

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA
FACULDADE UNIGUAÇU
ENGENHARIA CIVIL
PROJETO FINAL DE CURSO II

HELTER WILLIAN GAEDICKE

**ANÁLISE DO MÉTODO CONSTRUTIVO:
STEEL FRAME x ALVENARIA CONVENCIONAL**

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2025

HELTER WILLIAN GAEDICKE

ANÁLISE DO MÉTODO CONSTRUTIVO: STEEL FRAME x ALVENARIA CONVENCIONAL

Projeto de pesquisa apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Projeto Final de Curso II do curso de Engenharia Civil da Faculdade UNIGUAÇU.
Orientador(a): Paulo Fernandes De Souza Junior

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

HELTER WILLIAN GAEDICKE

ANÁLISE DO MÉTODO CONSTRUTIVO: STEEL FRAME x ALVENARIA CONVENCIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil apresentado, sob a orientação do professor Paulo Fernandes De Souza Junior, aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Civil da Faculdade UNIGUAÇU, pela seguinte banca examinadora:

Professor Orientador- Paulo Fernandes De Souza Junior
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Gabriel Matsuda
Faculdade UNIGUAÇU

Professora Me. Jaqueline Orth
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 10 DE NOVEMBRO DE 2025

A folha devidamente assinada está sob guarda da secretaria do curso.

EPIGRAFE

“se observarmos o céu durante a noite, percebemos que a hora mais escura da noite
acontece justamente antes do amanhecer”

Proverbio Árabe.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4 REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1 PANORAMA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL.....	13
4.2 HABITAÇÃO.....	13
4.3 ALVENARIA	14
4.3.1 Tipos de alvenaria.....	15
4.3.2 Fundações em alvenaria	16
4.3.3 Pilares e Vigas	17
4.3.4 Lajes.....	17
4.3.5 Acabamentos	18
4.4 STEEL FRAME	19
4.4.1 Historico	20
4.4.2 Elementos do sistema construtivo.....	22
4.4.3 Etapas construtivas	23
4.4.3.1 Fundação	25
4.4.3.2 Pannel	25
4.4.3.3 Lajes e coberturas	26
4.4.3.4 Isolamento.....	28
4.4.3.5 Fechamentos e acabamentos	28
4.4.3.6 Instalações	32
4.4.3.7 Ligações e montagem	33
5 MATERIAL E MÉTODOS	35
5.1 MODULAÇÃO BASICA	35
5.2 PLANILHA ORÇAMENTARIA	35
5.3 ANÁLISE TECNOLÓGICA	35
5.4 CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO	36
5.5 ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE.....	36

5.6 COMPARATIVO DE MÃO DE OBRA APLICADA	36
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6.1 ANÁLISE ORÇAMENTARIA.....	37
6.2 ANÁLISE TECNOLÓGICA.....	38
6.2.1 Isolamento acustico.....	38
6.2.2 Desempenho termico.....	40
6.3 ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE.....	41
6.3.1 Emissão de dióxido de carbono.....	41
6.3.2 Ciclo de vida Energético	42
6.4 COMPARATIVO DE MÃO DE OBRA APLICADA.....	44
6.5 CRONOGRAMAS FÍSICO-FINANCEIRO.....	45
7 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO-I.....	51
ANEXO-II.....	61
ANEXO-III.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de alvenaria estrutural.....	15
Figura 2 - Exemplo de alvenaria de vedação.....	16
Figura 3 - Exemplo de laje treliçada.....	18
Figura 4- Exemplo de Wood Frame.....	20
Figura 5 - Protótipo Feira de Chicago.....	21
Figura 6 - Exemplo de Travamento horizontal.....	23
Figura 7 - Exemplo de Entrepiso.....	23
Figura 8 - Modelo de Steel frame.....	24
Figura 9 - Modelo de fixador e chumbador Steel Frame.....	25
Figura 10 - Representação painéis Steel Frame.....	26
Figura 11 - Representação Laje Seca.....	27
Figura 12 - Representação de Laje úmida Steel Frame.....	27
Figura 13 - Manta Hidrófuga.....	28
Figura 14- Modelo Chapas de Fibrocimento.....	29
Figura 15- Modelo Chapas de OSB.....	30
Figura 16- Modelo Chapas de Glasroc.....	30
Figura 17- Modelo Chapas de gesso Drywall.....	31
Figura 18 - Modelo montagem parede externa Steel Frame.....	31
Figura 19 - Instalações em Steel Frame.....	32
Figura 20- Dimensões da Furação.....	33
Figura 21- Modelo parafusos.....	33
Figura 22 - Modelo método modular.....	34
Figura 23 - Modelo Método Painéis.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo de Custos.....	37
Quadro 2 - Comparativo cotação preços	38
Quadro 3- Classe de Transmissão de Som Aéreo.....	39
Quadro 4- Índice de redução acústica.....	39
Quadro 5- Desempenho térmico.....	41
Quadro 6- CO ₂ alvenaria.....	42
Quadro 7- CO ₂ steel frame.....	42
Quadro 8- Energia embutida.....	43
Quadro 9- Energia embutida alvenaria convencional.....	43
Quadro 10- Energia embutida Steel Frame.....	43

RESUMO

Com os crescentes avanços tecnológicos na sociedade, há uma pressão sobre a indústria da construção civil para adequação e modernização, diante disto houve a incorporação de novos sistemas construtivos no Brasil, dentre os quais se destacam o Steel frame ou light Steel frame. Este trabalho apresenta uma análise comparativa entre os sistemas construtivos *steel frame* e alvenaria convencional, com foco em aspectos técnicos, econômicos e ambientais. O *steel frame*, composto por perfis de aço galvanizado e fechamentos em placas estruturais, vem ganhando espaço na construção civil brasileira por oferecer maior racionalização, rapidez de execução e redução de resíduos. Em contrapartida, a alvenaria convencional, baseada no uso de blocos cerâmicos ou de concreto, ainda é o método predominante no país, devido à sua tradição, disponibilidade de mão de obra e familiaridade técnica. O estudo compara os dois sistemas considerando critérios como custo, tempo de obra, desempenho térmico e acústico, e sustentabilidade em edificações populares de pequeno porte, trazendo em seus resultados dados que corroboram e afirmam para que o *Steel frame* seja considerado a melhor, e mais viável opção, quando comparado todos os critérios analisados, com à alvenaria de blocos cerâmicos.

Palavras-chave: Steel Frame. Alvenaria convencional. Análise.

ABSTRACT

With increasing technological advancements in society, there is pressure on the construction industry to adapt and modernize. This has led to the incorporation of new construction systems in Brazil, among which steel frame or light steel frame stands out. This work presents a comparative analysis between steel frame and conventional masonry construction systems, focusing on technical, economic, and environmental aspects. Steel frame, composed of galvanized steel profiles and structural panel cladding, has been gaining ground in Brazilian construction due to its greater efficiency, speed of execution, and waste reduction. In contrast, conventional masonry, based on the use of ceramic or concrete blocks, is still the predominant method in the country due to its tradition, availability of labor, and technical familiarity. The study compares the two systems considering criteria such as cost, construction time, thermal and acoustic performance, and sustainability in small-scale social housing, presenting data that corroborate and affirm that steel frame is considered the best and most viable option when comparing all the analyzed criteria with ceramic block masonry.

Keywords: Steel Frame. Conventional masonry. Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Para Mohamed (2021), no Brasil e no mundo, a alvenaria permaneceu ao longo das últimas décadas e até os dias de hoje, como o sistema construtivo mais utilizado, mesmo após uma baixa no início do século XXI, e não se adaptando completamente as exigências tecnológicas.

Conforme Nascimento (2004), a alvenaria é um método construtivo, executado de forma manual, composto predominantemente por blocos cerâmicos ou de concreto, argamassa e concreto armado, tem a sua grande popularidade relacionada à percepção de sua maior durabilidade.

No setor de construção brasileiro, segundo Gomes (2013), é prevalente a adoção de métodos convencionais, como a alvenaria, em vez de incorporar tecnologias mais avançadas, o que acaba gerando improvisações nas obras, e resultando em uma menor eficiência no aproveitamento dos recursos.

Com o crescimento da tecnologia na sociedade, a pressão em incluir inovações tecnológicas na construção civil aumenta a cada dia, porém é importante que mesmo com agilidade, mantenha-se a qualidade. Moura (2011) retrata que para atingir esses objetivos, é fundamental adotar três pilares: transformação, fluxo e valor. Esses pilares são essenciais para modernizar os processos, aumentar a produtividade, e reduzir ou eliminar os desperdícios.

A melhoria dos processos construtivos, aliada à industrialização dos sistemas de construção, desempenha um papel crucial na requalificação da indústria da construção civil (MOURA, 2011).

Segundo Carminatti *et al.*, (2013) essa realidade levou os construtores a reconhecerem a adoção de novas tecnologias como fundamental para que as empresas se mantivessem competitivas no mercado. Os investimentos voltados para a modernização dos métodos de produção, resultaram na crescente industrialização dos canteiros de obras, destacando a constante introdução de novos materiais, ferramentas, processos construtivos e soluções logísticas, todos voltados para o aprimoramento da construção civil como um todo.

O objetivo foi avaliar um sistema construtivo, que surgiu nas últimas décadas no país, mas que já existe há muitas décadas no mundo a fora, que é o *Steel Frame*, com a alvenaria convencional, para utilização em habitações de pequeno porte.

2 JUSTIFICATIVA

Estudos mostram que, sistemas construtivos desenvolvidos a partir de alvenaria convencional tendem a ser artesanais, conseqüentemente retardam o andamento da produção pois demandam maior tempo para serem desenvolvidos e são determinantes para o desperdício de matéria prima, haja vista que, todas as etapas de sua construção são realizadas no local da obra (HASS *et al.*, 2011).

Quando se compara o *Steel frame* com sistemas convencionais, é possível destacar o baixo desperdício, uma melhor utilização dos materiais, uma estrutura mais leve, com maior precisão e alta resistência (VIVAN *et al.*, 2010).

Além disso, utiliza materiais de fácil reciclagem, o que torna a estrutura ideal para aplicação, pois, além de gerar uma baixa porcentagem de desperdício, o material excedente pode ser reciclado, evitando que seja descartado no meio ambiente, também se observa um processo industrial mais eficiente em comparação com as construções convencionais, pois todo o material chega pronto para montagem das fábricas, permitindo melhor aproveitamento dos recursos (BICHINSKI, 2017).

A utilização de novos métodos construtivos surge como opção de substituição da alvenaria convencional, dentre estes o *Steel frame*, vem como uma forma de industrializar o processo construtivo, gerando menor desperdícios e resíduos, além de uma construção que pode ocorrer em menor tempo e com maior qualidade. Sendo talvez a resposta para a busca do método construtivo ideal para edificações populares.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade econômica do sistema construtivo *Steel frame* em relação a alvenaria convencional considerando sua aplicabilidade em habitações de pequeno porte, para classe média e de baixa renda.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a alvenaria convencional e o Steel frame.
- Avaliar se as tecnologias empregadas na construção do Steel Frame apresentam vantagens sobre outros tipos de construções.
- Avaliar às características: tempo de construção, custo dos insumos, mão de obra e características gerais.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 PANORAMA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A construção civil é uma das principais responsáveis pelo crescimento da economia do país. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2022, o Brasil possuía mais de 170 mil empresas ativas, movimentando mais de 400 bilhões de reais em obras e serviços, mesmo diante dos desafios econômicos impostos pós pandemia.

Segundo o ministério da Economia, a construção civil é um dos pilares, para a geração de empregos formais no Brasil, de janeiro a outubro de 2023 esse mercado gerou aproximadamente 14,23% dos empregos novos nesse período, isso representa mais de 222 mil vagas.

Os principais desafios e obstáculos da indústria da construção civil segundo o jornal Estado de São Paulo (2024), são as imprevisibilidades de custo, falta de insumos, atrasos de fornecedores e escassez de mão de obra.

A ABRAINC (Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias), coloca a imprevisibilidade de custos, relativos à mão de obra e insumos, como o principal obstáculo das incorporadoras do Brasil.

Em um setor de tanta importância para o Brasil como um todo é, necessário e intuitivo o surgimento de novos sistemas construtivos.

O Steel frame é um sistema construtivo altamente racional, que introduz no mercado um conceito de utilização de estruturas formada por perfis de aço galvanizado de pequena espessura, frisadas a frio, para construção de edificações. Este processo é cercado por elevados níveis de eficiência, rapidez na execução e baixos índices de desperdício já que as estruturas de aço substituem as convencionais que são feitas à base de alvenaria (CRASTO, 2012).

4.2 HABITAÇÃO

O ato de habitar-se, segundo Janczura (2011) é uma das primeiras necessidades primitivas do ser humano, espaços naturais, cavernas e árvores foram as primeiras formas de habitação conhecidas pelo homem. Tais habitações serviam

para proteger o ser humano das intempéries e de intrusos que pudessem vir a prejudicá-lo.

Com a evolução dos humanos e a passagem a viver em grupo, houve o surgimento da agricultura e da domesticação dos animais, fazendo com que se fixassem em locais, surgindo assim as primeiras vilas, e posteriormente, com os avanços dos tempos as cidades e centros urbanos. Mesmo com o passar do tempo as habitações continuaram com o intuito de abrigo, mas ganharam também, de acordo com Abiko (1995), uma segunda denominação, sendo esta, os locais ocupados pelos residentes nos períodos entre jornadas de trabalho.

O autor acima, também cita que para que as habitações cumpram suas funções mais básicas não basta que elas se consistam de um espaço confortável, seguro e salubre, é necessário que também que esteja instalada de forma correta ao seu entorno, ao ambiente que a cerca.

Segundo Leite (2022), o termo 'habitação' podendo ser entendido como a ação de habitar ou como um bem, uma estrutura física utilizada como moradia, com características simples ou complexas, podendo considerar ou não o seu entorno.

4.3 ALVENARIA

Conforme retrata Nascimento (2004), a alvenaria é o principal sistema construtivo do Brasil, composta predominantemente por blocos cerâmicos ou de concreto, argamassa e concreto armado. É um sistema que tem como principal finalidade a separação de ambientes, promovendo segurança, conforto e habitabilidade, podendo por exemplo realizar a separação do ambiente interno do externo, bem como a separação dos cômodos da habitação.

Para Hass *et al.* (2011), a alvenaria deve cumprir uma série de propriedades dentre as quais se destacam a resistência à umidade e a movimentos térmicos, resistência à pressão e ao vento, isolamento térmico e acústico, resistência à água pluvial(chuva), base para revestimentos, divisão de ambientes.

De acordo com Nascimento (2004), a alvenaria é um método de construção que depende totalmente de processos manuais. Cada etapa da obra é realizada diretamente no local, o que torna o processo mais demorado. Além disso, muitas vezes, a mão de obra não é especializada, o que pode gerar desperdício de material devido a cortes imprecisos ou a necessidade de retrabalho. Como por exemplo a falta

de um planejamento adequado para a instalação de sistemas hidráulicos e elétricos também contribui para o desperdício, pois a abertura de fendas em paredes, pisos ou forros resulta em material perdido.

Segundo Stachera e Casagrande (2006), um dos grandes problemas da alvenaria são os resíduos que se acumulam durante a obra, resultado de um desperdício que é inevitável em um processo praticamente manual, sendo um grande impacto ambiental na construção. Além de ser um sistema que utiliza uma grande quantidade de água em sua construção.

Em sistemas industrializados, como o "*Steel Frame*", o processo é mais ágil, pois os módulos chegam semiprontos, exigindo apenas montagem e acabamento, algo que não ocorre com a alvenaria (GOMEZ, 2023).

4.3.1 Tipos de alvenaria

Nascimento (2004), divide a alvenaria em dois tipos principais: Alvenaria estrutural e de vedação.

A alvenaria estrutural como mostra a Figura 1, é destinada a absorver as cargas das lajes e sobrecarga. Para o seu dimensionamento é necessária a consulta da NBR 10837 (Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto) e NBR 8798 (Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto).

Figura 1 – Exemplo de alvenaria estrutural.



Fonte: ALTO QI, (2017).

Já a alvenaria de vedação, como mostra a Figura 2, é determinada a partir das montagens de elementos com o propósito de separar ambientes. É designada vedação por apenas funcionar para o fechamento de áreas entre as vigas e pilares da estrutura (NASCIMENTO, 2004).

Figura 2 – Exemplo de alvenaria de vedação



Fonte: Mapa da obra, (2024).

4.3.2 Fundações em alvenaria

Segundo Souza (2019), as Fundações contemplam as cargas aplicadas pela obra, e como o solo responde a esse esforço. Os solos são muito distintos entre si, por isso toda a experiência transmitida entre os construtores sempre se relaciona aos tipos de solos existentes.

Para Falconi, Niyama e Orlando (2019), são três os critérios para escolha das fundações:

- a) o Técnico, garante a segurança à ruptura e aos recalques da estrutura, além de evitando danos à edificação. Esse critério já restringe certos tipos de fundações.
- b) Critérios econômico e de mercado, esses Levam em consideração fatores como preço, disponibilidade de mão de obras e equipamentos.

- c) Assim, a escolha do tipo de fundação depende de fatores como grandeza e magnitude das cargas, das características da obra e da natureza do subsolo e das condições das edificações vizinhas.

Texeira e Godoy (2019), separam as fundações em dois tipos as rasas e profundas:

Rasas ou diretas são assim denominadas por se apoiarem sobre o solo a uma pequena profundidade, em relação ao solo circundante, são exemplos estruturais os blocos, sapatas de fundações.

Profundas como o nome já diz, são elementos estruturais que transmitem a carga da construção para camadas mais profundas do solo, são exemplos os vários tipos de estacas, tubulões e caixões.

4.3.3 Pilares e vigas

Vigas são elementos estruturais que suportam o peso das lajes e distribuem as cargas para pilares e paredes, esses elementos transmitem as cargas horizontais e verticais para os pontos de apoio, garantindo a estabilidade e a resistência da estrutura, resistindo a esforços de tração e compressão. Podem ser de dimensões variáveis, de acordo com a carga solicitada, bem como de materiais variáveis, de acordo com a estrutura e estética da obra. (BARROS E HACHIC, 2019).

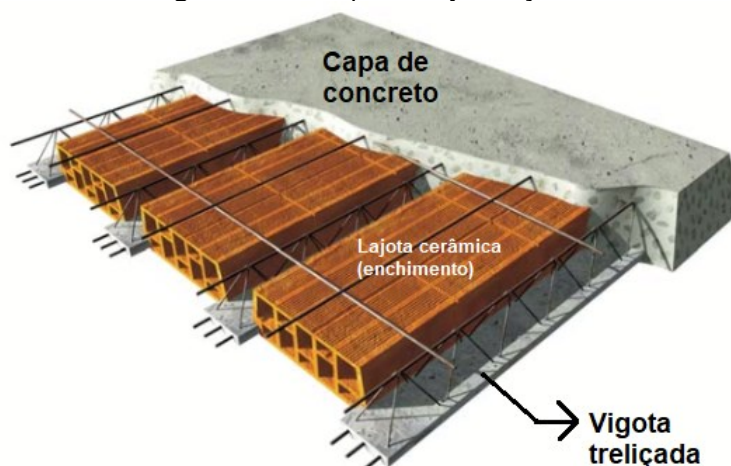
Pilares são elementos verticais que suportam o peso das vigas e transmitem as cargas para as fundações, garantindo a estabilidade e a resistência da estrutura. Podendo variar a sua altura e espessura de acordo com o seu projeto (BARROS E HACHIC, 2019).

4.3.4 Lajes

Bastos (2015), classifica as lajes como elementos bidimensionais, por terem duas dimensões, o comprimento e a largura, da mesma ordem de grandeza e muito maiores que a terceira dimensão, a espessura. Recebem a maior parte das ações aplicadas numa construção, normalmente de pessoas, móveis, pisos, paredes, e os mais variados tipos de carga que podem existir em função da finalidade arquitetônica do espaço que a laje faz parte.

As lajes podem ser classificadas quanto vários critérios como à forma geométrica, dos tipos de vínculos nos apoios, quanto à direção, entre outros. As formas geométricas podem ter as mais variadas formas possíveis, porém, a forma retangular é a mais comum. Os principais tipos de lajes são: maciça, nervurada, treliçada (figura 3), alveolar e pré-fabricada (ALMEIDA, 2022).

Figura 3 – Exemplo de laje treliçada.



Fonte: ALTO QI, (2024).

4.3.5 Acabamentos

Rodrigues (2006), classifica a argamassa de revestimento que é uma mistura de cimento, areia e aditivos, como a primeira parte do acabamento da alvenaria. Ele retrata que além de sua função de barreira da água chuva, ela serve como a base para os acabamentos que vem a seguir como, lajotas, pisos e pintura.

Desde a antiguidade o homem passou a usar acabamentos, sejam eles a base de pintura, argilas coloridas, madeiras e cerâmicas. Pelo menos desde o início do quarto milênio A.C., os Egípcios, já usavam revestimento de composição conhecida, recoberto de um verniz azul, e os Assírios já obtinham cerâmicos vidrados (UNGERICH, 2002).

Existem os mais diversos tipos de acabamentos para os mais diversos gostos, desde os mais diferentes tipos de pinturas, lajotas e porcelanatos, madeira, pedras sintéticas e naturais, plástico, PVC, e as mais diferentes texturas, lisos, foscos e acetinados (MOURA, 2011).

4.4 STEEL FRAME

O *Steel Frame* ou *Light Steel Frame* (LSF), é uma definição que vem do inglês *Steel*, aço, e *frame*, que significa moldura, estrutura ou esqueleto. Conforme Holanda (2023), o método construtivo, pode ser definido como um processo pelo qual um “esqueleto” estrutural em aço, é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, estes passam a funcionar como um conjunto resistente às cargas solicitadas na edificação e dão forma a mesma.

Segundo O’Reilly (2021), o Steel Frame, não pode ser resumido apenas a sua estrutura, ele é composto de vários componentes como fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA), este sistema construtivo é aberto, e permite a utilização de diversos materiais. Sendo flexível, não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizando e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas.

É customizável permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto, além de ser durável e reciclável. Esse sistema construtivo é considerado à seco, pela minimização da utilização da água, sendo usada somente para a fundação e o assentamento cerâmico, conforme retrata (GOMEZ, 2023).

Ressaltando que construção a seco é toda aquela na qual não existe a presença de água e argamassas, no caso das construções LSF só existe a presença dos perfis de aço galvanizado e das placas de vedação que normalmente tendem a ser placas cimentícias ou de gesso (PINHEIRO, 2023).

Ele é muito confundido ou associado ao sistema “*DryWall*”, sendo o LSF um sistema estrutural formado em aço, e o outro um sistema de vedação que utiliza guias e montantes de aço mais fino, com finalidade de separação de ambientes.

O sistema construtivo Steel Frame, foi normatizado no Brasil através da NBR 16970:2022, a qual é dividida em três partes:

16970-1 Desempenho: Essa parte se destina ao uso do sistema construtivo para estruturas de edificações residenciais ou não de até dois pavimentos. Nele se destaca que o sistema deve ser projetado para ter uma durabilidade das paredes externas de no mínimo 50 anos e as internas de 20 anos.

16970-2 Projeto estrutural: Nela estabelece os requisitos mínimos para projeto e dimensionamento da estrutura que consiste no Steel frame.

16970-3 Interface entre sistemas: Estabelece normas e diretrizes, para interfaces como paredes e pisos, externos e internos, e instalações.

4.4.1 Histórico

O *Steel frame* é uma evolução do *Wood Frame* (Figura 04), sistema construtivo autoportante em madeira muito utilizado na América do Norte e países do norte europeu. Esses sistemas consistem em montantes de madeiras e placas finas, surgiu por meados da metade do século XIX, com o grande aumento das cidades, a rapidez desse sistema foi primordial para o desenvolvimento dos Estados Unidos (DINU et al., 2016).

Figura 4 – Exemplo de Wood frame.



Fonte: Decorlit, (2023).

A construção em madeira é muito difundida nestes países, principalmente nos Estados Unidos da América (EUA), mas no início do século XX, houve um grande Movimento de represália a este tipo construtivo, principalmente em relação a combustão da madeira, após acontecimentos como o grande incêndio de Chicago (1870) e o incêndio após o terremoto em São Francisco (1906), conforme retrata Ogden (2008). Mas foi somente na feira mundial de Chicago em 1933 que foi lançado o primeiro protótipo de *Steel frame* (Figura 5).

Figura 5 – Protótipo feira de Chicago



Fonte: Araucária perfis, (2024).

Com o fim da segunda guerra mundial, o aço era um material abundante e as empresas metalúrgicas haviam obtido grande experiência na utilização do metal devido ao esforço da guerra, esse material deveria se ter uma utilização, foi aí que houve um aumento nas construções em aço (LAWSON; OGDEN, 2008).

Primeiro o aço foi utilizado em divisórias em edifícios com estruturas de ferro, o aço que é mais leve usado nessas divisórias passou a substituir a estrutura inteira das moradias (LAWSON; OGDEN, 2008).

O Japão foi um dos países que teve as primeiras construções em LSF no mundo, logo após a segunda guerra mundial, foi necessária a reconstrução de 4 milhões de moradias destruídas devido à guerra. Como anteriormente as casas eram construídas em madeiras acabavam agravando os incêndios que se alastravam durante os ataques. Segundo Lawson e Ogden (2008), o governo Nipônico restringiu o uso de madeira nas construções a fim de proteger os recursos florestais, assim como evitar construções inflamáveis. Devido a isso, o Japão possui um mercado e uma indústria siderúrgica bastante desenvolvida em perfis de aço leve.

O grande estouro das construções em aço nos Estados Unidos ocorreu na década de noventa após dois grandes desastres o furacão Andrew (1992) e o terremoto de *Northright* (1994), aonde as casas de *Wood frame* não resistiram e as grandes companhias de seguro incentivaram as construções em *Steel Frame* que tinham maior resistência. Porém, esse método só chegou ao Brasil no fim da década de 90, entretanto mesmo tendo chego há pouco tempo a indústria consegue suprir toda a demanda de material (GOMEZ, 2023).

4.4.2 Elementos do sistema construtivo

Os módulos no *Steel frame* são, de modo geral, dimensionados para que a cada sessenta centímetros ou menos, na horizontal, tenha um montante, isso ocorre pelo fato de que as placas de vedação que, em geral, tem cento e vinte centímetro de largura, sejam ancoradas ao menos em três pontos verticalmente. (CRASTO, 2012)

Cada módulo do sistema de *Steel Frame* é composto basicamente por oito peças de aço galvanizado, que são interligadas para que se consiga manter estável e não ocorra nenhum problema na sua estrutura (RODRIGUES; CALDAS, 2016). Uma edificação é composta por vários módulos, dependendo do seu tamanho e modelo arquitetônico.

Guias: perfis U em aço galvanizado utilizados como base e topo das paredes, para o travamento das mesmas.

Fitas: elementos de aço galvanizado, que devem possuir espessura mínima de 0,8 mm e largura de 38 mm, podendo ter duas funções, para travamento das vigas e evitar a flambagem quando utilizado em conjunto com os bloqueadores, e quando utilizado na diagonal tem a função de contraventamento.

Bloqueadores: Perfil U de aço galvanizado, utilizado para estabilizar as vigas e montantes, utilizadas a meia parede nas quais possuem altura de 2,50m e no primeiro 1/3 e no segundo 1/3 em paredes de 2,75e 3,00m.

Montantes: São estruturas compostas por perfis U ou Ue em aço galvanizado, sendo os montantes internos dimensionados apenas a compressão, já os montantes externos têm que ser dimensionados flexão composta.

Ombreiras: É um perfil U utilizado apenas como apoio de vergas.

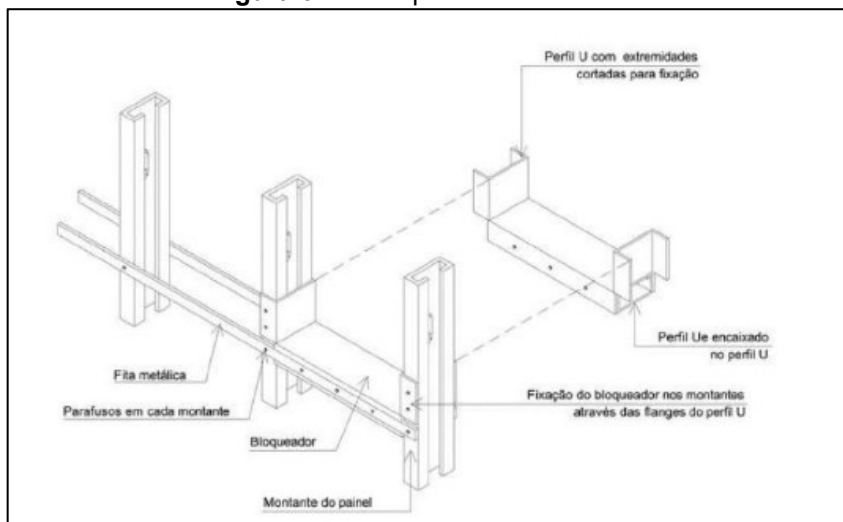
Perfil de alma: Esse elemento possui função de apoio das vigas.

A viga: composta por perfil U ou Ue, é disposta na horizontal. Em alguns casos, é necessário o uso de bloqueadores para garantir a estabilidade necessária. Quanto ao seu dimensionamento, é importante que seja calculada levando em consideração o momento fletor e a força cortante, para que seja possível selecionar o perfil em aço galvanizado adequado.

Vergas: são estruturas posicionadas sobre as aberturas nos painéis, como portas e janelas. São formadas pela união de dois perfis Ue, configurando um perfil I invertido. A junção das peças é feita com parafusos auto-atarraxantes, com espaçamento inferior a 60 cm e, no mínimo, dois parafusos por verga.

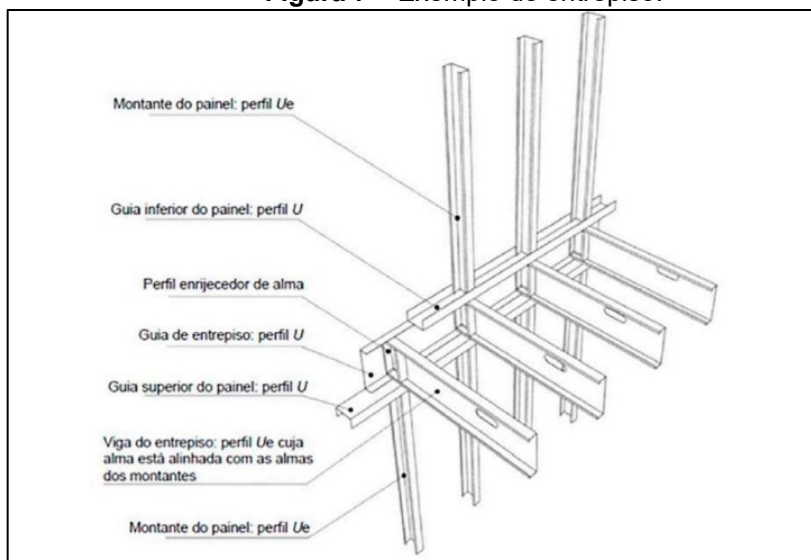
As figuras 6 e 7 são exemplos de estruturas de *Steel frame*, que representam genericamente, a alocação das peças citadas anteriormente.

Figura 6 – Exemplo de travamento horizontal



Fonte: NBR 16970-Light Steel Framing, (2022).

Figura 7 – Exemplo de entrepiso.



Fonte: NBR 16970-Light Steel Framing, (2022).

4.4.3 Etapas construtivas

Segundo O'Reilly (2021), há uma grande diferença de peso entre uma estrutura em *Steel Frame* e uma em alvenaria comum, a construção em aço não utiliza o conceito viga-pilar, que concentram a estrutura em poucos elementos, todas as

paredes externas são consideradas como parte integrante da estrutura, por onde se divide todo o peso das lajes e pavimentos superiores.

Figura 8 – Modelo de Steel Frame.



Fonte: Espaço smart, (2025).

John (2017) diz que a casa inteira pode ser comparada a uma enorme caixa metálica reforçada por revestimento de “*Oriented Strand Board*” (OSB) como no modelo mostrado na figura 8, sigla que vem do inglês e significa Painel de Tiras de Madeira Orientadas. Trata-se de um produto de grande resistência mecânica, versatilidade e qualidade absolutamente uniforme, que por suas características é tratado como um painel estrutural.

Complementando, John (2017) diz que todos os elementos metálicos e não-metálicos da estrutura são interligados através de parafusos de aço galvanizado, perfurantes e roscantes.

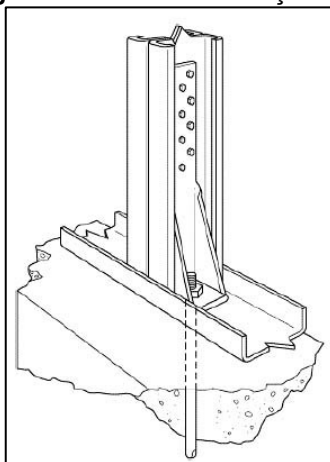
Além disso, o sistema LSF necessita de uma fundação para transferir as cargas da estrutura para o solo, assim como qualquer outro método construtivo, geralmente é composta por uma sapata corrida ou radier. A estrutura é formada por perfis de aço galvanizado do tipo U ou Ue, com espaçamento de 400 mm ou 600 mm. (CAMARGO, 2021).

4.4.3.1 Fundação

O Sistema Steel frame quase sempre é montado sobre uma fundação do tipo radier, mas é o projeto do cálculo estrutural que define o tipo de fundação, executada sobre isolamento contra água e umidade, e com as alimentações elétricas e hidráulicas já instaladas (John,2017)

Após a fabricação dos painéis de aço, os mesmos são fixados à fundação através de chumbadores modelo Parábolt, os mesmos utilizados podem variar de altura, diâmetro e espaçamento de fixação, dependendo de fatores como a carga do vento, altura da parede e modelo arquitetônico da edificação, sendo definidos conforme projeto estrutural, a figura 9 é uma representação do modelo de fixação para fundações em radier.

Figura 9 – Modelo de fixação *Steel Frame*



Fonte: NBR 16970-Light Steel Framing, (2022).

4.4.3.2 Paineis

O princípio estrutural dos painéis consiste em distribuir as cargas por um número maior de elementos, sendo que cada um é projetado para suportar uma pequena parte da carga total. Isso viabiliza o uso de perfis fabricados a partir de chapas finas de aço (PINHEIRO, 2023).

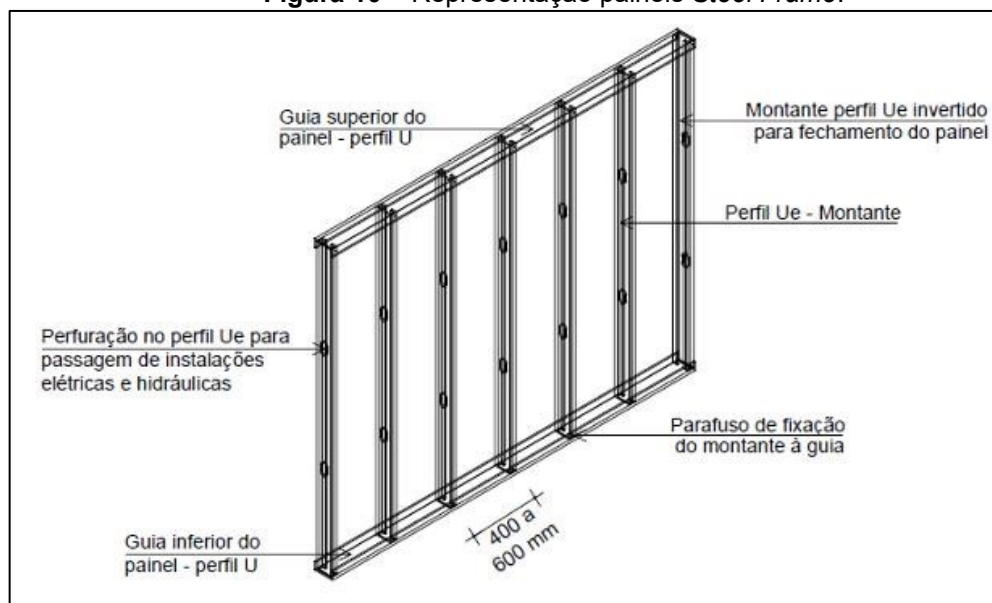
A modulação ou a rede de distribuição desses perfis geralmente ocorre em espaçamentos de 40 a 60 cm, o que facilita o controle do uso e a redução de desperdício dos materiais industrializados complementares (CAMARGO, 2021).

Os elementos estruturais mais utilizados para garantir a estabilidade estrutural dos painéis e, consecutivamente da edificação do sistema, são os contraventamentos e as placas de fechamento estruturais (KOMARA; WAHYUNI; SUPROBO, 2017).

Os painéis são, geralmente, executados anteriormente em fábricas o que garante uma melhor produtividade, qualidade e melhores condições de trabalho. Porém, o sistema oferece a possibilidade de execução destes painéis junto ao canteiro de obras, não sendo esta, no entanto, a condição ideal de trabalho, devido a possibilidade de imprecisão e necessidade de equipamentos específicos (GOGGINS,2020).

A figura 10 é um modelo de representação de um painel em *steel frame*.

Figura 10 – Representação painéis *Steel Frame*.



Fonte: Steel Framing: Arquitetura, (2012).

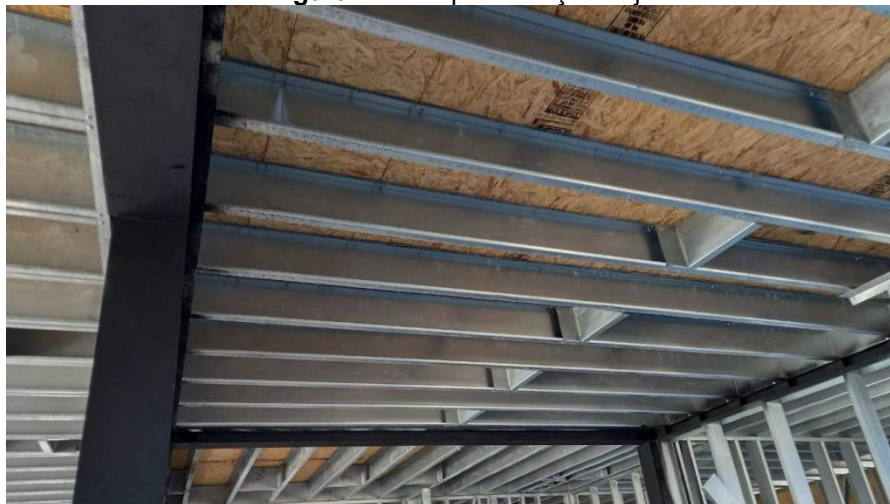
4.4.3.3 Lajes e coberturas

Assim como o sistema dos painéis, o sistema estrutural do *steel frame* que consiste em dividir as cargas entre os perfis metálicos, também é utilizado para os elementos que suportam as lajes e coberturas, por isso a estrutura funciona como uma caixa (PINHEIRO, 2023).

Segundo Dinu *et al.*, (2016), seus elementos trabalham bi apoiados e deverão, sempre que possível, transferir as cargas sem elementos de transição, até as fundações.

As lajes para esse sistema podem ser divididas em dois tipos secas e úmidas. As secas como exemplo na figura 11, podem ser compostas por painéis de madeira (OSB ou outros) ou placas cimentícias, apoiadas sobre perfis metálicos estruturais.

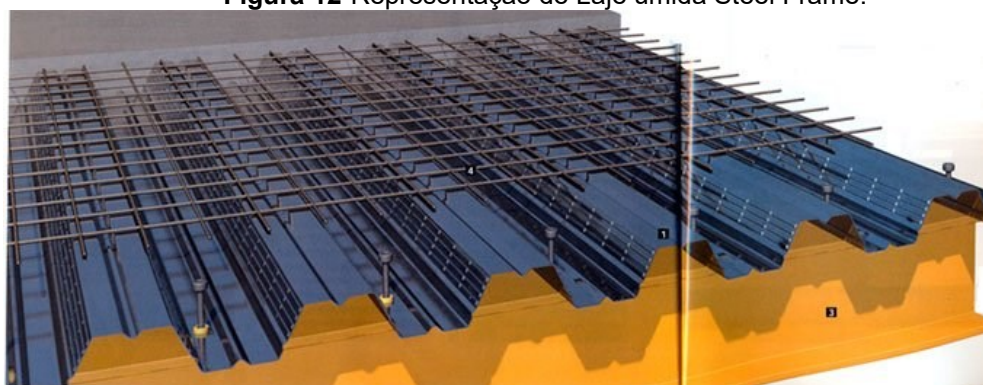
Figura 11 – Representação Laje Seca.



Fonte: Espaço Smart, (2024).

As “úmidas” ou também chamadas de *Steel Deck*, como representação na figura 12, são compostas por formas de aço (telhas galvanizadas) preenchidas com concreto e tela eletro soldada (GOGGINS, 2020).

Figura 12-Representação de Laje úmida Steel Frame.



Fonte: Metálica, (2021).

Para as coberturas comumente é usado a estrutura em aço, mas nada impede de utilizar o sistema em madeira convencional como nos outros métodos construtivos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

4.4.3.4 Isolamento

Para isolamento da estrutura as placas OSB ou Cimentícias já funcionam como material de isolamento contra o vento, a seguir sendo revestida em locais que podem ser afetados por água, por mantas hidrófugas como no modelo da figura 13, feitas a partir de polipropileno, sendo utilizadas em paredes externas e telhados (MEDEIROS *et al.*, 2014).

Figura 13-Manta Hidrófugas.



Fonte: Espaço Smart, (2023).

Já o isolamento acústico e térmico ocorre através de mantas que tem essa função retardadora e isoladora como por exemplo mantas de Lã de rocha, Lã de vidro, e lã de Pet, e mantas rígidas de EPS e XPS, essas quais são acondicionadas entre as chapas de fechamento, fazendo a ocupação do espaço vazio, entre as chapas (MEDEIROS *et al.*, 2014).

4.4.3.5 Fechamentos e Acabamentos

Segundo Delazeri (2018) para o fechamento interno é comumente utilizado chapas de gesso *Drywall*, para fechamento, sendo utilizado variados tipos dependendo da utilização necessária.

Delazeri (2018), salienta que as placas de gesso podem receber revestimentos tradicionais, como cerâmica, pintura, textura, entre outros comumente utilizados na construção civil convencional. O revestimento externo também pode ser finalizado

com materiais de acabamento usuais, como pastilhas, pedras (como mármore ou granito) ou até mesmo reboco e pintura. Atualmente, no Brasil, já existem revestimentos desenvolvidos especificamente para o sistema *Light Steel Framing*, como o material Vinílico, composto por PVC, que é fácil de instalar e não necessita de manutenção, além da Placa Cimentícia, que é aplicada diretamente sobre a estrutura e depois pintada, oferecendo excelente desempenho.

A Norma NBR 16970-1 retrata os detalhes dos tipos de placas de fechamento que devem ser utilizados no *steel frame*.

Para áreas externas recomenda-se utilizar:

Chapas de fibrocimento: As quais devem ser livres de amianto, seguir os requisitos da NBR 15498:2021, serem impermeáveis, serem classificadas com categoria A ou B, podendo resistir a até 18MPa (Figura 14).

Figura 14- Modelo Chapas de Fibrocimento



Fonte: Eternit, (2025).

Chapas OSB (Oriented Standard Board): As chapas de OSB (figura 15) deveram ter uma umidade entre 2ª 12%, ter tratamento a ataque de insetos como cupins, assim como ter tratamento para mofo e bolor.

Figura 15- Modelo Chapas de OSB



Fonte: Leroy Merlin, (2025).

Chapas de Gesso Glasroc: essas placas de Gesso que possui aditivos em sua composição como o poliéster e a fibra de vidro, é um material para faixadas, sendo uma forma para substituição das placas cimentícias e placas de OSB, proporcionando para as obras um aspecto moderno, mais leve e mais rápido (figura16).

Figura 16- Modelo Chapas de Glasroc



Fonte: Placo do Brasil, (2025).

Para as áreas internas se recomenda chapas semelhantes às de Drywall:

Chapas de gesso Drywall convencional ou Standart: Recomendada para áreas internas secas, sendo usadas com função de separação de ambientes.

Chapas de gesso Drywall Ru ou chapas verdes: chapas recomendadas para áreas úmidas, como banheiros, lavanderia e cozinha, tem espessura entre 12,5 e 15mm, e tem um tratamento hidrofugante.

Chapas de gesso Drywall RF ou chapas vermelhas: recomendadas para locais que detêm necessidade de resistência a propagação de fogo, como áreas de cozinhas, com espessura de 12,5 a 15mm.

A figura 17 demonstra os modelos das chapas de Drywall:

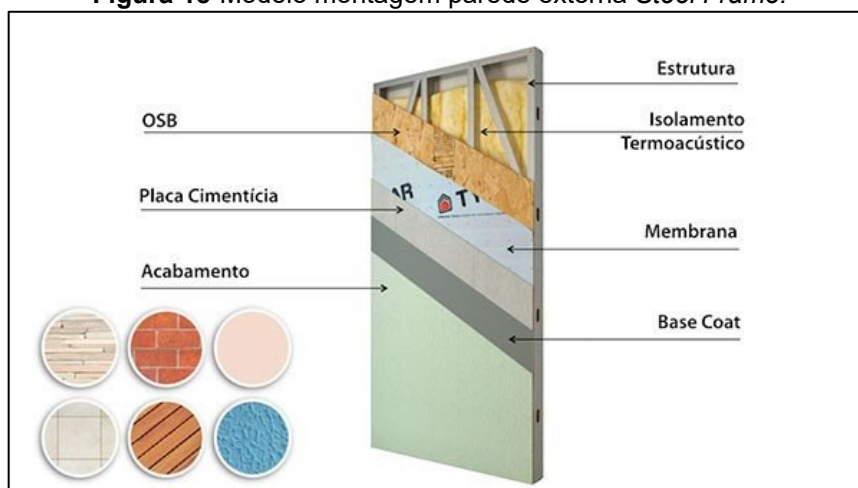
Figura 17- Modelo Chapas de gesso Drywall



Fonte: Diviplus, (2025).

A figura 18, é um modelo de montagem de uma parede externa em Steel Frame, retratando as suas camadas.

Figura 18- Modelo montagem parede externa *Steel Frame*.



Fonte: Metálica, (2021).

4.4.3.6 Instalações

As edificações, em *steel frame* utilizam todas as instalações, sejam elas elétricas, hidráulicas, sanitárias, entre outras, semelhantes as empregadas em edificações com alvenaria convencional, ou seja, os mesmos fatores ponderativos utilizados em projetos de instalações, como perda de carga, propriedade dos materiais e caminhos das instalações são os mesmos utilizados nos dois sistemas construtivos (JOHN, 2017).

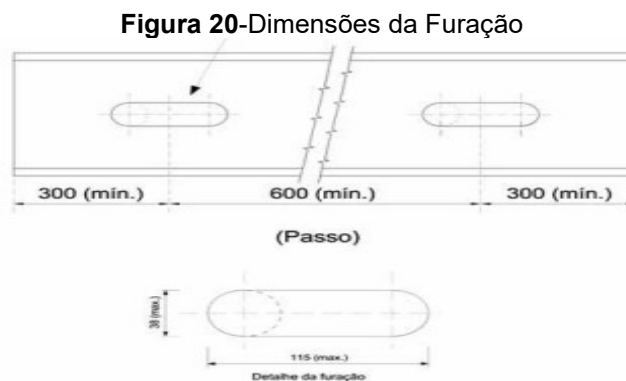
Segundo O'Reilly (2021), apenas deve se observar alguns cuidados ao realizar as instalações em LSF (Figura 19), principalmente relacionados ao fato de as paredes não conterem massa em seu interior. As instalações que necessitam passar pelos montantes, já devem ser consideradas no projeto, para que sejam dimensionadas para suprir esse furo na estrutura.

Figura 19-Instalações em Steel Frame



Fonte: Placo, (2025).

A norma NBR 16970 de 2022, regulamenta que os furos nos perfis para passagem das instalações devem ser redondos ou oblongos, com diâmetro máximo de 38mm e comprimento máximo de 115mm, a distância entre furos deve ser de no mínimo 600mm e, ser a 300mm das bordas (Figura 20), é extremamente proibido a passagem das instalações pelo interior dos perfis longitudinalmente.



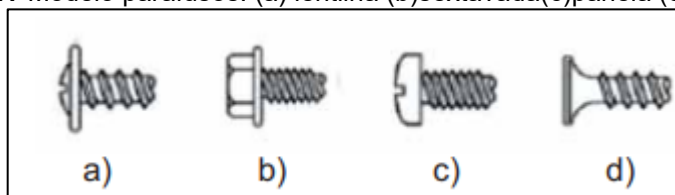
Fonte: NBR 16970-Light Steel Framing, (2022).

4.4.3.7 Ligações e Montagem

No Brasil para a unificação das peças que compõem o sistema construtivo *steel Frame*, são comumente utilizados parafusos auto-atarraxantes e autoperfurantes. Eles se dividem basicamente para dois tipos de ligação Metal/Metal e Metal/placa. Os parafusos utilizados em LSF são em aço carbono com tratamento cementado e temperado, e recobertos com uma proteção zinco-eletrolítica para evitar a corrosão e manter características similares à estrutura galvanizada. (SANTIAGO *et al.*, 2012).

A cabeça do parafuso define o tipo de material a ser fixado. Os parafusos com cabeça tipo lentilha, sextavada, e panela, são empregados para a fixação de perfis de aço entre si, ligação metal/metal. Já os parafusos com cabeça tipo trombeta servem para a fixação de placas de fechamento nos perfis de aço, ligação placa/metal, pode-se verificar os modelos na figura 21 (SANTIAGO *et al.*, 2012).

Figura 21-Modelo parafusos: (a) lentilha (b)sextavada(c)panela (d)trombeta



Fonte: *Steel Framing: Arquitetura*, (2012).

A montagem do *steel frame* segundo Santiago *et al.*, (2012), é conhecida como método “*Stick*” separado, em método modular e método de painéis. O método modular

“stick” (figura 22) é predominantemente utilizado nos Estados unidos, aonde a estrutura já vem praticamente pronta e é só alocada no local desejado.

Figura 22-Modelo método modular.



Fonte: *Building Brasil*, (2021).

Já o método de painéis (figura 23), que é o mais comumente utilizado no Brasil, todas as peças vêm separadas e são montadas em obra, parte a parte.

Figura 23-Modelo Método Painéis.



Fonte: *Steel Framing: Arquitetura*, 2012

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 MODULAÇÃO BÁSICA

A habitação de análise utilizada foi uma residência de um pavimento, com aproximadamente 56m² de área privativa, seguindo os padrões de uma habitação de segmento popular. A planta escolhida é composta por uma sala, dois quartos, um banheiro, uma cozinha e área de circulação.

A partir do projeto escolhido, foi realizada a comparação entre os dois métodos construtivos, sendo eles, o método do “Steel Frame” e o método convencional de alvenaria de bloco cerâmico.

Todas as plantas da habitação se encontram no anexo -I.

5.2 PLANILHA ORÇAMENTARIA

Na planilha orçamentaria contém os custos de uma habitação com aproximadamente 56 m² de área privativa construída em alvenaria de blocos cerâmicos, e com o sistema construtivo proposto em “*Light Steel Frame*”.

Para sua elaboração foi utilizada como referência valores da Tabela SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil), ORSE (Orçamento de Obras de Sergipe), CUB (custos unitários básicos da construção) e pesquisa de valores de mercado de produtos e serviços pesquisados através de empresas regionais e a internet.

Para elaboração da planilha comparativa se utilizou para referência os dois valores mais baixos cotados.

Todas as planilhas orçamentarias se encontram no anexo-II.

5.3 ANÁLISE TECNOLÓGICA

Para a análise tecnológica, foi comparado os dois tipos construtivos no que diz respeito a qualidade de isolamento acústico e desempenho térmico, levando em consideração estudos já publicados.

5.4 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Os cronogramas elaborados combinam, o cronograma de obras com o orçamento, detalhando as atividades, o tempo estimado gasto, e os custos de uma construção. É uma ferramenta que ajuda a prever o andamento da obra e a controlar os gastos. Bem como servir para comparativo de tempo entre os métodos. Para elaboração dos mesmos foram utilizadas as duas cotações de menor valor. O cronograma se encontra no anexo-III.

5.5 ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE

A análise de sustentabilidade compara os dois métodos construtivos e seus materiais utilizados, envolvendo a avaliação do seu impacto ambiental e social ao longo do seu ciclo de vida, levando em consideração sua eficiência energética e suas emissões de carbono.

5.6 COMPARATIVO DE MÃO DE OBRA APLICADA

Ao se comparar a mão de obra aplicada nos dois métodos construtivos, buscou analisar a tecnologia aplicada no sistema construtivo, e o grau de instrução necessário para a correta execução dos métodos, e disponibilidade para a execução.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ANÁLISE ORÇAMENTARIA

Quando se compara os valores de custo dos dois métodos cotados, encontra-se viabilidade econômica do *Steel frame* conforme quadro1, em comparação com a alvenaria convencional.

Quadro 1- Comparativo de Custos.

Media Comparativa			
item	serviço	valor alvenaria	valor steel frame
1	serviços preliminares	R\$ 1.895,04	R\$ 1.895,04
2	fundação	R\$ 13.320,86	R\$ 13.320,86
3	estruturas	R\$ 44.699,48	R\$ 29.683,60
4	paredes	R\$ 9.593,61	R\$ 24.937,20
5	cobertura	R\$ 10.202,64	R\$ 10.202,64
6	esquadrias	R\$ 8.811,31	R\$ 8.811,31
7	instalações elétricas	R\$ 3.837,09	R\$ 3.837,09
8	instalações hidráulicas	R\$ 1.954,81	R\$ 1.954,81
9	instalações sanitárias	R\$ 1.538,56	R\$ 1.538,56
10	revestimento	R\$ 10.518,32	R\$ -
11	piso	R\$ 5.406,65	R\$ 5.406,65
12	pintura	R\$ 4.740,72	R\$ 4.740,72
	valor total	R\$ 116.519,09	R\$ 106.328,48
	valor total por m ²	R\$ 2.080,70	R\$ 1.898,72

Fonte: O Autor, (2025).

Com base nos orçamentos realizados o *Steel frame* se apresenta um custo de aproximadamente R\$10.000,00, a menos que a alvenaria convencional, sendo aproximadamente de 9%.

Os itens de serviço números: 1,2,5,6,7,8,9,11 e 12, se equivalem em preço devido os trabalhos serem iguais nos dois métodos, sendo necessários para a execução nos dois casos.

Já se identifica diferença nos custos dos itens 3 (estruturas) e 4 (paredes), aonde se verifica uma diferença de preço no item 3 de R\$15.015,88 superior para o método de alvenaria, aproximadamente 33% maior, decorrente principalmente do alto custo do concreto utilizado nos pilares e lajes. E no item 4 uma diferença de preço de R\$15.343,59 superior para o sistema de *Steel Frame*, aproximadamente 62% maior,

praticamente se igualando essa disparidade entre os valores dos itens supracitados. Essa alteração no valor entre um método e outro no item 4, deve-se pelo simples fato de que as paredes no *Steel frame* são o principal elemento construtivo do sistema, e necessitarem de uma maior quantidade de insumos, além de ajudarem na função estrutural da edificação, diferente da alvenaria convencional que as paredes tem apenas função de vedação.

A diferença no custo dos dois sistemas está no item 10 (revestimento), aonde a alvenaria necessita de tratamentos como chapisco e reboco para regularização das paredes, já o outro método não, ele necessita de outros tipos de emassamento que já vem incluso no item 4 (paredes) utilizados para correta ligação entre as chapas que constituem as paredes.

Com as cotações foi possível verificar uma pequena similaridade, entre os preços de execução dos dois métodos construtivos, contudo é possível observar que o *Steel frame* tem um valor menor que a alvenaria conforme quadro 2.

Quadro 2- Comparativo cotação preços

ALVENARIA CONVENCIONAL				
REFERÊNCIA	SINAPI/ORSE	B.***	cub/setembro	M.***
VALOR POR M ²	R\$ 2.080,70	R\$ 2.400,00	R\$ 2.510,29	R\$ 2.620,00
VALOR TOTAL 56 M ²	R\$ 116.519,09	R\$ 134.400,00	R\$ 140.576,24	R\$ 146.720,00

LIGHT STEEL FRAME						
REFERÊNCIA	L.****	B.***	K* D***	E.** S.**	INTERNET	M.***
VALOR POR M ²	R\$ 1.898,72	R\$ 2.380,00	R\$ 2.488,00	R\$ 1.970,64	R\$ 1.980,12	R\$ 2.480,00
VALOR TOTAL 56 M ²	R\$ 106.328,48	R\$ 133.280,00	R\$ 139.328,00	R\$ 110.355,84	R\$ 110.886,82	R\$ 138.880,00

Fonte: O Autor, (2025).

6.2 ANÁLISE TECNOLÓGICA

6.2.1 Isolamento acústico

O isolamento acústico ocorre quando se minimiza a transmissão de som de um ambiente para outro ou do exterior para dentro do ambiente e vice-versa. Segundo Sales (2011), o isolamento acústico de paredes pode ser classificado, de acordo com os valores das respectivas perdas de transmissão:

- Pobre: <30db, compreende-se a conversação normal facilmente através da parede.

- Bom: 35 a 40 db, ouve-se a conversação em voz alta, mas não é facilmente inteligível.
- Excelente: > 45db ouvem-se muito fracamente os sons muito altos.

Ou ainda ser estimado através da Classe de Transmissão de Som Aéreo (CTSA) conforme quadro 3, que indica de uma maneira global, a capacidade do material de reduzir o nível sonoro entre dois ambientes, dada em decibéis (dB)

Quadro 3 – Classe de Transmissão de Som Aéreo

Componente	CTSA
Parede de tijolos com 25cm	52
Parede com blocos de concreto celular	45
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 12,5 mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral	33
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 50 mm de espessura	36
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 600 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75 mm de espessura	45-49
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 600 mm com 2 placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75mm de espessura	50-54

Fonte: Adaptado de *Steel Framing: Arquitetura*, (2012).

De acordo com a Saint Gobain, o índice de Rw (Redução Acústica) da Feltro de lã de rocha pode ser verificado no quadro 4:

Quadro 4- Índice de redução acústica

	Parede simples	Parede duplas	Parede simples	Parede duplas	Parede simples	Parede duplas
Espessura do feltro	50	50	75	75	100	100
Rw(db)	43	50	47	55	52	58

Fonte: Adaptado Saint-Gobain do Brasil Ltda, (2015).

Segundo Baltokoski (2015), o conforto acústico está diretamente ligado a capacidade de um elemento isolar o ruído de modo a não perturbar o usuário da edificação. Nos materiais a espessura de revestimento influencia diretamente a capacidade de isolamento acústico, ou seja, paredes mais grossas tendem a apresentar nível superior de desempenho.

O *Steel Frame* que já utiliza para o fechamento interno placas de gesso acartonado, que contribuem para redução sonora, ainda é utilizado com preenchimento de isolantes acústico, como lãs minerais que são também colocadas nos espaços dos painéis, minimizando bastante os ruídos, desta maneira se tornando superior à alvenaria convencional (BALTOKOSKI, 2015).

Após compararmos os dois tipos construtivos em relação a acústica, notamos que os dois atendem satisfatoriamente bem essa questão, só levando em consideração que o método da alvenaria convencional necessita de uma maior espessura de parede para conseguir os mesmos resultados que o *steel frame*.

6.2.2 Desempenho térmico

Segundo Baltokoski (2015), a capacidade térmica da alvenaria convencional está diretamente ligada ao tijolo cerâmico que será utilizado na edificação, e a espessura do reboco que será empregado, desta forma para locais mais frios existe a necessidade de um aquecimento interno, e para zonas mais quentes a utilização de ventilação, de modo geral o sistema de alvenaria apresenta um desempenho satisfatório.

Para uma estrutura em *Steel Frame*, que é isolada externamente por placas, tendo em seu interior vários centímetros de lã de vidro ou lã de rocha, e seu fechamento interno com gesso acartonado, desta forma dando a edificação uma proteção térmica superior, comparado a uma estrutura de alvenaria convencional, (CAMPOS, 2018).

Segundo estudos comparativos realizados por Bezerra (2019) com os resultados no quadro 5, o *Steel frame* pode ser de três a quatro vezes superior em relação a alvenaria de blocos cerâmicos e a de blocos de concreto, no que se diz respeito a conforto térmico.

Quadro 5- Desempenho térmico

Elemento de teste	Resistência térmica [m ² K/W]	Transmitância térmica [W/m ² K]	Atraso térmico [h]
Parede de tijolo cerâmico vazado	0,36	2,75	1,64
Parede de bloco de concreto vazado	0,30	3,28	2,51
Parede em LSF	1,42	0,70	4,07

Fonte: Adaptado de Bezerra, (2019).

6.3 ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE

6.3.1 Emissão de dióxido de carbono

A indústria da construção civil é retratada como uma das grandes vilãs, quando se referimos a impactos ambientais, principalmente quando levamos em consideração a emissões de dióxido de carbono (CO₂), dentre as quais essa área é considerada responsável por cerca de 11% das emissões globais, contudo é possível calcular o quanto de CO₂ será transmitido durante a execução de um serviço ou produto, este cálculo é conhecido como “cálculo da pegada de carbono. (DIFFENBAUGH E BURKE, 2019).

Os principais produtos em emissão de CO₂, na construção civil, são aqueles que necessitam de fornos de alta temperatura para que sejam processados dentre os quais podemos destacar: Aço com 1,845 tCO₂/t produto, derivados de cerâmica com 0,111 tCO₂/t produto, e o concreto com 0,184 tCO₂/t produto (CALDAS, 2020).

Silva, *et al.* (2022), realizaram a comparação, das emissões de co2 entre a alvenaria com blocos cerâmicos e o *Steel Frame* em uma residência de aproximadamente 60m², conforme quadro 6 e 7.

Quadro 6- CO₂ alvenaria

Emissão CO ₂ alvenaria convencional				
Material	unidade	quantidade	fator de conversão	tCO ₂
concreto	t	14,398	0,184	2,649
formas de madeira(pilar)	m ³	0,99	0,331	0,328
aço	t	0,147	1,845	0,271
formas de madeira(vigas)	m ³	4,163	0,331	1,378
argamassa de assentamento	t	2,688	0,137	0,368
blocos cerâmicos	t	9,032	0,111	1,003
total				5,997

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*, (2022).

Quadro 7- CO₂ steel frame

Emissão CO ₂ Steel frame				
material	unidade	quantidade	fator de conversão	tCO ₂
estrutura de aço	t	0,141	1,845	0,26
gesso acartonado	m ³	2,22	0,766	1,7
placa cimentícia	t	0,032	0,491	0,016
placa OSB	m ³	0,94	0,331	0,311
lã de vidro	kg	0,669	1,35	0,903
total				3,19

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*, (2022).

Demonstrando que o *Steel Frame*, polui menos a atmosfera em questões de emissões de CO₂, com relação a alvenaria convencional, aproximadamente de 3 tCO₂, ou seja 46,81% de diferença.

6.3.2 Ciclo de vida Energético

O Ciclo de vida energético ou energia embutida é o quanto de energia que um bem leva para a sua fabricação, desde a extração dos materiais até a retirada do produto da fábrica, sendo assim, neste sistema são incluídos todos os seus processos, sendo quanto menor mais benéfico a natureza. (SILVA,2014).

O quadro 8, retrata a energia embutida (EE) em alguns materiais utilizados nos dois sistemas construtivos avaliados.

Quadro 8– Energia embutida.

Matérias	unidade	valor
Placas de gesso acartonado (2,4mx1,2mx12,5mm)	peças	50,9
Placas OSB (1,2 x 2,4m x10mm)	peças	1,3
Aço	Kg	31
Argamassa	Kg	4,3
Cerâmica (telhas e tijolos)	Peças	23,2
Concreto	m ³	13.862,30
Cimento	Kg	4,2
Lã de Vidro	Kg	19
Placa cimentícia	Peças	243,9
Madeira	m ³	0,5

Fonte: Adaptado de Silva, *et al.*,2022.

Silva, *et al.* (2022), realizaram a comparação dois sistemas construtivos em relação a EE (energia embutida), quadro 9 e 10, em uma edificação de 60 m².

Quadro 9- Energia embutida alvenaria convencional.

Materiais	unidade	Quantidade	valor	EE (mj)
Concreto	m ³	3,916	13862,3	54284,767
Forma de madeira (pilar)	m ³	0,99	0,5	0,495
Aço	Kg	146,88	31	4553,28
Forma de madeira (vigas)	m ³	4,163	0,5	2,082
Argamassa de assentamento	Kg	2.688	4,3	11558,4
Blocos Cerâmicos	Peças	4.014	23,20	93124,8
total				163523,824

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*,2022.

Quadro 10- Energia embutida Steel Frame.

Materiais	unidade	Quantidade	valor	EE (mj)
Estrutura de aço	kg	141,24	31	4378,44
Gesso acartonado	Peças	102,78	50,9	5231,502
Placa Cimentícia	Peças	34,38	243,9	8385,282
Placa OSB	Peças	34,38	1,3	44,694
Lã de vidro	Kg	0,669	19	12,711
total				18052,629

Fonte: Adaptado de Silva *et al.*,2022.

É possível observar que a estrutura em Steel Frame se mostrou mais benéfico, gerando menos energia embutida do que a estrutura em alvenaria, tendo uma diferença de 145.471,195 MJ(mega joules), ou seja, a diminuição de energia embutida do Steel Frame em relação a alvenaria é em torno de 88,96% .

6.4 COMPARATIVO DE MÃO DE OBRA APLICADA

A comparação da mão de obra no método construtivo *steel frame* aponta para à necessidade de uma mão de obra qualificada e especializada, que já foi escassa, e um dos principais fatores de custo para a difusão do sistema no Brasil, segundo os especialistas. A mão de obra para *steel frame* exige treinamento específico, mas compensa com maior produtividade, agilidade e qualidade na execução da obra, comparativamente à construção convencional.

Segundo Cassar (2018) e Vivan (2010), para executar o trabalho em uma estrutura de aço, se utiliza algumas ferramentas não muito comuns para a execução de sistema construtivo tradicional, principalmente relacionados ao trabalho com esse material como: Parafusadeira com torque ajustável, tesouras para cortes do Steel, alicates tipo sargento, esmerilhadeiras, serra circular entre outros.

A principal diferença na mão de obra reside no processo e nas equipes: a alvenaria é um sistema artesanal com pedreiros, exigindo mais tempo e mão de obra. O steel frame, por outro lado, utiliza montadores e parafusadeiras para encaixar peças pré-fabricadas, o que reduz o número de pessoas na obra, o tempo de construção e o desperdício de material.

Segundo Pedroso (2017), a comparação realizada a partir do tempo de execução dos serviços entre o método de construção em alvenaria convencional e o método light steel frame, o light steel frame apresentou uma redução de 23% para a execução dos serviços.

Um dos fatores que a construção em aço se mostra ainda mais vantajosa é a produtividade por hora, enquanto um pedreiro com quatro ajudantes (1:4) produz 2 m² de alvenaria por hora, um montador sem ajudantes produz de 3 à 5 m², dependendo do tipo e quantidade de aberturas (BALTOKOSKI, 2015).

Quando se leva em consideração a mão de obra aplicada entre os dois métodos, o principal e único fator que não permite ao *steel frame* ser superior a alvenaria ainda é uma baixa quantidade de mão de obra qualificada, por isso elas ainda se igualam, nos demais critérios como produtividade, tecnologia aplicada qualidade e padronização do serviço todos a construção em aço é melhor.

6.5 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Através do cronograma físico financeiro é possível verificar que o *steel frame* tem um tempo construtivo de aproximadamente 25 a 29%, menor quando levado em consideração a alvenaria convencional, o *steel* tem um tempo de 75 a 90 dias enquanto a alvenaria tempo de 105 a 120 dias, conforme retratado no anexo-III.

Ao analisar os itens 3 (estruturas) e 4 (paredes) se percebe uma diferença de aproximadamente 30 dias superior a alvenaria convencional. Essa desigualdade de tempo se deve principalmente por questões relacionada a tempo de cura de insumos da alvenaria, como a argamassa de assentamento dos blocos cerâmicos, e do concreto das vigas, pilares e laje, fatores esses que não interferem na construção em aço, além da diferença de produtividade entre os métodos, a alvenaria por ser um sistema mais artesanal demanda de menor produtividade hora.

Além do tempo gasto no item 10 (revestimento), para regularização da superfície da parede, item esse nulo no *steel frame*, podendo ser utilizado esse tempo para outro serviço empregado.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou uma análise do método construtivo *Steel frame* com relação a alvenaria convencional.

Através da revisão de literatura foi possível compreender na totalidade o sistema construtivo *Steel frame* e seus componentes, bem como distinguir as suas peculiaridades, comparada à alvenaria convencional.

Com base nos resultados encontrados, a construção em aço, se mostrou um método construtivo superior a alvenaria, no que se diz respeito ao aspecto sustentabilidade, sendo esse fator de grande importância, esse tipo de construção gera pouco lixo, os materiais são renováveis e há menos emissão de CO₂ em comparação com a alvenaria cerâmica.

Ao levar em consideração aos aspectos financeiros, o método de construção em aço se mostrou bastante competitivo financeiramente comparado com a técnica mais utilizada no mercado da construção, tendo um custo menor em torno de 9%, através do cronograma foi possível verificar que esse método ainda tem um tempo construtivo de aproximadamente 25% menor.

Portanto quando colocados todos os fatores positivos elencados nos resultados encontrados que acompanham a construção em *Steel Frame*, a viabilidade do empreendimento neste método construtivo, é superior ao método de alvenaria convencional, e se torna o sistema construtivo mais interessante e atraente tanto para investidores, como para futuros usuários, ele utiliza melhores materiais, tem um custo menor, tem um menor tempo de construção, além de ter uma manutenção mais fácil, podendo ser sim, um substituto ao método construtivo de alvenaria convencional, para edificações de pequeno e médio porte.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Habitacional**. São Paulo, EPUSP, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10837: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16970: Light Steel Framing — Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas**. Rio de Janeiro, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro, 1985.
- ABRAIN. **Panorama do Mercado Imobiliário: ABRAIN divulga relatório analítico de indicadores econômicos e do setor**. 2024 Disponível em: <<https://www.abrainc.org.br/mercado-imobiliario/2024/05/22/panorama-do-mercado-imobiliario-abrainc-divulga-relatorio-analitico-de-indicadores-economicos-e-do-setor>>. Acesso em: 6 abr. 2025.
- ALTO QI. **Alvenaria estrutural: Os primeiros passos para projetar**. 2017 Disponível em: <https://blog.altoqi.com.br/estrutural/alvenaria-estrutural-primeiros-passos>. Acesso em 20 out. 2025.
- ALTO QI. **Modelo de lajes | lançamento**. 2024 Disponível em: <<https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360000068033>>. Acesso em 20 out. 2025.
- ARAUCÁRIA PERFIS. **História do steel frame**. 2024 Disponível em: <https://araucariaperfis.com.br/blog/historia-do-steel-frame> . Acesso em 20 out. 2025.
- BALTOKOSKI, P.L.C. **Comparativo térmico e acústico entre os métodos construtivos, alvenaria convencional e parede de concreto moldada no local**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14459/3/PB_COECI_2015_2_29.pdf>. Acesso em 20 out. 2025.
- BARROS, J.M.C.; HACHIC, W. **Fundações teoria e pratica cap. 10 FUNDAÇÕES SUJEITAS A ESFORÇOS DINÂMICOS**. Editora oficina de Textos, São Paulo-SP, 2019.
- BASTOS, P.S.S. **LAJES DE CONCRETO**. Universidade estadual paulista, Bauru-SP 2015.
- BEZZERA, P.I.B. **Análise comparativa do comportamento térmico entre paredes em light steel framing e alvenarias convencionais**. XV encontro nacional de conforto no ambiente construído. João pessoa, 2019.

BICHINSKI, W.F. **Vantagens e benefícios da industrialização de processos na construção de edificações**. Trabalho de conclusão de curso de especialização-UTFPR. Ponta Grossa-PR, 2017.

CALDAS, Lucas Rosse. **Como calcular a pegada de carbono de uma edificação**, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/943023/como-calculer-a-pegada-de-carbono-de-uma-edificacao>. Acesso em 20 out. 2025.

CAMARGO, M.P. **Análise comparativa entre light steel frame alvenaria convencional**. Monografia em Engenharia Civil. Universidade Pitágoras Unopar, Arapongas-PR, 2021.

CAMPOS, HOLDLIANH CARDOSO. **Avaliação pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, focando edificações em light steel framing**. In: **Congresso Latino-Americano da Construção Metálica**. São Paulo, SP. Agosto. 2010. por placas de madeira mineralizada." Ambiente Construído 18 (2018): Pgs.289-307.

CARMINATTI, R.L. *Et al.* **O concreto como material de construção**. Cadernos de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe-2013

CASSAR, B. C. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x Light Steel Frame**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

CRASTO, R.C.M.D. **Steel framing: arquitetura 2ºed**. Instituto aço Brasil. Rio de Janeiro-RJ,2012.

DECORLIT. **Um breve resumo sobre a origem do Steel Frame**. 2023. Disponível em: < <https://decorlit.com.br/2023/11/15/um-breve-resumo-sobre-a-origem-do-steel-frame-2/>>. Acesso em 20 out. 2025.

DELAZERI, G. C. **Avaliação do desempenho de sistema de vedação vertical utilizando sistemas em Isf para casas térreas de acordo com a norma de desempenho abnt nbr 15575**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2018.

DIFFENBAUGH, NS; BURKE, M. **O aquecimento global aumentou a desigualdade econômica global**. Anais da Academia Nacional de Ciências, 2019.

DINU, F. **Experimental testing and numerical analysis of 3D steel frame system under column loss**. Engineering Structures Volume 113, 15 April 2016, Pages 59-70 Politehnica University Timisoara, Romania, 2016.

DIVIPLUS. **Cores das placas de DryWall**. Disponível em: < <https://diviplus.com.br/cores-placas-drywall/>>. Acesso em 20 out. 2025.

ESPAÇO SMART. **Construção em sistema Light Steel Framing**. Disponível em: <<https://secure.espacosmart.com.br/construindo-em-light-steel-framing/>>. Acesso em: 20 out. 2025.

ESPAÇO SMART. **Membrana Hidrófugas: o que é, para que serve e como aplicar.**2023. Disponível em: < <https://conteudo.espacosmart.com.br/membrana-hidrofuga-o-que-e-para-que-serve-e-como-aplicar/>>. Acesso em: 20 out. 2025.

ESPAÇO SMART. **Laje seca: saiba o que é, as vantagens e como construir.**2024. Disponível em: < <https://conteudo.espacosmart.com.br/laje-seca/>>. Acesso em: 20 out. 2025.

ETERNIT. **Placa Cimentícia Eterplac Standard.** Disponível em: <https://www.eternit.com.br/produto/placa-cimenticia-eterplac-standard> . . Acesso em: 20 out. 2025.

FALCONI, F.F. *et al.* **Fundações teoria e pratica cap.6 Concepção de obras de fundações.** Editora oficina de Textos, São Paulo-SP,

GOGGINS, J. **Experimental testing of a self-centring concentrically braced steel frame.** Editora Elseveire Volume 238, Centre for Training and Research on Reduction of Seismic Risk (ROSE Centre), Scuola Universitaria Superiore IUSS Pavia, Italy.

GOMES, A.P. **Impact of Thermal Bridging on the Performance of Buildings Using Light Steel Framing in Brazil.** Applied Thermal Engineering, v. 52, p. 84-89, 2013.

GOMEZ, P.M.C. **Sistema light steel frame: revisão de literatura.** Trabalho de conclusão de curso(engenharia civil). Centro universitário Ritter dos reis, Canoas-RS, 2023.

HASS, D.C.G. Et al. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais.** Trabalho de conclusão de curso (engenharia civil) UTFPR. Curitiba-PR,2011.

HOLANDA, D.K.S.L. **Família paramétrica para parede de steel frame.** Monografia em Engenharia Civil. Instituto Federal de Alagoas. Palmeira dos Índios. 2023.

NERY, C.; FERREIRA, I. **Em 2022, ocupação na indústria da construção cresce 4,4% e serviços especializados ganham participação no valor de obras do setor.** Agência de Notícias - IBGE. 2024. Acesso em: 20 out. 2025.

JANCZURA, R. **A política nacional de habitação e a oferta de moradias.** Textos e contextos, PUC. Porto Alegre-RS,2011.

JOHN, V. M. **Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável.** Projeto FINEP 2386/4. São Paulo, 2017.

KOMARA, I. Et al. **A study on Cold-formed Steel Frame Connection: A review.** IPTEK, The Journal for Technology and Science, Vol. 28, No. 3, December 2017.

LAWSON, R. M.; OGDEN, R. G. **'Hybrid' Light Steel Panel and Modular Systems.**, v. 46, p. 720-730, 2008. Department of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford OX3 0PB, UK, 2008.

LEITE, F. R. DE S. **Project compatibility with the aid of BIM: analysis of cost reduction in a social housing Project.** Research, Society and Development, v. 11, n.1. 2022

LEROY MERLIN. **Chapa de Madeira OSB.** Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/chapa-de-madeira-osb-11,1mm-natural-120x240cm-lp-brasil-apa-plus-89138294>> . Acesso em: 20 out. 2025.

MAPA DA OBRA. **Como construir uma parede de alvenaria?.** 2024. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/como-construir-uma-parede-de-alvenaria/>> . Acesso em: 20 out. 2025.

MEDEIROS, J. S. *et al.* **Tecnologias de Vedação e Revestimento Para Fachadas** Rio de Janeiro: Instituto do Aço Brasil; CBCA, 2014.

METALICA. **Steel Frame- A construção inteligente.** 2021. Disponível em: <<https://metalica.com.br/steel-frame-a-construcao-inteligente/>> . Acesso em: 20 out. 2025.

MOHAMAD, G. **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho.** 2. ed. ampliada e revisada conforme a NBR 16868/2020. Editora Blucher. São Paulo- SP 2020

MOURA, A.D.S.D. **Novas soluções, velhas contradições: A dinâmica cíclica da industrialização em sua forma canteiro.** Dissertação mestrado em arquitetura e urbanismo-Universidade de São Paulo. São Paulo -SO,2011.

NASCIMENTO, O.L.D. **Alvenarias.** IBS/CBCA 2ªEd. 54p. rio de janeiro- RJ-2004.

OGDEN, R. G. **Thin-Walled Structures**, 2008.Gildford-UK,2008.

O'REILLY, J.G. **Experimental testing of a self-centring concentrically braced steel frame.** Engineering Structures. Editora Elseveire Volume 238, Galway, Irlanda, julho 2021.

PEDROSO, Victor. **Análise Da Sustentabilidade Socioambiental Do Sistema Light Steel Framing Para Habitações Populares.** Editora PIBIC Mackenzie, 2017.

PINHEIRO, N. M. **Light Steel Frame: Sustentabilidade e Racionalização.** Revista brasileira de Ensino e Aprendizagem, 2023.

PLACO DO BRASIL. **Glasroc x.** 2025 disponível em: <<https://www.placo.com.br/solucoes/glasroc-x#marketing-description>> . Acesso em: 5 out. 2025.

PLACO DO BRASIL. **Quais são as diferenças entre drywall e light steel frame?**. 2025. disponível em:< <https://www.placo.com.br/blog/quais-sao-diferencas-entre-drywall-e-light-steel-frame>> . Acesso em: 5 out. 2025.

RODRIGUES, F.C. **Steel Framing: engenharia** IBS/CBCA, 2006.

RODRIGUES, F.C., CALDAS R.B. **Steel Framing: Engenharia. 2aed.** Rio de Janeiro: CBCA, 2016.

SALES, F.H.S. **Análise do nível de conforto acústico na biblioteca de uma escola pública.** Instituto Federal do Maranhão, 2011.

SANTIAGO, A. K.; **Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço. 2012.

SILVA, H.C.A. ET AL. **Estudo comparativo da emissão de CO₂ e energia embutida entre estruturas em alvenaria e em steel frame.** Revista de engenharia e tecnologia, 2022.

SOUZA, F. **Estudo e análise da fundação do tipo radier estaqueado.** 2020. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2019.

STACHERA, T; CASAGRANDE, E. **A emissão de gases causadores do efeito estufa no processo de produção de algumas indústrias do setor de cerâmica vermelha de Curitiba.** Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. Florianópolis, SC. 2006.

TEXEIRA, A.H.; GODOY, N.S. **Fundações teoria e prática cap.7 análise, projeto e execução de fundações rasas.** Editora oficina de Textos, São Paulo-SP.

UNGERICH, J.L. **Acabamento de parede de alvenaria com revestimento de escariola.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis-SC 2002.

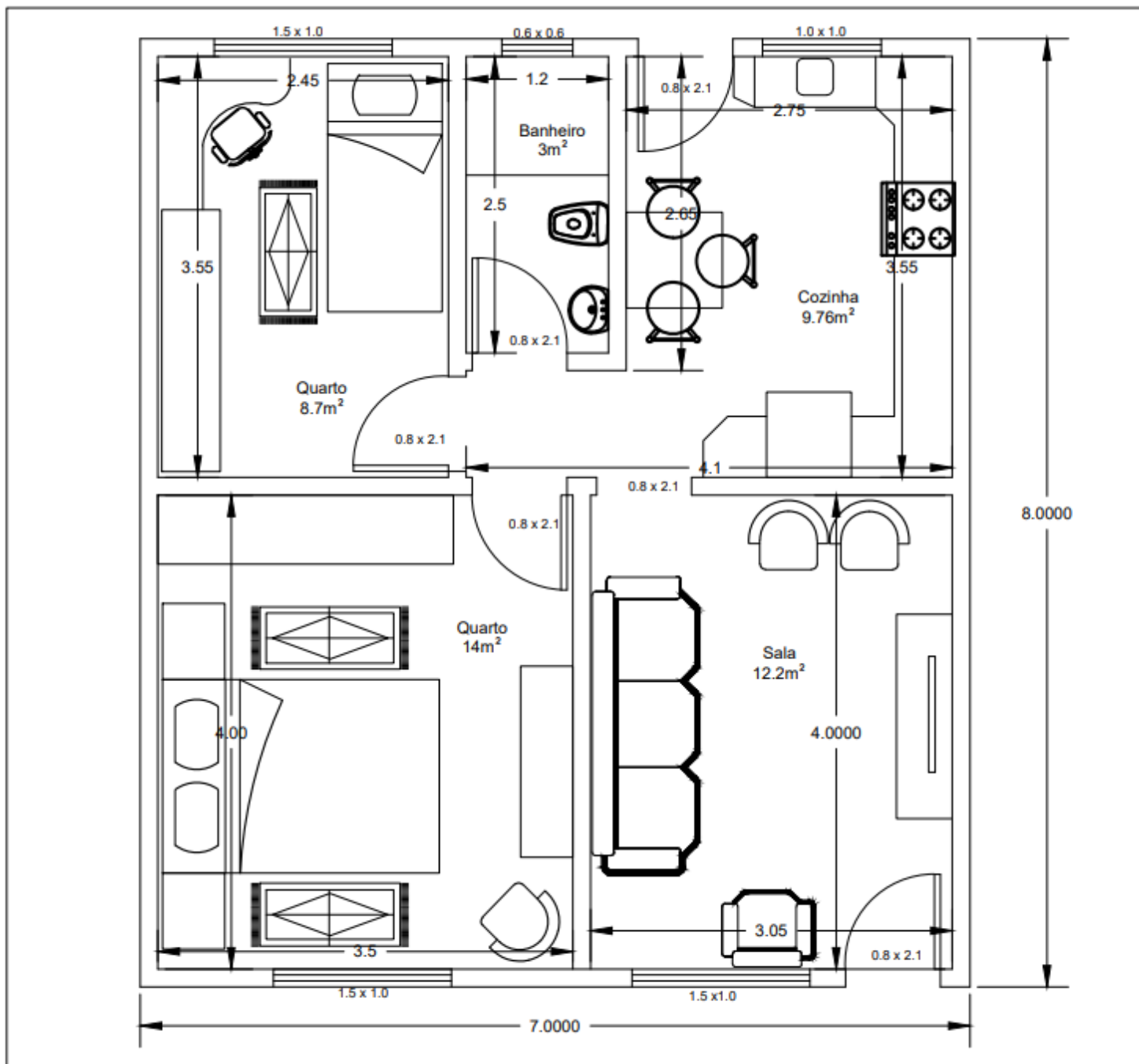
VIVIAN, A. Et al. **Vantagem produtiva do sistema light steel frame: da construção enxuta à racionalização construtiva.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela-RS, 2010.

ANEXO I- PLANTAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO, DETALHAMENTO DA
ESTRUTURA E DOS PAINÉIS

PLANTA BAIXA

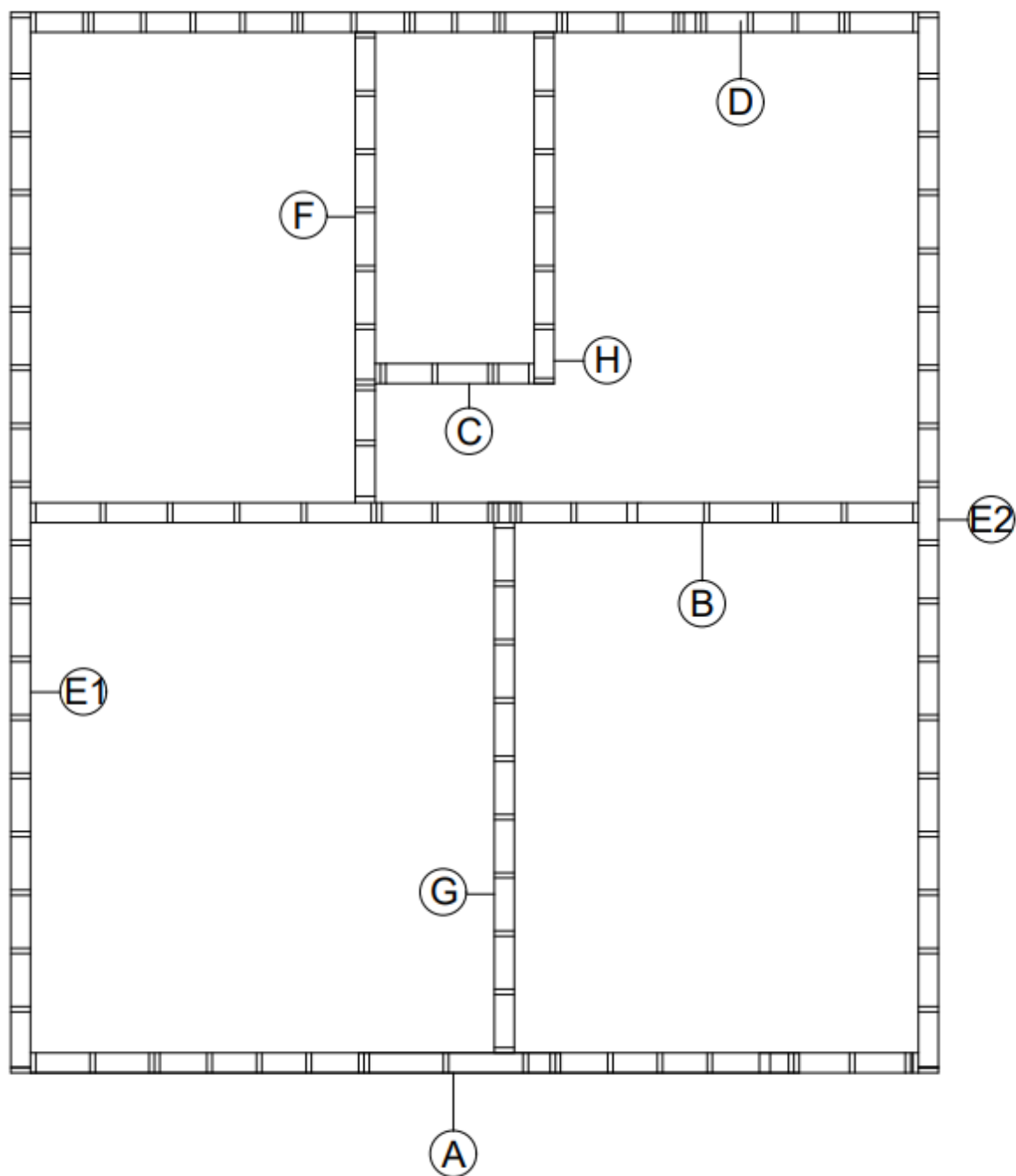
Área: 56,00m

Escala 1:50



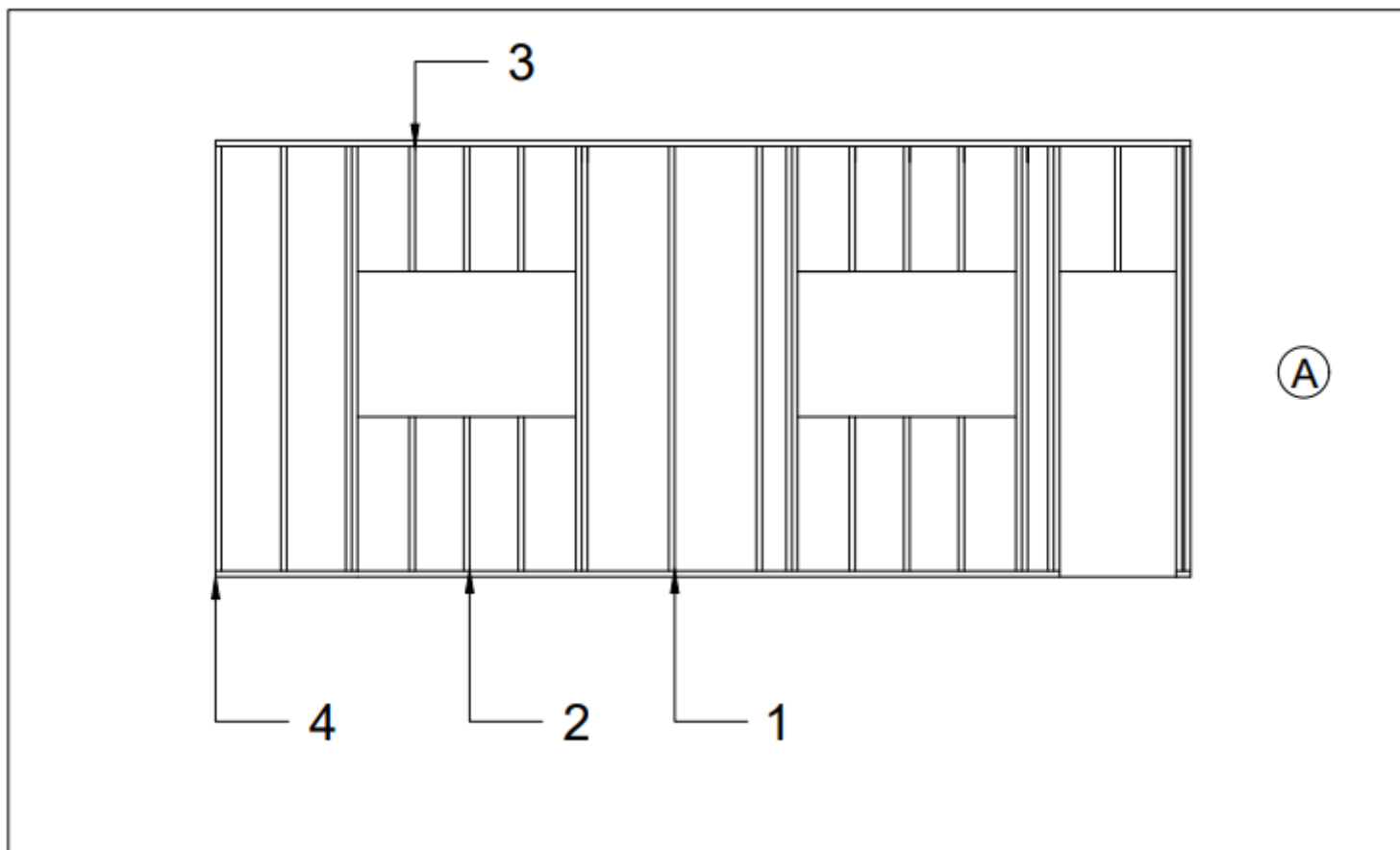
DISPOSIÇÃO DAS PAREDES

Escala 1:50



PAREDE A

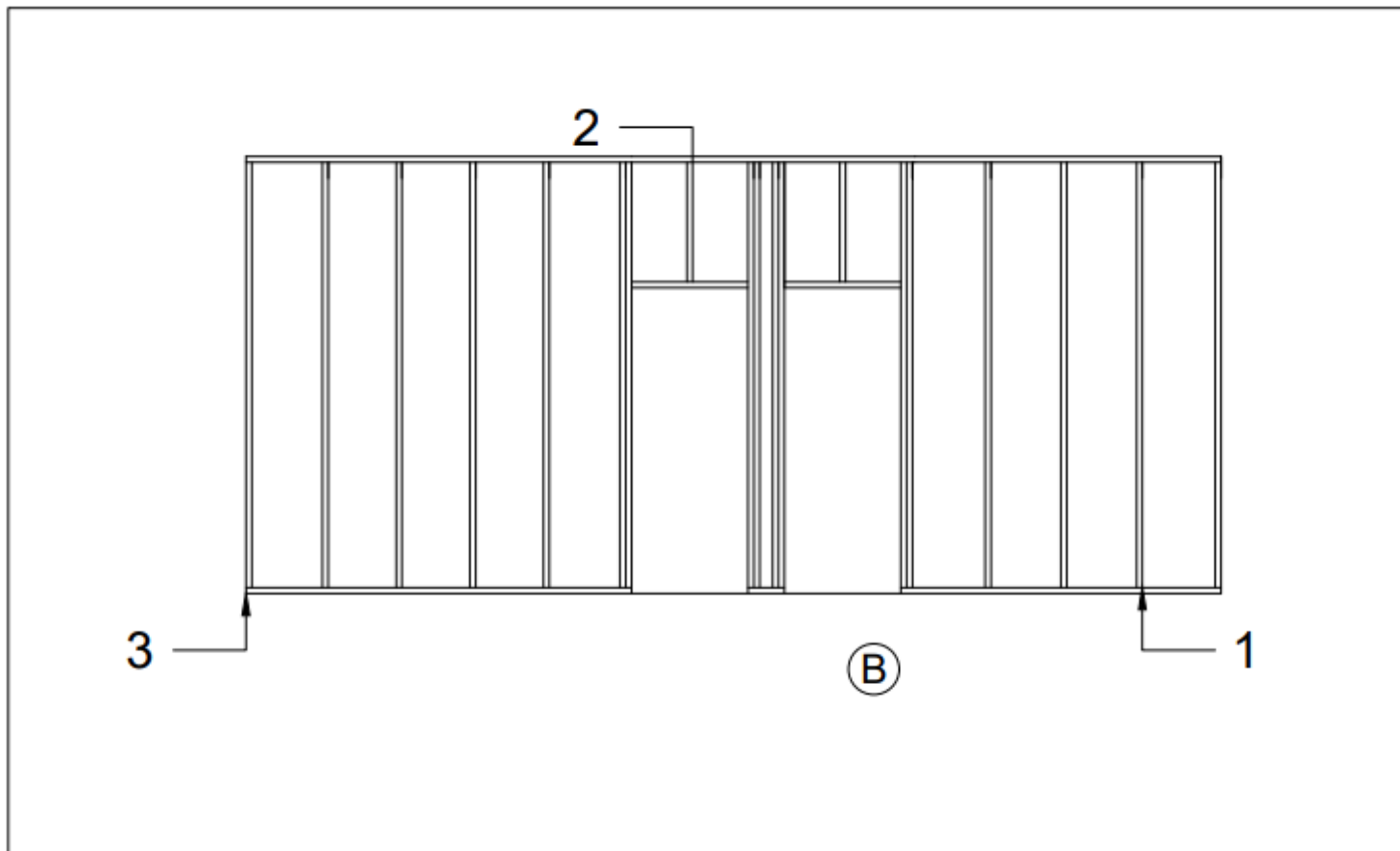
Escala 1:50

Área de parede: 15,42 m².

quadro cortes			
Perfil	Dimensões(mm)	comprimento (mm)	Quantidade
1 Montante	90x40	3000	16
2 Montante	90x40	1100	6
3 Montante	90x40	900	7
4 Guia	90x40	3000	4,46

PAREDE B

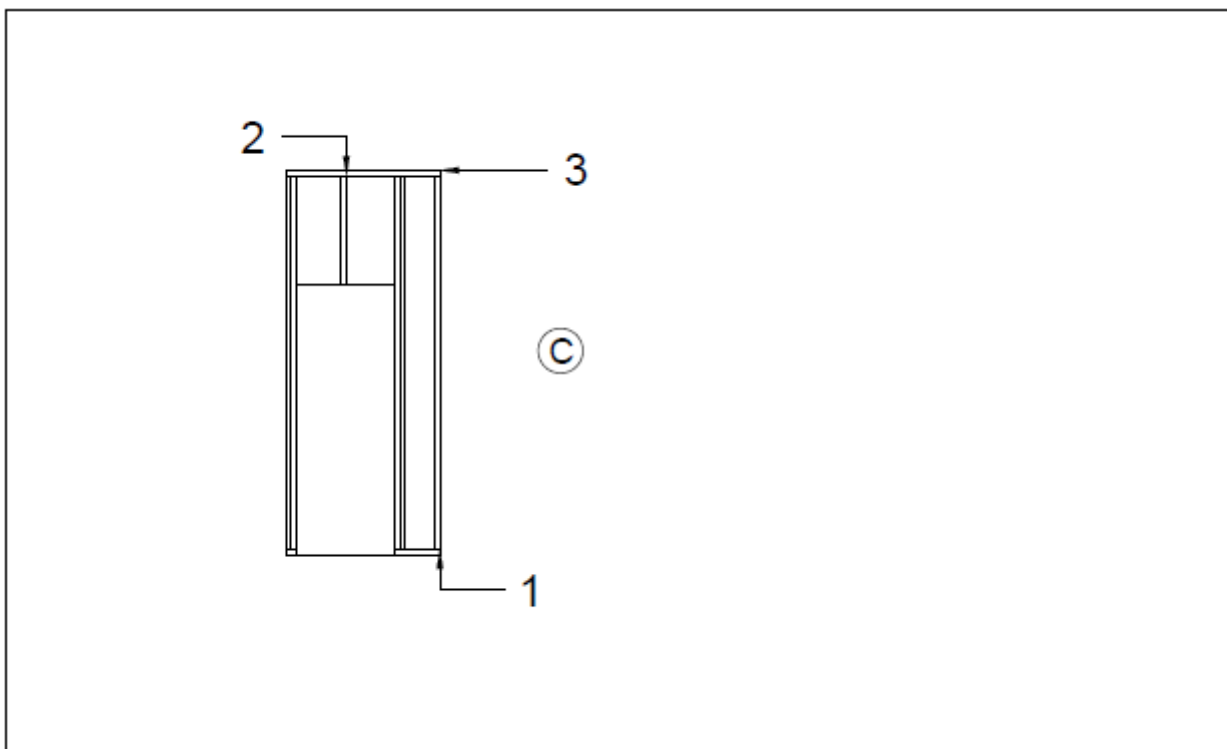
Escala 1:50

Área de parede: 16,74 m².

Quadro cortes			
Perfil	Dimensões(mm)	Comprimento (mm)	Quantidade
1 Montante	90x40	3000	17
2 Montante	90x40	900	2
3 Guia	90x40	3000	4,46

PAREDE C

Escala 1:50

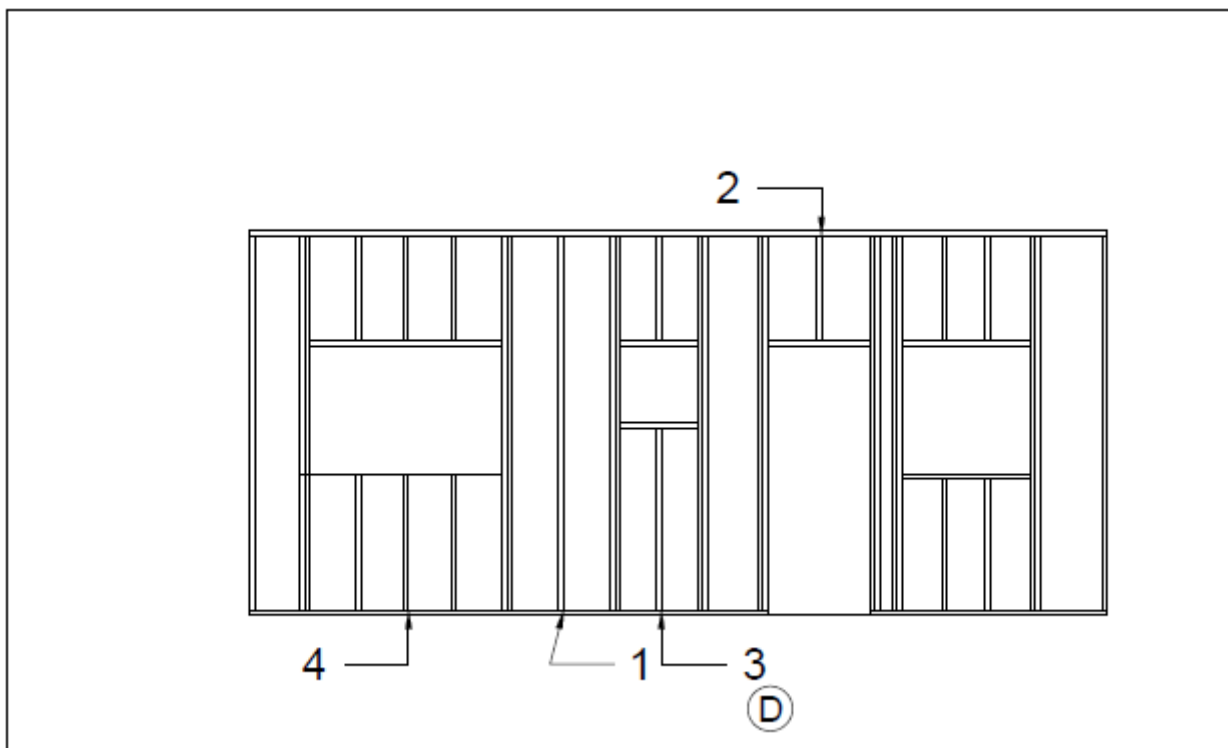
Área de parede: 3,6 m².

Quadro cortes

Perfil	Dimensões(mm)	Comprimento (mm)	Quantidade
1 Montante	90x40	3000	5
2 Montante	90x40	900	1
3 Guia	90x40	3000	0.4

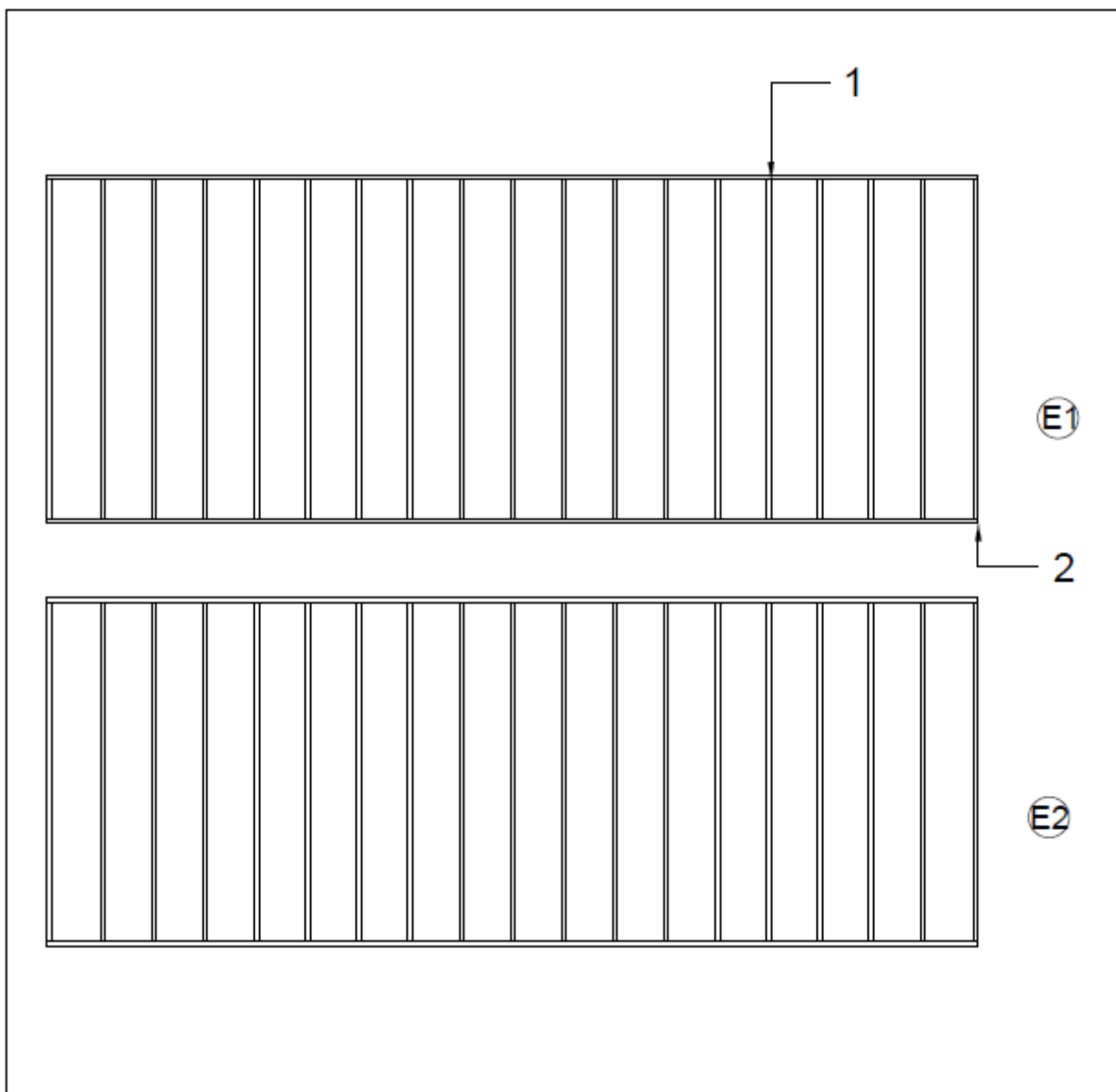
PAREDE D

Escala 1:50

Área de parede: 15,56 m².

quadro cortes			
Perfil	Dimensões(mm)	Comprimento(mm)	quantidade
1 Montante	90x40	3000	18
2 Montante	90x40	900	7
3 Montante	90x40	1500	1
4 Guia	90x40	3000	4.46

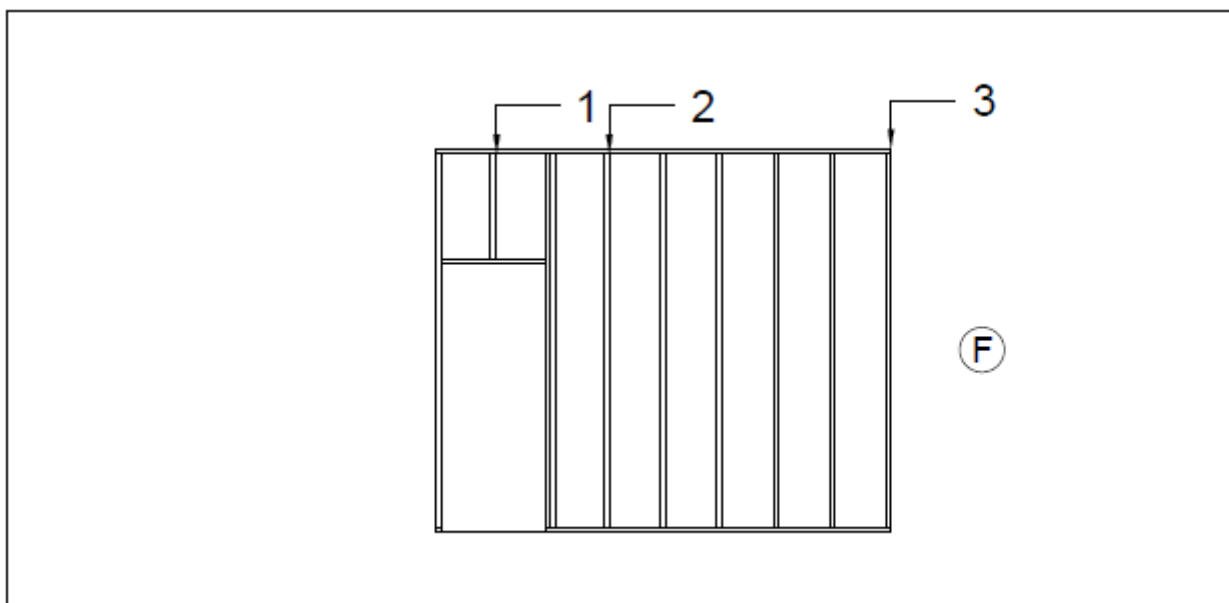
PAREDE E1 e E2
 Escala 1:50
 Area de parede:24 m²



quadro cortes			
Perfil	Dimensões(mm)	Comprimento(mm)	quantidade
1 Montante	90x40	3000	38
2 Guia	90x40	3000	10.66

PAREDE F

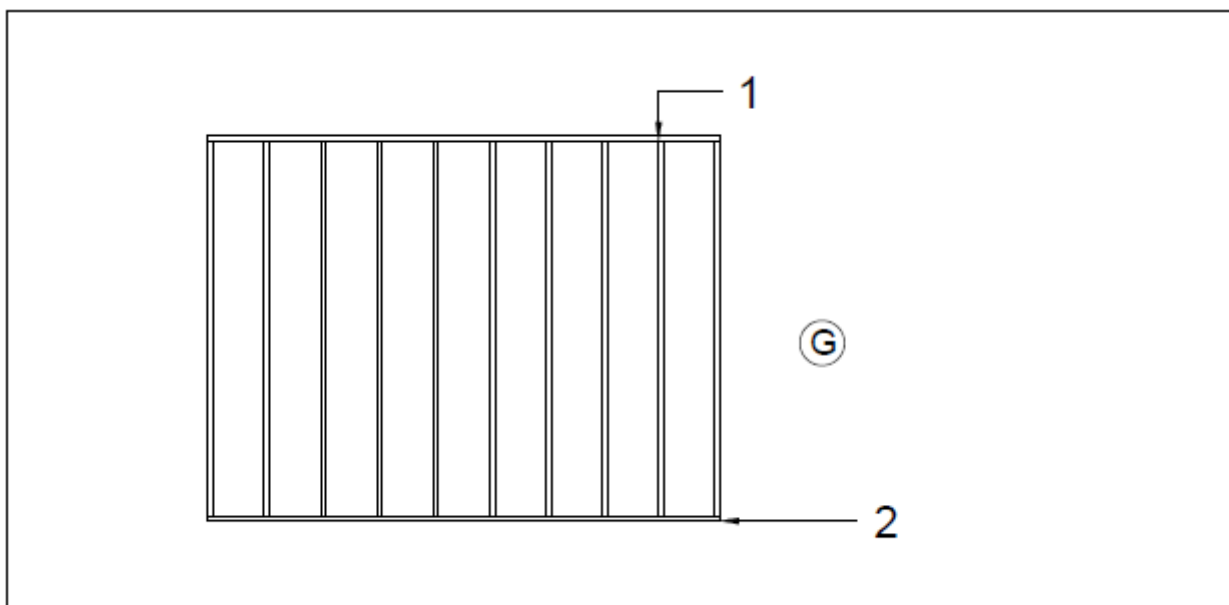
Escala 1:50

Area de parede: 10,65m²

Quadro cortes			
Perfil	Dimensões (mm)	comprimento	quantidade
1 Montante	90x40	900	1
2 Montante	90x40	3000	9
3 Guia	90x40	3000	2.36

PAREDE G

Escala 1:50

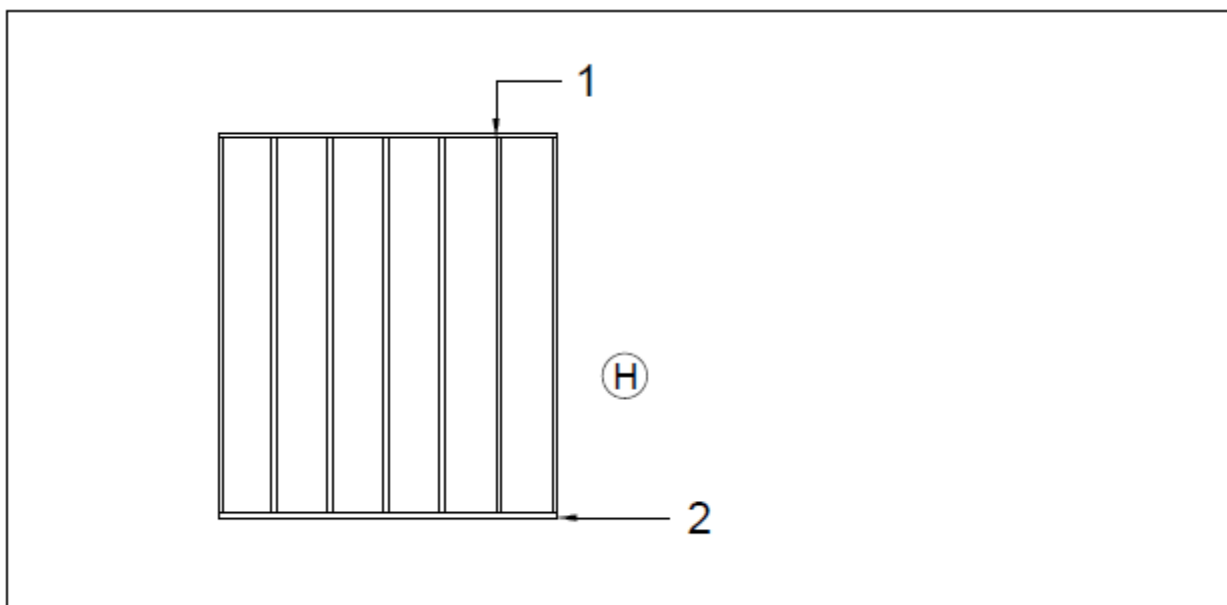
Área de parede: 10,65m²

Quadro cortes			
perfil	Dimensões (mm)	Comprimento (mm)	quantidade
1 Montante	90x40	3000	10
2 Guia	90x40	3000	2.66

PAREDE H

Escala 1:50

Area de parede:



quadro cortes			
Perfil	Dimensões (mm)	Comprimento (mm)	Quantidade
1 Montante	90x40	3000	7
2 Guia	90x40	2650	2

ANEXO II- ORÇAMENTOS

Orçamento Alvenaria

item	serviço	uni.	quant.	preço unitário	preço total	%	código	fonte
1	serviços preliminares				R\$ 1.895,04	1,63%		
1.1	limpeza manual terreno	m ²	300	R\$ 4,62	R\$ 1.386,00	73,14%	98524	SINAPI
1.2	locação de obra com gabarito	m ²	56	R\$ 9,09	R\$ 509,04	26,86%	50	ORSE
2	fundação				R\$ 13.320,86	11%		
2.1	escavação manual de valas-baldrame	m ³	11,2	R\$ 143,09	R\$ 1.602,61	12%	96522	SINAPI
2.2	apiloamento valas	m ²	19,6	R\$ 27,83	R\$ 545,47	4%	2660	ORSE
2.3	reaterro manual apiloamento de valas	m ³	11,2	R\$ 27,70	R\$ 310,24	2%	12651	ORSE
2.4	aterro compactado	m ³	10,3	R\$ 20,18	R\$ 207,85	2%	2517	ORSE
2.5	lastro de concreto magro e=5cm	m ³	2,8	R\$ 37,20	R\$ 104,16	1%	95241	SINAPI
2.6	vigas baldrame- concreto FCK=25Mpa, armadura com ferros diâmetro 5mm	m ³	13,3	R\$ 691,09	R\$ 9.191,50	69%	96557	SINAPI
2.7	pintura impermeabilizante- 2 demãos	m ²	47,87	R\$ 28,39	R\$ 1.359,03	10%	4953	ORSE
3	estrutura				R\$ 44.699,48	38%		
3.1	laje préa moldada com lajotas e capa de concreto FCK=25Mpa	m ²	56	R\$ 645,96	R\$ 36.173,76	81%	103697	SINAPI
3.3	concretagem pilaretes - seção 10x30cm, face=20Mpa, armadura CA-50 diâmetro 8mm	m ³	1,57	R\$ 625,30	R\$ 981,72	2%	103672	SINAPI
3.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,00 MM - MONTAGEM.	kg	200	R\$ 12,82	R\$ 2.564,00	6%	92763	SINAPI
3.5	fabricação para formas de compensado plastificado 18mm	m ²	20	R\$ 82,82	R\$ 1.656,40	4%	82268	SINAPI
3.6	escoramento em madeira vigas e lajes	m ²	56	R\$ 59,35	R\$ 3.323,60	7%	3472	ORSE
4	paredes e painéis				R\$ 9.593,61	8%		
4.1	alvenaria de blocos cerâmico vedação 9x19x24 com argamassa 1:2:8 junta =1cm	m ²	119,18	R\$ 70,80	R\$ 8.437,94	88%	13561	ORSE
4.2	vergas e contravergas concreto FCK=20 Mpa, armadura com ferros 5mm	ml	17,8	R\$ 34,05	R\$ 606,09	6%	3272	ORSE
4.3	encunhamento de alvenaria interna e externa	ml	47,5	R\$ 11,57	R\$ 549,58	6%	93200	SINAPI
			0					
5	cobertura- sistema telhas				R\$ 10.202,64	9%		
5.1	tesouras em madeira para vão de ate 3m	uni	8	R\$ 930,88	R\$ 7.447,04	73%	100367	SINAPI
5.2	telha cerâmica	uni	900	R\$ 1,22	R\$ 1.098,00	11%	7175	SINAPI
5.3	ripamento p/ telhas cerâmicas	m ²	56	R\$ 29,60	R\$ 1.657,60	16%	12649	orse
6	esquadrias				R\$ 8.811,31	8%		
6.1	Porta de abrir em alumínio 80*210, com guarnição	m ²	8,4	R\$ 555,55	R\$ 4.666,62	53%	13797	ORSE
6.2	janela em vidro fume 8mm, incluindo perfis e ferragens	m ²	7,2	R\$ 550,00	R\$ 3.960,00	45%	13399	ORSE
6.3	janela de alumínio anodizado fosco de correr 1 bandeira 0,6*0,4	um	1	R\$ 184,69	R\$ 184,69	2%	11190	SINAPI
7	instalações elétricas				R\$ 3.837,09	3%		
7.1	mangueria corrugada 25mm	m	45	R\$ 4,65	R\$ 209,25	5%	3346	ORSE
7.2	caixa eletroduto 4x2	unid.	14	R\$ 2,09	R\$ 29,26	1%	14254	ORSE
7.3	caixa eletroduto 4x4	unid.	6	R\$ 3,46	R\$ 20,76	1%	1873	SINAPI
7.4	quadro distribuição 6/8 circuitos	unid.	1	R\$ 68,44	R\$ 68,44	2%	10695	ORSE
7.5	plafonier em abs. para lâmpada bulbo	unid.	7	R\$ 6,56	R\$ 45,92	1%	38773	SINAPI

7.6	interruptor 1 tecla	unid.	4	R\$ 11,00	R\$ 44,00	1%	9102	ORSE
7.7	interruptor 2 teclas	unid.	2	R\$ 18,05	R\$ 36,10	1%	9103	ORSE
7.8	interruptor 1 tecla + tomada 2p+t	unid.	8	R\$ 21,45	R\$ 171,60	4%	38080	SINAPI
7.9	disjuntor termomagnético 25A	unid.	3	R\$ 26,00	R\$ 78,00	2%	3685	ORSE
7.10	disjuntor termomagnético monofásico 35a	unid.	2	R\$ 33,35	R\$ 66,70	2%	3614	ORSE
7.11	fio de cobre isole 750v #2,5mm ²	m	84	R\$ 2,46	R\$ 206,64	5%	2994	ORSE
7.12	fio de cobre isola 1kv #10mm ²	m	28	R\$ 9,90	R\$ 277,20	7%	937	SINAPI
7.13	padrão de entrada de energia monofásica com poste de concreto 5m, incluindo aterramento e caixa para medidor com disjuntor monofásico de 50a	unid.	1	R\$ 2.195,06	R\$ 2.195,06	57%	11137	ORSE
7.14	mão de obra de instalação elétrica	h	16	R\$ 24,26	R\$ 388,16	10%	3973	ORSE

8	instalações hidráulicas			R\$ 1.954,81	2%			
8.1	tubo pvc soldável diam=20mm	m	24	R\$ 3,69	R\$ 88,56	5%	2338	ORSE
8.2	tubo pvc soldável diam=25mm	m	24	R\$ 4,17	R\$ 100,08	5%	2339	ORSE
8.3	Tê pvc soldável diam=25mm	unid.	4	R\$ 1,21	R\$ 4,84	0%	2110	ORSE
8.4	joelho pvc soldável 90° diam.=20mm	unid.	5	R\$ 0,59	R\$ 2,95	0%	1211	ORSE
8.5	joelho pvc soldável 90° diam=25mm	unid.	3	R\$ 0,73	R\$ 2,19	0%	1212	ORSE
8.6	joelho pvc soldável com bucha de latão 20mm*1/2	unid.	5	R\$ 6,54	R\$ 32,70	2%	1209	ORSE
8.7	flange pvc soldável 25mm*3/4	unid.	1	R\$ 30,95	R\$ 30,95	2%	1004	ORSE
8.8	reservatório capacidade 500l com tampa	unid.	1	R\$ 287,25	R\$ 287,25	15%	34637	SINAPI
8.9	registro de gaveta 3/4	unid.	1	R\$ 51,25	R\$ 51,25	18%	1948	ORSE
8.10	bacia sanitária em louça branca com caixa acoplada	unid.	1	R\$ 366,83	R\$ 366,83	19%	10422	SINAPI
8.11	lavatório em louça branca incluindo sifão válvula e acessórios de fixação	unid.	1	R\$ 175,14	R\$ 175,14	9%	10426	SINAPI
8.12	torneira boia 1/2"	unid.	1	R\$ 53,47	R\$ 53,47	3%	11826	SINAPI
8.13	kit acessórios para banheiro	unid.	1	R\$ 40,65	R\$ 40,65	2%	4232	ORSE
8.14	torneira de parede pvc branca para pia cozinha	unid.	1	R\$ 25,91	R\$ 25,91	1%	2893	ORSE
8.15	torneira de bancada pvc branca para lavatório	unid.	1	R\$ 11,80	R\$ 11,80	1%	2261	ORSE
8.16	kit hidrômetro	unid.	1	R\$ 139,24	R\$ 139,24	7%	3729	SINAPI
8.17	mão de obra instalação hidráulica	h	20	R\$ 27,05	R\$ 541,00	28%	88267	SINAPI

9	instalações sanitárias			R\$ 1.538,56	1%			
9.1	tubo pvc branco esgoto 100mm	m	24	R\$ 14,17	R\$ 340,08	22%	2336	SINAPI
9.2	tubo pvc branco esgoto 50mm	m	24	R\$ 10,22	R\$ 245,28	16%	2334	SINAPI
9.3	curva pvc esgoto 90° esgoto diam=100mm	unid.	3	R\$ 22,17	R\$ 66,51	4%	801	SINAPI
9.4	curva pvc esgoto 90° esgoto diam=40mm	unid.	3	R\$ 4,78	R\$ 14,34	1%	798	SINAPI
9.5	curva pvc esgoto 45° esgoto diam=40mm	unid.	2	R\$ 14,69	R\$ 29,38	2%	803	SINAPI
9.6	Tê esgoto diam=100x100mm	unid.	2	R\$ 15,21	R\$ 30,42	2%	2146	SINAPI
9.7	bucha redução esgoto 50x40mm	unid.	1	R\$ 3,67	R\$ 3,67	0%	819	SINAPI
9.8	luva pvc esgoto 40mm	unid.	3	R\$ 4,68	R\$ 14,04	1%	20167	SINAPI
9.9	luva pvc esgoto 100mm	unid.	3	R\$ 6,23	R\$ 18,69	1%	20170	SINAPI
9.10	caixa sifonada de pvc 100x100x40mm completa	unid.	1	R\$ 18,01	R\$ 18,01	1%	5103	ORSE
9.11	caixa de gordura 60*60*50mm em concreto pré-moldada	unid.	1	R\$ 217,14	R\$ 217,14	14%	11881	SINAPI
9.12	mão de obra instalações sanitárias	h	20	R\$ 27,05	R\$ 541,00	35%	88267	SINAPI

10	revestimento			R\$ 10.518,32	9%		
----	--------------	--	--	---------------	----	--	--

10.1	chapisco em parede externa com argamassa de cimento e areia	m ²	72	R\$ 6,86	R\$ 493,92	5%	3310	ORSE
10.2	reboco tipo camada única interna com argamassa de cimento cal e areia	m ²	120	R\$ 28,97	R\$ 3.476,40	33%	12354	ORSE
10.3	reboco tipo camada única externa com argamassa de cimento cal e areia	m ²	72	R\$ 36,50	R\$ 2.628,00	25%	4783	ORSE
10.4	forro de pvc branco, incluindo estrutura e fixação	m ²	56	R\$ 70,00	R\$ 3.920,00	37%	4449	ORSE

11	pisso			R\$ 5.406,65	5%			
11.1	lastro de concreto FCK= 10Mpa sarrafeado para contrapiso, e=5cm	m ²	56	R\$ 37,20	R\$ 2.083,20	39%	95241	SINAPI
11.2	piso cerâmico 45x45 incluindo rejuntamento e regularização da base e=2,5cm	m ²	65	R\$ 51,13	R\$ 3.323,45	61%	87251	SINAPI

12	pintura			R\$ 4.740,72	4%			
12.1	aplicação de massa corrida sobre paredes internas	m ²	120	R\$ 11,73	R\$ 1.407,60	30%	2278	ORSE
12.2	pintura acrílica 2demãos sobre 1 demão de selador paredes internas	m ²	120	R\$ 17,36	R\$ 2.083,20	44%	2287	ORSE
12.3	pintura látex pva 2demãos sobre 1 demão de selador paredes externas	m ²	72	R\$ 17,36	R\$ 1.249,92	26%	2285	ORSE

total	R\$ 116.519,09	100%
valor por m2	R\$	2.080,70

Orçamento Steel Frame

referencia			
item	serviço	uni.	quant.
1 serviços preliminares			
1.1	limpeza manual terreno	m ²	300
1.2	locação de obra com gabarito	m ²	56

2 fundação			
2.1	escavação manual de valas-baldrame	m ³	11,2
2.2	apiloamento valas	m ²	19,6
2.3	reaterro manual apiloamento de valas	m ³	11,2
2.4	aterro compactado	m ³	10,3
2.5	lastro de concreto magro e=5cm	m ³	2,8
2.6	vigas baldrame- concreto FCK=25Mpa, armadura com ferros diâmetro 5mm	m ³	13,3
2.7	pintura impermeabilizante- 2 demãos	m ²	47,87

3 estrutura			
3.1	montante 90x0,95x 3000mm ZAR 230: G275"	uni	119
3.2	guia 90x0,95x300mm ZAR 230: G275"	uni	42
3.3	cantoneira 2,00x65x89x65mm	uni	9
3.4	chumbador parábolt 3/8 x 3.3/4	uni	60
3.5	manta fita impermeabilizante 15cm	m	55
3.6	Laje pré-fabricada STEEL DECK para piso, espessura da chapa 0,80 mm, espessura da laje 15 cm, com capa de concreto FCK=25Mpa	m2	56

4 paredes e painéis			
4.1	fitas para junta gesso 100m x 48mm	m	2
4.2	massa para junta gesso 25kg	balde	3
4.3	parafusos glasroc 3,5x25mm pacote com 100	pac	5
4.4	mão de obra paredes	m	56
4.5	mão de obra aberturas ML	m	25
4.6	manta hidrofuga	m2	90
4.7	placa glasroc 1,2x 2,4m	unid.	35
4.8	placa de gesso Drywall 1,2x1,8 st	unid.	74
4.9	placa de gesso Drywall 1,2x 2,4 ru	unid.	32
4.10	parafusos para gesso trombeta 3,5x2,5 pacote com 1000	unid.	1
4.11	placoplast glasroc fachada rápida 20kg	sac.	25
4.12	tela fibra de vidro vertex 1x50m	rolo	2
4.13	perfil para forro Drywall f530	unid.	20
4.14	lã de rocha 4,32m2	unid.	35

5 cobertura- sistema telhas			
5.1	tesouras em madeira para vão de ate 3m	uni	8
5.2	telha cerâmica	uni	900
5.3	ripamento p/ telhas cerâmicas	m2	56

6 esquadrias			
6.1	Porta de abrir em alumínio 80*210, com guarnição	m ²	8,4
6.2	janela de alumínio anodizado fosco de correr 1 bandeira 0,6*0,4	um	1

lider construção-Cascavel			
item	preço unitário	preço total	%
1			
1.1	R\$ 4,62	R\$ 1.386,00	73%
1.2	R\$ 9,09	R\$ 509,04	27%

2			
		R\$ 13.320,86	13%
2.1	R\$ 143,09	R\$ 1.602,61	12%
2.2	R\$ 27,83	R\$ 545,47	4%
2.3	R\$ 27,70	R\$ 310,24	2%
2.4	R\$ 20,18	R\$ 207,85	2%
2.5	R\$ 37,20	R\$ 104,16	50%
2.6	R\$ 691,09	R\$ 9.191,50	69%
2.7	R\$ 28,39	R\$ 1.359,03	10%

3			
		R\$ 29.683,60	28%
3.1	R\$ 64,00	R\$ 7.616,00	26%
3.2	R\$ 58,00	R\$ 2.436,00	8%
3.3	R\$ 10,15	R\$ 91,35	0%
3.4	R\$ 3,00	R\$ 180,00	1%
3.5	R\$ 3,99	R\$ 219,45	1%
3.6	R\$ 341,80	R\$ 19.140,80	64%

4			
		R\$ 24.937,20	23%
4.1	R\$ 29,00	R\$ 58,00	0%
4.2	R\$ 62,00	R\$ 186,00	1%
4.3	R\$ 13,00	R\$ 65,00	0%
4.4	R\$ 60,00	R\$ 3.360,00	13%
4.5	R\$ 75,00	R\$ 1.875,00	8%
4.6	R\$ 14,24	R\$ 1.281,60	5%
4.7	R\$ 208,00	R\$ 7.280,00	29%
4.8	R\$ 37,90	R\$ 2.804,60	11%
4.9	R\$ 57,00	R\$ 1.824,00	7%
4.10	R\$ 58,00	R\$ 58,00	0%
4.11	R\$ 85,00	R\$ 2.125,00	9%
4.12	R\$ 536,00	R\$ 1.072,00	4%
4.13	R\$ 10,90	R\$ 218,00	1%
4.14	R\$ 78,00	R\$ 2.730,00	11%

5			
		R\$ 10.202,64	10%
5.1	R\$ 930,88	R\$ 7.447,04	73%
5.2	R\$ 1,22	R\$ 1.098,00	11%
5.3	R\$ 29,60	R\$ 1.657,60	16%

6			
		R\$ 8.811,31	8%
6.1	R\$ 555,55	R\$ 4.666,62	53%
6.3	R\$ 184,69	R\$ 184,69	2%

12.1	Fornecimento e instalação de janela em vidro temperado fumê 8mm, inclusive perfis e ferragens	m ²	7,2
------	---	----------------	-----

12.1	R\$ 550,00	R\$ 3.960,00	45%
------	------------	--------------	-----

7 instalações elétricas			
7.1	mangueira corrugada 25mm	m	45
7.2	caixa eletroduto 4x2	unid.	14
7.3	caixa eletroduto 4x4	unid.	6
7.4	quadro distribuição 6/8 circuitos	unid.	1
7.5	plafonier em abs. para lâmpada bulbo	unid.	7
7.6	interruptor 1 tecla	unid.	4
7.7	interruptor 2 teclas	unid.	2
7.8	interruptor 1 tecla + tomada 2p+t	unid.	8
7.9	disjuntor termomagnético 25A	unid.	3
7.10	disjuntor termomagnético monofásico 35a	unid.	2
7.11	fio de cobre isol 750v #2,5mm ²	m	84
7.12	fio de cobre isol 1kv #10mm ²	m	28
7.13	padrão de entrada de energia monofásica com poste de concreto 5m, incluindo aterramento e caixa para medidor com disjuntor monofásico de 50a	unid.	1
7.14	mão de obra de instalação elétrica	h	16

7			
7.1	R\$ 4,65	R\$ 209,25	5%
7.2	R\$ 2,09	R\$ 29,26	1%
7.3	R\$ 3,46	R\$ 20,76	1%
7.4	R\$ 68,44	R\$ 68,44	2%
7.5	R\$ 6,56	R\$ 45,92	1%
7.6	R\$ 11,00	R\$ 44,00	1%
7.7	R\$ 18,05	R\$ 36,10	1%
7.8	R\$ 21,45	R\$ 171,60	4%
7.9	R\$ 26,00	R\$ 78,00	2%
7.10	R\$ 33,35	R\$ 66,70	2%
7.11	R\$ 2,46	R\$ 206,64	5%
7.12	R\$ 9,90	R\$ 277,20	7%
7.13	R\$ 2.195,06	R\$ 2.195,06	57%
7.14	R\$ 24,26	R\$ 388,16	10%

8 instalações hidráulicas			
8.1	tubo pvc soldável diam=20mm	m	24
8.2	tubo pvc soldável diam=25mm	m	24
8.3	Tê pvc soldável diam=25mm	unid.	4
8.4	joelho pvc soldável 90° diam=20mm	unid.	5
8.5	joelho pvc soldável 90° diam=25mm	unid.	3
8.6	joelho pvc soldável com bucha de latão 20mm*1/2	unid.	5
8.7	flange pvc soldável 25mm*3/4	unid.	1
8.8	reservatório capacidade 500l com tampa	unid.	1
8.9	registro de gaveta 3/4	unid.	1
8.10	bacia sanitária em louça branca com caixa acoplada	unid.	1
8.11	lavatório em louça branca incluindo sifão válvula e acessórios de fixação	unid.	1
8.12	torneira boia 1/2"	unid.	1
8.13	kit acessórios para banheiro	unid.	1
8.14	torneira de parede pvc branca para pia cozinha	unid.	1
8.15	torneira de bancada pvc branca para lavatório	unid.	1
8.16	kit hidrômetro	unid.	1
8.17	mão de obra instalação hidráulica	h	20

8			
8.1	R\$ 3,69	R\$ 88,56	5%
8.2	R\$ 4,17	R\$ 100,08	5%
8.3	R\$ 1,21	R\$ 4,84	0%
8.4	R\$ 0,59	R\$ 2,95	0%
8.5	R\$ 0,73	R\$ 2,19	0%
8.6	R\$ 6,54	R\$ 32,70	2%
8.7	R\$ 30,95	R\$ 30,95	2%
8.8	R\$ 287,25	R\$ 287,25	15%
8.9	R\$ 51,25	R\$ 51,25	18%
8.10	R\$ 366,83	R\$ 366,83	19%
8.11	R\$ 175,14	R\$ 175,14	9%
8.12	R\$ 53,47	R\$ 53,47	3%
8.13	R\$ 40,65	R\$ 40,65	76%
8.14	R\$ 25,91	R\$ 25,91	1%
8.15	R\$ 11,80	R\$ 11,80	46%
8.16	R\$ 139,24	R\$ 139,24	7%
8.17	R\$ 27,05	R\$ 541,00	28%

9 instalações sanitárias			
9.1	tubo pvc branco esgoto 100mm	m	24
9.2	tubo pvc branco esgoto 50mm	m	24
9.3	curva pvc esgoto 90° esgoto diam=100mm	unid.	3
9.4	curva pvc esgoto 90° esgoto diam=40mm	unid.	3
9.5	curva pvc esgoto 45° esgoto diam=40mm	unid.	2
9.6	Tê esgoto diam=100x100mm	unid.	2
9.7	bucha redução esgoto 50x40mm	unid.	1
9.8	luva pvc esgoto 40mm	unid.	3

9			
9.1	R\$ 14,17	R\$ 340,08	22%
9.2	R\$ 10,22	R\$ 245,28	16%
9.3	R\$ 22,17	R\$ 66,51	4%
9.4	R\$ 4,78	R\$ 14,34	1%
9.5	R\$ 14,69	R\$ 29,38	2%
9.6	R\$ 15,21	R\$ 30,42	2%
9.7	R\$ 3,67	R\$ 3,67	0%
9.8	R\$ 4,68	R\$ 14,04	1%

9.9	luva pvc esgoto 100mm	unid.	3
9.10	caixa sifonada de pvc 100x100x40mm completa	unid.	1
9.11	caixa de gordura 60*60*50mm em concreto pre moldada	unid.	1
9.12	mão de obra instalações sanitárias	h	20

10	pisso		
10.1	lastro de concreto FCK= 10Mpa sarrafeado para contrapiso, e=5cm	m ²	56
10.2	pisso cerâmico 45x45 incluindo rejuntamento e regularização da base e=2,5cm	m ²	65

11	pintura		
11.1	aplicação de massa corrida sobre paredes internas	m ²	120
11.2	pintura acrílica 2demãos sobre 1 demão de selador paredes internas	m ²	120
11.3	pintura látex pva 2demãos sobre 1 demão de selador paredes externas	m ²	72

9.9	R\$ 6,23	R\$ 18,69	133%
9.10	R\$ 18,01	R\$ 18,01	1%
9.11	R\$ 217,14	R\$ 217,14	1206%
9.12	R\$ 27,05	R\$ 541,00	35%

10		R\$ 5.406,65	5%
10.1	R\$ 37,20	R\$ 2.083,20	39%
10.2	R\$ 51,13	R\$ 3.323,45	61%

11		R\$ 4.740,72	4%
11.1	R\$ 11,73	R\$ 1.407,60	30%
11.2	R\$ 17,36	R\$ 2.083,20	44%
11.3	R\$ 17,36	R\$ 1.249,92	26%

valor total
valor por m2

R\$ 106.328,48	100%
R\$ 1.898,72	

internet- Sodimac e fast Drywall			
item	preço unitário	preço total	%
1		R\$ 1.895,04	2%
1.1	R\$ 4,62	R\$ 1.386,00	73%
1.2	R\$ 9,09	R\$ 509,04	27%
2		R\$ 12.884,73	12%
2.1	R\$ 104,15	R\$ 1.166,48	9%
2.2	R\$ 27,83	R\$ 545,47	4%
2.3	R\$ 27,70	R\$ 310,24	2%
2.4	R\$ 20,18	R\$ 207,85	2%
2.5	R\$ 37,20	R\$ 104,16	1%
2.6	R\$ 691,09	R\$ 9.191,50	71%
2.7	R\$ 28,39	R\$ 1.359,03	11%
3		R\$ 30.828,54	28%
3.1	R\$ 70,44	R\$ 8.382,36	27%
3.2	R\$ 64,74	R\$ 2.719,08	9%
3.3	R\$ 9,45	R\$ 85,05	0%
3.4	R\$ 4,55	R\$ 273,00	1%
3.5	R\$ 4,15	R\$ 228,25	1%
3.6	R\$ 341,80	R\$ 19.140,80	62%
4		R\$ 28.786,73	26%
4.1	R\$ 29,58	R\$ 59,16	0%
4.2	R\$ 93,94	R\$ 281,82	1%
4.3	R\$ 21,96	R\$ 109,80	0%
4.4	R\$ 55,00	R\$ 3.080,00	11%
4.5	R\$ 65,00	R\$ 1.625,00	6%
4.6	R\$ 18,61	R\$ 1.674,90	6%
4.7	R\$ 271,15	R\$ 9.490,25	33%
4.8	R\$ 43,45	R\$ 3.215,30	11%
4.9	R\$ 54,59	R\$ 1.746,88	6%
4.10	R\$ 29,25	R\$ 29,25	0%
4.11	R\$ 195,90	R\$ 4.897,50	17%
4.12	R\$ 732,66	R\$ 1.465,32	5%
4.13	R\$ 14,19	R\$ 283,80	1%
4.14	R\$ 23,65	R\$ 827,75	3%
5		R\$ 10.202,64	9%
5.1	R\$ 930,88	R\$ 7.447,04	73%
5.2	R\$ 1,22	R\$ 1.098,00	11%
5.3	R\$ 29,60	R\$ 1.657,60	16%
6		R\$ 8.811,31	8%
6.1	R\$ 555,55	R\$ 4.666,62	53%
6.3	R\$ 184,69	R\$ 184,69	2%

espaço smart- Foz do Iguaçu			
item	preço unitário	preço total	%
1		R\$ 1.895,04	2%
1.1	R\$ 4,62	R\$ 1.386,00	73%
1.2	R\$ 9,09	R\$ 509,04	27%
2		R\$ 12.884,73	12%
2.1	R\$ 104,15	R\$ 1.166,48	9%
2.2	R\$ 27,83	R\$ 545,47	4%
2.3	R\$ 27,70	R\$ 310,24	2%
2.4	R\$ 20,18	R\$ 207,85	2%
2.5	R\$ 37,20	R\$ 104,16	1%
2.6	R\$ 691,09	R\$ 9.191,50	71%
2.7	R\$ 28,39	R\$ 1.359,03	11%
3		R\$ 28.676,89	26%
3.1	R\$ 56,90	R\$ 6.771,10	24%
3.2	R\$ 51,95	R\$ 2.181,90	8%
3.3	R\$ 9,36	R\$ 84,24	0%
3.4	R\$ 4,51	R\$ 270,60	1%
3.5	R\$ 4,15	R\$ 228,25	1%
3.6	R\$ 341,80	R\$ 19.140,80	67%
4		R\$ 30.407,21	28%
4.1	R\$ 31,45	R\$ 62,90	0%
4.2	R\$ 80,00	R\$ 240,00	1%
4.3	R\$ 23,40	R\$ 117,00	0%
4.4	R\$ 55,00	R\$ 3.080,00	10%
4.5	R\$ 65,00	R\$ 1.625,00	5%
4.6	R\$ 17,51	R\$ 1.575,90	5%
4.7	R\$ 219,90	R\$ 7.696,50	25%
4.8	R\$ 42,00	R\$ 3.108,00	10%
4.9	R\$ 62,45	R\$ 1.998,40	7%
4.10	R\$ 43,80	R\$ 43,80	0%
4.11	R\$ 134,07	R\$ 3.351,75	11%
4.12	R\$ 715,78	R\$ 1.431,56	5%
4.13	R\$ 15,07	R\$ 301,40	1%
4.14	R\$ 165,00	R\$ 5.775,00	19%
5		R\$ 10.202,64	9%
5.1	R\$ 930,88	R\$ 7.447,04	73%
5.2	R\$ 1,22	R\$ 1.098,00	11%
5.3	R\$ 29,60	R\$ 1.657,60	16%
6		R\$ 8.811,31	8%
6.1	R\$ 555,55	R\$ 4.666,62	53%
6.3	R\$ 184,69	R\$ 184,69	2%

12.1	R\$ 550,00	R\$ 3.960,00	45%
7			
7		R\$ 3.837,09	3%
7.1	R\$ 4,65	R\$ 209,25	5%
7.2	R\$ 2,09	R\$ 29,26	1%
7.3	R\$ 3,46	R\$ 20,76	1%
7.4	R\$ 68,44	R\$ 68,44	2%
7.5	R\$ 6,56	R\$ 45,92	1%
7.6	R\$ 11,00	R\$ 44,00	1%
7.7	R\$ 18,05	R\$ 36,10	1%
7.8	R\$ 21,45	R\$ 171,60	4%
7.9	R\$ 26,00	R\$ 78,00	2%
7.10	R\$ 33,35	R\$ 66,70	2%
7.11	R\$ 2,46	R\$ 206,64	5%
7.12	R\$ 9,90	R\$ 277,20	7%
7.13	R\$ 2.195,06	R\$ 2.195,06	57%
7.14	R\$ 24,26	R\$ 388,16	10%
8			
8		R\$ 1.954,81	2%
8.1	R\$ 3,69	R\$ 88,56	5%
8.2	R\$ 4,17	R\$ 100,08	5%
8.3	R\$ 1,21	R\$ 4,84	0%
8.4	R\$ 0,59	R\$ 2,95	0%
8.5	R\$ 0,73	R\$ 2,19	0%
8.6	R\$ 6,54	R\$ 32,70	2%
8.7	R\$ 30,95	R\$ 30,95	2%
8.8	R\$ 287,25	R\$ 287,25	15%
8.9	R\$ 51,25	R\$ 51,25	3%
8.10	R\$ 366,83	R\$ 366,83	19%
8.11	R\$ 175,14	R\$ 175,14	9%
8.12	R\$ 53,47	R\$ 53,47	3%
8.13	R\$ 40,65	R\$ 40,65	2%
8.14	R\$ 25,91	R\$ 25,91	1%
8.15	R\$ 11,80	R\$ 11,80	1%
8.16	R\$ 139,24	R\$ 139,24	7%
8.17	R\$ 27,05	R\$ 541,00	28%
9			
9		R\$ 1.538,56	1%
9.1	R\$ 14,17	R\$ 340,08	22%
9.2	R\$ 10,22	R\$ 245,28	16%
9.3	R\$ 22,17	R\$ 66,51	4%
9.4	R\$ 4,78	R\$ 14,34	1%
9.5	R\$ 14,69	R\$ 29,38	2%
9.6	R\$ 15,21	R\$ 30,42	2%

12.1	R\$ 550,00	R\$ 3.960,00	45%
7			
7		R\$ 3.837,09	3%
7.1	R\$ 4,65	R\$ 209,25	5%
7.2	R\$ 2,09	R\$ 29,26	1%
7.3	R\$ 3,46	R\$ 20,76	1%
7.4	R\$ 68,44	R\$ 68,44	2%
7.5	R\$ 6,56	R\$ 45,92	1%
7.6	R\$ 11,00	R\$ 44,00	1%
7.7	R\$ 18,05	R\$ 36,10	1%
7.8	R\$ 21,45	R\$ 171,60	4%
7.9	R\$ 26,00	R\$ 78,00	2%
7.10	R\$ 33,35	R\$ 66,70	2%
7.11	R\$ 2,46	R\$ 206,64	5%
7.12	R\$ 9,90	R\$ 277,20	7%
7.13	R\$ 2.195,06	R\$ 2.195,06	57%
7.14	R\$ 24,26	R\$ 388,16	10%
8			
8		R\$ 1.954,81	2%
8.1	R\$ 3,69	R\$ 88,56	5%
8.2	R\$ 4,17	R\$ 100,08	5%
8.3	R\$ 1,21	R\$ 4,84	0%
8.4	R\$ 0,59	R\$ 2,95	0%
8.5	R\$ 0,73	R\$ 2,19	0%
8.6	R\$ 6,54	R\$ 32,70	2%
8.7	R\$ 30,95	R\$ 30,95	2%
8.8	R\$ 287,25	R\$ 287,25	15%
8.9	R\$ 51,25	R\$ 51,25	3%
8.10	R\$ 366,83	R\$ 366,83	19%
8.11	R\$ 175,14	R\$ 175,14	9%
8.12	R\$ 53,47	R\$ 53,47	3%
8.13	R\$ 40,65	R\$ 40,65	2%
8.14	R\$ 25,91	R\$ 25,91	1%
8.15	R\$ 11,80	R\$ 11,80	1%
8.16	R\$ 139,24	R\$ 139,24	7%
8.17	R\$ 27,05	R\$ 541,00	28%
9			
9		R\$ 1.538,56	1%
9.1	R\$ 14,17	R\$ 340,08	22%
9.2	R\$ 10,22	R\$ 245,28	16%
9.3	R\$ 22,17	R\$ 66,51	4%
9.4	R\$ 4,78	R\$ 14,34	1%
9.5	R\$ 14,69	R\$ 29,38	2%
9.6	R\$ 15,21	R\$ 30,42	2%

9.7	R\$ 3,67	R\$ 3,67	0%
9.8	R\$ 4,68	R\$ 14,04	1%
9.9	R\$ 6,23	R\$ 18,69	1%
9.10	R\$ 18,01	R\$ 18,01	1%
9.11	R\$ 217,14	R\$ 217,14	14%
9.12	R\$ 27,05	R\$ 541,00	35%
10			
		R\$ 5.406,65	5%
10.1	R\$ 37,20	R\$ 2.083,20	39%
10.2	R\$ 51,13	R\$ 3.323,45	61%
11			
		R\$ 4.740,72	4%
11.1	R\$ 11,73	R\$ 1.407,60	30%
11.2	R\$ 17,36	R\$ 2.083,20	44%
11.3	R\$ 17,36	R\$ 1.249,92	26%

9.7	R\$ 3,67	R\$ 3,67	0%
9.8	R\$ 4,68	R\$ 14,04	1%
9.9	R\$ 6,23	R\$ 18,69	1%
9.10	R\$ 18,01	R\$ 18,01	1%
9.11	R\$ 217,14	R\$ 217,14	14%
9.12	R\$ 27,05	R\$ 541,00	35%
10			
		R\$ 5.406,65	5%
10.1	R\$ 37,20	R\$ 2.083,20	39%
10.2	R\$ 51,13	R\$ 3.323,45	61%
11			
		R\$ 4.740,72	4%
11.1	R\$ 11,73	R\$ 1.407,60	30%
11.2	R\$ 17,36	R\$ 2.083,20	44%
11.3	R\$ 17,36	R\$ 1.249,92	26%

R\$ 110.886,82	100%
R\$ 1.980,12	

R\$ 110.355,65	100%
R\$ 1.970,64	

**ANEXO- III
CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO**

cronograma steel frame														
item	serviço	valor	início 0-15 dias		15-30 dias		30-45 dias		45-60 dias		60-75 dias		75-90 dias	
			R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%
1	serviços preliminares	R\$ 1.895,04	R\$ 1.895,04	100%										
2	fundação	R\$ 13.320,86	R\$ 6.660,43	50%	R\$ 6.660,43	50%								
3	estruturas	R\$ 29.683,60					R\$ 14.841,80	50%	R\$ 14.841,80	50%				
4	paredes	R\$ 24.937,20					R\$ 12.468,60	50%	R\$ 12.468,60	50%				
5	cobertura	R\$ 10.202,64									R\$ 10.202,64	100%		
6	esquadrias	R\$ 8.811,31											R\$ 8.811,31	100%
7	instalações elétricas	R\$ 3.837,09	R\$ 639,52	16,6%	R\$ 639,52	16,6%	R\$ 639,52	16,6%	R\$ 639,52	16,6%	R\$ 639,52	16,6%	R\$ 639,52	16,7%
8	instalações hidráulicas	R\$ 1.954,81	R\$ 325,80	16,6%	R\$ 325,80	16,6%	R\$ 325,80	16,6%	R\$ 325,80	16,6%	R\$ 325,80	16,6%	R\$ 325,80	16,7%
9	instalações sanitárias	R\$ 1.538,56	R\$ 256,43	16,6%	R\$ 256,43	16,6%	R\$ 256,43	16,6%	R\$ 256,43	16,6%	R\$ 256,43	16,6%	R\$ 256,43	16,7%
10	revestimento	R\$ -												
11	piso	R\$ 5.406,65									R\$ 5.406,65	100%		
12	pintura	R\$ 4.740,72											R\$ 4.740,72	100%
total executado		R\$ 106.328,48	R\$ 9.777,21	9%	R\$ 7.882,17	7%	R\$ 28.532,14	27%	R\$ 28.532,14	27%	R\$ 16.831,03	16%	R\$ 14.773,77	14%
total acumulado			100%		R\$ 17.659,39	17%	R\$ 46.191,53	43%	R\$ 74.723,67	70%	R\$ 91.554,71	86%	R\$ 106.328,48	100%

item	serviço	valor	cronograma alvenaria Bloco cerâmico															
			início 0-15 dias	15-30 dias	30-45 dias	45-60 dias	60-75 dias	75-90 dias	90-105 dias	105-120 dias								
			R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%				
1	serviços preliminares	R\$ 1.895,04	R\$ 1.895,04	100%														
2	fundação	R\$ 13.320,86	R\$ 6.660,43	50%	R\$ 6.660,43	50%												
3	estruturas	R\$ 44.699,48			R\$ 11.174,87	25%	R\$ 11.174,87	25%	R\$ 11.174,87	25%	R\$ 11.174,87	25%						
4	paredes	R\$ 9.593,61			R\$ 2.398,40	25%	R\$ 2.398,40	25%	R\$ 2.398,40	25%	R\$ 2.398,40	25%						
5	cobertura	R\$ 10.202,64							R\$ 10.202,64	100%								
6	esquadrias	R\$ 8.811,31									R\$ 8.811,31	100%						
7	instalações elétricas	R\$ 3.837,09	R\$ 479,64	12,5%	R\$ 479,64	12,5	R\$ 479,64	12,5%	R\$ 479,64	12,5%	R\$ 479,64	12,5%	R\$ 479,64	12,5%				
8	instalações hidráulicas	R\$ 1.954,81	R\$ 244,35	12,5%	R\$ 244,35	12,5%	R\$ 244,35	12,5%	R\$ 244,35	12,5%	R\$ 244,35	12,5%	R\$ 244,35	12,5%				
9	instalações sanitárias	R\$ 1.538,56	R\$ 192,32	12,5%	R\$ 192,32	12,5%	R\$ 192,32	12,5%	R\$ 192,32	12,5%	R\$ 192,32	12,5%	R\$ 192,32	12,5%				
10	revestimento	R\$ 10.518,32			R\$ 3.506,11	33%	R\$ 3.506,11	33%	R\$ 3.506,11	33%								
11	piso	R\$ 5.406,65									R\$ 5.406,65	100%						
12	pintura	R\$ 4.740,72											R\$ 4.740,72	100%				
total executado		R\$ 116.519,09	R\$ 9.471,78	8%	R\$ 7.576,74	7%	R\$ 14.489,58	12%	R\$ 17.995,69	15%	R\$ 17.995,69	15%	R\$ 28.198,33	24%	R\$ 15.134,27	13%	R\$ 5.857,03	5%
total acumulado			R\$ 116.519,09	100%	R\$ 17.048,52	15%	R\$ 31.538,10	27%	R\$ 49.533,78	43%	R\$ 67.529,47	58%	R\$ 96.727,80	82%	R\$ 110.862,06	95%	R\$ 116.519,09	100%