

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCUS VINÍCIUS MARTINS VARGAS PRUDÊNCIO

**PROJETO E ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR UTILIZANDO OS SISTEMAS
CONSTRUTIVOS CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAMING**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

MARCUS VINÍCIUS MARTINS VARGAS PRUDÊNCIO

**PROJETO E ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR UTILIZANDO OS SISTEMAS
CONSTRUTIVOS CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAMING**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de diplomação, do Curso Superior em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Rigobello
Co-orientador: Prof. MSc. Valdomiro Lubachevski Kurta

CAMPO MOURÃO

2013



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 25

PROJETO E ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR UTILIZANDO OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAMING

por

Marcus Vinícius Martins Vargas Prudêncio

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 21:00 horas do dia 03 de Setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta
(UTFPR)
Co-orientador

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Marcelo Rodrigo Carreira
(UTFPR)

Prof. Msc. Angelo Giovanni Bonfim Corelhano
(UTFPR)

Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

RESUMO

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Light Steel Framing**. 2013. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

Diante do grande crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a indústria da construção civil tem buscado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente. Uma das alternativas é a utilização de um sistema construtivo já bastante consolidado em países desenvolvidos: o *Light Steel Framing* (LSF). Nesse sentido, este trabalho consiste em realizar o projeto de uma residência em *Light Steel Framing* e determinar a viabilidade do sistema na região de Campo Mourão, por meio de uma análise comparativa de custo entre o sistema *Light Steel Framing* e o sistema construtivo convencional. Após uma breve explanação e elaboração dos projetos tendo em vista cada método construtivo, procedeu-se a comparação levando em consideração aspectos técnicos e econômicos de ambos os sistemas, de forma a comparar a viabilidade do sistema LSF frente ao sistema construtivo convencional. Concluiu-se que o custo total para edificação utilizando o sistema LSF foi superior ao custo da residência utilizando sistema convencional, apontando a mão de obra e o método de execução adotado como fatores determinantes para aumento desse custo. No entanto, com a crescente industrialização e capacitação da mão de obra, o sistema LSF pode vir a se tornar cada vez mais competitivo e presente em nosso meio.

Palavras-chave: *Light Steel Framing*. Sistema construtivo. Viabilidade. Análise comparativa.

ABSTRACT

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius M. V. **Design and comparative cost analysis for a single family residence using conventional and Light Steel Framing construction systems.** 2013. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

With the large population growth and technological advances, the construction industry has looking for more efficient building systems in order to increase productivity, reduce wastes and attend a growing demand. One alternative is the use of a construction system already well consolidated in developed countries: the Light Steel Framing (LSF). In this sense, this work proposes to realize the project of a residence in Light Steel Framing system and determine the viability of the system in the region of Campo Mourão city, performing a comparative cost analysis between the Light Steel Framing system and the conventional construction system. After a brief explanation of each construction method and the development of the projects, the comparison was done taking in account technical and economic aspects of both systems in order to evaluate the viability of the LSF system. It was concluded that the total cost for the building using LSF was higher than the cost for conventional system. The manpower and the construction method were the determinant factors for the higher cost. However, with the increase of industrialization for the construction processes and workforce training, the LSF system may become more competitive and common in the region considered.

Keywords: Light Steel Framing. Construction system. Viability. Comparative Cost analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de vergas de abertura	21
Figura 2 – Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural ao radier	23
Figura 3 – Transmissão de carga vertical à fundação	24
Figura 4 – Desenho esquemático de painel estrutural com abertura	25
Figura 5 – Detalhe da composição do vão de abertura	26
Figura 6 – Desenho esquemático de laje úmida	28
Figura 7 – Desenho esquemático de laje seca	28
Figura 8 – Planta baixa arquitetônica	35
Figura 9 – Modelo da estrutura em Light Steel Framing	36
Figura 10 – Tipos de perfis de aço galvanizados formados a frio utilizados	37
Figura 11 – Modelo demonstrativo rotulado da estrutura	38

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Sistema construtivo convencional	13
Fotografia 2 – Estrutura de residência em Light Steel Framing.....	15
Fotografia 3 – Painel estrutural em Light Steel Framing	16
Fotografia 4 – Radier com instalações hidrossanitárias aparentes	23
Fotografia 5 – Vigas de piso.....	27
Fotografia 6 – Tesouras de telhado.....	29
Fotografia 7 – Fachada com fechamento externo em OSB	31
Fotografia 8 – Instalação de Lã mineral em painéis	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não-estruturais	18
Quadro 2 – Designações e aplicações dos perfis de aço formados a frio	19
Quadro 3 – Relação entre espessura e aplicação da placa cimentícia	31
Quadro 4 – Comparação de custos por etapas dos sistemas construtivos	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 JUSTIFICATIVA	12
4 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL	13
4.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	13
5 LIGHT STEEL FRAMING	15
5.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	15
5.2 PERFIS FORMADOS A FRIO	18
5.3 DIRETRIZES PARA O PROJETO ESTRUTURAL	20
5.4 PROCESSO CONSTRUTIVO EM <i>LIGHT STEEL FRAMING</i>	22
5.4.1 Fundação	22
5.4.2 Painéis	24
5.4.3 Lajes	26
5.4.4 Cobertura	29
5.4.5 Fechamento e Acabamento	30
5.4.6 Ligações e Montagem	33
5.4.7 Vantagens e Desvantagens	33
6 METODOLOGIA	35
6.1 CONCEPÇÃO DO PROJETO	35
6.2 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA EM <i>LIGHT STEEL FRAMING</i>	36
6.2.1 Análise Estrutural	38
6.2.1.1 Cargas permanentes	39
6.2.1.2 Cargas acidentais	39
6.2.1.3 Ação do vento	40
6.2.2 Dimensionamento do <i>Radier</i>	40
6.3 CRITÉRIOS DE ORÇAMENTO E LEVANTAMENTO DE DADOS	40
7 ANÁLISE DE CUSTOS E VIABILIDADE ECONÔMICA	42
8 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil no Brasil ainda é caracterizada pela utilização de sistemas construtivos predominantemente artesanais, tendo como característica a baixa produtividade e principalmente o grande desperdício de materiais. Porém, o mercado tem sinalizado que esta situação deve ser alterada e o uso de novas tecnologias é a melhor forma de permitir a industrialização e a racionalização dos processos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012, p. 11).

Visando mudar esse panorama, uma das alternativas é a utilização de um sistema construtivo já bastante consolidado em países de primeiro mundo: o *Light Steel Framing* (LSF). Segundo Batista (2011, p. 1), este é um sistema construtivo altamente industrializado de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, possibilitando um processo de construção de alta eficiência e grande rapidez de execução.

Pinho e Penna (2008, p. 12) complementam que os produtos industrializados como as estruturas de aço, são concebidos para que, se empregados corretamente, tragam uma série de vantagens para o conjunto da obra, que podem facilmente reverter o custo final, mesmo com um custo específico maior.

No país, o sistema construtivo mais utilizado é a estrutura de concreto armado juntamente a alvenaria de blocos cerâmicos. Esse sistema, além da natureza artesanal, gera grandes quantidades de resíduos e desperdício de materiais, causando vários problemas e danos ao meio ambiente, sendo necessárias novas alternativas e processos mais racionalizados.

Para Hass e Martins (2011, p. 9) com a crescente demanda do setor da construção civil na atualidade, tem-se a necessidade de construir com maior rapidez e menor desperdício, considerando uma crescente conscientização sobre a importância das questões ambientais.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise comparativa de custos e apontar as vantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* como alternativa ao sistema convencional de concreto armado aliado à alvenaria de blocos cerâmicos, por meio do desenvolvimento de projetos e levantamento de custo de insumos para uma residência unifamiliar na região de Campo Mourão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa de custos e apontar as vantagens da utilização do sistema construtivo *Light Steel Framing* como alternativa ao sistema convencional de concreto armado aliado à alvenaria de blocos cerâmicos, avaliando a viabilidade do sistema LSF aplicado à construção de uma residência unifamiliar na região de Campo Mourão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o sistema construtivo *Light Steel Framing* aplicado a uma residência unifamiliar de médio padrão na região de Campo Mourão e demonstrar por meio de planilhas orçamentárias detalhadas, a comparação de custos em relação ao sistema construtivo tradicional de concreto armado aliado à alvenaria de blocos cerâmicos.

- Realizar o dimensionamento da estrutura da residência utilizando o sistema *Light Steel Framing*, com base nas normas técnicas pertinentes e com uso de tabelas e programas de análise estrutural.

- Apresentar as vantagens e desvantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* frente aos demais métodos construtivos, demonstrando as características técnicas do processo construtivo e a tecnologia empregada no sistema.

- Realizar um levantamento de dados visando obter custos de insumos, mão de obra e disponibilidade de matéria-prima na região de Campo Mourão.

3 JUSTIFICATIVA

Atualmente, com a crescente demanda do setor da construção civil, tem-se a necessidade de se construir com maior rapidez e de maneira mais eficiente, evitando desperdícios e a geração de resíduos de construção. A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil, apresentam limitações ao sistema construtivo tradicional, gerando a necessidade de se investir em métodos construtivos que permitam a racionalização dos seus processos, e possuam um alto nível de industrialização.

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 11) destacam que diante do grande crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, o setor da construção civil tem buscado por sistemas mais eficientes e processos mais racionalizados, visando aumentar a produtividade, diminuir a geração de resíduos e atender a demanda crescente. Ainda segundo os autores, uma alternativa viável seria a utilização de sistemas construtivos com aço, caracterizados pelo alto índice de industrialização, com projetos detalhados e integrados, minimizando perdas e prazos na construção.

O sistema *Light Steel Framing* é uma alternativa para o setor da construção civil, sendo uma tecnologia já bastante difundida em países de primeiro mundo. Esse sistema tem como principal característica a utilização de perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, caracterizado pela alta eficiência, produtividade e rapidez de execução.

Portanto, o estudo criterioso de custo e da aplicabilidade do sistema *Light Steel Framing* em uma residência unifamiliar na região de Campo Mourão é relevante, já que abordará um sistema construtivo pouco utilizado no país e que oferece uma série de vantagens em seus processos, sendo importante determinar se este sistema é economicamente competitivo frente aos demais métodos construtivos da região.

4 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

4.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

No Brasil, o sistema construtivo convencional em concreto armado é amplamente utilizado na construção de residências. Esse sistema é utilizado junto à alvenaria de blocos cerâmicos, responsável pelo fechamento e isolamento da edificação.

O concreto armado é constituído pela associação de concreto e aço, no qual ambos os materiais apresentam características mútuas de boa aderência e coeficiente de dilatação térmica praticamente igual. Essa união advém do fato que o concreto possui baixa resistência a tração, sendo função do aço, absorver os esforços de tração e cisalhamento que atuam nos elementos de concreto (ARAÚJO; RODRIGUES; FREITAS, 2000, p. 90).

Sendo assim, a estrutura de concreto armado é constituída por elementos estruturais isolados, com função de distribuição e encaminhamento dos esforços advindos dos elementos da edificação. Esses elementos, em conjunto com alvenaria de vedação formam o sistema construtivo convencional mostrado na Fotografia 1.



Fotografia 1 – Sistema construtivo convencional

Por se tratar de um sistema construtivo completamente artesanal, a estrutura de concreto armado aliada à alvenaria de blocos cerâmicos é caracterizada pela baixa produtividade e pelo grande desperdício de materiais. Para Hass e Martins (2011, p. 13), isso acontece devido a todas as etapas da construção em si serem executadas *in loco* tornando a execução do projeto consideravelmente mais demorada. Ainda segundo os autores, grande parte da mão de obra é despreparada, o que ocasiona excesso de desperdício de materiais e retrabalho.

A estrutura de concreto armado moldado *in loco*, de forma geral, ainda é o processo mais econômico no país, apresentando elevada quantidade de mão de obra frente aos demais métodos construtivos. Entretanto, muitas vezes, a falta de especialização dos operários, e a natureza artesanal dos processos se apresentam como falhas ao sistema, que perde em eficiência e tempo.

A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de se buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil, demonstra que os processos construtivos devem ser racionalizados e mais eficientes. Entretanto, o método construtivo tradicional oferece limitações, pois alguns materiais dificilmente são reaproveitados após sua vida útil, além da produção de blocos cerâmicos e cimento serem extremamente nocivas ao meio ambiente.

Portanto, mesmo apresentando vantagens em sua utilização, o sistema construtivo convencional no país ainda se encontra num patamar tecnológico inferior em relação aos demais métodos construtivos, sendo necessário aumentar o nível de industrialização e racionalização dos seus processos.

5 LIGHT STEEL FRAMING

5.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 12) o *Light Steel Framing* (LSF) é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, que são utilizados para a composição de painéis autoportantes, vigas de piso, estruturas de treliças e demais componentes.

Os autores ainda acrescentam, que o *Light Steel Framing* mostrado na Fotografia 2, é caracterizado por ser um sistema altamente industrializado que possibilita uma construção a seco com grande rapidez de execução, sendo composto por vários componentes e subsistemas, como fundação, isolamento termo-acústico, fechamento interno e externo, e instalações elétricas e hidráulicas.



Fotografia 2 – Estrutura de residência em Light Steel Framing
Fonte: Vivan, Paliari e Novaes (2012).

Esses subsistemas se integram a estrutura do LSF, que é composta por painéis estruturais ou autoportantes, que são responsáveis pela integridade da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 15), os painéis autoportantes são responsáveis por distribuir linearmente as cargas e encaminhá-las até a fundação. Esses painéis, mostrados na Fotografia 3, são compostos por grande quantidade de perfis leves de aço galvanizado denominados montantes, que são separados entre si de 400mm ou 600mm. Esse espaçamento é definido de acordo com o cálculo estrutural, e determina a modulação do projeto.



Fotografia 3 – Painel estrutural em Light Steel Framing

Fonte: A Builder's Guide to Steel Frame Construction (2007, p. 4).

Ainda segundo os autores, existem essencialmente três métodos de construção utilizando o sistema *Light Steel Framing*: o método *Stick*, o método por painéis e o método de construção modular.

No método *Stick* os perfis são cortados no canteiro de obra, e painéis, lajes, colunas, e treliças de telhados são montados no local. Os perfis podem vir perfurados para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas e os demais subsistemas são instalados posteriormente à montagem da estrutura. Essa técnica

pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável, apresentando vantagens como a facilidade de transporte dos perfis até o canteiro e fácil execução das ligações entre os elementos.

O método *Stick* ainda pode ser subdividido em *Platform* e *Balloon*. Na construção *Stick Balloon* a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis geralmente são muito grandes e vão além de um pavimento. Já no método *Stick Platform*, pisos e painéis são construídos seqüencialmente um pavimento de cada vez, e os painéis não são estruturalmente contínuos. As vigas de piso são apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as almas dos montantes, dando origem ao conceito de estrutura alinhada, ou *in-line framing*.

No método por painéis, elementos como painéis, treliças de telhado, contraventamentos e lajes, podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local. As principais vantagens do método são a velocidade de montagem, o alto controle de qualidade na produção dos sistemas, a redução do trabalho na obra e o aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica.

Já o método de construção modular é constituído por unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, metais, instalações hidráulicas e elétricas, entre outras.

A estrutura de perfis de aço galvanizado para Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 16) é parte principal do sistema LSF. Os autores complementam que para compor um conjunto autoportante capaz de resistir aos esforços solicitados pelos elementos da edificação, é necessário que o dimensionamento dos perfis e o projeto estrutural sejam executados por profissional especializado, obedecendo as especificações das normas brasileiras para perfis formados a frio.

A racionalização, industrialização e rapidez de execução são características vantajosas do sistema *Light Steel Framing*, porém só são possíveis quando há um planejamento integral da obra, utilizando subsistemas corretamente inter-relacionados e mão de obra especializada.

5.2 PERFIS FORMADOS A FRIO

As estruturas de aço são compostas por duas famílias de elementos estruturais, divididas em perfis laminados e soldados e perfis formados a frio. O sistema *Light Steel Framing* utiliza em sua estrutura os perfis formados a frio, que são obtidos através de conformação contínua em conjunto de matrizes rotativas, a partir de bobinas laminadas a frio ou a quente, com revestimento metálico, sendo ambas as operações realizadas com o aço em temperatura ambiente (RODRIGUES, 2006, p. 28).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 21), a utilização de estruturas de aço compostas por perfis formados a frio, na engenharia civil, está em fase de rápido crescimento no país, em virtude das diversas vantagens que o emprego desses perfis oferece. Os autores ainda destacam que as vantagens fundamentais são a grande versatilidade, tanto na fabricação de seções bastante variadas, quanto na construção e montagem das estruturas, pois, tratam-se de elementos extremamente leves comparados a outros perfis.

Os perfis formados a frio são revestidos com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como processo de galvanização. As massas mínimas de revestimento são apresentadas no Quadro 1.

Tipo de revestimento	Perfis estruturais		Perfis não estruturais	
	Massa mínima do revestimento g/m ² (¹)	Designação do revestimento conforme normas	Massa mínima do revestimento g/m ² (¹)	Designação do revestimento conforme normas
Zincado por imersão a quente	180	Z180 (NBR 7008)	100	Z 100 (NBR 7008)
Zincado por eletrodeposição	180	90/90 (NBR14964)	100	50/50 (NBR14964)
Alumínio-zinco por imersão a quente	150	AZ150 (NM 86)	100	AZ100 (NM 86)

(¹) A massa mínima refere-se ao total nas duas faces (média do ensaio triplo) e sua determinação deve ser conforme a NM 278.

Quadro 1 – Revestimento mínimo dos perfis estruturais e não-estruturais
 Fonte: NBR 15253 (2005).

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 22) ressaltam que a resistência de um perfil de aço depende da sua espessura, dimensão, forma e limite de elasticidade, sendo que o limite de escoamento do perfil de aço zincado não deve ser inferior a 230 MPa.

Segundo os autores, os perfis mais utilizados no sistema *Light Steel Framing* são os que possuem seção transversal tipo U (U simples), Ue (U enrijecido), cantoneira e cartola. O perfil U utilizado como guias possui alma e mesa, porém, não possui borda, que está presente nos perfis Ue. Os perfis U ainda apresentam largura da alma maior que a do perfil Ue, a fim de permitir o encaixe deste no perfil U. A cantoneira normalmente é utilizada em conexões de elementos e o cartola é comumente empregado como ripas de telhado.

O Quadro 2 apresenta as designações e aplicações das principais seções transversais de perfis de aço formados a frio utilizadas no sistema LSF.

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	UTILIZAÇÃO (Ver Figuras 4, 5, 6 e 7)
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Borda para fôrma Ligações

Quadro 2 – Designações e aplicações dos perfis de aço formados a frio
Fonte: Adaptado da NBR 15253 (2005).

5.3 DIRETRIZES PARA O PROJETO ESTRUTURAL

Entre as diretrizes para o estudo preliminar, Rodrigues (2006) destaca que é importante se pensar na forma de produzir ou construir desde a concepção do projeto, considerando os conceitos e condicionantes estruturais. Segundo o autor, o conceito principal do projeto em *Light Steel Framing* é basicamente dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais dimensionados com base na NBR 14762:2010, sendo que cada um é responsável por resistir a uma parcela da carga total aplicada.

Ainda de acordo com Rodrigues (2006), estes componentes estruturais são divididos em guias, montantes, vigas, fitas de aço galvanizado, diafragma rígido, vergas e estrutura de cobertura, apresentando as seguintes características:

1. Os elementos horizontais de seção transversal tipo U denominados guias são responsáveis por formar a base e o topo dos painéis de parede e de entrepiso, podendo ou não ser utilizados combinados com fitas de aço galvanizado, responsáveis pelo travamento lateral de vigas e montantes. As guias não devem transmitir nem absorver esforços, sendo isto feito pelos montantes e vigas presentes na estrutura;

2. Os elementos verticais de seção transversal tipo Ue denominados montantes, podem ser simples ou compostos e devem apresentar espaçamento máximo entre si de 400mm ou 600mm, dependendo do cálculo estrutural. Os montantes dos painéis internos devem ser dimensionados à compressão e à tração atuando isoladamente, já os montantes dos painéis externos são dimensionados à flexo-compressão e à flexo-tração, levando em conta a direção e o sentido da ação do vento. Os montantes ainda devem ser dimensionados à flexo-torção, pois no perfil Ue o centro de gravidade da seção não coincide com o centro de torção da mesma, sendo necessário diminuir essa instabilidade travando os perfis lateralmente através de bloqueadores e fitas de aço galvanizado;

3. As vigas apresentam espaçamento entre si em função do espaçamento entre os montantes, de forma a permitir que ambas as almas dos elementos estejam em coincidência e as cargas sejam transferidas axialmente, colocando em prática o conceito de estrutura alinhada. As vigas de piso geralmente são dimensionadas à flexão e ao cortante, porém, outros esforços solicitantes podem ser considerados.

Da mesma forma que nos montantes, para diminuir a instabilidade lateral por flexo-torção, as vigas devem ser travadas lateralmente por meio de bloqueadores e fitas de aço galvanizado;

4. As fitas de aço galvanizado e o diafragma rígido são utilizados como contraventamento, e podem ser usados em conjunto com bloqueadores para reduzir a instabilidade de montantes e para o travamento lateral de vigas de entrepiso. As fitas trabalham somente a tração e devem receber protensão durante sua fixação, tendo dimensões determinadas pelo projeto estrutural. Já o sistema de diafragma rígido é formado pela fixação de placas de fechamento estruturais com capacidade de restringir o deslocamento relativo dos perfis;

5. Além das guias, montantes e fitas, outro elemento estrutural que compõem os painéis autoportantes são as vergas, que podem ser constituídas por perfis caixa ou perfis I, compostos por dois perfis Ue ligados pela alma, sendo dimensionadas à flexão, ao cortante e a flambagem da alma. A Figura 1 mostra algumas combinações de perfis para execução de vergas de aberturas;

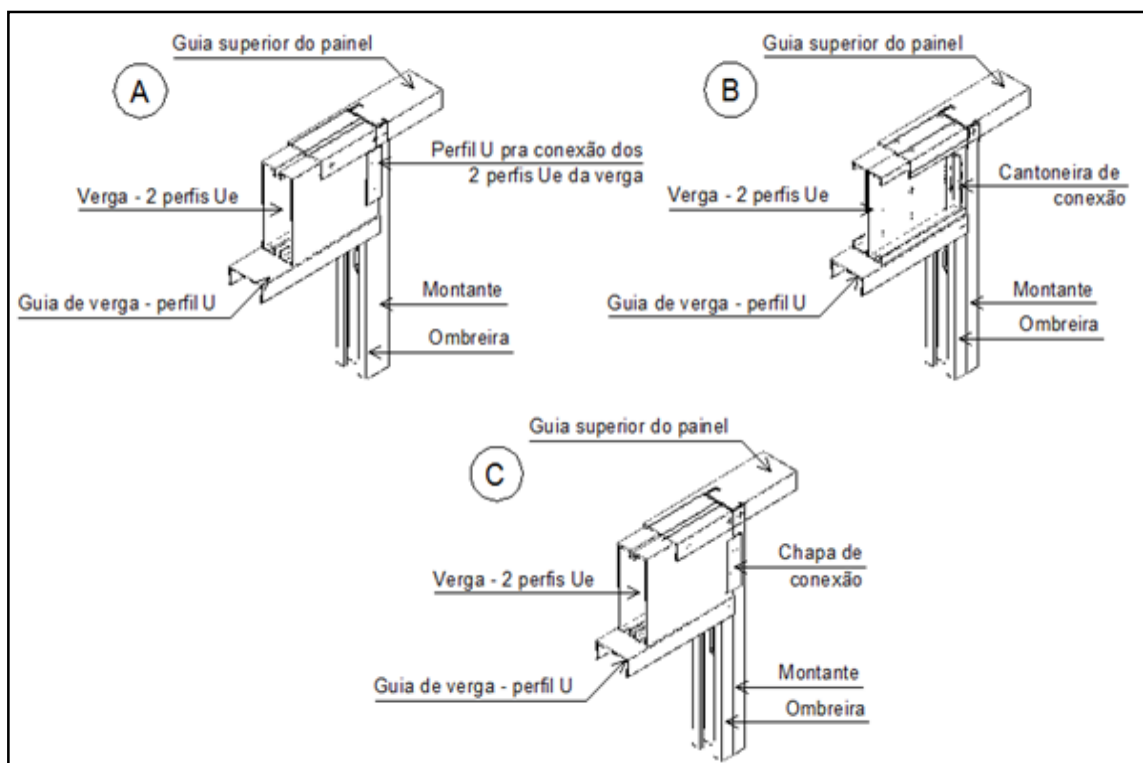


Figura 1 – Tipos de vergas de abertura

Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 35).

6. O sistema LSF ainda é composto pela estrutura de cobertura, que podem ser planas ou inclinadas, podendo esta última ser estruturada por caibros e vigas ou por treliças. A escolha de uma dessas soluções estruturais para a execução da cobertura da edificação depende de diversos fatores, como a dimensão do vão a cobrir, carregamentos, questões econômicas e exigências da arquitetura.

5.4 PROCESSO CONSTRUTIVO EM *LIGHT STEEL FRAMING*

5.4.1 Fundação

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 26) afirmam que por a estrutura em LSF e seus componentes de fechamento serem muito leves se comparados aos demais métodos construtivos, os esforços transmitidos pela edificação são menores, exigindo menos da fundação. No entanto, como a estrutura distribui a carga linearmente ao longo dos painéis, os autores destacam que o *radier* e a sapata corrida são as melhores opções de fundação para o sistema *Light Steel Framing*.

A sapata corrida consiste numa fundação rasa contínua, ideal para construções onde a cargas são distribuídas linearmente ao longo de sua extensão. Esse tipo de fundação geralmente constitui-se de vigas de concreto armado e contrapiso composto por perfis de aço galvanizado apoiados sobre fundação, compondo uma estrutura de suporte aos materiais que formam o contrapiso.

Já o radier mostrado na Fotografia 4, funciona como uma laje contínua de concreto, possuindo vigas em todo seu perímetro e sob paredes estruturais, responsáveis por fornecer rigidez no plano da fundação. O procedimento de execução do *radier* deve apresentar condições para evitar a umidade do solo e a infiltração de água na construção, além de possibilitar o escoamento da água de calçadas, garagens e terraços através de uma inclinação de pelo menos 1%.



Fotografia 4 – Radier com instalações hidrossanitárias aparentes
Fonte: Oliveira (2012, p. 19).

A ancoragem da estrutura em LSF na fundação, de acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 27), deve ser executada de forma a assegurar a transferência de todos os esforços da estrutura para a fundação, além de evitar os movimentos de translação e tombamento da estrutura devido à pressão do vento. A Figura 2 mostra o detalhe do esquema de ancoragem de um painel estrutural a um radier.

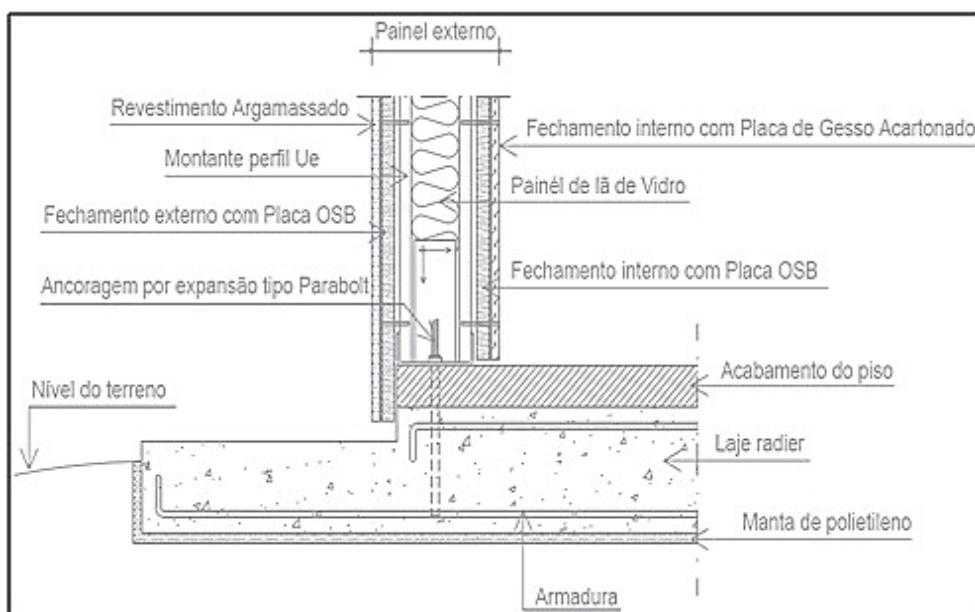


Figura 2 – Detalhe esquemático de ancoragem de painel estrutural ao radier

5.4.2 Painéis

De acordo com Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 32), os painéis do sistema *Light Steel Framing* podem ter função estrutural responsáveis por suportar as cargas da edificação, ou funcionar como divisória sendo responsável apenas pelo fechamento e isolamento da mesma.

Segundo os autores, os painéis estruturais ou autoportantes estão sujeitos a cargas horizontais de vento e cargas verticais advindos de pisos, telhados e outros painéis, sendo responsáveis por absorver esses esforços e transmiti-los à fundação. Esses painéis são compostos por perfis de seção Ue denominados montantes, dispostos na vertical e geralmente espaçados de 400mm ou 600mm, sendo função desses transferir as cargas verticais por contato direto através de suas almas, estando suas seções em coincidência de um patamar a outro de forma a permitir somente a transferência de esforços axiais como mostra a Figura 3.

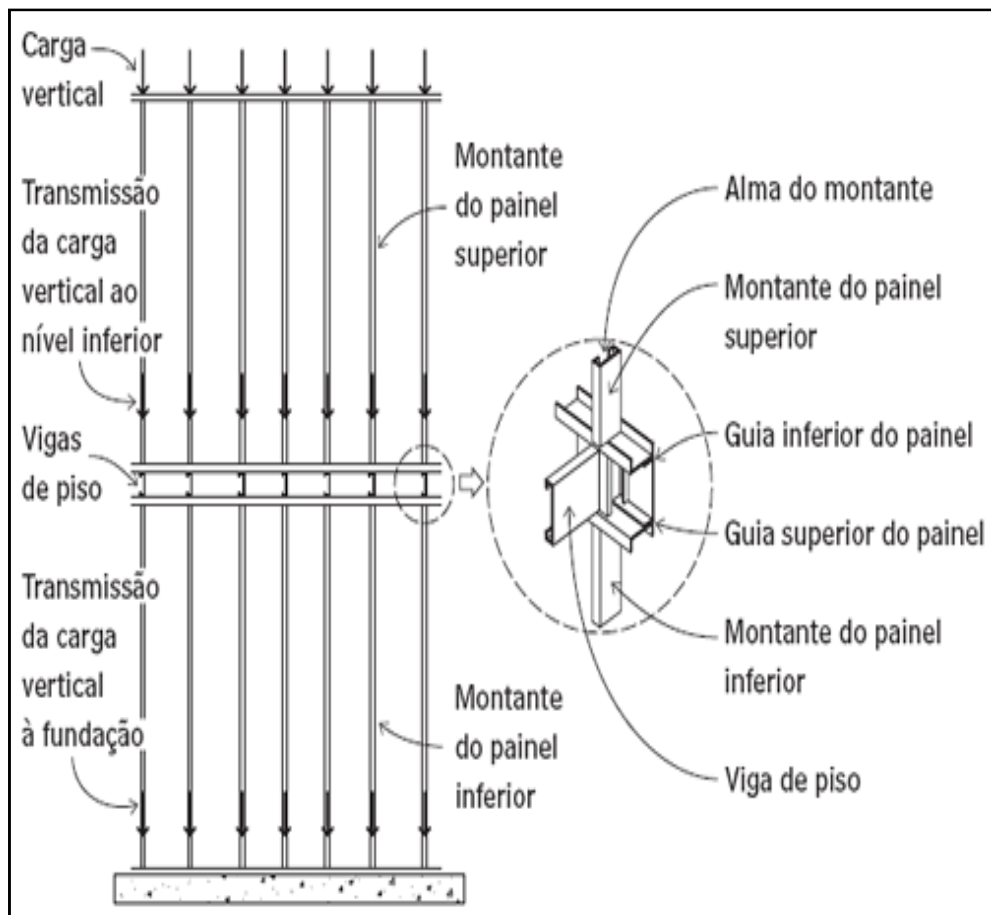


Figura 3 – Transmissão da carga vertical à fundação
Fonte: Freitas e Crasto (2009).

Ainda para os autores, os montantes são unidos em seus extremos inferiores e superiores por perfis de seção U dispostos na horizontal denominados guias, com a função de fixar os montantes dando forma a um quadro estrutural. Além das guias e montantes, os painéis estruturais podem ainda ser compostos por vergas, fitas de aço galvanizado, bloqueadores e ombreiras. A Figura 4 mostra o esquema de um painel estrutural e seus componentes.

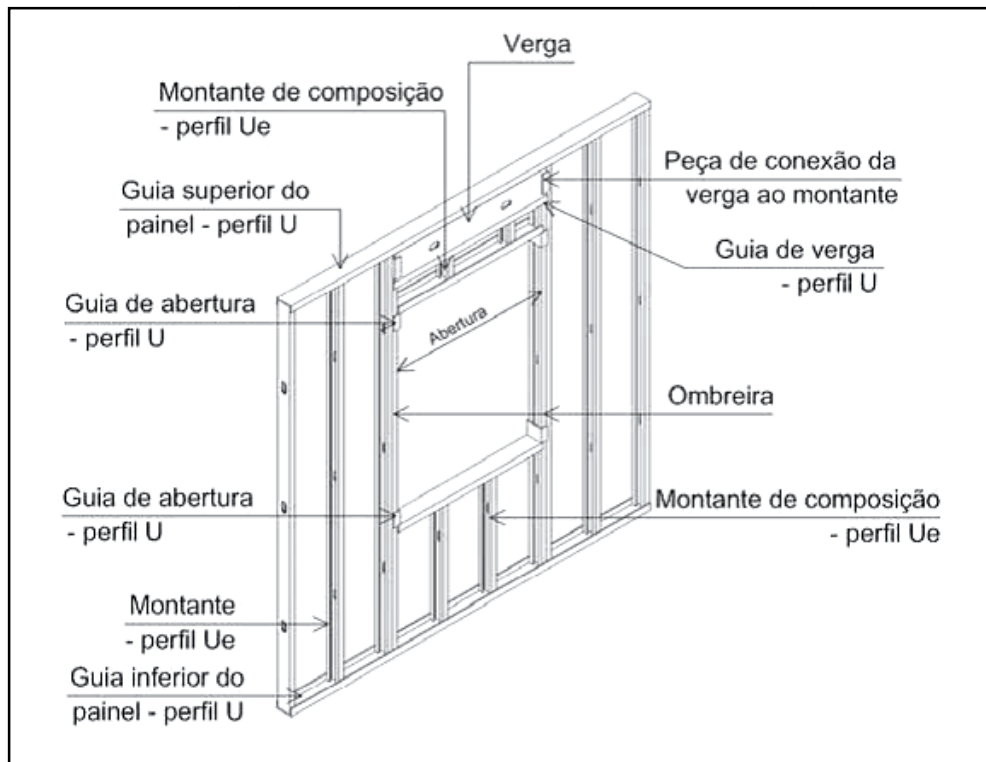


Figura 4 – Desenho esquemático de painel estrutural com abertura
Fonte: Franzen (2010).

As vergas são elementos estruturais utilizados em decorrência da existência de aberturas nos painéis estruturais, sendo responsáveis por redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos aos montantes que delimitam o vão denominados ombreiras. A Figura 5 apresenta o esquema da composição do vão de abertura, indicando seus elementos.

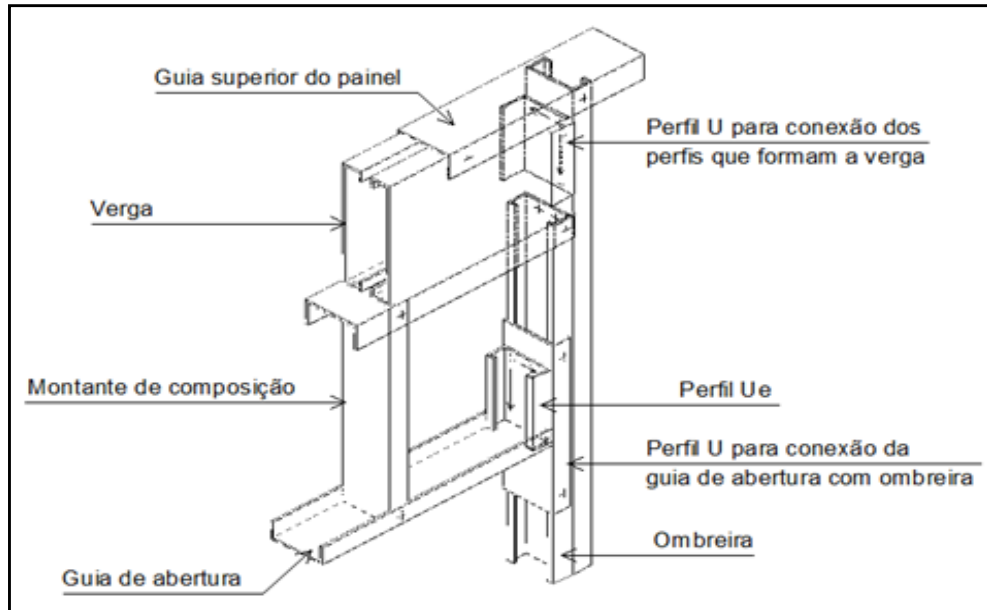


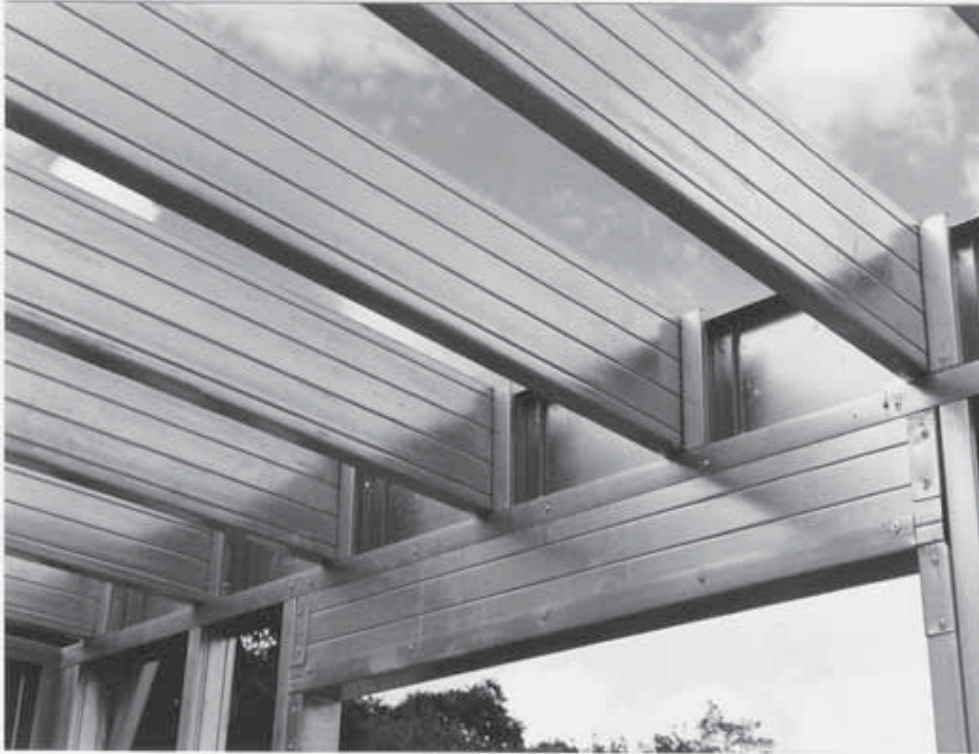
Figura 5 – Detalhe da composição do vão de abertura
Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 37).

Os painéis ainda podem ser compostos por fitas de aço galvanizado e bloqueadores, ambos responsáveis pelo travamento horizontal dos montantes, a fim de aumentar a resistência do painel. As fitas de aço galvanizado também podem ser utilizadas no contraventamento da estrutura em LSF, sendo fixadas em “X” na face do painel, proporcionando mais rigidez a estrutura.

5.4.3 Lajes

Para Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 52), a estrutura de piso em *Light Steel Framing* é composta por perfis de seção transversal Ue, denominados vigas de piso. Esses elementos são dispostos na horizontal, obedecendo a mesma modulação dos montantes, permitindo que suas almas permaneçam alinhadas. As mesas dos perfis utilizados como vigas de piso normalmente têm as mesmas dimensões das mesas dos montantes, porém, a altura da alma das vigas é determinada em função da modulação da estrutura e o vão entre os apoios.

Segundo os autores, as vigas de piso mostradas na Fotografia 5, são responsáveis por formar a estrutura de apoio do contrapiso, e pela transmissão das cargas de peso próprio da laje, pessoas, mobiliários e equipamentos para os painéis estruturais.



Fotografia 5 – Vigas de piso

Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 52).

De acordo com a natureza do contrapiso, Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 54) destacam que a laje pode ser do tipo úmida ou do tipo seca. A laje tipo úmida é caracterizada por utilizar uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas, sendo preenchida com concreto que serve de base ao contrapiso, já a laje tipo seca utiliza placas rígidas de OSB ou cimentícias aparafusadas à estrutura de piso.

Segundo os autores, a laje tipo úmida apresentada na Figura 6, é constituída basicamente por uma chapa ondulada de aço aparafusada às vigas de piso, servindo de fôrma para uma camada de 4cm à 6cm de concreto simples que formará a superfície do contrapiso. A laje úmida ainda deve apresentar armadura em tela soldada para evitar fissuras decorrentes à retração durante a cura do concreto, além de painéis de lã de vidro compacta sobre a chapa de aço com a função de propiciar um conforto acústico adequado.

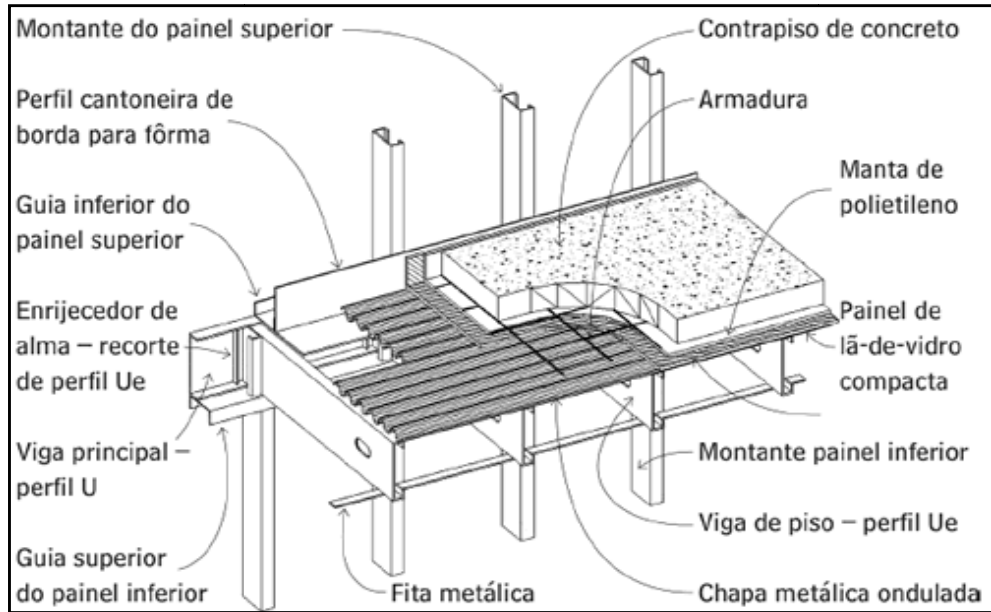


Figura 6 – Desenho esquemático de laje úmida
 Fonte: Freitas e Crasto (2009).

Já a Laje tipo seca apresentada na Figura 7, consiste no uso de placas rígidas aparafusadas às vigas, desempenhando o papel de contrapiso. As placas de OSB de 18mm de espessura são as mais utilizadas para essa função, pois além de apresentar propriedades estruturais adequadas para o uso como diafragma horizontal, é leve e de fácil instalação.

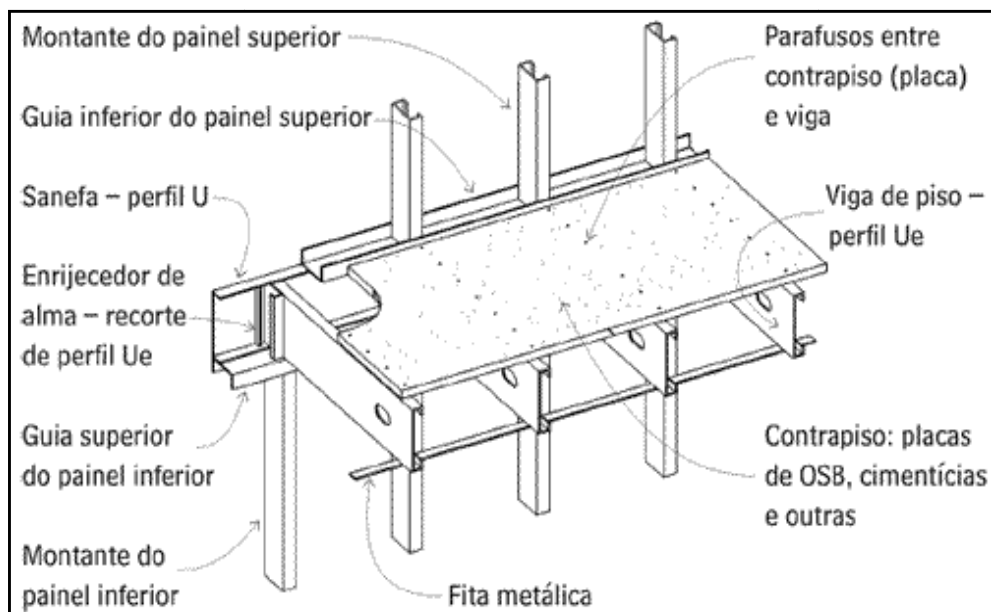


Figura 7 – Desenho esquemático de laje seca
 Fonte: Freitas e Crasto (2009).

5.4.4 Cobertura

Existem várias opções de estrutura de cobertura para o sistema *Light Steel Framing*, porém, Scharff (1996) ressalta que a solução mais comum para edificações residenciais são as coberturas estruturadas por treliças e tesouras, capazes de cobrir grandes vãos sem precisar de apoios intermediários. Segundo o autor, as treliças de aço vêm substituindo gradativamente as treliças de madeira no Brasil, em função da grande resistência estrutural do aço, leveza dos perfis e por ser um material incombustível.

De acordo com Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 70), as treliças podem vir pré-fabricadas ou serem montadas no canteiro de obras como mostra a Fotografia 6, sendo normalmente constituídas por elementos estruturais formados por perfis de seção Ue, ligados de modo a formar uma estrutura estável.



Fotografia 6 – Tesouras de telhado
Fonte: Arqsteel estruturas de aço (2013).

Ainda segundo os autores, as ligações entre os membros de uma tesoura podem ser executadas no mesmo plano através de chapas de *Gusset*, ou camada sobre camada, onde os perfis que formam pendurais e diagonais são aparafusados ao banzo superior e inferior por suas almas. Em ambos os métodos, o plano definido pela alma dos perfis que formam a tesoura devem coincidir com as almas dos montantes que servem de apoio.

A estabilização da estrutura de cobertura para os autores é dada pelo contraventamento lateral e vertical da mesma. O contraventamento lateral é composto por perfis U e Ue fixados perpendicularmente às tesouras, reduzindo o comprimento de flambagem dos banzos superiores e inferiores. Já o contraventamento vertical é realizado através de perfis Ue cruzados dispostos perpendicularmente ao plano da tesoura, com função de impedir o deslocamento da mesma.

5.4.5 Fechamento e Acabamento

Para Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 78), o sistema LSF possibilita o emprego de vedações racionalizadas a fim de proporcionar maior grau de industrialização na construção. Os componentes de fechamento são fixados externamente à estrutura e juntamente aos perfis de aço galvanizado irão formar o fechamento interno e externo da edificação.

Segundo os autores, as placas de fechamento são dimensionadas na maioria dos casos com largura de 1,20m, múltiplo da modulação estrutural, podendo apresentar diferentes espessuras. As placas de fechamento mais utilizadas são o OBS, as placas cimentícias e o gesso acartonado.

As placas de OSB (*Oriented Strand Board*) mostradas na Fotografia 7, podem ser utilizadas como fechamento vertical dos painéis, para forros, pisos e como substrato para cobertura do telhado, apresentando propriedades de resistência adequadas para trabalhar como diafragma rígido quando aplicadas aos painéis estruturais e lajes de piso.

No entanto, devido a suas características, as placas de OSB devem receber acabamento impermeável quando expostas às intempéries através de uma manta de polietileno de alta densidade que reveste toda área externa das placas, além de um revestimento final que pode ser executado utilizando o *siding vinílico* ou argamassa seguida de pintura.



Fotografia 7 – Fachada com fechamento externo em OSB
Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 80).

As placas cimentícias podem ser utilizadas como fechamento de painéis e pisos, sendo ideais para áreas molháveis e expostas às intempéries, apresentando vantagens como a elevada resistência a impactos, o baixo peso próprio e a rapidez de execução de sua montagem. As placas utilizadas no sistema LSF normalmente possuem dimensão fixa de 1,20m de largura, apresentando espessura de acordo com a função e aplicação da placa mostradas no Quadro 3.

Espessura da Placa	Aplicação Usual
6 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes secas internas, onde não existam aplicações de cargas suportadas diretamente pela placa.
8 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes internas e externas, em áreas secas e úmidas, podendo existir aplicações de cargas suportadas pela placa.
10 mm	Utilizadas para áreas secas e molhadas, internas ou externas. Ideal para paredes estruturais, melhorando a resistência contra impactos, aplicações de carga e isolamentos termo-acústicos.

Quadro 3 – Relação entre espessura e aplicação da placa cimentícia
Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 85).

De acordo com a aplicação das placas cimentícias, deve-se executar o acabamento adequado visando o melhor desempenho do fechamento. É recomendável a aplicação de uma demão de selador de base acrílica na face de paredes expostas às intempéries, além de prever um sistema de impermeabilização nas junções da parede com o piso para evitar a infiltração de água para dentro do painel.

Outra opção de fechamento bastante utilizada no sistema *Light Steel Framing* são as placas de gesso acartonado (*Drywall*), usadas na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, sendo caracterizadas pela sua leveza e por não possuir função estrutural. As placas normalmente possuem largura de 1,20m, e espessuras de 9,5mm, 12,5mm e 15mm, sendo comercializadas em três tipos: As placas *Standard* para áreas secas (ST), as placas resistentes à umidade (RU) e as placas resistentes ao fogo (RF).

Segundo Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 89), entre o sistema de fechamento dos painéis pode ser instalado isolantes, visando obter um conforto termo-acústico adequado. Os autores destacam que o isolamento termo-acústico é uma forma de controlar a qualidade do ambiente interno da edificação, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas ou ganhos de calor para o meio externo ou contíguo. A Fotografia 8 mostra a instalação de lã mineral nos painéis, responsável pelo isolamento termo-acústico de uma edificação.



Fotografia 8 – Instalação de Lã mineral em painéis
Fonte: Rayol (2012).

5.4.6 Ligações e Montagem

Para Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 96), existe uma ampla variedade de ligações e conexões para estruturas de aço e seus componentes. Os parafusos auto-atarraxantes e auto-perfurantes são as ligações mais utilizadas no sistema LSF e são disponíveis em uma série de tamanhos que vão do nº6 ao nº14, sendo recobertos com uma proteção em zinco para evitar a corrosão e manter características similares à estrutura galvanizada

Segundo os autores, os parafusos auto-atarraxantes apresentam dois tipos de ponta: a ponta broca e a ponta agulha, sendo a espessura da chapa de aço a perfurar que define o tipo de ponta a ser utilizada. O parafuso ponta broca é recomendado para ligações de perfis estruturais e conexão de várias camadas de materiais, já o parafuso ponta agulha geralmente é utilizado em placas menos espessas, como os perfis de aço não estruturais empregados no sistema *drywall*.

O tipo de material a ser fixado determina ainda o tipo de cabeça do parafuso, que pode ser do tipo lentilha, sextavada e panela para ligações entre perfis de aço e do tipo trombeta para fixação de placas de fechamento à estrutura de aço.

Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 98) complementam que a montagem da estrutura em *Light Steel Framing* varia em função do projetista e da empresa construtora, podendo atingir um patamar de alto nível de industrialização, sendo que as atividades do canteiro de obras se resumem a montagem da edificação através do posicionamento de unidades e sua interligação (método de construção modular). No entanto, os autores destacam que no Brasil, o método de montagem por painéis foi o que mais se adaptou à cultura das empresas construtoras e à mão de obra disponível, sendo amplamente utilizado como método de montagem das edificações residenciais.

5.4.7 Vantagens e Desvantagens

De acordo com Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 16), por tratar-se de um processo com alto nível de industrialização frente ao sistema construtivo convencional, o *Light Steel Framing* é o sistema mais utilizado em países de primeiro mundo, apresentando as seguintes vantagens:

1. Os produtos que constituem o sistema são padronizados de tecnologia avançada, onde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;
2. Possibilidade da melhoria dos níveis de desempenho termo-acústico através da combinação de materiais de fechamento e da instalação de lã mineral entre os painéis e forro;
3. O aço pode ser reciclado e reaproveitado inúmeras vezes sem perder suas características básicas de qualidade e resistência;
4. Os perfis de aço galvanizado não contribuem para a propagação do fogo;
5. O alto controle de qualidade dos processos de produção torna os perfis de aço galvanizado um produto de comprovada resistência e com grande precisão dimensional, permitindo o melhor desempenho da estrutura;
6. O processo de galvanização dos perfis, de acordo com as especificações de revestimento mínimo exigido pela NBR 15253 (2005) proporciona a durabilidade e a proteção dos perfis de aço, garantindo a proteção e longevidade da estrutura;
7. O sistema garante grande agilidade de execução, proporcionando a montagem e fabricação de componentes fora do canteiro de obras, o que resulta na diminuição dos prazos de construção;
8. Os perfis formados a frio são extremamente leves, proporcionando maior facilidade no transporte, manuseio e montagem dos mesmos;
9. Os perfis de aço galvanizado perfurados previamente na sua fabricação em conjunto com a utilização de painéis de gesso acartonado, facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;
10. Antecipação do retorno do investimento em função da maior velocidade de execução da obra, havendo um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido.

Os autores ainda ressaltam que para se obter o máximo de eficiência e vantagens na utilização do sistema LSF, os profissionais devem ser preparados e os projetos detalhados e integrados, minimizando perdas e prazos na construção.

Entretanto, o déficit de mão de obra especializada, além de falhas na elaboração do projeto e decorrentes a sua execução são as principais desvantagens do sistema, podendo tornar o processo construtivo menos vantajoso e mais oneroso, sendo ideal prever todas as etapas da construção e o treinamento da equipe de trabalho.

6 METODOLOGIA

6.1 CONCEPÇÃO DO PROJETO

A concepção do projeto foi idealizada segundo o sistema construtivo convencional e baseou-se no projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar em alvenaria de aproximadamente 100m² de área privativa cuja planta baixa é mostrada na Figura 8. A partir deste, fez-se o desenvolvimento dos projetos complementares e da fundação, optando pelo sistema de estacas de concreto armado e vigas baldrame, comumente utilizadas na região devido a aspectos culturais.

O dimensionamento estrutural e das instalações complementares para o sistema convencional foi realizado de acordo com as respectivas normas técnicas, deixando os detalhes dos procedimentos de cálculo omitidos devido a serem bastante conhecidos no meio técnico.

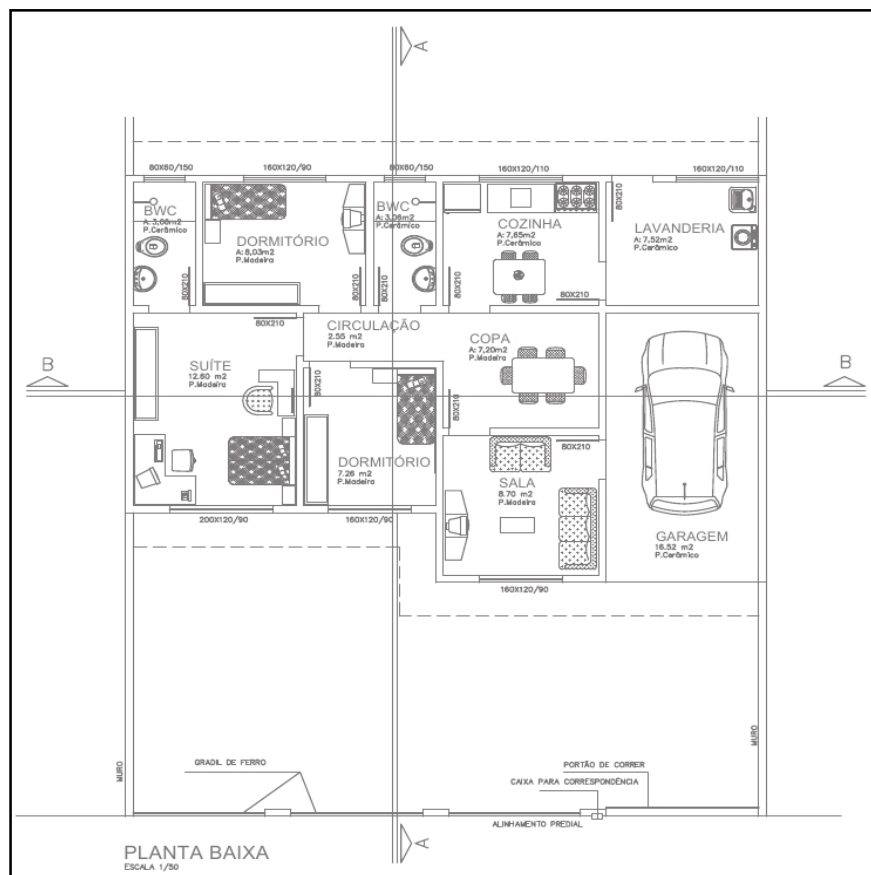


Figura 8 – Planta baixa arquitetônica

6.2 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA EM *LIGHT STEEL FRAMING*

Para o dimensionamento da estrutura de perfis de aço houve a necessidade da adaptação do projeto arquitetônico à modulação básica do sistema *Light Steel Framing*. Esta fase do estudo consistiu em adaptar a planta baixa do projeto executando o mínimo de alterações possíveis, baseando-se na diretriz construtiva *in-line framing* e obedecendo espaçamento de 400mm entre montantes e vigas.

Por meio de procedimentos e detalhes construtivos descritos pelo manual *Steel Framing: Engenharia* (2006) e pela NBR 14762:2010, elaborou-se o modelo estrutural da residência apresentado na Figura 9, no qual foi considerada a metodologia de montagem *Stick Platform*. Para efeito de cálculo, considerou-se as placas OSB estruturais responsáveis por atuar como contraventamento nos pontos de conexão com os perfis, minimizando a instabilidade dos mesmos.

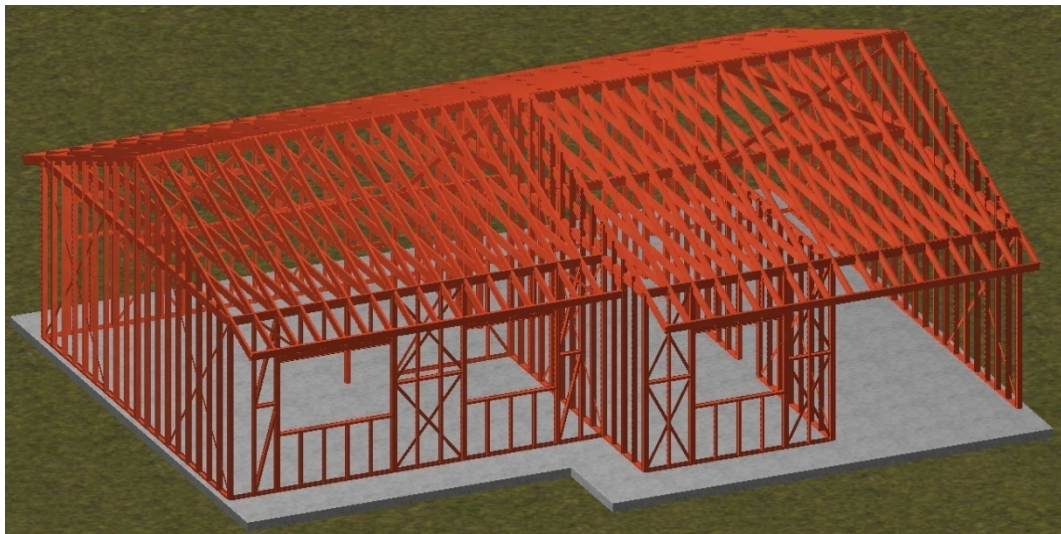


Figura 9 – Modelo da estrutura em Light Steel Framing

Devido ao fato da estrutura em *Light Steel Framing* ser consideravelmente leve em relação à estrutura convencional, foi optado pela utilização do *radier* como sistema de fundação, por ser o sistema que mais se adapta às propriedades de resistência do solo e ao sistema construtivo em questão.

Para a composição dos componentes estruturais do projeto foram utilizados perfis de aço galvanizados formados a frio, fabricados a partir do aço ZAR 320 revestido com zinco através do processo de galvanização por imersão a quente com

massa de revestimento de 275 g/m². A Figura 10 mostra os tipos de perfis utilizados no projeto da estrutura.

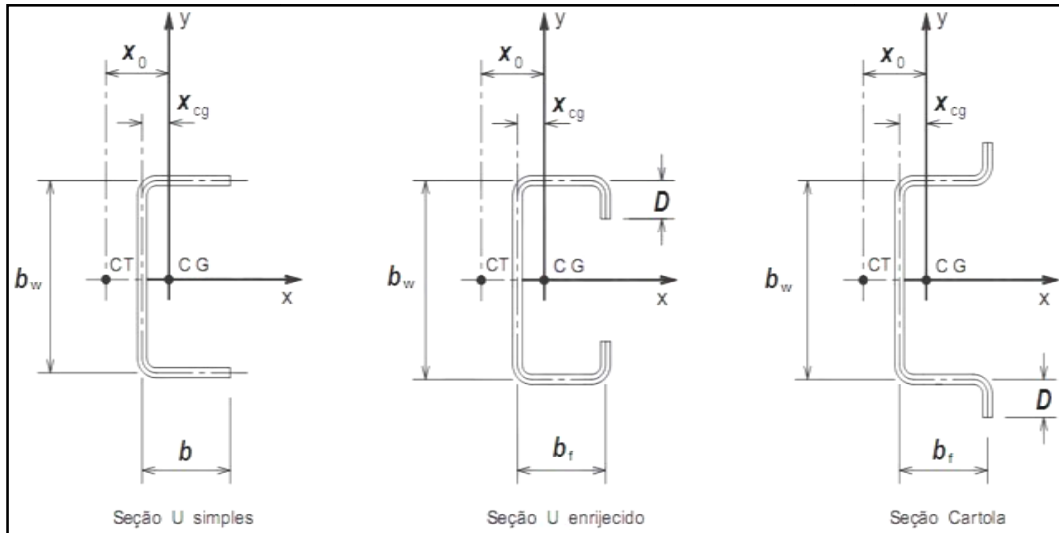


Figura 10 – Tipos de perfis de aço galvanizados formados a frio utilizados
Fonte: Batista (2011).

No dimensionamento da estrutura da residência foram utilizados perfis inicialmente determinados pela tabela de pré-dimensionamento do sistema LSF descritas no manual Steel Framing: Engenharia (2006). Os perfis selecionados para a composição da estrutura e suas respectivas designações são listados abaixo.

- Ue 90x40x12x0,95 mm – Montantes;
- 2Ue 90x40x12x0,95 mm – Montantes duplos e vergas até 1 metro;
- Ue 90x40x12x2,25 mm – Vergas até 2 metros;
- Ue 140x40x12x0,95 mm – Vigas de forro e caibros para telhado;
- Ue 140x40x12x1,25 mm – Vigas de forro;
- 2Ue 140x40x12x1,25 mm – Perfil Cumeeira;
- Ue 140x40x12x2,25 mm – Caibros para telhado;
- 2Ue 140x40x12x2,25 mm – Vigas de forro e vergas até 3 metros;
- 2Ue 140x40x12x2,46 mm – Vigas de forro;
- U 92x38x0,95 mm – Guias, contraventamentos e guias de aberturas;
- U 92x38x1,25 mm – Contraventamentos;
- U 142x38x2,25 mm – Sanefas;
- Cr 30x40x12x0,65 mm – Ripas para telhado;

Além dos perfis descritos acima, foram utilizadas na estrutura fitas de aço galvanizado com dimensões de 50,8mm de largura e espessuras de 1,27mm e 1,90mm, compondo o sistema de contraventamento em “X” em ambos os lados dos painéis estruturais.

6.2.1 Análise Estrutural

De acordo com a NBR 14762:2010, o objetivo da análise estrutural é determinar os efeitos das ações aplicadas à estrutura, visando efetuar verificações de estados limites últimos e de serviço.

Para a análise e obtenção dos esforços da estrutura metálica da residência, fez-se o uso de um programa de análise de estruturas de barras, o *Metálicas 3D* desenvolvido pela *Cype Ingenieros* na versão *After Hours*. De acordo com instruções do manual *Steel Framing: Engenharia* (2006) fez-se algumas simplificações no modelo em análise devido a não possibilidade de representação de todos os componentes existentes na estrutura.

Conforme a diretriz construtiva *in-line framing*, a estrutura foi modelada de maneira que haja somente transferência de esforços axiais entre os perfis. Para isso, as vinculações entre os componentes da estrutura foram rotuladas, liberando as rotações em torno dos eixos principais como mostra a Figura 11.

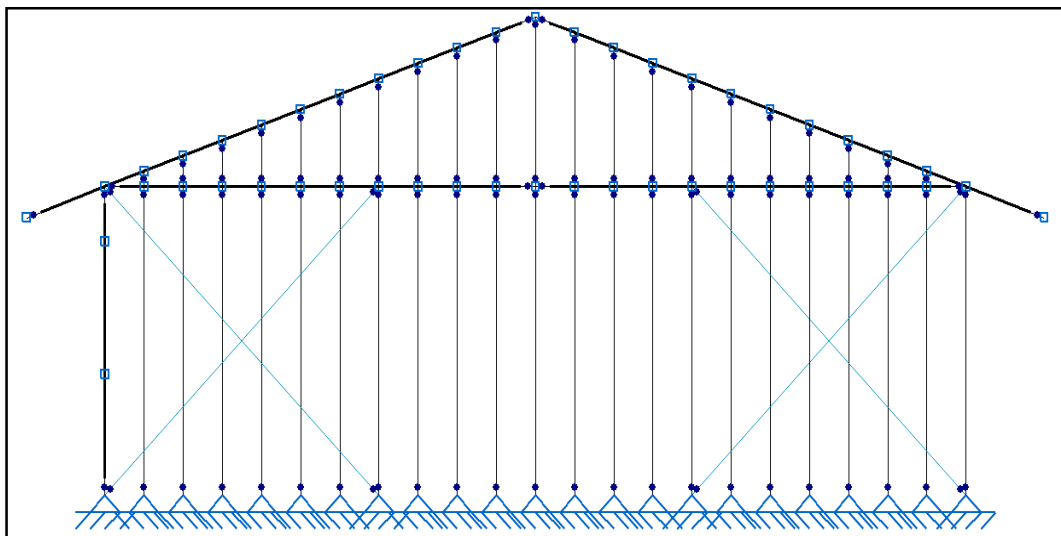


Figura 11 – Modelo demonstrativo rotulado da estrutura

6.2.1.1 Cargas permanentes

Os carregamentos permanentes são constituídos pelo peso de todos os elementos fixos e instalações permanentes aplicados à estrutura. Para minimizar a instabilidade dos perfis, foi considerada a fixação de placas OSB em ambos os lados dos painéis estruturais e laje de forro. A tabela 1 mostra os materiais utilizados no projeto e seus respectivos pesos por metro quadrado.

Tabela 1 – Materiais utilizados no projeto

Material	Espessura (mm)	Cargas (KN/m²)
Placa de gesso acartonado	12,50	0,120
Placa cimentícia	10,00	0,130
Placa OSB estrutural	15,00	0,100
Revestimento	10,00	0,190
Lã de vidro	70,00	0,030
Telha cerâmica	-	0,520

Por meio da Tabela 1, fez-se o cálculo das cargas permanentes aplicadas linearmente nos perfis chegando às seguintes cargas permanentes:

- Laje de forro – 0,14 KN/m (Placas OSB, placa de gesso e isolantes);
- Telhado – 0,25 KN/m (Placa OSB e telha cerâmica);
- Painéis – 0,22 KN/m (Placas OSB, placa de gesso e revestimento).

6.2.1.2 Cargas acidentais

Os carregamentos acidentais são caracterizados por ações que podem atuar eventualmente sobre a estrutura em função do uso do ambiente. De acordo com o manual Steel Framing: Engenharia (2006) foram determinados os seguintes carregamentos acidentais:

- Laje de forro – 0,50 KN/m²
- Telhado – 0,25 KN/m²

6.2.1.3 Ação do vento

Para a determinação da ação do vento, fez-se o uso do programa *Visual Ventos* de acordo com as prescrições da NBR 6123:1988. Os carregamentos foram calculados para uma velocidade básica de vento de 45 m/s, considerando que a localização da obra esteja próxima a zona urbana da cidade de Campo Mourão e sobre terreno plano.

6.2.2 Dimensionamento do *Radier*

Assim como na estrutura em *Light Steel Framing*, a análise e obtenção dos esforços no *radier* foram realizadas por meio do programa *Metálicas 3D* desenvolvido pela *Cype Ingenieros* na versão *After Hours*.

Através da sondagem à percussão (SPT), apresentada no Anexo A, fez-se a determinação da resistência e do tipo do solo de um terreno da região de Campo Mourão, visando obter uma relação entre o número de golpes e o coeficiente de recalque vertical, parâmetro esse necessário para o programa efetuar os cálculos.

O dimensionamento estrutural do *radier* foi executado segundo os procedimentos da NBR 6118:2007, utilizando os parâmetros do solo obtidos no dimensionamento geotécnico, sendo adotada uma altura de 12cm para o *radier*, em função do baixo peso da estrutura em LSF.

6.3 CRITÉRIOS DE ORÇAMENTO E LEVANTAMENTO DE DADOS

Através dos projetos, fez-se o levantamento do quantitativo de insumos e mão de obra para os sistemas construtivos convencional e *Light Steel Framing*. Com o intuito de obter custos atualizados e informações técnicas sobre a mão de obra empregada no sistema LSF, foi realizado o contato com empresas e revendedores especializados, por meio de telefone e correio eletrônico.

Os orçamentos da residência para os sistemas construtivos em estudo foram realizados com base nas composições de custo da TCPO 13 (Tabelas de

Composições de Preços para Orçamentos) da PINI e na tabela de preços de insumos da SINAPI para o mês de Maio de 2013. O mesmo critério de orçamento foi utilizado para os métodos construtivos em questão, visando tornar a comparação de custos o mais próximo possível da realidade.

Devido à falta de informações sobre algumas composições de custo relativas ao sistema LSF, houve a necessidade de buscar informações sobre a produtividade da mão de obra na execução de algumas etapas construtivas. Através de informações de empresas especializadas foram criadas novas composições de custo para as etapas de superestrutura e fechamento, cobertura e esquadrias, incluindo um índice de 5% nas perdas de materiais, assegurando a eficácia do orçamento.

O projeto do sistema construtivo *Light Steel Framing* teve seu orçamento embasado no manual de requisitos e condições mínimos para financiamento pela Caixa Econômica Federal, com o intuito de estimular e possibilitar a incorporação do sistema como mais uma alternativa dentre aquelas usualmente utilizadas nos empreendimentos habitacionais financiados pela Caixa Econômica Federal na região.

7 ANÁLISE DE CUSTOS E VIABILIDADE ECONÔMICA

A proposta teve como objetivo determinar o custo e viabilidade do sistema *Light Steel Framing* na região de Campo Mourão para o caso em estudo, realizando uma análise comparativa entre os custos finais da residência, considerando o sistema *Light Steel Framing* e o sistema construtivo convencional.

Observa-se que nos sistemas construtivos estudados o custo das etapas de infraestrutura, superestrutura e fechamento, cobertura, impermeabilização, piso, revestimento e pintura variaram significativamente. O Quadro 4 apresenta a diferença de custos em cada etapa construtiva, demonstrando que o sistema *Light Steel Framing* é mais oneroso nas etapas de superestrutura e fechamento, cobertura, impermeabilização e piso, entretanto, o sistema apresenta custo inferior nas etapas de infraestrutura, revestimento e pintura.

Etapa	Serviço	Residência em Alvenaria	Residência em Light Steel Framing
		Custo (R\$)	Custo (R\$)
1	Serviços Preliminares	3.849,81	3.909,00
2	Infraestrutura	15.081,14	13.806,72
3	Superestrutura e Fechamento	25.941,02	43.612,28
4	Esquadrias	9.185,35	9.044,88
5	Cobertura	13.243,27	21.321,29
6	Instalações Hidrossanitárias	9.003,94	8.821,55
7	Instalações Elétricas	6.029,76	5.805,06
8	Impermeabilização	2.583,87	11.815,29
9	Revestimento	13.988,04	4.310,80
10	Pisos	13.042,78	14.602,14
11	Pintura	10.488,83	10.082,78
12	Serviços Complementares	3.421,75	3.421,75
	Total	125.859,11	150.553,57

Quadro 4 – Comparação de custos por etapas dos sistemas construtivos

O resultado da análise de custo demonstra que o custo final da residência utilizando o sistema construtivo *Light Steel Framing* foi aproximadamente 20% superior em relação ao custo da residência utilizando o método convencional. No entanto, o estudo orçamentário não leva em conta o tempo de execução da obra, havendo um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido.

Deve ser levado em consideração, que a diferença de custo entre os sistemas construtivos pode ser reduzida de acordo com as considerações feitas no projeto. As etapas de superestrutura e cobertura da edificação são determinantes nessa diferença de custo, podendo ser adotadas novas considerações segundo o projeto em *Light Steel Framing*, visando diminuir essa diferença.

Para isso, pode-se estudar a possibilidade da utilização de outro sistema estrutural para a cobertura, como o treliçado por exemplo, aliado a utilização de telhas de aço termo-acústicas. A utilização de telhas *shingles* substituindo as telhas cerâmicas, também é uma opção para reduzir os custos da etapa de cobertura, pois além de serem extremamente leves em relação às telhas cerâmicas, dispensam a utilização dos perfis cartolas em sua fixação.

De forma geral, a análise de viabilidade econômica se torna mais ampla se considerada todas as variáveis envolvidas no projeto. A falta de mercado e mão de obra especializada para o sistema LSF na região de Campo Mourão são barreiras que inviabilizam o processo. Além disso, algumas precauções devem ser tomadas em relação ao dimensionamento da estrutura de aço, pois a maioria dos revendedores e fabricantes de perfis leves no Brasil trabalham somente nas espessuras de 0,95mm e 1,25mm, sendo as demais espessuras mais onerosas pela falta de produção em escala.

A adaptação da planta arquitetônica do sistema construtivo convencional para a modulação básica do sistema *Light Steel Framing* também surgiu como uma limitação do projeto, pois houve a necessidade de alterar algumas dimensões da residência para o dimensionamento da estrutura de barras utilizando a diretriz *in-line framing*. Além disso, o posicionamento da caixa d'água sobre a laje de forro, não foi a melhor solução para a estrutura em LSF. Isso demonstra que o projeto em LSF deve atender os requisitos de modulação para o sistema, sendo necessários projetos detalhados e em perfeita harmonia desde a concepção até a execução, evitando adaptações de plantas arquitetônicas de outros métodos construtivos.

8 CONCLUSÃO

O embasamento teórico do trabalho possibilitou a compreensão do sistema construtivo *Light Steel Framing* e suas particularidades, demonstrando uma visão ampla sobre as vantagens e desvantagens da aplicação do sistema, frente ao sistema construtivo convencional de concreto armado aliado à alvenaria de blocos cerâmicos.

De maneira geral, observa-se que o sistema LSF apresenta grandes vantagens técnicas e construtivas, como o alto grau de industrialização, leveza da estrutura, velocidade construtiva, versatilidade e facilidade de manutenção. Entretanto, na análise de custo da residência em questão, o sistema construtivo convencional mostra-se mais econômico, apresentando uma diferença de aproximadamente 20% entre o custo total do sistema *Light Steel Framing* e do sistema convencional.

Os resultados demonstram que grande parte da diferença de custos pode ser abatida adotando novas considerações de projeto e reduzindo as limitações impostas pelo mesmo. A alteração do sistema de cobertura e a redução da quantidade de placas de fechamento podem, além de reduzir os custos com materiais, diminuir as cargas permanentes sobre a estrutura, possibilitando a adoção de perfis de menores espessuras.

Apesar dos diversos fatores positivos, o sistema LSF não é bem difundido na região, sendo necessária a busca de insumos e mão de obra especializada em outras localidades, tornando o processo atualmente pouco viável para cidade de Campo Mourão. No entanto, a crescente industrialização e a disseminação dos benefícios do sistema em conjunto com incentivos governamentais, podem tornar a prática do sistema mais comum, reduzindo custos e barreiras culturais.

REFERÊNCIAS

A BUILDER,S GUIDE TO STEEL FRAME CONSTRUCTION, 2007, Washington.
Anais Eletrônicos... Washington: Steel Framing Alliance, 2007. Disponível em:
<<http://www.steel framing.org>>. Acesso em: 22 jan. 2013.

ARQSTEEL ESTRUTURAS DE AÇO. **Cobertura e tesouras metálicas.** Disponível em: <<http://www.arqsteel.com.br/estruturas/linha/10/steel-framing>>. Acesso em: 22 fev. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:** Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:** Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762:** Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253:** Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2005.

ARAÚJO, R. L. C. et al. **Materiais de construção.** Rio de Janeiro: Universidade Rural, 2000.

BATISTA, Rafael C. **Análise estrutural de uma residência constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio segundo o sistema construtivo a seco – Light Steel Framing (LSF).** 2011. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Relatórios de insumos maio de 2013).** Paraná. 2013. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi>. Acesso em: 15 jun. 2013.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - CBCA. **Guia do construtor em Steel Framing**. Disponível em: <<http://www.ushome.com.br>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - CBCA. **Requisitos e condições mínimos para financiamento pela Caixa**. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/manuais-caixa-economica-federal.php>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

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

FRANZEN, Fabiani. **Construção seca**: entendendo o sistema. Disponível em: <<http://arquitetandocomafabi.blogspot.com.br>>. Acesso em: 03 fev. 2013.

FREITAS, Arlene Maria S.; CRASTO, Renata Cristina M. Construções de light steel frame. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 112, jul. 2006. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31819-1.asp>>. Acesso em: 29 fev. 2013

HASS, Deleine Christina G.; MARTINS, Louise F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em Light Steel Framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares**. 2012. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

PINHO, Fernando Ottoboni; Penna Fernando. **Viabilidade Econômica / Fernando Ottoboni Pinho, Fernando Penna**. Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2008. 84p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia / Francisco Carlos Rodrigues**. Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2006. 127p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

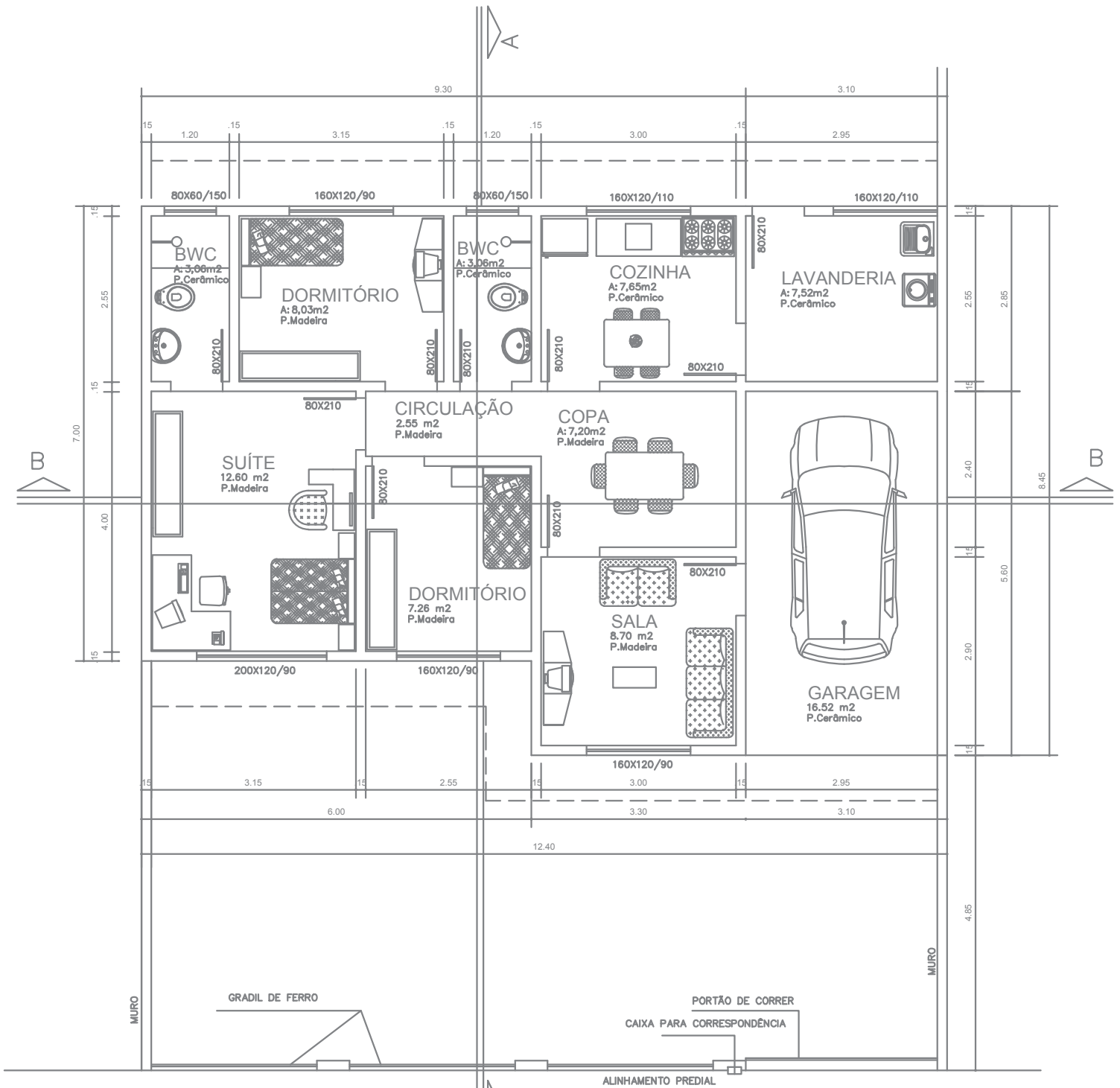
SANTIAGO, Alexandre Kokke et al. **Steel Framing: Arquitetura / Alexandre Kokke Santiago, Arlene Maria Sarmanho Freitas, Renata Cristina Moraes de Crasto.** Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012. 151p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

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

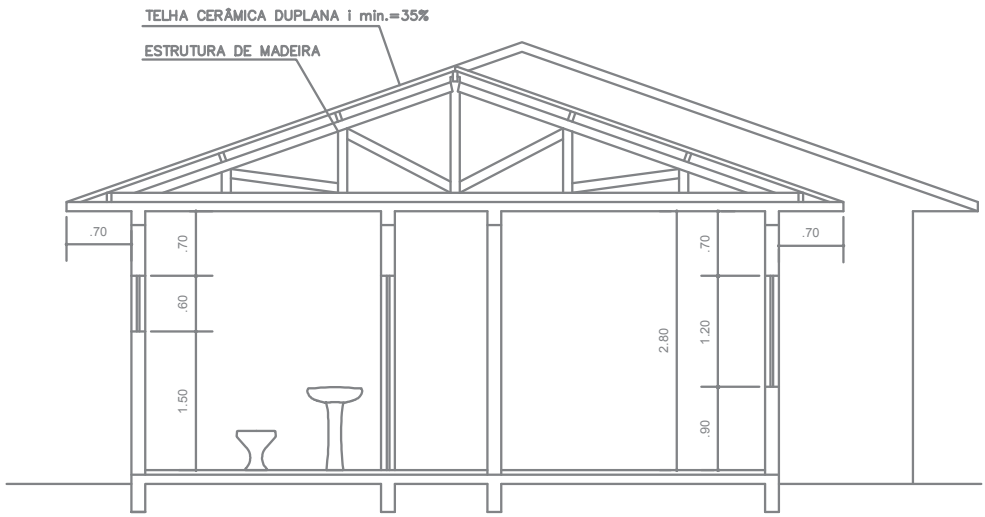
PINI. **TCPO, Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 13. ed. São Paulo: Pini, 2008.

VIVAN, André Luis et al. **Vantagem produtiva do sistema Light Steel Framing partindo da construção enxuta à racionalização construtiva.** Disponível em: <<http://olapisverde.blogspot.com.br/light-steel-frame>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

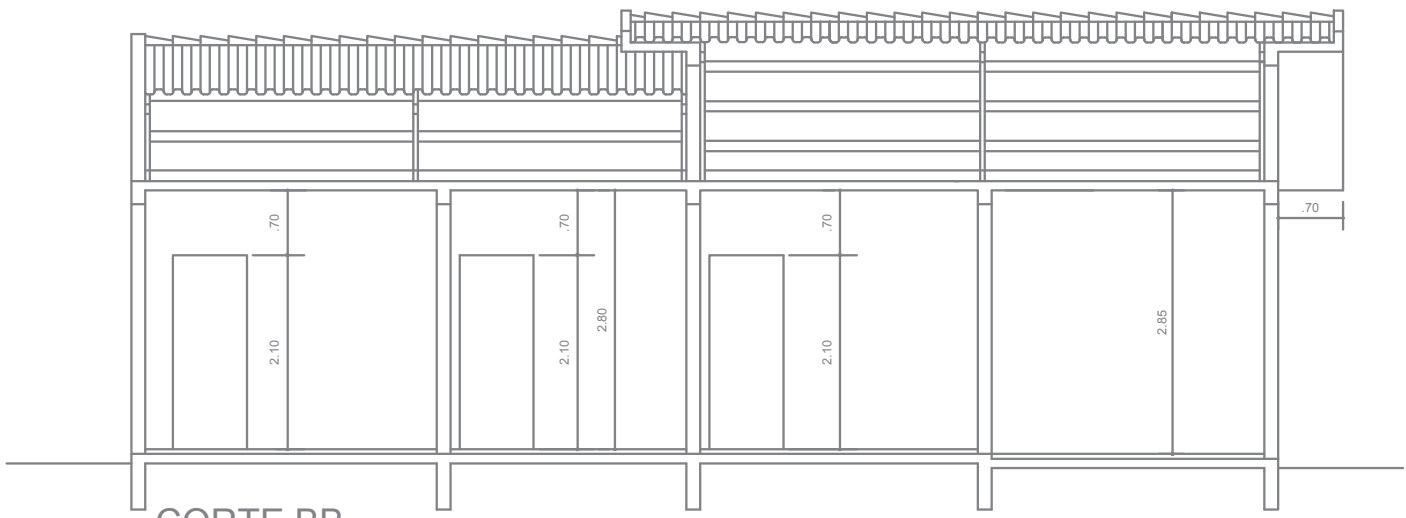
APÊNDICE A - Projeto Arquitetônico da Residência Unifamiliar em Alvenaria



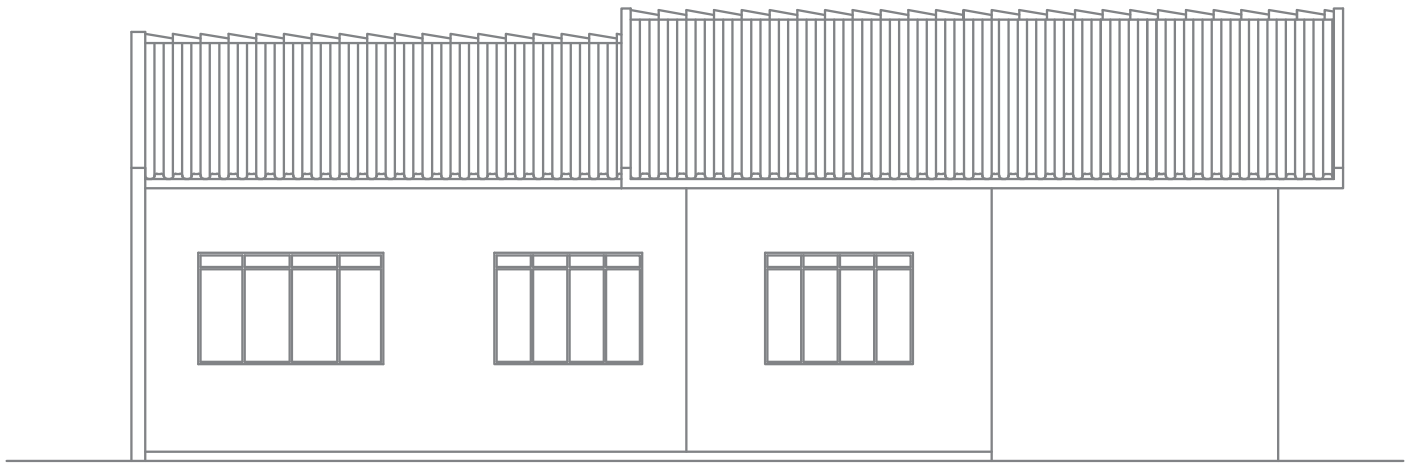
PLANTA BAIXA
 ESCALA 1/50



CORTE AA
ESCALA 1/50

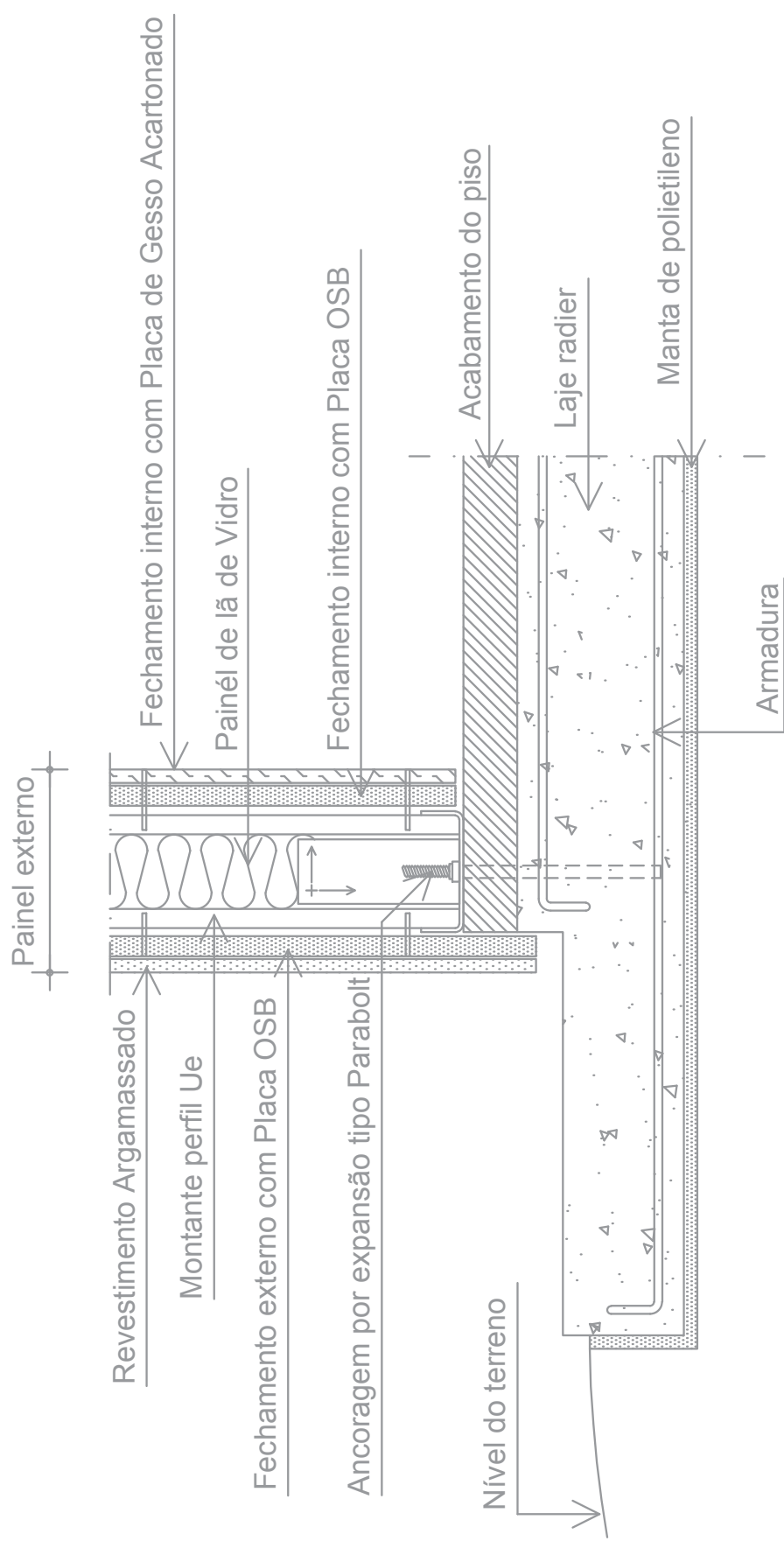


CORTE BB
ESCALA 1/50

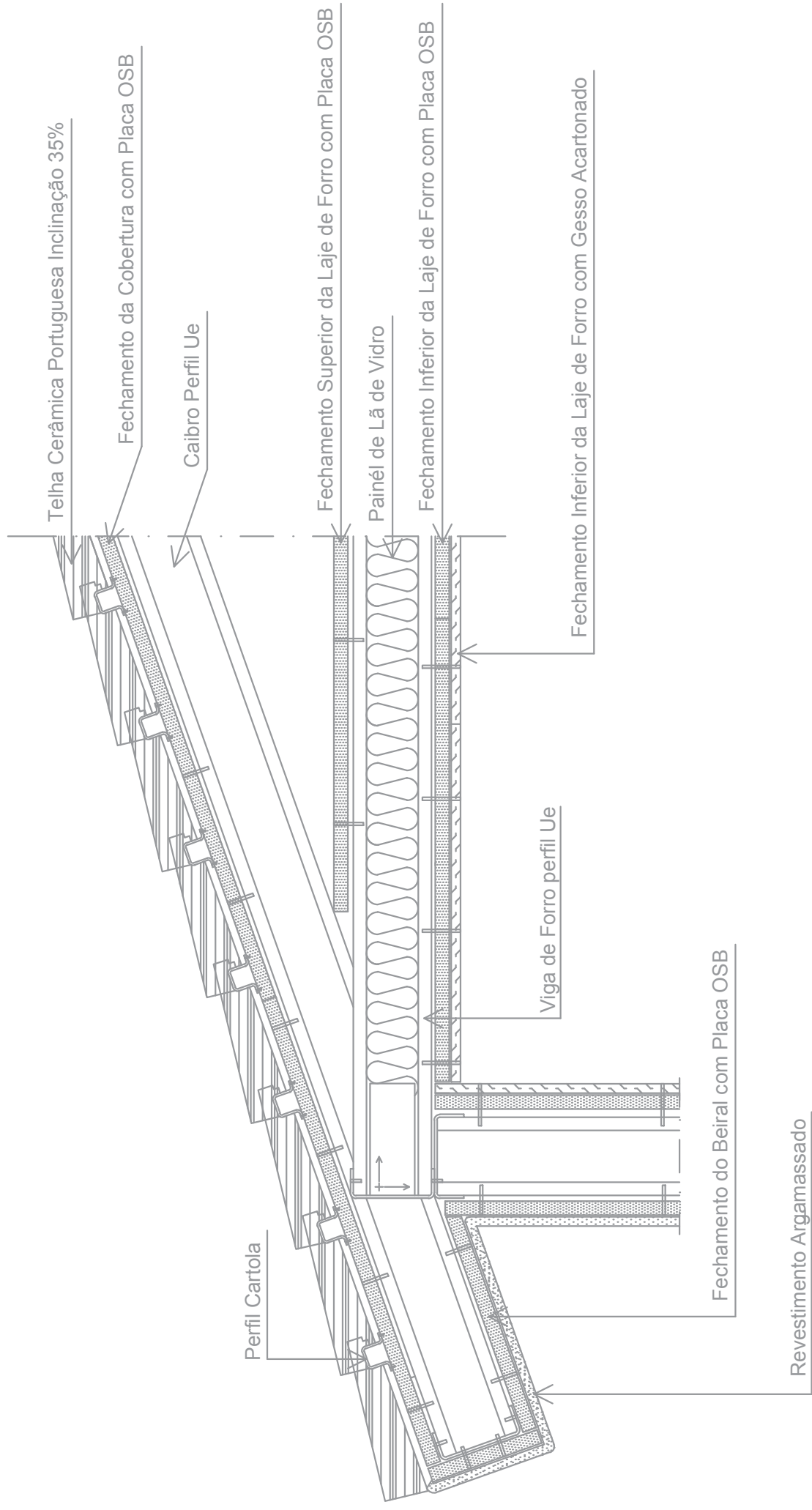


FACHADA BB
ESCALA 1/50

APÊNDICE B - Esquema dos Materiais Utilizados no Projeto em LSF



Corte detalhado de Painél Estrutural Indicando Materiais Utilizados no Projeto



Corte detalhado da Cobertura e Laje de Forro Indicando Materiais Utilizados no Projeto

APÊNDICE C - Planilhas Orçamentárias dos Sistemas Construtivos

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Alvenaria

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
1.0.0	*** SERVIÇOS PRELIMINARES ***					
	** LIMPEZA DO TERRENO **					
1.0.1	limpeza do terreno com capina e remoção	M2	359,00	2,27	814,93	0,65%
	** INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS **					
1.0.2	ligação provisória de água e instalação provisória de esgoto	UN	1,00	1.541,28	1.541,28	1,22%
1.0.3	tapume de chapa de madeira compensada 6mm com montagem	M2	27,50	36,09	992,48	0,79%
1.0.4	locação da obra e execução de gabarito	M2	96,00	5,22	501,12	0,40%
	Sub-Total do Item 1.0				3.849,81	
1.1.0	*** INFRAESTRUTURA ***					
	** FUNDAÇÃO - SERVIÇOS GERAIS **					
1.1.1	escavação manual de vala em solo até 2m	M3	9,00	36,36	327,24	0,26%
1.1.2	apiloamento de fundo de vala com maço até 30kg	M2	22,00	13,64	300,08	0,24%
1.1.3	lastro de concreto não estrutural incluindo preparo e lançamento	M3	7,00	312,17	2.185,19	1,73%
	** FUNDAÇÃO PROFUNDA **					
1.1.4	estaca tipo broca ϕ 25 cm concreto fck 13.5 mpa tipo c	M	96,00	35,22	3.381,12	2,68%
	** FÔRMAS - INFRAESTRUTURA **					
1.1.5	fôrmas de madeira para fundações (3 aproveitamentos)	M2	85,00	41,76	3.549,60	2,81%
	** ARMADURA - INFRAESTRUTURA **					
1.1.6	aço ca-60 para estruturas em geral 6,3mm dobrado e montado	KG	160,00	5,94	950,40	0,75%
1.1.7	aço ca-50 para estruturas em geral 6,3mm dobrado e montado	KG	4,50	5,74	25,83	0,02%
1.1.8	aço ca-50 para estruturas em geral 8,0mm dobrado e montado	KG	156,50	5,70	892,05	0,71%
1.1.9	aço ca-50 para estruturas em geral 10,0mm dobrado e montado	KG	62,50	5,51	344,38	0,27%
	** CONCRETO - INFRAESTRUTURA **					
1.1.10	concreto estrutural virado em obra fck 25 mpa	M3	9,00	299,33	2.693,97	2,13%
1.1.11	transporte, lançamento e adensamento de concreto em fundação	M3	9,00	47,92	431,28	0,34%
	Sub-Total do Item 1.1				15.081,14	
1.2.0	*** SUPERESTRUTURA ***					
	** FÔRMAS - SUPERESTRUTURA **					
1.2.1	fôrma chapa compensada plastificada e=12mm (3 aproveitamentos)	M2	103,00	33,56	3.456,68	2,74%
	** ARMADURA - SUPERESTRUTURA **					
1.2.2	aço ca-60 para estruturas 6,3mm dobrado e montado	KG	133,50	5,94	792,99	0,63%
1.2.3	aço ca-50 para estruturas 6,3mm dobrado e montado	KG	3,50	5,74	20,09	0,02%
1.2.4	aço ca-50 para estruturas 8,0mm dobrado e montado	KG	112,50	5,70	641,25	0,51%
1.2.5	aço ca-50 para estruturas 10,0mm dobrado e montado	KG	200,50	5,51	1.104,76	0,88%
1.2.6	aço ca-50 para estruturas 12,5mm dobrado e montado	KG	43,50	5,62	244,47	0,19%
	** CONCRETO - SUPERESTRUTURA **					
1.2.7	concreto estrutural virado em obra fck 25 mpa controle A	M3	5,00	299,33	1.496,65	1,19%
1.2.8	transporte, lançamento e adensamento de concreto em estrutura	M3	5,00	61,56	307,80	0,24%
	** LAJES E PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS **					
1.2.9	laje pré moldada e=12 cm para forro com capa de concreto de 4cm	M2	105,00	88,19	9.259,95	7,34%
	Sub-Total do Item 1.2				17.324,64	
1.3.0	*** FECHAMENTO ***					
	** ALVENARIA **					
1.3.1	alvenaria com blocos cerâmicos e juntas de argamassa pré fabricada	M2	174,00	44,79	7.793,46	6,18%
1.3.2	verga reta em concreto armado fck 13,5 mpa incluindo fôrmas	M3	0,60	1.371,53	822,92	0,65%
	Sub-Total do Item 1.3				8.616,38	
1.4.0	*** ESQUADRIAS ***					

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Alvenaria

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
	** ESQUADRIAS DE MADEIRA - PORTAS **					
1.4.1.1	porta externa de madeira 0,80 x 2,10m com montagem e acabamento	UN	2,00	588,08	1.176,16	0,93%
1.4.1.2	porta interna de madeira 0,80 x 2,10m com montagem e acabamento	UN	6,00	344,31	2.065,86	1,64%
	Sub-Total do Item 1.4.1				3.242,02	
	** ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO - PORTAS **					
1.4.2.1	porta de alumínio 0,80 x 2,10m com montagem e acabamento	UN	2,00	890,66	1.781,32	1,41%
	** ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO - JANELAS **					
1.4.2.2	janela em alumínio maxim-ar 0.60 x 0.80m montagem e acabamento	UN	2,00	396,35	792,70	0,63%
1.4.2.3	janela em alumínio de correr 1.60 x 1.20m montagem e acabamento	UN	5,00	542,27	2.711,35	2,15%
1.4.2.4	janela em alumínio de correr 2.00 x 1.20m montagem e acabamento	UN	1,00	657,96	657,96	0,52%
	Sub-Total do Item 1.4.2				5.943,33	
1.5.0	*** COBERTURA ***					
	** ESTRUTURA DE MADEIRA **					
1.5.1	estrutura de madeira para telha cerâmica com vão de 7 à 10m	M2	114,50	69,07	7.908,52	6,27%
	** COBERTURA **					
1.5.2	cobertura com telha cerâmica portuguesa inclinação 35%	M2	114,50	42,38	4.852,51	3,85%
1.5.3	rufo de chapa galvanizada n° 26 desenvolvimento 25 cm	M	19,50	24,73	482,24	0,38%
	Sub-Total do Item 1.5				13.243,27	
1.6.0	*** INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS ***					
	** ENTRADA - ÁGUA **					
1.6.1.1	cavalete diâmetro 25mm (1")	UN	1,00	276,22	276,22	0,22%
	** RASGO E ENCHIMENTO EM ALVENARIA PARA TUBOS **					
1.6.1.2	rasgo em alvenaria para tubulações de 15 a 25mm (1/2 a 1")	M	17,50	3,51	61,43	0,05%
1.6.1.3	rasgo em alvenaria para tubulações de 32 a 50mm (1 1/4 a 2")	M	7,50	5,50	41,25	0,03%
1.6.1.4	enchimento de rasgo com argamassa diâmetro 15 a 25mm (1/2 a 1")	M	17,50	2,87	50,23	0,04%
1.6.1.5	enchimento de rasgo com argamassa diâmetro 32 a 50mm (1 1/4 a 2")	M	7,50	3,93	29,48	0,02%
	** REDE DE ÁGUA FRIA - TUBOS E CONEXÕES **					
1.6.1.6	joelho 90° de pvc soldável para água fria 20mm	UN	4,00	4,66	18,64	0,01%
1.6.1.7	joelho 90° de pvc soldável para água fria 25mm	UN	1,00	4,80	4,80	0,00%
1.6.1.8	joelho 90° de pvc soldável para água fria 32mm	UN	1,00	5,56	5,56	0,00%
1.6.1.9	te 90° de pvc soldável para água fria 20mm	UN	2,00	5,17	10,34	0,01%
1.6.1.10	te 90° de pvc soldável para água fria 25mm	UN	1,00	5,33	5,33	0,00%
1.6.1.11	te 90° de pvc soldável para água fria 32mm	UN	2,00	6,79	13,58	0,01%
1.6.1.12	te 90° de pvc soldável para água fria 50mm	UN	2,00	12,85	25,70	0,02%
1.6.1.13	joelho 45° de pvc soldável para água fria 20mm	UN	2,00	4,79	9,58	0,01%
1.6.1.14	joelho 45° de pvc soldável para água fria 25mm	UN	1,00	5,29	5,29	0,00%
1.6.1.15	joelho 45° de pvc soldável para água fria 32mm	UN	2,00	6,67	13,34	0,01%
1.6.1.16	tubo de pvc soldável para água fria 20mm sem conexões	M	22,50	3,51	78,98	0,06%
1.6.1.17	tubo de pvc soldável para água fria 25mm sem conexões	M	20,00	4,71	94,20	0,07%
1.6.1.18	tubo de pvc soldável para água fria 32mm sem conexões	M	12,50	7,39	92,38	0,07%
1.6.1.19	tubo de pvc soldável para água fria 50mm sem conexões	M	4,00	12,50	50,00	0,04%
	** REDE DE ÁGUA FRIA - REGISTROS E VÁLVULAS **					
1.6.1.20	registro de gaveta com canopla cromada 25mm (1")	UN	2,00	68,85	137,70	0,11%
1.6.1.21	registro de gaveta com canopla cromada 32mm (1 1/4")	UN	2,00	97,49	194,98	0,15%
1.6.1.22	registro de pressão com canopla cromada 20mm (3/4")	UN	2,00	59,23	118,46	0,09%
1.6.1.23	válvula de descarga c/ registro acab. cromado 32mm (1 1/4")	UN	2,00	202,52	405,04	0,32%
1.6.1.24	reservatório em fibra de vidro capacidade 1.000 Litros	UN	1,00	575,68	575,68	0,46%

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Alvenaria

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
	<i>Sub-Total do Item 1.6.1</i>				2.318,19	
	** REDE DE ESGOTO - TUBOS CONEXÕES E ACESSÓRIOS **					
1.6.2.1	tubo de pvc branco diametro 40 mm (1 1/2") ponta e bolsa	M	1,00	8,61	8,61	0,01%
1.6.2.2	tubo de pvc branco diametro 50 mm (2") ponta e bolsa	M	5,00	12,34	61,70	0,05%
1.6.2.3	tubo de pvc branco diametro 100mm (4") ponta e bolsa	M	25,00	20,51	512,75	0,41%
1.6.2.4	junção c/ redução 45° de pvc branco 100 x 50mm	UN	2,00	22,03	44,06	0,03%
1.6.2.5	redução excentrica de pvc branco 100 x 50mm	UN	2,00	18,07	36,14	0,03%
1.6.2.6	joelho 90° de pvc branco 40mm (1 1/2")	UN	2,00	10,56	21,12	0,02%
1.6.2.7	joelho 90° de pvc branco 50mm (2")	UN	10,00	12,93	129,30	0,10%
1.6.2.8	joelho 45° de pvc branco 40mm (1 1/2")	UN	2,00	10,25	20,50	0,02%
1.6.2.9	te 90° de pvc branco 100mm (4")	UN	2,00	24,88	49,76	0,04%
1.6.2.10	te 90° com redução de pvc branco 100 x 50mm (4" x 2")	UN	2,00	23,19	46,38	0,04%
	** REDE DE ESGOTO - CAIXAS E RALOS **					
1.6.2.11	caixa sifonada de pvc com grelha branca 150 x 150 x 50mm	UN	1,00	26,03	26,03	0,02%
1.6.2.12	caixa sifonada de pvc com grelha branca 100 x 100 x 50mm	UN	4,00	18,72	74,88	0,06%
1.6.2.13	caixa de inspeção em alvenaria 60 x 60 x 60 cm com tampa	UN	6,00	517,79	3.106,74	2,46%
	<i>Sub-Total do Item 1.6.2</i>				4.137,97	
	** APARELHOS E METAIS **					
1.6.3.1	lavatório de louça de embutir com torneira e acessórios	UN	2,00	282,08	564,16	0,45%
1.6.3.2	tampo de mármore para lavatório e=30mm	M	2,00	276,79		0,44%
1.6.3.3	bacia de louça sifonada com tampa e e acessórios	UN	2,00	257,08	553,58	0,41%
1.6.3.4	tanque de mármore sintético 22 Litros	UN	1,00	171,93	514,16	0,14%
1.6.3.5	saboneteira em alumínio 15 x 15cm de sobrepor	UN	2,00	44,40	171,93	0,07%
1.6.3.6	porta toalha em metal cromado tipo haste	UN	2,00	55,80	88,80	0,09%
1.6.3.7	porta papel em metal cromado	UN	2,00	42,85	111,60	0,07%
1.6.3.8	torneira de pressão cromada bica alta 3/4" para pia de cozinha	UN	1,00	74,49	85,70	0,06%
1.6.3.9	torneira longa de pressão cromada 3/4" para tanque	UN	1,00	67,14	74,49	0,05%
1.6.3.10	ducha metálica cromada com articulação	UN	2,00	158,11	67,14	0,25%
	<i>Sub-Total do Item 1.6.3</i>				2.547,78	
1.7.0	*** INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ***					
	** REDE DE BAIXA TENSÃO - ELETRODUTOS / CONEXÕES **					
1.7.1.1	rasgo em alvenaria para eletrodutos de 15 à 25mm	M	63,00	3,51	221,13	0,18%
1.7.1.2	enchimento de rasgo para eletrodutos de 15 à 25mm	M	63,00	2,87	180,81	0,14%
1.7.1.3	entrada de energia padrão copel trifásica 50 A	UN	1,00	977,05	977,05	0,77%
1.7.1.4	eletroduto de pvc flexivel corrugado 25mm (1")	M	131,00	4,88	639,28	0,51%
1.7.1.5	eletroduto de pvc flexivel corrugado 32 mm (1 1/4")	M	3,00	5,62	16,86	0,01%
	** REDE DE BAIXA TENSÃO - QUADROS / CAIXAS **					
1.7.1.6	quadro de distribuição de energia em aço galvanizado de embutir	UN	1,00	252,97	252,97	0,20%
1.7.1.7	caixa de ligacao 4" x 4" em chapa estampada n.18	UN	1,00	4,60	4,60	0,00%
	** REDE DE BAIXA TENSÃO – DISJUNTORES **					
1.7.1.8	disjuntor termomagnético monopolar 16 a	UN	1,00	13,65	13,65	0,01%
1.7.1.9	disjuntor termomagnético monopolar 20 a	UN	2,00	13,41	26,82	0,02%
1.7.1.10	disjuntor termomagnético monopolar 25 a	UN	2,00	13,88	27,76	0,02%
1.7.1.11	disjuntor termomagnético bipolar 16 a	UN	3,00	53,89	161,67	0,13%
1.7.1.12	disjuntor termomagnético bipolar 20 a	UN	1,00	53,74	53,74	0,04%
1.7.1.13	disjuntor termomagnético bipolar 40 a	UN	2,00	54,04	108,08	0,09%
1.7.1.14	disjuntor termomagnético tripolar 50 a	UN	1,00	65,94	65,94	0,05%
	** REDE DE BAIXA TENSÃO - FIOS E CABOS **					

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Alvenaria

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
1.7.1.15	condutor de cobre isolamento em pvc 750v 2.5 mm2	M	433,00	3,30	1.428,90	1,13%
1.7.1.16	condutor de cobre isolamento em pvc 750v 4 mm2	M	99,00	4,03	398,97	0,32%
1.7.1.17	condutor de cobre isolamento em pvc 750v 6 mm2	M	32,00	4,84	154,88	0,12%
	Sub-Total do Item 1.7.1				4.733,11	
	** TOMADAS / INTERRUPTORES / ESPELHOS **					
1.7.2.1	interruptor uma tecla simples com espelho 2" x 4"	UN	5,00	8,59	42,95	0,03%
1.7.2.2	interruptor uma tecla paralelo com espelho 2" x 4"	UN	6,00	15,70	94,20	0,07%
1.7.2.3	interruptor duas teclas paralelas com espelho 2" x 4"	UN	1,00	29,73	29,73	0,02%
1.7.2.4	interruptor duas teclas simples e tomada c/ espelho 2" x 4"	UN	2,00	26,98	53,96	0,04%
1.7.2.5	tomada de 2 polos e terra com espelho 2" x 4"	UN	12,00	14,38	172,56	0,14%
1.7.2.6	tomada para telefone com 4 polos padrão telebras	UN	5,00	18,51	92,55	0,07%
	** LUMINÁRIAS INTERNAS **					
1.7.2.7	luminaria spot lince branco para uma lampada	UN	8,00	51,11	408,88	0,32%
1.7.2.8	luminaria spot lince branco para duas lampadas	UN	5,00	60,76	303,80	0,24%
1.7.2.9	luminaria arandela clean branca	UN	2,00	49,01	98,02	0,08%
	Sub-Total do Item 1.7.2				1.296,65	
1.8.0	*** IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAÇÃO TÉRMICA ***					
	** IMPERMEABILIZAÇÃO **					
1.8.1	impermeabilização de viga baldrame com tinta betuminosa	M	84,00	7,30	613,20	0,49%
1.8.2	impermeabilização de áreas molhadas com impermeabilizante rígido	M2	81,50	24,18	1.970,67	1,56%
	Sub-Total do Item 1.8				2.583,87	
1.9.0	*** REVESTIMENTO ***					
	** REVESTIMENTOS DE FORROS **					
1.9.1	chapisco de cimento e areia para laje de forro traço 1:3	M2	105,00	7,25	761,25	0,60%
1.9.2	emboço de cimento, cal e areia para laje de forro e=20mm	M2	105,00	20,56	2.158,80	1,71%
	** REVESTIMENTOS DE PAREDES INTERNAS **					
1.9.3	chapisco de cimento e areia para alvenaria interna traço 1:3	M2	278,00	4,02	1.117,56	0,89%
1.9.4	emboço de cimento, cal e areia para alvenaria interna e=20mm	M2	278,00	18,70	5.198,60	4,12%
1.9.5	azulejo assentado com argamassa de cimento colante 15 x 15cm	M2	89,00	28,27	2.516,03	1,99%
1.9.6	rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco	M2	89,00	5,95	529,55	0,42%
	** REVESTIMENTOS DE PAREDES EXTERNAS **					
1.9.7	chapisco de cimento e areia para alvenaria externa traço 1:3	M2	65,00	4,02	261,30	0,21%
1.9.8	emboço de cimento, cal e areia para alvenaria externa e=20mm	M2	65,00	22,23	1.444,95	1,14%
	Sub-Total do Item 1.9				13.988,04	
1.10.0	*** PISOS ***					
	** REVESTIMENTO DE PISOS **					
1.10.1	regularização de piso com argamassa de cimento e areia e=3cm	M2	85,00	22,92	1.948,20	1,54%
1.10.2	piso cerâmico 30 x 30 cm assentado com argamassa colante	M2	38,50	46,91	1.806,04	1,41%
1.10.3	rejuntamento de piso cerâmico com cimento branco	M2	38,50	5,95	229,07	0,18%
1.10.4	porcelanato polido 45 x 45 cm assentado com argamassa colante	M2	46,50	148,48	6.904,32	5,47%
	** DEGRAUS / RODAPÉS / SOLEIRAS **					
1.10.5	rodapé cerâmico h=8cm assentado com argamassa colante	M	45,80	20,30	929,74	0,92%
1.10.6	rodapé de madeira maciça h=7cm fixado sobre tacos embutidos	M	55,00	16,12	886,60	0,71%
1.10.7	soleira de mármore assentada com argamassa colante	M	8,50	39,86	338,81	0,27%
	Sub-Total do Item 1.10				13.042,78	
1.11.0	*** PINTURAS ***					
	** PINTURA EM FORROS E PAREDES **					
1.11.1	pintura com tinta latex acrilica sem emassamento	M2	359,00	17,91	6.429,69	5,09%

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Alvenaria

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
1.11.2	emassamento com massa acrilica para parede externa e forro	M2	170,00	11,01	1.871,70	1,48%
1.11.3	emassamento com massa a base de pva para parede interna ** PINTURA EM ESQUADRIAS DE MADEIRA **	M2	189,00	8,60	1.625,40	1,29%
1.11.4	pintura com verniz em esquadria de madeira com 3 demãos ** PINTURA EM CALHAS E CHAPAS GALVANIZADAS **	M2	27,00	12,85	346,95	0,38%
1.11.5	pintura com esmalte sintetico em calhas e rufos com 1 demão	M	19,50	11,03	215,09	0,17%
Sub-Total do Item 1.11					10.488,83	
1.12.0	*** SERVIÇOS COMPLEMENTARES *** ** PAVIMENTAÇÃO EXTERNA **					
1.12.1	passoio em concreto fck 13,5 mpa com preparo de caixa e=7cm ** PAISAGISMO E AJARDINAMENTO **	M2	19,00	47,03	893,57	0,71%
1.12.2	plântio de grama batatais em placas ** LIMPEZA FINAL **	M2	37,00	6,62	244,94	0,19%
1.12.3	limpeza geral e final de obra	M2	359,00	6,36	2.283,24	1,81%
Sub-Total do Item 1.12					3.421,75	
TOTAL					125.859,61	100,00%
TOTAL EM GERAL cento e vinte e cinco mil, oitocentos e cinquenta e nove reais e onze centavos					125.859,11	100,00%

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Light Steel Framing

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
1.0.0	*** SERVIÇOS PRELIMINARES ***					
	** LIMPEZA DO TERRENO **					
1.0.1	limpeza do terreno com capina e remoção	M2	359,00	2,27	814,93	0,54%
	** INSTALACOES PROVISÓRIAS **					
1.0.2	ligação provisória de água e instalação provisória de esgoto	UN	1,00	1.541,28	1.541,28	1,02%
1.0.3	tapume de chapa de madeira compensada 6 mm com montagem	M2	28,20	36,09	1.017,74	0,68%
1.0.4	locação da obra e execução de gabarito	M2	102,50	5,22	535,05	0,36%
	Sub-Total do Item 1.0				3.909,00	
1.1.0	*** INFRAESTRUTURA ***					
	** FUNDAÇÃO - SERVIÇOS GERAIS **					
1.1.1	escavação manual de vala em solo até 2m	M3	13,26	36,36	482,13	0,32%
1.1.2	apiloamento de fundo de vala com maço até 30kg	M2	132,60	13,64	1.808,66	1,20%
1.1.3	lastro de brita 1 e 2 apiloado com maço até 30kg	M3	6,63	79,39	526,36	0,35%
	** FÔRMAS - INFRAESTRUTURA **					
1.1.4	fôrmas de madeira para fundações (3 aproveitamentos)	M2	5,74	41,76	239,70	0,16%
	** ARMADURA - INFRAESTRUTURA **					
1.1.5	aço ca-50 para estruturas em geral 6,3mm dobrado e montado	KG	904,00	5,78	5.225,12	3,47%
	** CONCRETO - INFRAESTRUTURA **					
1.1.6	concreto estrutural virado em obra fck 25 mpa	M3	15,91	299,33	4.762,34	3,16%
1.1.7	transporte, lançamento e adensamento de concreto em fundação	M3	15,91	47,92	762,41	0,51%
	Sub-Total do Item 1.1				13.806,72	
1.2.0	*** SUPERESTRUTURA E FECHAMENTO ***					
	** PAINEIS E FECHAMENTO PARA STEEL FRAME **					
1.2.1.1	painél estrutural externo em steel frame com fechamento em OSB, mais placa de gesso acartonado ou placa cimentícia, incluindo montagem	M2	164,64	142,24	23.418,39	15,55%
1.2.1.2	painél drywall interno com fechamento em gesso acartonado ou placa cimentícia incluindo montagem	M2	71,68	73,58	5.274,21	3,50%
	Sub-Total do Item 1.2.1				28.692,60	
	** LAJE DE FORRO PARA STEEL FRAME **					
1.2.2.1	laje de forro em steel frame com fechamento em OSB, mais placa de gesso acartonado, incluindo montagem	M2	102,4	145,70	14.919,68	9,91%
	Sub-Total do Item 1.2.2				14.919,68	
1.3.0	*** ESQUADRIAS ***					
	** ESQUADRIAS DE MADEIRA - PORTAS **					
1.3.1.1	porta externa de madeira 0.80 x 2.10m fixada painél drywall / steel frame	UN	2,00	527,35	1.054,70	0,70%
1.3.1.2	porta interna de madeira 0.80 x 2.10m fixada painél drywall / steel frame	UN	6,00	283,58	1.701,48	1,13%
	Sub-Total do Item 1.3.1				2.756,18	
	** ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO - PORTAS **					
1.3.2.1	porta de alumínio 0.80 x 2.10m fixada painél drywall / steel frame	UN	2,00	888,94	1.777,88	1,18%
	** ESQUADRIAS DE ALUMINIO - JANELAS **					
1.3.2.2	janela em alumínio maxim-ar 0.60 x 0.80m fixada em painél steel frame	UN	2,00	419,58	839,16	0,56%
1.3.2.3	janela em alumínio de correr 1.60 x 1.20m fixada em painél steel frame	UN	5,00	590,92	2.954,60	1,96%
1.3.2.4	janela em alumínio de correr 2.00 x 1.20m fixada em painél steel frame	UN	1,00	717,06	717,06	0,48%
	Sub-Total do Item 1.3.2				6.288,70	

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Light Steel Framing

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
1.4.0	*** COBERTURA ***					
	** ESTRUTURA METÁLICA **					
1.4.1	estrutura metálica estruturada com caibros para steel frame	M2	122,90	127,00	15.608,30	10,37%
	** COBERTURA **					
1.4.2	cobertura com telha cerâmica portuguesa inclinação 35%	M2	122,90	42,38	5.208,50	3,46%
1.4.3	rufo de chapa galvanizada n° 26 desenvolvimento 25 cm	M	20,40	24,73	504,49	0,34%
	Sub-Total do Item 1.4				21.321,29	
1.5.0	*** INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS ***					
	** ENTRADA - ÁGUA **					
1.5.1.1	cavalete diametro 25mm (1")	UN	1,00	276,22	276,22	0,18%
	** REDE DE ÁGUA FRIA - TUBOS E CONEXÕES **					
1.5.1.2	joelho 90° de pvc soldável para água fria 20mm	UN	4,00	4,66	18,64	0,01%
1.5.1.3	joelho 90° de pvc soldável para água fria 25mm	UN	1,00	4,80	4,80	0,00%
1.5.1.4	joelho 90° de pvc soldável para água fria 32mm	UN	1,00	5,56	5,56	0,00%
1.5.1.5	te 90° de pvc soldável para água fria 20mm	UN	2,00	5,17	10,34	0,01%
1.5.1.6	te 90° de pvc soldável para água fria 25mm	UN	1,00	5,33	5,33	0,00%
1.5.1.7	te 90° de pvc soldável para água fria 32mm	UN	2,00	6,79	13,58	0,01%
1.5.1.8	te 90° de pvc soldável para água fria 50mm	UN	2,00	12,85	25,70	0,02%
1.5.1.9	joelho 45° de pvc soldável para água fria 20mm	UN	2,00	4,79	9,58	0,01%
1.5.1.10	joelho 45° de pvc soldável para água fria 25mm	UN	1,00	5,29	5,29	0,00%
1.5.1.11	joelho 45° de pvc soldável para água fria 32mm	UN	2,00	6,67	13,34	0,01%
1.5.1.12	tubo de pvc soldável para água fria 20mm sem conexões	M	22,50	3,51	78,98	0,05%
1.5.1.13	tubo de pvc soldável para água fria 25mm sem conexões	M	20,00	4,71	94,20	0,06%
1.5.1.14	tubo de pvc soldável para água fria 32mm sem conexões	M	12,50	7,39	92,38	0,06%
1.5.1.15	tubo de pvc soldável para água fria 50mm sem conexões	M	4,00	12,50	50,00	0,03%
	** REDE DE ÁGUA FRIA - REGISTROS E VÁLVULAS **					
1.5.1.16	registro de gaveta com canopla cromada 25mm (1")	UN	2,00	68,85	137,70	0,09%
1.5.1.17	registro de gaveta com canopla cromada 32mm (1 1/4")	UN	2,00	97,49	194,98	0,13%
1.5.1.18	registro de pressão com canopla cromada 20mm (3/4")	UN	2,00	59,23	118,46	0,08%
1.5.1.19	válvula de descarga com registro acabamento cromado 32mm (1 1/4")	UN	2,00	202,52	405,04	0,27%
1.5.1.20	reservatório em fibra de vidro capacidade 1.000 Litros	UN	1,00	575,68	575,68	0,38%
	Sub-Total do Item 1.6.1				2.135,80	
	** REDE DE ESGOTO – TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS **					
1.5.2.1	tubo de pvc branco diametro 40 mm (1 1/2") ponta e bolsa	M	1,00	8,61	8,61	0,01%
1.5.2.2	tubo de pvc branco diametro 50 mm (2") ponta e bolsa	M	5,00	12,34	61,70	0,04%
1.5.2.3	tubo de pvc branco diametro 100mm (4") ponta e bolsa	M	25,00	20,51	512,75	0,34%
1.5.2.4	junção com redução 45° de pvc branco 100 x 50mm	UN	2,00	22,03	44,06	0,03%
1.5.2.5	redução excêntrica de pvc branco 100 x 50mm	UN	2,00	18,07	36,14	0,02%
1.5.2.6	joelho 90° de pvc branco 40mm (1 1/2")	UN	2,00	10,56	21,12	0,01%
1.5.2.7	joelho 90° de pvc branco 50mm (2")	UN	10,00	12,93	129,30	0,09%
1.5.2.8	joelho 45° de pvc branco 40mm (1 1/2")	UN	2,00	10,25	20,50	0,01%
1.5.2.9	te 90° de pvc branco 100mm (4")	UN	2,00	24,88	49,76	0,03%
1.5.2.10	te 90° com redução de pvc branco 100 x 50mm (4" x 2")	UN	2,00	23,19	46,38	0,03%
	** REDE DE ESGOTO - CAIXAS E RALOS **					
1.5.2.11	caixa sifonada de pvc com grelha branca 150 x 150 x 50mm	UN	1,00	26,03	26,03	0,02%
1.5.2.12	caixa sifonada de pvc com grelha branca 100 x 100 x 50mm	UN	4,00	18,72	74,88	0,05%
1.5.2.13	caixa de inspeção em alvenaria 60 x 60 x 60 cm com tampa	UN	6,00	517,79	3.106,74	2,06%
	Sub-Total do Item 1.6.2				4.137,97	

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Light Steel Framing

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
	** APARELHOS E METAIS **					
1.5.3.1	lavatório de louça de embutir com torneira e acessórios	UN	2,00	282,08	564,16	0,37%
1.5.3.2	tampo de mármore para lavatório e=30mm	M	2,00	276,79	553,58	0,37%
1.5.3.3	bacia de louça sifonada com tampa e acessórios	UN	2,00	257,08	514,16	0,34%
1.5.3.4	tanque de mármore sintético 22 Litros	UN	1,00	171,93	171,93	0,11%
1.5.3.5	saboneteira em alumínio 15 x 15cm de sobrepor	UN	2,00	44,40	88,80	0,06%
1.5.3.6	porta toalha em metal cromado tipo haste	UN	2,00	55,80	111,60	0,07%
1.5.3.7	porta papel em metal cromado	UN	2,00	42,85	85,70	0,06%
1.5.3.8	torneira de pressão cromada bica alta 3/4" para pia de cozinha	UN	1,00	74,49	74,49	0,05%
1.5.3.9	torneira longa de pressão cromada 3/4" para tanque	UN	1,00	67,14	67,14	0,04%
1.5.3.10	ducha metálica cromada com articulação	UN	2,00	158,11	316,22	0,21%
	Sub-Total do Item 1.6.3				2.547,78	
1.6.0	*** INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ***					
	** REDE DE BAIXA TENSÃO – ELETRODUTOS / CONEXÕES **					
1.6.1.1	entrada de energia padrão copel trifásica 50 A	UN	1,00	977,05	977,05	0,65%
1.6.1.2	eletroduto de pvc flexível corrugado 25mm (1")	M	131,00	4,88	639,28	0,42%
1.6.1.3	eletroduto de pvc flexível corrugado 32 mm (1 1/4")	M	3,00	5,62	16,86	0,01%
	** REDE DE BAIXA TENSÃO – QUADROS / CAIXAS **					
1.6.1.4	quadro de distribuição de energia de sobrepor fixado em painel drywall	UN	1,00	118,66	118,66	0,08%
1.6.1.5	caixa de ligação 4" x 4" em chapa estampada n.18	UN	1,00	4,60	4,60	0,00%
	** REDE DE BAIXA TENSÃO - DISJUNTORES **					
1.6.1.6	disjuntor termomagnético monopolar 16 a	UN	1,00	13,65	13,65	0,01%
1.6.1.7	disjuntor termomagnético monopolar 20 a	UN	2,00	13,41	26,82	0,02%
1.6.1.8	disjuntor termomagnético monopolar 25 a	UN	2,00	13,88	27,76	0,02%
1.6.1.9	disjuntor termomagnético bipolar 16 a	UN	3,00	53,89	161,67	0,11%
1.6.1.10	disjuntor termomagnético bipolar 20 a	UN	1,00	53,74	53,74	0,04%
1.6.1.11	disjuntor termomagnético bipolar 40 a	UN	2,00	54,04	108,08	0,07%
1.6.1.12	disjuntor termomagnético tripolar 50 a	UN	1,00	65,94	65,94	0,04%
	** REDE DE BAIXA TENSÃO - FIOS E CABOS **					
1.6.1.13	condutor de cobre isolamento em pvc 750v 2.5 mm2	M	433,00	3,30	1.428,90	0,95%
1.6.1.14	condutor de cobre isolamento em pvc 750v 4 mm2	M	99,00	4,03	398,97	0,27%
1.6.1.15	condutor de cobre isolamento em pvc 750v 6 mm2	M	32,00	4,84	154,88	0,10%
	Sub-Total do Item 1.7.1				4.196,86	
	** TOMADAS / INTERRUPTORES / ESPELHOS **					
1.6.2.1	interruptor uma tecla simples com espelho 2" x 4"	UN	5,00	8,59	42,95	0,03%
1.6.2.2	interruptor uma tecla paralelo com espelho 2" x 4"	UN	6,00	15,70	94,20	0,06%
1.6.2.3	interruptor duas teclas paralelas com espelho 2" x 4"	UN	1,00	29,73	29,73	0,02%
1.6.2.4	interruptor duas teclas simples e tomada c/ espelho 2" x 4"	UN	2,00	26,98	53,96	0,04%
1.6.2.5	tomada de 2 polos e terra com espelho 2" x 4"	UN	12,00	14,38	172,56	0,11%
1.6.2.6	tomada para telefone com 4 polos padrão telebras	UN	5,00	18,51	92,55	0,06%
1.6.2.7	caixa plástica fixada em painel drywall para interruptor e tomadas 4" x 2"	UN	31,00	10,05	311,55	0,21%
	** LUMINARIAS INTERNAS **					
1.6.2.8	luminária spot lince branco para uma lâmpada	UN	8,00	51,11	408,88	0,27%
1.6.2.9	luminária spot lince branco para duas lâmpadas	UN	5,00	60,76	303,80	0,20%
1.6.2.10	luminária arandela clean branca	UN	2,00	49,01	98,02	0,07%
	Sub-Total do Item 1.7.2				1.608,20	
1.7.0	*** IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAÇÃO TÉRMICA ***					
	** IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAÇÃO PARA STEEL FRAME **					

DATAFOX - Construindo suas ideias

Rua Interventor Manoel Ribas 1821

Fone: (44) 9969 4507

PLANILHA DE SERVIÇOS

OBRA: Residência Unifamiliar em Light Steel Framing

CIDADE: Campo Mourão

Item	Descrição do Serviço	Und.	Quant.	P.Unt.	Sub_Tot.	Coef.
1.7.1	impermeabilização com membrana hidrófuga tyvek homewrap	M2	311,11	22,23	6.915,98	4,59%
1.7.2	isolamento térmico para painél com lã de vidro e=70mm	M2	203,20	16,48	3.348,74	2,22%
1.7.3	isolamento térmico para laje de forro com lã de vidro e=70mm	M2	102,40	13,42	1.374,21	0,91%
1.7.4	impermeabilização de radier com lona plástica preta	M2	132,60	1,33	176,36	0,12%
	Sub-Total do Item 1.8				11.815,29	
1.8.0	*** REVESTIMENTO DE PAINEIS *** ** REVESTIMENTOS DE PAINEIS PARA AMBIENTES ÚMIDOS **					
1.8.1	azulejo assentado com argamassa de cimento colante 15 x 15cm	M2	86,70	28,27	2.451,01	1,63%
1.8.2	rejuntamento de azulejo 15x15cm com cimento branco ** REVESTIMENTOS DE PAINEIS EXTERNOS **	M2	86,70	5,95	515,87	0,34%
1.8.3	aplicação de estuque e preparo de pasta para painél externo	M2	96,20	10,34	994,71	0,66%
1.8.4	polimento de estuque com lixamento fino manual	M2	96,20	3,63	349,21	0,23%
	Sub-Total do Item 1.9				4.310,80	
1.9.0	*** PISOS *** ** REVESTIMENTO DE PISOS **					
1.9.1	regularização de piso com argamassa de cimento e areia e=3cm	M2	94,50	22,92	2.165,94	1,44%
1.9.2	piso cerâmico 30 x 30cm assentado com argamassa colante	M2	40,20	46,91	1.885,78	1,25%
1.9.3	rejuntamento de piso cerâmico com cimento branco	M2	40,20	5,95	239,19	0,16%
1.9.4	porcelanato polido 45 x 45 cm assentado com argamassa colante ** DEGRAUS / RODAPÉS / SOLEIRAS **	M2	54,30	148,48	8.062,46	5,36%
1.9.5	rodapé cerâmico h=8cm assentado com argamassa colante	M	46,60	20,30	945,98	0,63%
1.9.6	rodapé de madeira maciça h=7cm fixado sobre tacos embutidos	M	59,80	16,12	963,98	0,64%
1.9.7	soleira de mármore assentada com argamassa colante	M	8,50	39,86	338,81	0,23%
	Sub-Total do Item 1.10				14.602,14	
1.10.0	*** PINTURAS *** ** PINTURA EM FORROS E PAINEIS **					
1.10.1	pintura com tinta latex acrilica sem emassamento	M2	356,70	17,91	6.388,50	4,24%
1.10.2	emassamento com massa acrilica para painél externo	M2	96,20	11,01	1.059,16	0,70%
1.10.3	emassamento com massa drynall para painél em gesso acartonado ** PINTURA EM ESQUADRIAS DE MADEIRA **	M2	260,50	7,92	2.063,16	1,37%
1.10.4	pintura com verniz em esquadria de madeira com 3 demãos ** PINTURA EM CALHAS E CHAPAS GALVANIZADAS **	M2	27,00	12,85	346,95	0,23%
1.10.5	pintura com esmalte sintetico em calhas e rufos com 1 demão	M	20,40	11,03	225,01	0,15%
	Sub-Total do Item 1.11				10.082,78	
1.11.0	*** SERVICOS COMPLEMENTARES *** ** PAVIMENTAÇÃO EXTERNA **					
1.11.1	passoio em concreto fck 13,5 mpa com preparo de caixa e=7cm ** PAISAGISMO E AJARDINAMENTO **	M2	19,00	47,03	893,57	0,59%
1.11.2	plântio de grama batatais em placas ** LIMPEZA FINAL **	M2	37,00	6,62	244,94	0,16%
1.11.3	limpeza geral e final de obra	M2	359,00	6,36	2.283,24	1,52%
	Sub-Total do Item 1.12				3.421,75	
	TOTAL				150.553,57	100,00%
	TOTAL EM GERAL cento e cinquenta mil, quinhentos e cinquenta e três reais, e cinquenta e sete centavos				150.553,57	100,00%

ANEXO A - Sondagem a Percussão (SPT) de um Terreno de Campo Mourão

Local: Rodovia BR - 427 s/n - Campo Mourão-PR

Escala: 1/100

Data: 17/10/11

Des.: Jaur

Eng.: Archimedes

Des. No.: Paulo/2103

SONDAGEM A PERCUSSÃO: SP - 1

COTA: 0.4"

Cota em Palação no P.N.	Nível da Água	Profun- didade da Camada (m)	ENSAIO PENETRO- MÉTRICO (Golpes/cm)	Número de Golpes (30 cm livre)	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO							REVESTIMENTO: Ø 63,5 mm AMOSTRADOR: { Ø INTERNO: 34,9 mm Ø EXTERNO: 50,8 mm PESO: 65 Kg ALTURA DA QUEDA: 75 cm	CLASSIFICAÇÃO DA CAMADA
					AMOSTRADOR DE TIPO TERZAONI & PECK								
					No. DE GOLPES								
					10	20	30	40	50	60	70		
	*NFE	1	1 2 2	4									Argila arenosa, de consistência mole a dura, vermelha.
		2	2 1 2	3									
		3	2 2 2	4									
		4	3 3 3	6									
		5	4 3 4	7									
		6	4 3 3	6									
		7	5 6 6	12									
		8	5 5 5	10									
		9	5 5 5	10									
		10	11 9 10	19									
		11	15 15 15	30									
		12	22 22 23	45									Argila silteosa, de consistência dura, vermelha variegada.
		13	23 25 24	49									
		14	26 26 26	52									
		14 45											Solo de Alteração Rochosa. *NFE-NÃO FOI ENCONTRADO - FURO SECO.

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
DUAL: NFE em 17/10/11
FINAL: NFE em 17/10/11

***** SPT ESTIMADO
———— SPT 30 cm FIDELIS

AVANÇO A TRADO: 0,00m a 14,00m
AVANÇO POR LAVAGEM:
PROF. DO REVESTIMENTO:

**ESTAQUEAMENTO
SONDAGENS**

REFERÊNCIA: 2100/1	LAVAGEM POR TEMPO (30 Min.)			DESENHO No.:
DATA: 17/10/11	TEMPO	DE	PARA	Paulo/2103
ESCALA VERT.: 1/100				FOLHA No.:
				01
				RESP. TEC.:

ESPAÇO DISPONÍVEL PARA MENSAURIS

Local: Rodovia BR - 427 s/n - Campo Mourão - PR.

Escala: 1/100

Data: 10/10/11

Des: Jar

Eng Archimedes

Des. No: Paulo/2103

SONDAGEM A PERCUSSÃO: SP - 2

COTA: 0.37

Cota em relação ao P.N.	Nível da Água	Amostrador	Profundidade da Camada (m)	ENSAIO PENETRO-MÉTRICO (Golpes/cm)	Número de Golpes (30 cm de ar)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO					REVESTIMENTO: Ø 63,5 mm		
						AMOSTRADOR TIPO TERLAGOHL & PECK							
						No DE GOLPES					AMOSTRADOR: Ø INTERNO: 34,9 mm Ø EXTERNO: 50,8 mm PESO: 65 Kg ALTURA NA QUEDA: 75 cm		
						10	20	30	40	50		60	70
	*NFE	[1]	11 45	1 2 2	4							Argila arenosa, de consistência mole a dura, vermelha.	
				2 1 2	3								
				2 2 2	4								
				3 3 3	6								
				4 3 4	7								
				5 7 3	10								
				5 7 6	11								
				5 6 5	11								
				5 6 6	12								
				11 9 11	20								
				13 14 15	29								
				23 21 22	43								
				22 24 24	48								
				25 25 27	52								
14 45								Argila silteosa, de consistência dura, vermelha variegada.					
								Solo de Alteração Rochosa. *NFE-NÃO FOI ENCONTRADO- FURO SECO.					

PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA
INICIAL: NFE em 10/10/11
FINAL: NFE em 10/10/11

***** SPT ESTIMADO
— SPT 30 cm POUAS

AVANÇO A TRADO: 0,00 m e 14,00 m
AVANÇO POR LAVAGEM:
PROF DO REVESTIMENTO:

ESTAQUEAMENTO SONDAGENS

REFERÊNCIA: 2103/2	LAVAGEM POR TEMPO (30 Min.)			DESENHO No: Paulo/2103
	TEMPO	DE	PARA	
	10/10/11			
ESCALA VERT: 1/100				FOLHA No: 02
				RESP. TEC:

ESPAÇO DISPONÍVEL PARA MENSAGENS