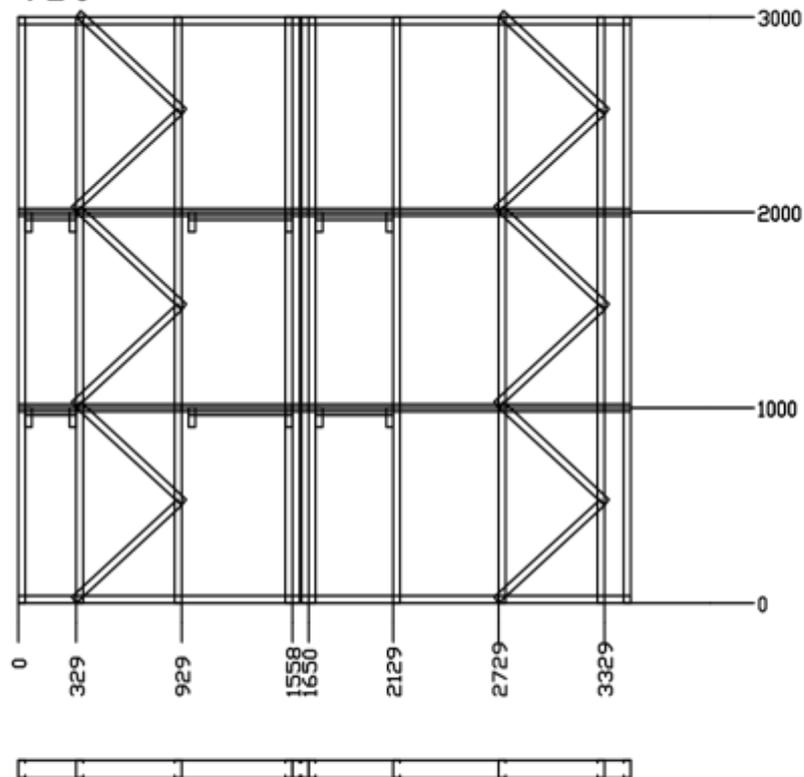


PE-8					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	C 92 x 38 x 0.95	779	0.95	1.9
b	3	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	12.48
c	2	C 92 x 38 x 0.95	610	0.74	1.48
d	2	RET 38 x 0.95	450	0.12	0.24
e	2	C 92 x 38 x 0.95	449	0.54	1.08
f	2	RET 38 x 0.95	329	0.09	0.18
				<b>Peso Total</b>	<b>17.44</b>

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (n°8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4,2 (n°8) x 13 (1/2")	20

	<b>CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC</b>		DATA: 10/05/2019
	DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC	ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO	ESCALA: 1: 50
	CURSO: ENGENHARIA CIVIL	MATRÍCULA: 1423222356 1423222357	FOLHA: 11/19
	DESCRIÇÃO: ELEVAÇÃO DO PE - 8 ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING		

## PE-9



PE-9					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0.95	3479	4.24	8.48
b	7	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	29.12
c	2	RET 38 x 0.95	329	0.09	0.18
d	2	[ 92 x 38 x 0.95	489	0.59	1.18
e	6	RET 38 x 0.95	600	0.16	0.96
f	2	RET 38 x 0.95	629	0.17	0.34
g	12	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	781	1.08	12.96
h	2	[ 92 x 38 x 0.95	789	0.96	1.92
i	2	IENR 90 x 40 x 12 x 0.95 x 0	2998	8.33	16.66
j	2	RET 38 x 0.95	92	0.02	0.04
k	2	RET 38 x 0.95	479	0.13	0.26
l	2	[ 92 x 38 x 0.95	639	0.77	1.54
m	2	RET 38 x 0.95	150	0.04	0.08
				Peso Total	74.05

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4.2 (nº8) x 13 (1/2")	140



## CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

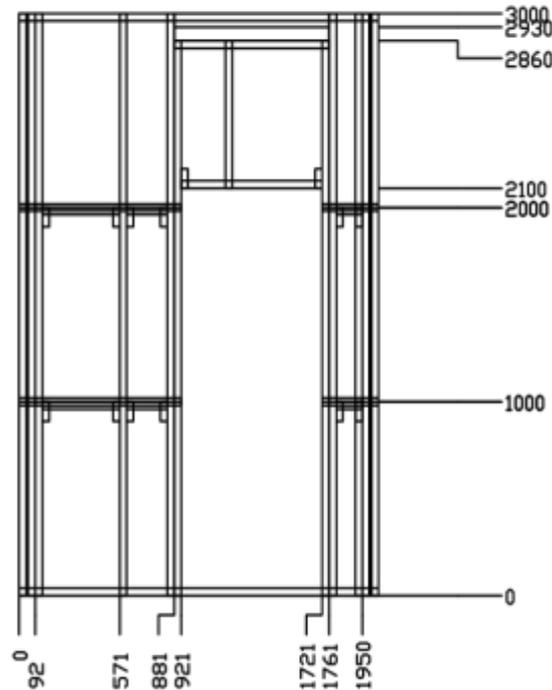
MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 12/19

DESCRIÇÃO:

ELEVAÇÃO DO PE - 9  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PE-10



PE-10					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	C 92 x 38 x 0,95	2042	2,49	4,98
b	5	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	20,8
c	4	RET 38 x 0,95	92	0,02	0,08
d	2	IENR 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	16,66
e	2	RET 38 x 0,95	479	0,13	0,26
f	2	C 92 x 38 x 0,95	639	0,77	1,54
g	1	RET 38 x 0,95	310	0,08	0,08
h	1	RET 38 x 0,95	350	0,09	0,09
i	2	C 92 x 38 x 0,95	430	0,52	1,04
j	1	IENR 140x40x12x0,95x0	880	3,09	3,09
k	1	C 92 x 38 x 0,95	880	1,07	1,07
l	3	RET 38 x 0,95	40	0,01	0,03
m	2	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2860	3,97	7,94
n	1	C 92 x 38 x 1,25	1000	1,59	1,59
o	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	760	1,05	1,05
p	2	RET 38 x 0,95	189	0,05	0,1
q	2	C 92 x 38 x 0,95	349	0,42	0,84
				Peso Total	61,47

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4,2 (nº8) x 13 (1/2")	146



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCCACADÊMICOS ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

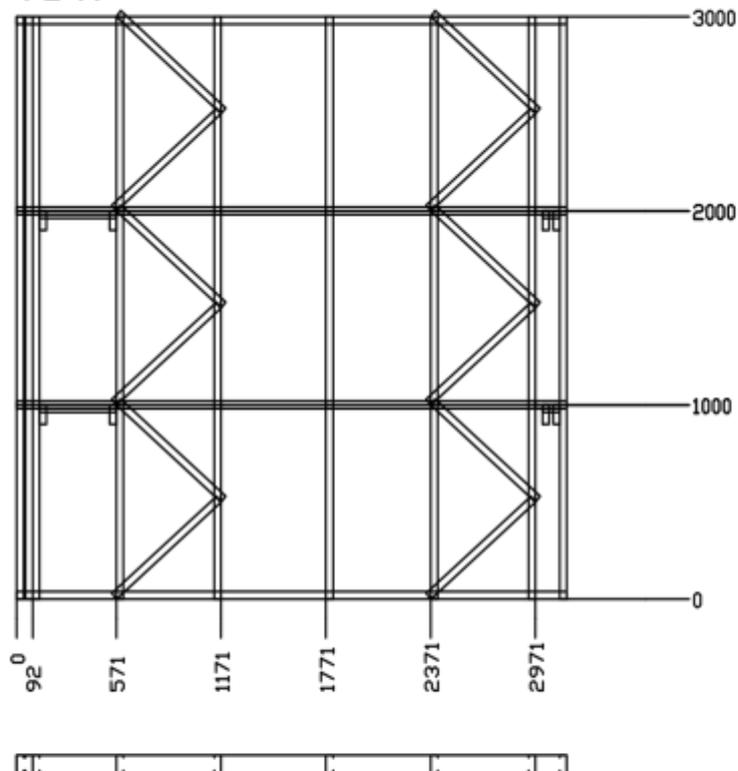
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA 142322356  
142322357

FOLHA: 13/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 10  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PE-11



PE-11					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	C 92 x 38 x 0.95	3150	3.84	7.68
b	7	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	29.12
c	2	RET 38 x 0.95	92	0.02	0.04
d	1	IENR 90 x 40 x 12 x 0.95 x 0	2998	8.33	8.33
e	2	RET 38 x 0.95	479	0.13	0.26
f	2	C 92 x 38 x 0.95	639	0.77	1.54
g	8	RET 38 x 0.95	600	0.16	1.28
h	12	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	781	1.08	12.96
i	2	RET 38 x 0.95	179	0.05	0.1
j	2	C 92 x 38 x 0.95	299	0.36	0.72
				Peso Total	62.33

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	120



## CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO - TCCACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

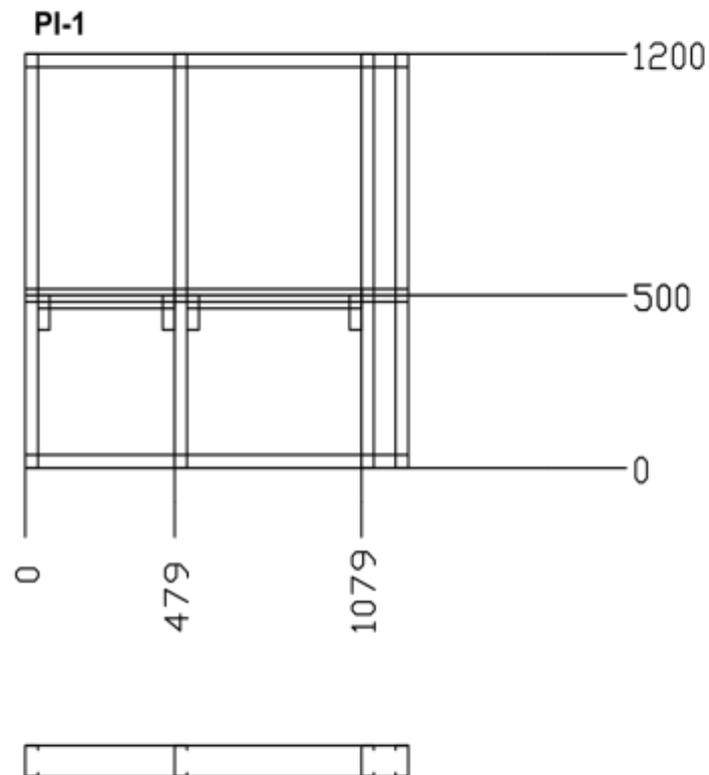
ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 14/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PE - 11  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

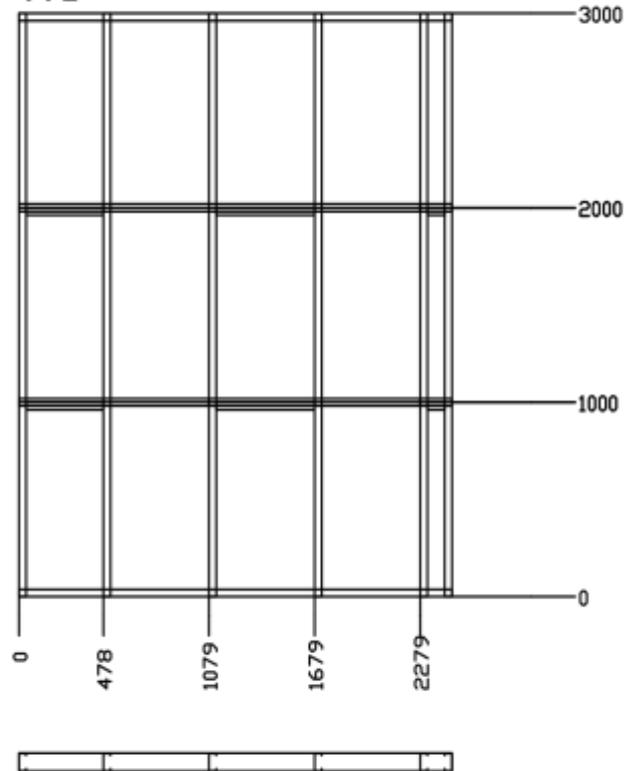


PI-1					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0.95	1229	1.49	2.98
b	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	1198	1.66	6.64
c	1	RET 38 x 0.95	479	0.13	0.13
d	1	[ 92 x 38 x 0.95	639	0.77	0.77
e	1	RET 38 x 0.95	600	0.16	0.16
f	1	[ 92 x 38 x 0.95	760	0.92	0.92
g	1	RET 38 x 0.95	150	0.04	0.04
				<b>Peso Total</b>	<b>11.73</b>

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (nº8) x 13 (1/2")	16
Cabeça Flangeada	4.2 (nº8) x 13 (1/2")	16

	<b>CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC</b>		DATA: 10/05/2019
	DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC	ACADÊMICOS ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO	ESCALA: 1:50
	CURSO: ENGENHARIA CIVIL	MATRÍCULA: 142322356 142322357	FOLHA: 15/19
	DESCRIÇÃO: ELEVAÇÃO DO PI - 1 ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING		

PI-2



Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	C 92 x 38 x 0.95	2458	2.99	5.98
b	6	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	24.96
c	2	RET 38 x 0.95	479	0.13	0.26
d	2	C 92 x 38 x 0.95	439	0.53	1.06
e	1	RET 38 x 0.95	1200	0.33	0.33
f	4	RET 38 x 0.95	600	0.16	0.64
g	2	C 92 x 38 x 0.95	560	0.68	1.36
h	2	RET 38 x 0.95	179	0.05	0.1
i	2	C 92 x 38 x 0.95	99	0.12	0.24
				Peso Total	35.1

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	80



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO – TCCACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

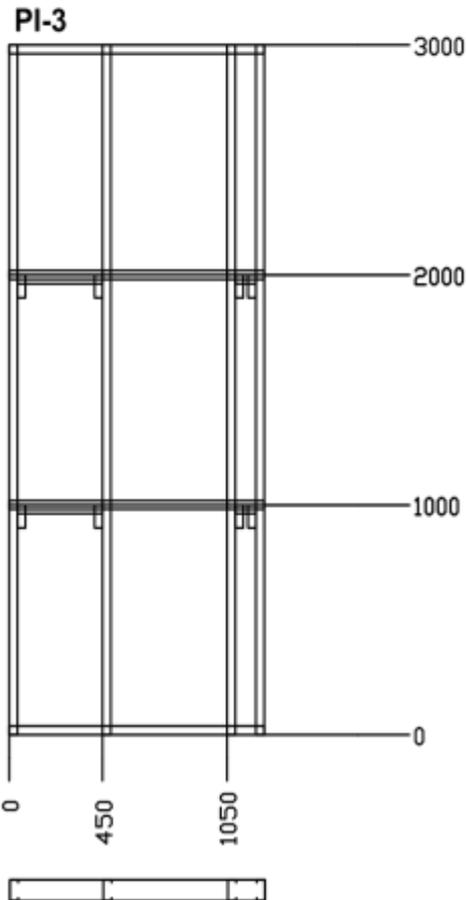
ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 16/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PI - 2  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING



PI-3					
Pos	QTD	Perfil	L (mm)	Unit. (kgf)	Total (kgf)
a	2	[ 92 x 38 x 0.95	1229	1.49	2.98
b	4	UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	2998	4.16	16.64
c	2	RET 38 x 0.95	450	0.12	0.24
d	2	[ 92 x 38 x 0.95	610	0.74	1.48
e	2	RET 38 x 0.95	600	0.16	0.32
f	2	RET 38 x 0.95	179	0.05	0.1
g	2	[ 92 x 38 x 0.95	299	0.36	0.72
				<b>Peso Total</b>	<b>22.6</b>

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	40
Cabeça Flangeada	4.2 (n°8) x 13 (1/2")	40



**CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC**

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

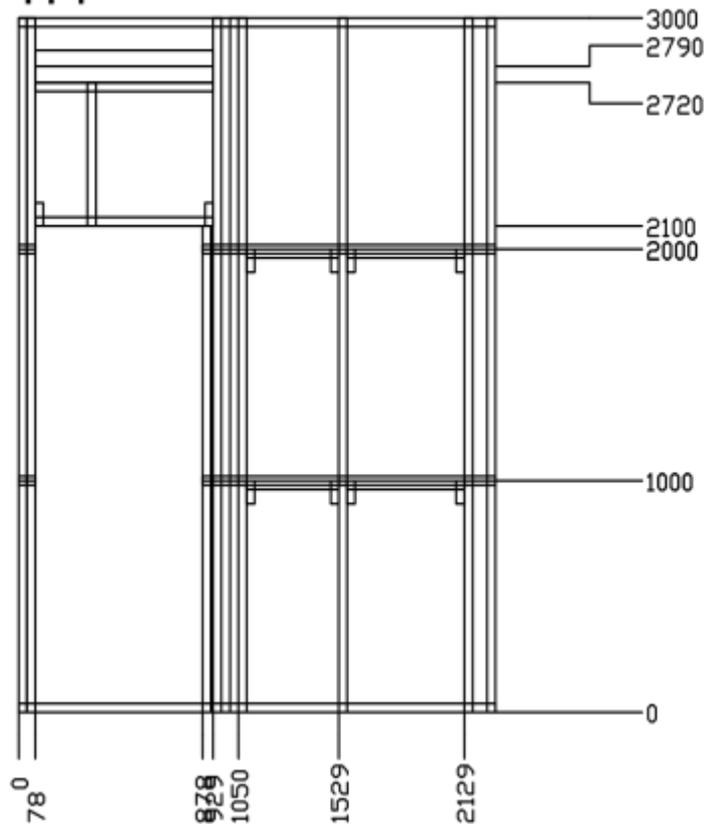
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 17/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PI - 3  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PI-4



Pos	QTD	Perf	L. (cm)	Unit. (kgF)	Total (kgF)
a	2	C 92 x 38 x 0,95	2279	2,78	5,56
b	6	LEMN 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	24,96
c	1	RET 38 x 0,95	79	0,02	0,02
d	1	RET 38 x 0,95	40	0,01	0,01
e	1	RET 38 x 0,95	39	0,01	0,01
f	1	C 92 x 38 x 1,23	1050	1,66	1,66
g	1	LEMN 140x40x12x0,95x0	850	2,99	2,99
h	1	C 92 x 38 x 0,95	850	1,03	1,03
i	1	LEMN 90 x 40 x 12 x 0,95	620	0,86	0,86
j	1	LEMN 90 x 40 x 12 x 0,95	2100	2,91	2,91
k	2	RET 38 x 0,95	50	0,01	0,02
l	2	RET 38 x 0,95	121	0,03	0,06
m	1	LEMN 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	8,33
n	2	RET 38 x 0,95	479	0,13	0,26
o	2	C 92 x 38 x 0,95	639	0,77	1,54
p	2	RET 38 x 0,95	600	0,16	0,32
q	2	C 92 x 38 x 0,95	760	0,92	1,84
r	2	RET 38 x 0,95	150	0,04	0,08
				Peso Total	52,68

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (nº10) x 13 (L/P)	40
Cabeça Fiangeada	4,2 (nº10) x 13 (L/P)	120



CENTRO UNIVERSITÁRIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1: 50

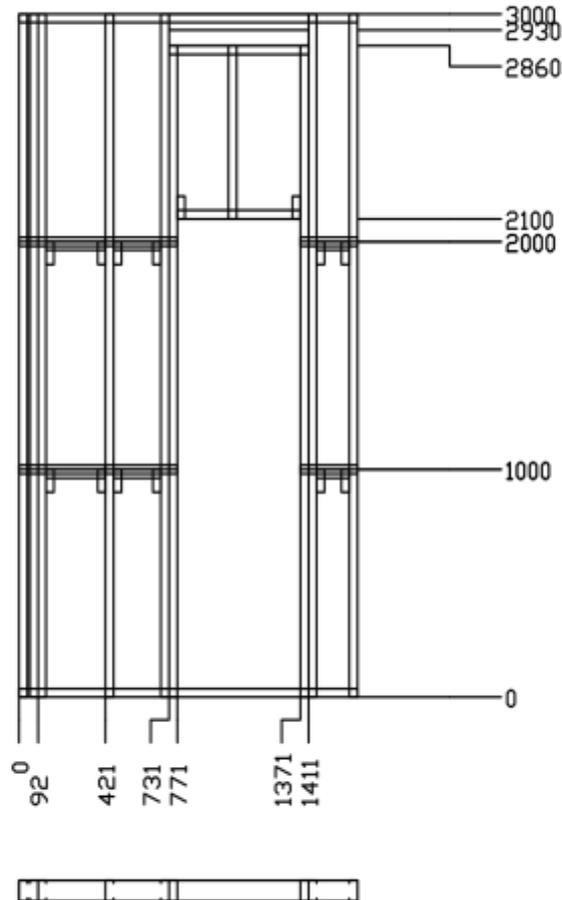
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 1423222356  
1423222357

FOLHA: 18/19

DESCRIÇÃO: ELEVÇÃO DO PI - 4  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING

## PI-5



PI-5					
Pos	QTD	Perfil	L. (mm)	Unid.	Total Qtd
a	2	C 92 x 38 x 0,95	3650	2	4,01
b	5	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2998	4,16	20,8
c	2	RET 38 x 0,95	92	0,02	0,04
d	1	IENR 90 x 40 x 12 x 0,95 x 0	2998	8,33	8,33
e	2	RET 38 x 0,95	329	0,09	0,18
f	2	C 92 x 38 x 0,95	489	0,59	1,18
g	2	RET 38 x 0,95	310	0,08	0,16
h	2	C 92 x 38 x 0,95	438	0,52	1,04
i	4	RET 38 x 0,95	48	0,01	0,04
j	1	IENR 140x40x12x0,95x0	688	2,39	2,39
k	1	C 92 x 38 x 0,95	688	0,82	0,82
l	2	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	2860	3,97	7,94
m	1	C 92 x 38 x 1,25	850	1,27	1,27
n	1	UENR 90 x 40 x 12 x 0,95	760	1,05	1,05
o	2	RET 38 x 0,95	239	0,06	0,12
p	2	C 92 x 38 x 0,95	359	0,43	0,86
				Peso Total	56,43

Lista Parafusos		
Tipo	Dimensões	QTD
Sextavado	4,2 (r#8) x 13 (L/2")	48
Cabeça Flangeada	4,2 (r#8) x 13 (L/2")	126



CENTRO UNIVERSITARIO CESMAC

DATA: 10/05/2019

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

ACADÊMICOS: ANDERSON LUIZ DE LIMA SANTOS  
ANNA CAROLINE SANTOS DE ARAUJO

ESCALA: 1:50

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MATRÍCULA: 142322356  
142322357

FOLHA: 19/19

DESCRIÇÃO: ELEVAÇÃO DO PI - 5  
ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAMING