

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MAURÍCIO DINIZ CARVALHO

SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING*: Comparação dos sistemas convencionais de alvenaria e concreto com o LSF

São Luís

2017

MAURÍCIO DINIZ CARVALHO

SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING*: comparação dos sistemas convencionais de alvenaria e concreto com o LSF

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Airton Egydio Petinelli

São Luís

2017

Carvalho, Maurício Diniz.

Sistema light steel framing: comparação dos sistemas convencionais de alvenaria e concreto com o LSF/ Maurício Diniz Carvalho. – São Luís, 2017.

66f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Airton Egydio Petinelli.

1. Light steel framing. 2. Construção civil. 3. Sistemas construtivos.
I. Título.

CDU 624.012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha família, que me criou e me deu a educação necessária para que eu pudesse alcançar dignamente meus objetivos e conquistar mais essa vitória pessoal.

À minha mãe, Sra. Ana Cláudia Ayres Diniz, por fazer eu me tornar o homem que sou e por, inúmeras vezes, fazer com que eu nunca desviasse do caminho que eu tinha traçado para seguir.

Ao meu pai, Sr. José Mauro dos Santos Carvalho que batalhou diariamente para que eu pudesse estudar nas melhores escolas da cidade, e assim, conseguir ingressar na Universidade Estadual do Maranhão.

Às funcionárias da diretoria do curso de Engenharia Civil pelas constantes dúvidas tiradas e colaboração para o término do curso.

E especialmente à José Mauro dos Santos Carvalho Filho, meu irmão, e Bruno Nathaniel Ribeiro Diniz, meu primo, pela ajuda, palavras de incentivo e suporte para a confecção do Trabalho. Sem vocês, eu não teria conseguido.

RESUMO

Devido à realidade vivida pelo estado do Maranhão e por algumas áreas do Brasil é necessário aproveitar as novas técnicas e métodos que chegam para solucionar os problemas de moradia digna para populações mais pobres que necessitam dessa habitação com urgência, além da imprescindibilidade global de, cada vez mais, seguir por alternativas mais sustentáveis que tragam a qualidade e conforto desejado. O *Light Steel Framing* supre com maestria a urgência da moradia, a qualidade e o conforto desejado e também é um método construtivo que por determinados fatores, como baixo desperdício de material pode-se dizer que é um método sustentável. A sua flexibilidade e agilidade construtiva são grandes potenciais a serem explorados nas mais diversas aplicações, não só a do presente trabalho. O estudo de caso é a comparação do sistema *Light Steel Framing* com os sistemas de alvenaria e de concreto através de um orçamento e de uma análise comparativa desses custos. O custo final da construção no sistema *Light Steel Framing* foi superior aos sistemas convencionais, porém devido à sua produtividade e o menor prazo de execução, conclui-se que esse sistema é uma alternativa viável para o mercado da construção civil. Com a crescente evolução tecnológica, com maior aceitação e com menos preconceito a essas estruturas metálicas o *Steel Frame* pode se tornar uma alternativa mais barata e muito mais viável do que hoje em dia.

Palavras-chave: Light Steel Framing, Construção Civil, Sistemas Construtivos.

ABSTRACT

Due to the reality lived by the state of Maranhão and some areas of Brazil, it is necessary to take advantage of new techniques and methods that come to solve the problems of decent housing for the poorest populations that need home urgently, besides the global necessity of, more and more, pursuit more sustainable alternatives that bring a desired quality and comfort. The light steel frame constructive method supplies with mastery the urgency of the dwelling, a quality and desired comfort and is also a constructive method that, by certain factors such as low material waste, can be said to be a sustainable method. Its flexibility and constructive agility are great potentials to be explored in the most diverse applications, not only the present work. The case study and comparison of the Light Steel Framing system with masonry and concrete systems through a budget and comparative cost analysis. The final cost of construction with Light Steel Framing system was higher than conventional systems, but due to its production and shorter execution time, it is concluded that this system is a viable alternative for the construction market. With the increasing technological evolution, with greater acceptance and less prejudices on metallic structures Steel Frame can become a cheaper and much more viable alternative than nowadays.

Keywords: Light Steel Framing, Civil construction, Constructive Systems.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Sistema construtivo de alvenaria.....	15
Imagem 2 - Sistema de concreto armado por fôrmas	17
Imagem 3 - Sistema <i>Wood Framing</i> , o início dos sistemas em <i>frame</i>	19
Imagem 4 - Estrutura de uma residência em <i>Light Steel Framing</i>	20
Imagem 5 - Radier de uma estrutura em <i>Light Steel Framing</i>	23
Imagem 6 - Ancoragem química com barra roscada.....	24
Imagem 7 - Ancoragem por expansão tipo parabolt.....	24
Imagem 8 - Ancoragem provisória por pinos fincados	25
Imagem 9 - Vigas de piso	28
Imagem 10 – Isolamento termo-acustico em estrutura de <i>Light Steel Framing</i>	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos	11
2	JUSTIFICATIVA	12
3	METODOLOGIA	13
3.1	Pesquisas Bibliográficas	13
3.2	Elaboração Do Projeto E Orçamento Da Obra	13
3.3	Análise Dos Resultados.....	13
4	MÉTODOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO	14
4.1	Aspectos Gerais Do Método De Construção Com Alvenaria.....	14
4.1.1	Necessidade Contemporânea Do Uso Do Método De Alvenaria No Brasil	15
4.1.2	Do Tempo.....	16
4.1.3	Do Custo.....	16
4.2	Aspectos Gerais Do Método De Construção Com Concreto Armado	16
4.2.1	Necessidade Contemporânea Do Uso Do Método De Concreto Armado No Brasil ..	17
4.2.2	Do tempo	18
4.2.3	Do Custo.....	18
5	<i>LIGHT STEEL FRAMING</i>: UM APANHADO HISTÓRICO DA ESTRUTURA DE AÇO LEVE E SUAS PECULIARIDADES.....	19
5.1	Definição	21
5.2	<i>Light Steel Framing</i> No Brasil.....	21
5.3	Componentes Do Sistema <i>Light Steel Framing</i>	22
5.3.1	Fundação	22
5.3.1.1	<i>Ancoragem</i>	23
5.3.2	Estrutura	25
5.3.3	Lajes	27

5.3.4	Fechamento E Acabamento.....	28
5.3.5	Isolamento Térmico E Acústico	29
5.3.6	Elementos De Fixação.....	30
5.4	Vantagens e Desvantagens	30
5.4.1	Vantagens Gerais.....	31
5.4.2	Vantagens Para O Construtor	31
5.4.3	Vantagens Para O Consumidor	31
5.4.4	Desvantagens.....	32
5.5	Do Tempo.....	32
5.6	Do Custo.....	32
6	APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	33
6.1	Projeto Arquitetônico	33
6.2	Planilhas Orçamentárias	34
7	COMPARATIVO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
7.1	<i>Light Steel Framing: Um Sistema Construtivo Sustentável</i>	<i>37</i>
8	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXOS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem por escopo demonstrar as vantagens do método de construção denominado *Light Steel Framing* em relação a outros métodos consagrados pela construção brasileira, quais sejam a alvenaria e concreto. A comparação se baseia principalmente, mas não tão somente, em estudos orçamentários e de sustentabilidade quando da utilização dos métodos em comento.

O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo que utiliza perfis metálicos de aço galvanizado revestido de placas cimentícias, de madeira ou gesso acartonado, primando sempre a otimização do uso de seus materiais evitando desperdícios gerando vantagem orçamentária e diminuindo os impactos ao meio ambiente.

A pesquisa é, iminentemente, desenvolvida pelo método bibliográfico, de modo que se vale do entendimento de autores para elaboração do tema objeto do artigo, e apesar da coleção de citações de autores a pesquisa será também desenvolvida por conclusões do autor.

Como é abordado no trabalho é essencial o entendimento do que se trata os sistemas construtivos, como eles influenciam o mercado contemporâneo da construção civil e como eles são em relação ao custo e tempo de duração de execução de uma construção.

Será destacado o *Light Steel Framing* como o principal sistema construtivo abordando os aspectos desde o início, que é a fundação, até a finalização do sistema, com acabamentos finais de obra, sempre com fundamento de autores, mas com conclusões de autor da pesquisa em comento. As principais vantagens diante os sistemas construtivos de alvenaria e de concreto para externar a diferença entre esses sistemas também será um tema abordado, que faz parte do objetivo principal da pesquisa.

1.1 Objetivos

Nesse tópico será explicitado os objetivos geral e específicos que deverão ser atingidos pelo trabalho e, em cima deles, poder assim tirar a conclusão final que a pesquisa dará.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é evidenciar a viabilidade do método construtivo *Light Steel Framing* e comparar com métodos de execuções mais tradicionais.

1.1.2 Objetivos Específicos

Entre os objetivos específicos da pesquisa, estão:

- Aumentar o conhecimento sobre o processo construtivo *Light Steel Framing*;
- Avaliar se as tecnologias apresentadas pelo sistema construtivo *Light Steel Framing* apresentam vantagens sobre os métodos tradicionais de construção de alvenaria e concreto;
- Comparar o método construtivo *Light Steel Framing* com o método de alvenaria e o de concreto, quanto às características de tempo e custo de produção da obra.

2 JUSTIFICATIVA

Visando a área ambiental, a necessidade de apresentar sistemas construtivos que sejam mais sustentáveis é essencial. Os desperdícios e impactos causados pela construção civil são cada vez mais discutidos e o Light Steel Framing traz inúmeras qualidades quanto a esses assuntos. Quanto ao social, o Light Steel Framing traz a celeridade que uma obra pode ser feita o que é muito importante ao se tratar de famílias que necessitam com urgência de uma moradia digna para morar, além do conforto e qualidade no desempenho termo-acústico que é superior ao sistema convencional de alvenaria.

3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos definidos da pesquisa optou-se por três estratégias: a pesquisa bibliográfica, elaboração de projeto e orçamento de obra e análise comparativa entre os sistemas apresentados. Desta forma, para a execução deste trabalho, a metodologia de pesquisa constitui-se das seguintes etapas:

3.1 Pesquisas Bibliográficas

Consiste no levantamento e análise bibliográfica nos acervos da Universidade Estadual do Maranhão, dissertações, teses, jornais, periódicos, revistas, legislações, artigos de congressos correlatos aos determinados assuntos. Buscando sempre utilizar de autores e fontes confiáveis que trarão a confiabilidade e a certeza que a pesquisa será bem fundada.

3.2 Elaboração Do Projeto E Orçamento Da Obra

Será elaborado o projeto e orçamento de uma residência unifamiliar básica com: 2 quartos, 1 banheiro, 1 sala, 1 cozinha e área de serviço, aplicando tanto no sistema *Light Steel Framing* quanto no sistema de alvenaria e concreto.

3.3 Análise Dos Resultados

Nesta etapa final será feita a análise e comparação entre os três sistemas levando em conta o custo da obra, através do orçamento realizado. Será apontado os quesitos mais importantes e os resultados mais expressivos que o estudo mostrará.

4 MÉTODOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO

O homem, historicamente, sempre foi capaz de construir utilizando técnicas e métodos construtivos. Esses métodos foram aperfeiçoados com o avanço tecnológico e com as experiências que iam adquirindo com o passar do tempo até chegar aos métodos mais utilizados hoje. Para fins didáticos, irão ficar em evidência os métodos de alvenaria e o de concreto armado, cernes da presente pesquisa.

No Brasil, esses dois métodos são os mais empregados na construção de residências, porém é necessária, com certa urgência, a modernização das técnicas para que haja uma melhora na qualidade e na acessibilidade de moradias para famílias hipossuficientes, é o que entendem alguns autores renomados quando apontam 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).

A partir dessa necessidade humana e social que é salutar o estudo de outro método construtivo, o *Light Steel Framing* é uma alternativa que já é muito bem consolidada em países de primeiro mundo. O *Light Steel Framing* 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, segundo Batista (2011).

4.1 Aspectos Gerais Do Método De Construção Com Alvenaria

A simples sobreposição de pedras para estrutura ou vedamento de estrutura é o início do método de alvenaria, que, com o passar do tempo, foi sendo aperfeiçoado e hoje os tijolos cerâmicos são os mais utilizados nesse método.

Segundo VASQUES e PIZZO (p. 17, 2014) “A utilização da alvenaria como uma técnica de construção, é tão antiga como a história da arquitetura, iniciada com as primeiras civilizações, cerca de 9.000 a 7.000 a.C. A “simplicidade” da colocação de uma pedra sobre outra, permitiu a sobrevivência dos recém-sedentários que, naturalmente, foram aperfeiçoando os materiais e as tecnologias ao longo dos tempos.”

Deste modo, pode-se afirmar que a alvenaria sempre esteve presente na vida da humanidade como uma das principais técnicas de construção por sua simplicidade.

Imagem 1 - Sistema construtivo de alvenaria



Fonte: MUNIZ,2010.

A imagem 1 demonstra uma construção sendo executada em alvenaria sobre sapata corrida. Trata-se da sobreposição dos tijolos cerâmicos com a utilização do concreto para fixação dos mesmos e a utilização do ferro para a confecção dos pilares.

4.1.1 Necessidade Contemporânea Do Uso Do Método De Alvenaria No Brasil

Como dito anteriormente, esse método é um dos mais utilizados no Brasil e isso é devido ao seu baixo custo, porém sua produtividade ainda é baixa, o desperdício de material é elevado e seu impacto ambiental grande devido ao uso da água e despejo do material desperdiçado.

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.

4.1.2 Do Tempo

Comparado aos métodos abordados nessa pesquisa, a alvenaria ainda é um método de baixa produtividade, o que pode ser facilmente ignorado caso a construção seja de pequena escala. O tema ainda será abordado mais a frente no tópico 2.4.

4.1.3 Do Custo

Esse ainda é o principal motivo da sua utilização, pois a alvenaria é de custo relativamente baixo, mas com um sério defeito quando o assunto é desperdício de material, que acarretará em um custo maior para a obra. O tema ainda será abordado no tópico 2.5.

4.2 Aspectos Gerais Do Método De Construção Com Concreto Armado

O concreto armado é a união de elementos estruturais isolados que possibilitam o combate às ações exercidas pela estrutura é, também, 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).

Assim como o método de alvenaria, o método de concreto armado também é caracterizado por uma baixa produtividade e um alto desperdício de material. 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.

Imagem 2 - Sistema de concreto armado por fôrmas



Fonte: CICHINELLI, 2010.

A imagem 2 já demonstra as residências feitas com a utilização do método de concreto in loco muito diferente do mostrado pela imagem 1. A utilização da fôrma para concretagem da residência facilita e acelera a construção, que acarreta em uma vantagem em produtividade em relação ao método construtivo de alvenaria.

4.2.1 Necessidade Contemporânea Do Uso Do Método De Concreto Armado No Brasil

No Brasil, o método de concreto armado é o mais usado na construção civil em obras desde grande a pequeno porte. Segundo Telles (1994, p. 483), o concreto armado era a alternativa fácil e mais econômica aqui no Brasil, porque dispensava mão-de-obra especializada (e frequentemente importada) para a sua execução, bem como utilizava grande parte de materiais nacionais, mesmo no início da era do concreto [...] A economia era também no transporte, principalmente para regiões distantes ou com estradas deficientes, porque, embora a estrutura do concreto seja mais pesada do que a metálica, é muito mais fácil transportar cimento, areia e pedra, do que pesadas vigas e colunas de aço.

Sendo assim, a falta de especialização da mão-de-obra e a facilidade de moldagem do concreto in loco foram e ainda são os fatores determinantes para sua abundante utilização.

4.2.2 Do tempo

Com a utilização das placas pré-moldadas, o método de concreto armado *in loco*, comparado ao método de alvenaria é mais ágil, porém, ainda assim, é considerado um método de baixa produtividade. O tema ainda será melhor abordado mais a frente no tópico 2.4.

4.2.3 Do Custo

De custo mais elevado que o método de alvenaria, o método de concreto armado ainda é bastante utilizado devido ao seu custo-benefício, levando em consideração características, como: tempo, qualidade, custo, etc, tema que ainda será abordado mais a frente no tópico 2.5.

5 **LIGHT STEEL FRAMING: UM APANHADO HISTÓRICO DA ESTRUTURA DE AÇO LEVE E SUAS PECULIARIDADES**

Advindo da expansão territorial e populacional norte-americana no século XIX, o sistema *Framing* teve papel essencial na utilização de material abundante: a madeira, que era de fácil aquisição, e também na celeridade construtiva, já que a população havia se multiplicado por dez e a necessidade de habitação era de certa urgência (Steel Framing Industry Association, 2011). Segundo Rodrigues (2006), a história do *framing* inicia-se entre 1810, quando nos Estados Unidos começou a conquista do território, em 1860, quando a migração chegou à costa do Oceano Pacífico. Naqueles anos, a população americana se multiplicou por 10 e para solucionar a demanda por habitações recorreu-se a utilização dos materiais disponíveis no local (madeira), utilizando os conceitos de praticidade, velocidade e produtividade originados na Revolução Industrial.

Continua o autor afirmando que em 1933, tem-se apresentação do primeiro protótipo de uma residência em *Steel Framing* que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira nos Estados Unidos (EUA), estimou-se que até o final da década de 90, 25% das residências construídas neste país foram em *Light Steel Framing*, Wikipédia (2017).

Imagem 3 - Sistema *Wood Framing*, o início dos sistemas em *frame*.



Fonte: SERAFIM, 2016.

Na imagem 3 fica evidente o principal material utilizado no sistema *Wood Framing* é a madeira, que é usada dividindo as cargas da estrutura, assim como no sistema *Light Steel Framing*. Foi o início dos sistemas que usam estruturas desse tipo.

A segunda guerra mundial acarretou em um avanço industrial metalúrgico muito significativo, principalmente no estudo e manuseio do aço, que se tornou um recurso abundante. O aço, então, começou a ser utilizado na construção civil primeiramente em divisórias de grandes edifícios e depois substituindo inteiramente as estruturas de madeira nas residências. (Steel Framing Industry Association, 2011).

Prossegue Santiago (2008) afirmando que a construção industrializada possui características que vão de encontro aos problemas intrínsecos da construção artesanal, como mão-de-obra qualificada, racionalização dos processos e insumos e possibilidade de controle rígido dos processos e cronogramas da obra. O autor ainda afirma que a industrialização da construção é a forma mais adequada para acompanhar a necessidade de produção de habitação no país. Tendo como peculiaridade a produção em série e em grande escala dos elementos padronizados, a racionalização e controle rígido dos processos e materiais, além de mão-de-obra qualificada e tempo de execução reduzido.

Imagem 4 - Estrutura de uma residência em *Light Steel Framing*.



Fonte: CAMPOS, 2012.

Percebe-se pela imagem 4 que o sistema de estruturas em *Steel Framing* é muito similar ao *Wood Framing*, porém agora o material mais utilizado é o aço galvanizado. O aço é o

principal componente estrutural, que como a madeira serve para a distribuição das cargas até serem levadas à fundação.

5.1 Definição

O termo *Light Steel Framing* vem da língua inglesa e pode ser traduzida como Estrutura em Aço Leve. O *Light* indica que os elementos em aço da estrutura são de peso baixo uma vez que são produzidos a partir de chapa de aço com espessura reduzida, e indica também a flexibilidade para uso da estrutura. *Steel* indica a matéria prima que é utilizada na estrutura, o aço. E o *Framing* é uma palavra com o significado de vários elementos individuais que compõem um esqueleto estrutural.

5.2 *Light Steel Framing* No Brasil

Como posto anteriormente, a construção civil no Brasil ainda é predominantemente feita por alvenaria e concreto, métodos considerados artesanais que tem como característica a baixa produtividade e desperdício de material elevado, mas que não precisam de mão-de-obra especializada e são de fácil aquisição no mercado brasileiro.

No Brasil o *Light Steel Framing*, chegou no início da década de 90, sendo aplicado em residências. Desde então, o sistema vêm ganhando mercado e, sua aplicação superou as construções residenciais. Hoje, já podemos ver o *Light Steel Framing* sendo empregado em obras comerciais, escolas, hospitais, edifícios de até 4 pavimentos, galpões, armazéns, restaurantes, hotéis e coberturas (CAMPOS, 2012).

O avanço tecnológico e estudo de novos métodos são necessários para trazer essa maior celeridade à construção civil e também melhoria na qualidade dos empreendimentos visando sempre a melhoria na qualidade de vida da sociedade.

5.3 Componentes Do Sistema *Light Steel Framing*

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 12), o *Light Steel Framing* 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.

Então, pode-se afirmar que o *Light Steel Framing* é um sistema que utiliza perfis de aço galvanizado formados a frio como elemento estrutural. Outros elementos de construção podem ser classificados em três tipos, dependendo da posição dos materiais de isolamento se externos ou internos, eles são: o gesso acartonado; o OBS (placas de fibras de madeira orientadas); o EPS (poliestireno expandido); o ETICS (Sistemas de Composto de Isolamento Térmico Externo); as placas cimentícias; e as placas metálicas.

5.3.1 Fundação

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 26) afirmam que por a estrutura em *Light Steel Framing* 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 é uma fundação contínua que recebe a carga das paredes e apoia-se diretamente sobre o terreno. Têm formato de viga e pode ser feita de concreto simples ou armado, solo cimento e canaletas. Construída sobre uma camada de concreto magro, a sapata corrida com blocos de concreto tem dimensões que dependem do porte da obra (<http://www.mapadaobra.com.br/negocios/sapata-corrida/>). Então, segundo o autor, a sapata corrida é um tipo de fundação que é utilizada para edificações com carga relativamente baixa, o que é apropriado para o *Steel Framing*.

E segundo Pereira (2013), o radier é um tipo de fundação rasa que se assemelha a uma placa ou laje que abrange toda a área da construção. Os radiers são lajes de concreto armado

em contato direto com o terreno que recebe as cargas oriundas dos pilares e paredes da superestrutura e descarregam sobre uma grande área do solo. Geralmente, o radier é escolhido para fundação de obras de pequeno porte. O que também implica dizer que o radier é um tipo de fundação utilizada para edificações de carga baixa. No trabalho será utilizada a fundação radier para comparação dos sistemas construtivos, dimensionado para suportar as cargas em cada sistema construtivo.

Imagem 5 - Radier de uma estrutura em *Light Steel Framing*



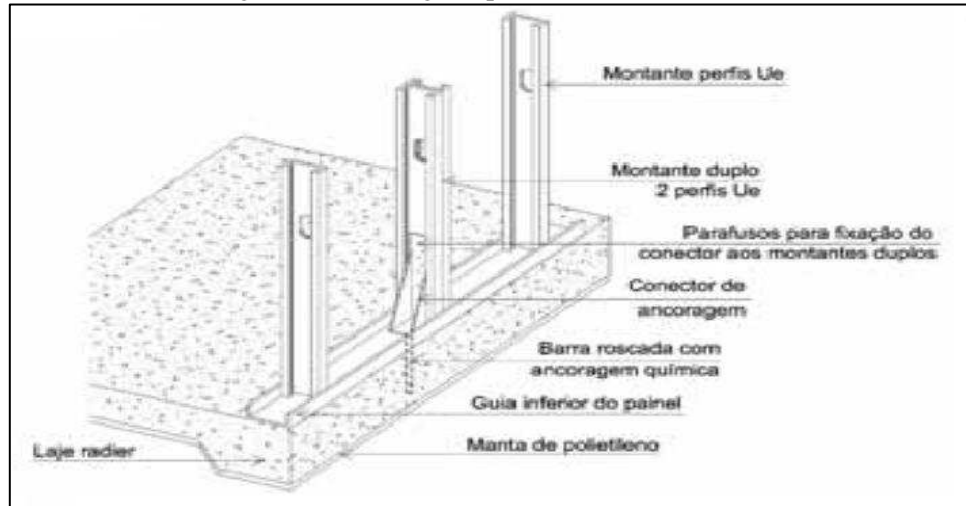
Fonte: ROSSI, 2012.

5.3.1.1 Ancoragem

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 27), para evitar o movimento da edificação devido à pressão do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. Esses movimentos podem ser de translação ou tombamento com rotação do edifício. O movimento de translação é um movimento lateral da estrutura, enquanto o tombamento é um movimento de rotação da estrutura, onde há uma elevação da estrutura, completam os autores.

Existem três métodos de ancoragem, a ancoragem química com barra roscada, a ancoragem por expansão tipo parabolt e a ancoragem provisória. A ancoragem química consiste em uma barra roscada com arruela e porca, que é fixada no concreto por meio de perfuração preenchida com uma resina química formando uma interface resistente com o concreto. A fixação à estrutura se dá por meio de uma peça em aço que é conectada à barra roscada e à guia e aparafusada ao montante geralmente duplo.

Imagem 6 - Ancoragem química com barra rosca



Fonte: Manual *Steel Framing*: Arquitetura, 2012.

A imagem 6 é marcada pela ancoragem com barra rosca que, após o radier concluído, é embutida por meio da perfuração preenchida com a resina química para que a barra fique bem fixada e não se solte da fundação.

A ancoragem por expansão tipo parabolt é um tipo de ancoragem onde o parabolt é chumbado ao elemento de concreto, no caso a fundação radier, trazendo mais segurança e estabilidade à estrutura. A imagem 7 demonstra como a ancoragem por expansão usando o parabolt é efetuada.

Imagem 7 - Ancoragem por expansão tipo parabolt



Fonte: Manual *Steel Framing*: Arquitetura, 2012.

E na ancoragem provisória é utilizado pinos fincados para manter o prumo dos painéis enquanto são montados e conectados a outros painéis do pavimento e até que seja feita a ancoragem definitiva. São também utilizados em painéis não estruturais como fixação e para evitar deslocamentos laterais. A imagem 8 ilustra como a ancoragem é feita com os pinos fincados.

Imagem 8 - Ancoragem provisória por pinos fincados



Fonte: Manual *Steel Framing*: Arquitetura, 2012.

Quando revestida, a estrutura em *Steel Frame* pesa em média 53kg/m² construído, possibilita uma utilização de uma fundação bem menos robusta que as utilizadas nas construções com alvenaria e concreto armado onde os pesos por metro quadrado são bem mais elevados.

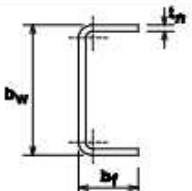
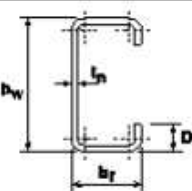
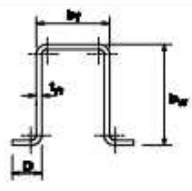
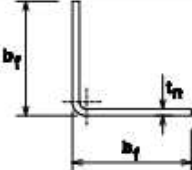
5.3.2 Estrutura

Sua estrutura é composta de painéis que são utilizados de forma que a carga seja dividida em um maior número de elementos que são projetados para receber uma pequena parcela da carga. 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 são compostos por grande quantidade de perfis leves de aço galvanizado denominados montantes,

que são separados entre si de 400mm ou 600mm, mas podem chegar a 200mm caso for para suportar uma carga mais elevada, como a do reservatório de água, por exemplo. Esse espaçamento é definido de acordo com o cálculo estrutural, e determina a modulação do projeto.

Esses perfis são definidos pela NBR 15253:2014 “Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais.”, como mostra o quadro 1.

Quadro 1 - Designações e aplicações dos perfis de aço formados a frio.

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

Fonte: ABNT, 2013. Adaptado pelo autor

Os painéis são compostos por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo Ue que são denominados montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U denominados guias (Santiago, Freitas e Crasto, 2012, p.32).

Quadro 2 – Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para *Light Steel Framing*

DIMENSÕES (mm)	DESIGNAÇÃO (mm)	LARGURA DA ALMA bw (mm)	LARGURA DA MESA bf (mm)	LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA - D(mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue 140x40	Montante	140	40	12
Ue 200x40	Montante	200	40	12
Ue 250x40	Montante	250	40	12
Ue 300x40	Montante	300	40	12
U 90x40	Guia	92	38	-
U 140x40	Guia	142	38	-
U 200x40	Guia	202	38	-
U 250x40	Guia	252	38	-
U 300x40	Guia	302	38	-
L 150x40	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: ABNT, 2005. Adaptado pelo autor

O quadro 2 mostra as dimensões mais usuais encontradas no mercado e que atendem às especificações da Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Os perfis são separados por tamanhos e a utilização.

5.3.3 Lajes

Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 52) dizem que, 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 imagem 9, são responsáveis por formar a estrutura de

apoio do contra piso, e pela transmissão das cargas de peso próprio da laje, pessoas, mobiliários e equipamentos para os painéis estruturais.

Imagem 9 - Vigas de piso



Fonte: Manual *Steel Framing*: Arquitetura, 2012

Santiago, Freitas e Crasto (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.

5.3.4 Fechamento E Acabamento

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 78), os componentes de fechamento devem ser constituídos por elementos leves, compatíveis com o conceito da estrutura dimensionada para suportar vedações de baixo peso próprio. Continuam os autores, outro conceito fundamental nos fechamentos para o sistema LSF é possibilitar o emprego de vedações racionalizadas a fim de promover maior grau de industrialização da construção.

O tipo de fechamento externo mais utilizado é o com placas cimentícias, que são ideias para áreas molhadas e que são expostas às intemperes. Segundo o artigo “Divisórias e fechamentos com placas cimentícias” publicado na Revista *Téchne* (2012), as placas cimentícias

são basicamente constituídas de CRFS (Cimento Reforçado com Fio Sintético). O produto apresenta ótimo desempenho técnico: flexibilidade no manuseio, durabilidade, estabilidade e resistência à umidade. É possível encontrar as placas nos comprimentos de 2 m, 2,40 m e 3 m, sempre com a largura de 1,20 m. As placas podem ser cortadas facilmente, nas obras, com serra para mármore, de acordo com as necessidades de cada projeto.

Sua aplicação é ideal em paredes internas, externas, fachadas, beirais e oitões, *shafts*, módulos construtivos e *steel framing*, permitindo, inclusive, o uso em fechamentos curvos em projetos mais arrojados. Utiliza-se a placa cimentícia tanto em áreas secas, como úmidas, pela impermeabilidade. Também são produtos não inflamáveis, com boa resistência à flexão, intempéries, imunes a fungos, insetos e roedores. Outras características das placas cimentícias: não oxidam, não apodrecem e são resistentes a impactos. Há também a vantagem de permitirem vários tipos de acabamentos ou receberem previamente os revestimentos, Revista *Téchne* (2012).

Mas também podem ser utilizadas as placas de fibras de madeiras de madeiras orientadas, OBS, que, devido as suas características, devem receber acabamento impermeabilizante e por fim a argamassa seguida de pintura.

Para fechamento interno, podem-se utilizar os mesmos materiais usados para o fechamento externo, porém é mais viável utilizar o gesso acartonado, uma solução eficiente e de custo mais acessível.

5.3.5 Isolamento Térmico E Acústico

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. O isolamento térmico e acústico é uma forma de controlar o conforto e qualidade interna de um ambiente. Nesse sistema é utilizado, por exemplo, a lã mineral nos painéis para esse tipo de isolamento.

Imagem 10 – Isolamento termo-acustico em estrutura de *Light Steel Framing*.



Fonte: RAYOL, 2017.

A imagem 10 mostra como é feito o isolamento termo-acústico feita com lã mineral, fazendo com que a edificação atinja os padrões de conforto e qualidade que o sistema *Light Steel Framing* propõe a atingir. O isolamento, apesar e não obrigatório, é o fator que possibilita atingir esses padrões.

5.3.6 Elementos De Fixação

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 96) os elementos fixadores são parafusos auto-atarraxantes e auto-perfurantes de uma série de tamanho que vão do nº6 ao nº14, sendo recobertos por uma proteção de zinco para evitar a corrosão e apresentam dois tipo de ponta: a ponta broca e a ponta agulha. A ponta broca é mais utilizada em ligações de perfis estruturais, enquanto a ponta agulha em perfis menos espessos, não estruturais, como o de paredes internas de *drywall*.

5.4 Vantagens e Desvantagens

Há muitas razões pelas quais o *Steel Framing* está aparecendo como um dos melhores sistemas construtivo alternativo e mais viável para construção residencial e comercial, pois oferece vantagens que favorecem tanto o empreiteiro, o consumidor, quanto o meio ambiente e que o aço é um material construtivo superior com muitos benefícios, afirma a *Steel Framing Alliance* (2016).

5.4.1 Vantagens Gerais

- Cronograma de construção mais curto e previsível. - Os painéis são prontos para a montagem o que facilita e acelera a construção e ainda as placas cimentícias e OBS que não trazem imperfeições, que simplifica na hora do revestimento e são muito fáceis de serem cortadas e ajustadas na obra.

- Maior relação resistência/peso do que qualquer outro material de construção. - Uma estrutura extremamente leve e de resistência muito boa.

- 100% reciclável
- Não é inflamável
- Dimensionalmente estável - não se amplia nem se contrai com o teor de umidade.
- Construção a seco – Obra mais limpa e um benefício ao meio ambiente
- Insumos 100% recicláveis

5.4.2 Vantagens Para O Construtor

- Mais leve do que outros materiais.
- Economiza tempo no canteiro de obra o que aumenta a produção
- Menos sucata e desperdício - O desperdício da obra cai para apenas 2% enquanto o desperdício nas obras de alvenaria e concreto são em média entre 15 e 20%.

5.4.3 Vantagens Para O Consumidor

- Resultados de alta resistência em estruturas mais seguras, menos manutenção e envelhecimento lento da estrutura.

- Segurança contra incêndio - não queima ou adiciona combustível para a propagação de um incêndio na casa.

- Não é vulnerável a nenhum tipo de fungo ou organismo, incluindo mofo.
- Menor probabilidade de problemas de fundação - menos peso resulta em menos movimento.

5.4.4 Desvantagens

- A falta de conhecimento do sistema aqui no Brasil
- Mão-de-obra especializada que não existe no mercado
- Mercado ainda voltado para os métodos tradicionais e artesanais.

Nota-se que as desvantagens encontradas no sistema em *Steel Frame* são devidas a fatores externos ao método de construção. Seu método que priva a produtividade e sustentabilidade, porém ainda é pouco explorado pelo mercado e apenas os próprios engenheiros são capazes de fazer com que esse material, o aço, e esse sistema construtivos sejam mais aceitos no mercado e na sociedade.

5.5 Do Tempo

Como falado no tópico passado, o cronograma desse sistema é bem mais curto que os apresentados nesse trabalho podendo ser até 1/3 do tempo de execução do método de alvenaria. A facilidade de montagem e acabamento nesse método são os fatores que mais influenciam na velocidade e na produção da obra. Por ter os perfis feitos por medida e as placas facilmente cortadas, o sistema em *Steel Framing* supera os métodos convencionais pela facilidade e celeridade que os acabamentos são executados e até não ter a necessidade de serviços que os sistemas convencionais têm.

5.6 Do Custo

Assim como os outros métodos construtivos, o custo para se construir uma obra em *Light Steel Framing* depende de vários fatores, como: terreno, tipo de revestimento etc. O custo da fundação, por exemplo, é menor que as dos sistemas construtivos tradicionais, já que sua estrutura é bem mais leve que as outras. A mão-de-obra acaba, apesar de especializada, acabando de menos custo, pois o tempo de execução também é menor. E sem contar com o custo-benefício que ela traz por ser uma estrutura mais confortável e com menos agressão ao meio ambiente.

6 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Neste capítulo será apresentada a comparação orçamentária entre os sistemas convencionais de alvenaria e concreto com o sistema *Light Steel Framing*. A habitação de estudo é uma casa unifamiliar com 56m² de área privativa, seguindo os padrões de uma casa popular.

Primeiramente, é de conhecimento público que a residência unifamiliar, como seu próprio nome diz, é uma residência cujo é habitada apenas por uma única família. Seu conceito é empregado arquitetonicamente em contraposição à ideia de moradia coletiva ou multifamiliar.

A moradia unifamiliar é caracterizada por uma residência com pelo menos um dormitório, uma cozinha, uma instalação sanitária e uma área de serviço, com dimensões mínimas de área do ambiente e altura mínima, visando à saúde dos moradores.

Assim, a moradia apresentada no trabalho supre as necessidades de uma família e atende às características anteriormente colocadas, sempre visando o conforto necessário para que a família viva dignamente.

É feito o comparativo do orçamento dos três sistemas construtivos com o mesmo projeto da casa unifamiliar. O orçamento foi feito utilizando o SINAPI de setembro de 2017.

6.1 Projeto Arquitetônico

Como dito anteriormente, o projeto se trata de uma casa unifamiliar de 56m² que apresenta:

- 01 Sala;
- 02 Quartos;
- 01 Banheiro;
- 01 Cozinha;

Onde a planta da habitação encontra-se em anexo.

6.2 Planilhas Orçamentárias

As planilhas que contém o orçamento da construção da habitação estão apresentadas no anexo do presente trabalho. Estas incluem os custos dos três sistemas construtivos, os convencionais de alvenaria e concreto e o sistema proposto em *Steel Frame*.

Os valores utilizados nas planilhas orçamentárias foram tirados do Sistema Nacional de Custos e Índice da Construção Civil (SINAPI) de setembro de 2017.

7 COMPARATIVO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após feito o orçamento dos três sistemas construtivos, observa-se quais serviços sofreram variação em relação ao outro e quais serviços de determinado sistema apresentam valores mais altos ou mais baixos.

De acordo com a tabela de comparação dos valores de serviço aplicados na construção da habitação proposta, observa-se que o primeiro serviço que tem uma variação é o de fundação (item 2), pois, como falado anteriormente, a estrutura em *Steel Frame* é bem mais leve que a dos sistemas convencionais, o que acarreta em uma diminuição da altura do radier, sendo utilizado aproximadamente 3,7 m³ a menos de concreto.

Percebe-se também que os itens de estrutura (item 3), paredes e painéis (item 4) e revestimento (item 10) são os que mais variam, justamente por serem propostas com estruturas e métodos muito diferentes. No item de revestimento (item 10), a diferença entre os preços foi dado.

No item estrutura (item 3), nota-se que o sistema *Light Steel Framing* foi o mais barato, diminuindo pra quase 10% do preço da estrutura em alvenaria, que necessita de vigas de concreto. Já no item paredes e painéis (item 4) onde a estrutura é realmente observada *no Light Steel Framing* observa-se que o valor é muito maior que o dos sistemas convencionais de alvenaria e concreto, sendo que chega a ser três vezes maior que o sistema de alvenaria.

Nos demais itens, os serviços foram considerados os mesmos, porém sabe-se que alguns serviços no sistema em *Steel Frame* são executados mais rapidamente, o que diminui o custo da mão-de-obra, como: o serviço de revestimento, que no caso da alvenaria e do concreto necessita de um acabamento bem maior que o Steel Frame que a placas já são cortadas conforme o projeto pede.

Tabela 1 – Comparativo dos sistemas convencionais com o light steel framing

		Sistema de alvenaria	Sistema de concreto	Sistema <i>Light Steel Framing</i>
ITEM	SERVIÇO	PREÇO (R\$)	PREÇO (R\$)	PREÇO (R\$)
1	Serviços preliminares	875,56	875,56	875,56
2	Fundação	9.163,90	9.163,90	8.121,89
3	Estruturas	9.312,39	3.325,84	1.024,40
4	Paredes e Painéis	7.305,06	17.829,97	21.872,16
5	Cobertura	5.911,23	5.911,23	5.911,23
6	Esquadrias	3.235,53	3.235,53	3.235,53
7	Instalações Elétricas	1.399,32	1.399,32	1.399,32
8	Instalações hidráulicas	1.863,29	1.863,29	1.863,29
9	Instalações Sanitárias	1.464,84	1.464,84	1.464,84
10	Revestimento	7.300,62	3.667,52	3.667,52
11	Pintura	2.358,25	2.358,25	2.358,25
12	Vidros	282,00	282,00	282,00
13	Total	50.472,00	51.387,26	52.086,00

Fonte: Próprio autor

O resultado final mostra que o sistema *Light Steel Framing* comparado aos sistemas convencionais de alvenaria e concreto ainda é mais custoso, mas mesmo assim, com preço competitivo com os demais.

A diferença entre o sistema *Light Steel Framing* em relação ao sistema de alvenaria é de R\$ 1.614,00 o que representa 3,19% do total em relação ao preço do sistema de alvenaria e 3,10% em relação ao preço final do sistema *Light Steel Framing*. Em relação ao sistema de concreto a diferença foi menor ainda, ficou em R\$ 698,74, o que representou 1,36% do total em relação ao preço do sistema de concreto e 1,34% em relação ao preço final do sistema *Light Steel Framing*.

Tabela 2 - Comparativo dos custos dos sistemas

Nº	Descrição	Preço total
1	Sistema de alvenaria	R\$ 50.472,00
2	Sistema de concreto	R\$ 51.387,26
3	Sistema <i>Light Steel Framing</i>	R\$ 52.086,00

Fonte: Próprio autor

No resumo dos custos dos sistemas construtivos mostrados na tabela 2, percebe-se a razoável proximidade dos valores para a construção da habitação proposta. E o estudo orçamentário não leva em conta o tempo de execução da obra como apontado anteriormente, e

esse tempo de execução também influenciará no custo da mão-de-obra e, conseqüentemente, no custo final da obra.

Outro fator que, nos dias atuais, é imprescindível para o engenheiro civil é o impacto que essa construção causa ao meio ambiente. Um tema que precisa ser salientado e que, pelo sistema *Light Steel Framing*, desde a utilização ao desperdício dos materiais é assunto principal.

7.1 *Light Steel Framing*: Um Sistema Construtivo Sustentável

A introdução de práticas sustentáveis na construção civil é uma tendência crescente tanto na nossa sociedade, quanto no mercado. Para Corrêa (2009, p.21), As empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras. Elas devem fazer uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento.

E é exatamente isso que o sistema *Light Steel Framing* busca, adotando métodos e materiais com baixo impacto ambiental, tentando se adequar economicamente ao mercado. Alguns desses métodos e resultados obtidos pelo *Steel Frame* são:

- Baixo consumo de água – Por se tratar de uma construção a seco, o sistema praticamente não utiliza água, que é um recurso natural que devemos economizar, na execução da obra.
- Utilização de produtos reciclados – As placas OBS como revestimento e a Lã Pet que é um material de isolamento são exemplos de materiais recicláveis muito utilizados no sistema *Light Steel Framing*. Além de que todos os produtos utilizados no sistema podem ser reciclados, o aço da estrutura principalmente.
- Baixo desperdício de produtos – como falado durante todo o trabalho, o sistema *Light Steel Framing* chega a produzir apenas 1% de desperdício de materiais.
- Economia de energia – Devido à isolamento térmica de alto nível, o consumo de ar condicionado ou aquecedor diminui consideravelmente. Isso porque, diferente dos sistemas convencionais de alvenaria e concreto, não usa materiais densos e pesados, que absorvem muito calor.
- Baixa emissão de CO₂ – Os produtos no sistema em *Steel Frame* geram baixa emissão de CO₂ depois da obra concluída.

- Consumo de combustíveis – O baixo peso dos materiais reduz a demanda de transporte de materiais, possibilitando, por vezes, enviar todo material necessário para as estruturas em uma única carga. Com isso, reduz-se despesas com envio de materiais, consumo de combustível, ruídos de maquinário e trânsito de veículos pesados que, por vezes, causam transtornos na vizinhança.

- Preservação do solo – O peso lançado sobre os solos é extremamente reduzido.

8 CONCLUSÃO

No Brasil, ainda se é usado muito os sistemas construtivos artesanais pela facilidade da acessibilidade ao material e pelo custo ser baixo em relação a outros métodos construtivos. O sistema de alvenaria, ainda traz benefícios à população por ter a mão-de-obra mais abundante no mercado e beneficia, principalmente, as mediações onde a obra será construída, mas por ser um sistema artesanal sua produtividade ainda é baixa. O impacto ambiental causado grande desperdício de material também deve ser salientado, já que é um tema de suma importância na vida de um engenheiro.

O sistema de concreto já apresenta uma melhora em relação ao sistema de alvenaria. Sua produtividade já aumenta, porém o desperdício de material ainda é grande. Um sistema que, apesar de apresentar pontos positivos em relação ao sistema de alvenaria, é incomparavelmente inferior ao sistema *Light Steel Framing* construtivo e tecnologicamente.

O presente trabalho abordou também a compreensão e o uso do sistema construtivo *Light Steel Framing* e suas particularidades e com o embasamento teórico necessário, pôde fazer a comparação frente aos sistemas construtivos convencionais de alvenaria e de concreto. O enfoque dado à pesquisa levou em consideração algumas variáveis, tais como: qualidade e conforto final à moradia; custo por serviço e final da obra, que foi sistematizado através de levantamentos orçamentários feito pelo autor utilizando a ferramenta das tabelas produzidas pelo Sistema Nacional de Custos e Índice da Construção Civil – SINAPI.

Durante a pesquisa ficou evidenciado que, para a construção civil e para a população, o sistema *Light Steel Framing* traz inúmeros benefícios técnicos e construtivos. No Brasil, é esperada a sua entrada definitiva no mercado, porém pelo fato de haver ainda muita utilização dos métodos mais artesanais não há a aceitação esperada para que haja assim um barateamento das estruturas em aço.

Tecnologicamente, o sistema *Light Steel Framing* se mostrou superior tanto ao sistema de alvenaria, quanto ao sistema de concreto por vários fatores, como: flexibilidade de projeto, redução na sobrecarga estrutural, elevada resistência, confortabilidade e qualidade da obra entregue e sustentabilidade.

Apesar dos diversos fatores positivos apontados, o sistema *Light Steel Framing*, como mostra o orçamento realizado, é mais custoso que os sistemas convencionais, porém é um

sistema que, com todos esse pontos apontados, se torna muito viável e bastante competitivo tendo um custo acima próximo a 3% e 1,5% dos sistemas de alvenaria e de concreto, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALLIANCE, Steel Framing. **STEEL FRAMING:** Homes built with steel framing looks better, perform better and provide a safer environment for inhabitants. Disponível em: <<http://www.steel framing.org/aboutsteel framing.html>>. Acesso em: 7 nov. 2017.

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

ASSOCIATION, Steel Framing. **THE HISTORY OF COLDING FORMER STEEL.** Disponível em: <<https://sfia.memberclicks.net/history>>. Acesso em: 15 out. 2017.

CAMPOS, Alessandro. **LIGHT STEEL FRAMING TRAZ NOVAS POSSIBILIDADES PARA A ARQUITETURA.** 2016. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 22 out. 2017.

CICHINELLI, Gisele. Revista Técnica, 2010. Disponível em: <http://technet17.pini.com.br/engenharia-civil/155/artigo286677-1.aspx>. Acesso em: 30/Out/2017

CONSTRUÇÃO EM AÇO. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

CORRÊA, Lásaro. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2009. 70 F. CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.** Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

DIVISÓRIAS E FECHAMENTOS COM PLACAS CIMENTÍCIAS. Revista Techné, 188. ed., v. 16, nov. 2012.

EDIFIQUE. **ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO.** Disponível em: <www.edifique.arq.br/estconcr.htm>. Acesso em: 16 out. 2017.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **STEEL FRAMING: ARQUITETURA. IN: MANUAL DE** Disponível em: <<http://lambiase.com.br/lfs/sustentabilidade-light-steel-frame/>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

MARCELLINO, Narbal. **CONCRETO ARMADO É SOLUÇÃO DURÁVEL E ECONÔMICA.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concreto-armado-e-solucao-duravel-e-economica_6993_0_1>. Acesso em: 17 out. 2017.

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.

Manual *Steel Framing*: Arquitetura, 2012.

MORADIA UNIFAMILIAR. 2016. Disponível em: <<https://conceitos.com/moradia-unifamiliar/>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MUNIZ, Camila. **ARQUITETANDO – OFICINAS DE PROJETOS**, 2010. Disponível em: <http://arquitetandooficinadeprojetos.blogspot.com.br/2009/02/alvenaria-estrutural-e-de-vedacao.html>. Acesso em: 30/Out/2017.

PEREIRA, Caio. **O que é Radier?**, 2013. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/radier/>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

RAYOL, Renato. **STEEL FRAME**, 2017. Disponível em: <http://renatorayol.blogspot.com.br/2012/10/isolamento-termo-acustico.html>. Acesso em: 30/Out/2017.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **STEEL FRAMING: ENGENHARIA**. Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2006.

RODRIGUES, Mariuza. **NÚMEROS DO DESPERDÍCIO**. 2001. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx>>. Acesso em: 30 out. 2017

ROSSI, Fabrício. Pedreira – Macetes de construção, 2012. Disponível em: <http://pedreira.com.br/light-steel-frame-passo-a-passo/>. Acesso em: 30/Out/2017.

SERAFIM, Hugo. Atos Arquitetura, 2016. Disponível em: <http://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-wood-frame/>. Acesso em: 30/Out/2017.

SOUZA, Flaviano. **LIGHT STEEL FRAMING**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Light_Steel_Framing>. Acesso em: 20 out. 2017

Steel Frame é um Sistema sustentável, por isso é o futuro!, 2016. Disponível em: <<http://lightsteelframe.eng.br/steel-frame-e-um-sistema-sustentavel-por-isso-e-o-futuro/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

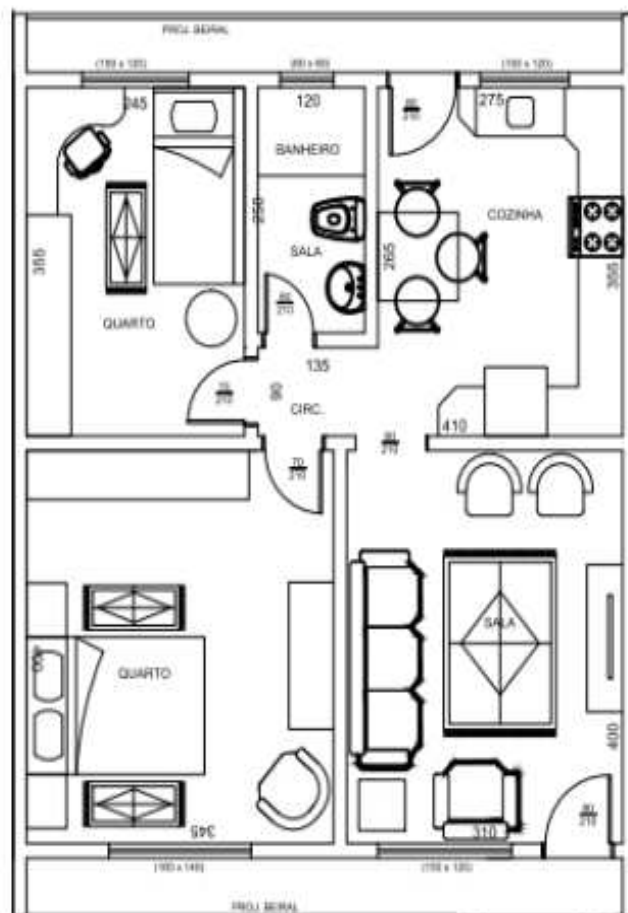
TELLES, Pedro Carlos Silva. **HISTÓRIA DA ENGENHARIA NO BRASIL. SÉCULO XX**. Rio de Janeiro: Clavero, 1994.

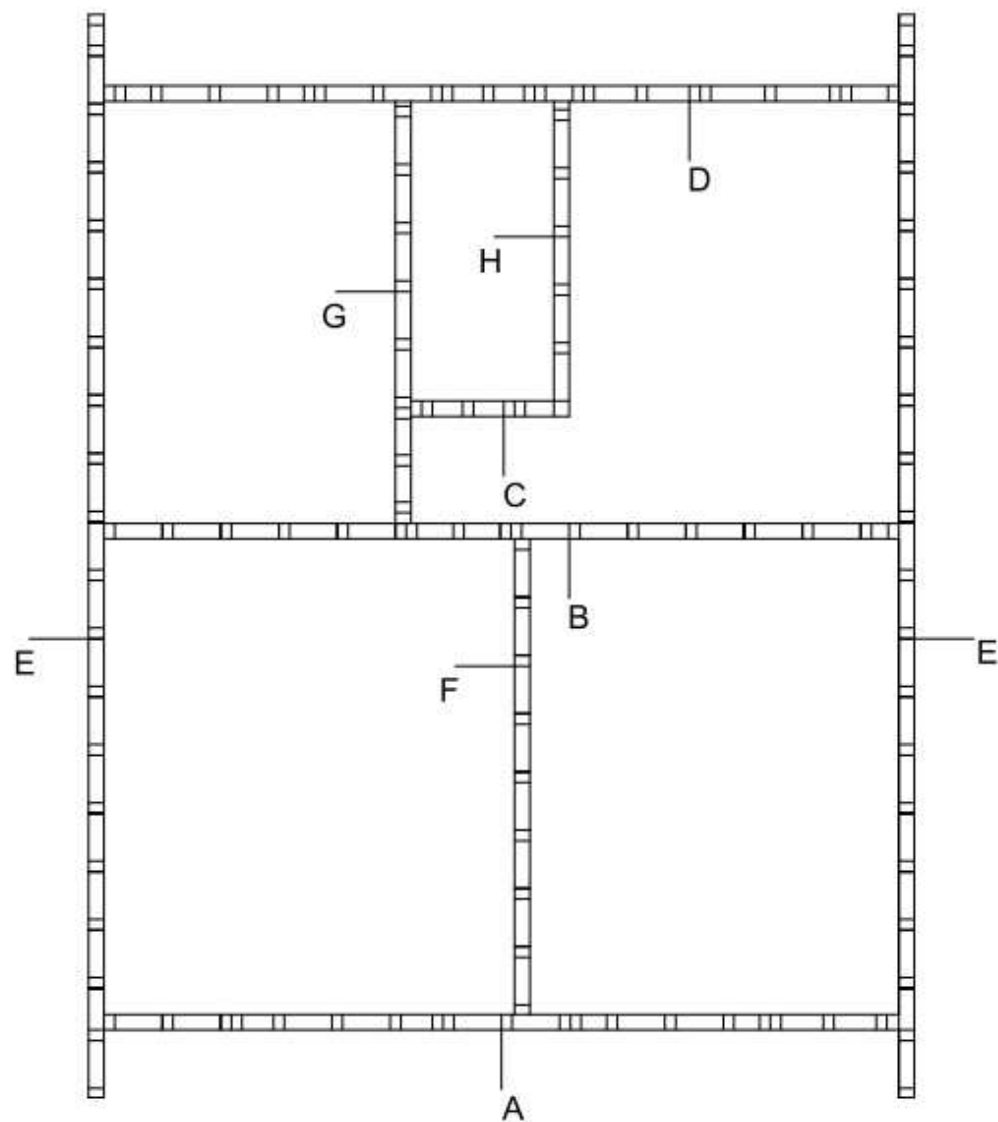
VASQUES, Caio; PIZZO, Luciana. **COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS TRADICIONAL E WOOD FRAME EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**. 2014. 17 f. Curso de Engenharia de Estruturas - Centro Universitário de Lins, São Paulo, 2014.

VOTORANTIM. **Sapata Corrida**: Tipo de fundação pode ser feita em concreto simples ou armado, solocimento ou caneletas. Disponível em:
<<http://www.mapadaobra.com.br/negocios/sapata-corrida/>>. Acesso em: 7 nov. 2017

ANEXOS

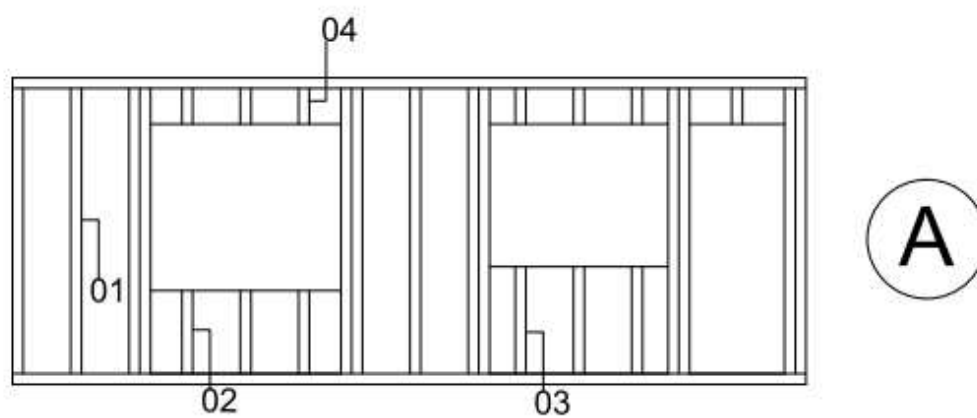
MODELO 01
CASA 2 QUARTOS
ÁREA: 56,00m²





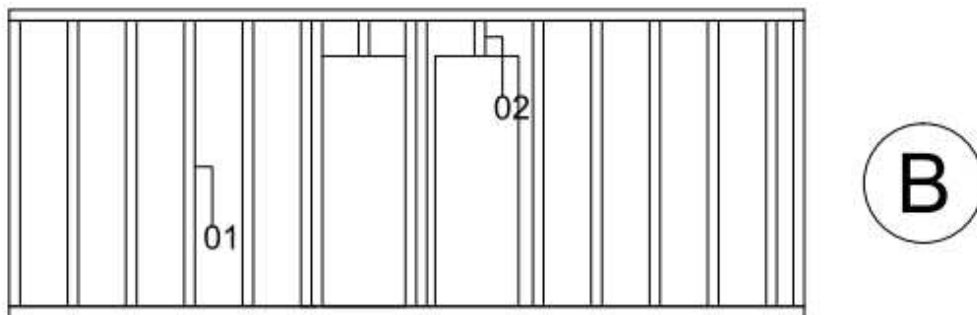
DISPOSIÇÃO DAS PAREDES

ESCALA 1:50



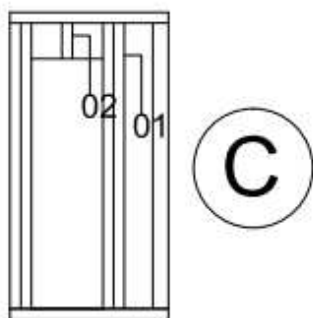
PAREDE A

PAREDE A			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	14
02	90mm x 90mm	79	3
03	90mm x 90mm	99	3
04	90mm x 90mm	39	7



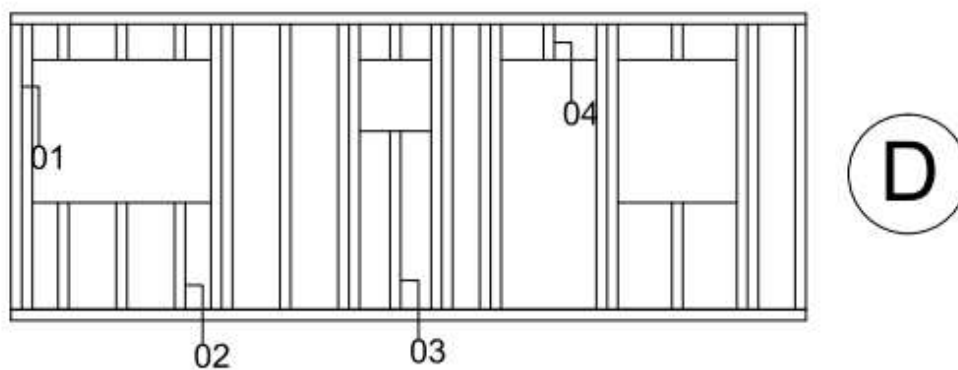
PAREDE B

PAREDE B			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	15
02	90mm x 90mm	39	2



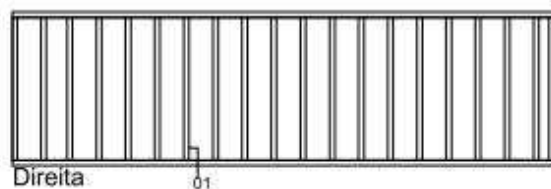
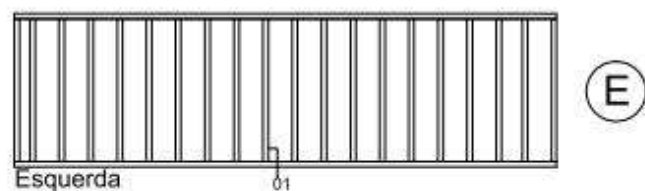
PAREDE C

PAREDE C			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	5
02	90mm x 90mm	39	1



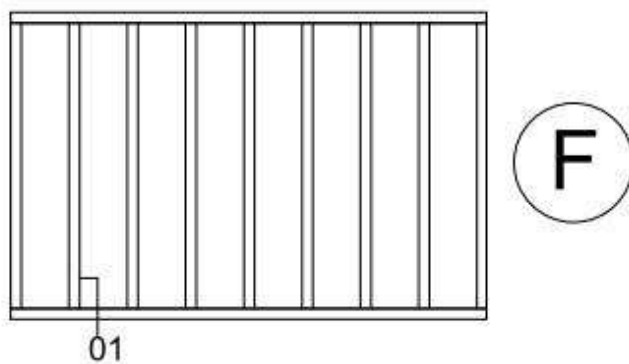
PAREDE D

PAREDE D			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	16
02	90mm x 90mm	99	3
03	90mm x 90mm	159	1
04	90mm x 90mm	39	6



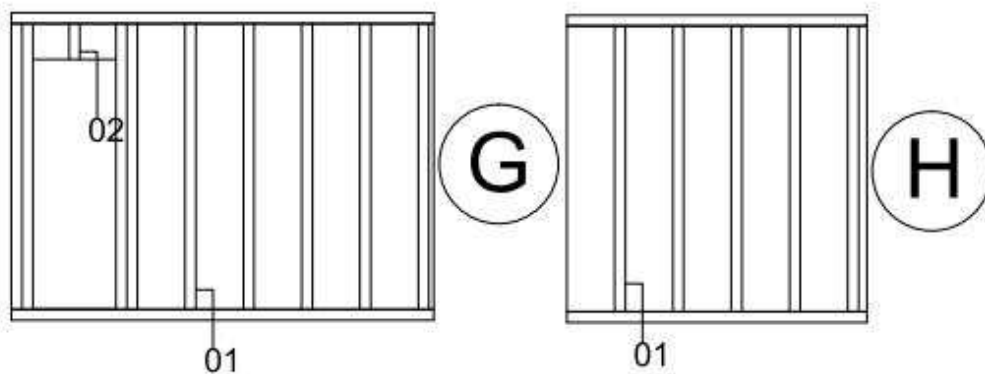
PAREDE E (direita e esquerda)

PAREDE E (direita)			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	20
PAREDE E (esquerda)			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	20



PAREDE F

PAREDE F			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	9



PAREDE G & H

PAREDE G			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	9
02	90mm x 90mm	39	1
PAREDE H			
PERFIL	DIMENSÕES DO PERFIL	COMPRIMENTO DO PERFIL (cm)	QUANTIDADE
01	90mm x 90mm	258	5

Casa modelo em alvenaria

ITEM	SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL	%
1	Serviços Preliminares				R\$ 875,56	1,73%
1.1	Limpeza manual do terreno	m²	140	R\$ 2,65	R\$ 371,00	42,37%
1.2	Gabarito da obra	m²	56	R\$ 9,01	R\$ 504,56	57,63%
2	Fundação				R\$ 9.163,90	18,16%
2.1	Apiloamento do terreno	m²	75,44	R\$ 2,14	R\$ 161,44	1,76%
2.2	Fôrma tabua p/ concreto em fundação radier	m²	75,44	R\$ 38,01	R\$ 2.867,47	31,29%
2.3	Lona plástica	m²	75,44	R\$ 4,21	R\$ 317,60	3,47%
2.4	Armadura CA-60 diam. 5mm para radier	kg	352,42	R\$ 4,68	R\$ 1.649,33	18,00%
2.5	Concreto Fck =25MPa, traço 1:2,3:2,7 (Cimento/ Areia média/ Brita 1)	m³	15,088	R\$ 276,25	R\$ 4.168,06	45,48%
3	Estruturas				R\$ 9.312,39	18,45%
3.1	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares	m²	1,57	R\$ 30,99	R\$ 48,65	0,52%
3.2	Pilar em concreto armado FCK = 25MPa	m³	1,57	R\$ 1.240,04	R\$ 1.946,86	20,91%
3.3	Laje pré-moldada c/ lajotas e concreto FCK = 20MPa	m²	56	R\$ 59,39	R\$ 3.325,84	35,71%
3.4	Vigas em concreto armado FCK = 25MPa	m³	3,14	R\$ 1.240,04	R\$ 3.893,73	41,81%
3.5	Montagem e desmontagem de fôrma de vigas retangulares	m²	3,14	R\$ 30,99	R\$ 97,31	1,04%
4	Paredes e Painéis				R\$ 7.305,06	14,47%
4.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos 6 furos 9x14x19 c/ argamassa de assentamento	m²	119,18	R\$ 58,14	R\$ 6.929,13	94,85%
4.2	Vergas e contravergas pré-moldadas	m	17,8	R\$ 21,12	R\$ 375,94	5,15%
5	Cobertura				R\$ 5.911,23	11,71%
5.1	Estrutura de madeira de Pinho serrada para coberturas	m³	1,57	R\$ 950,00	R\$ 1.491,50	25,23%
5.2	Prego aço polido	kg	10,67	R\$ 10,00	R\$ 106,70	1,81%
5.3	Servente	hr	43,7	R\$ 9,88	R\$ 431,76	7,30%
5.4	Carpinteiro	hr	87,4	R\$ 14,04	R\$ 1.227,10	20,76%
5.5	Telha	unid	875	R\$ 2,00	R\$ 1.750,00	29,60%
5.6	Servente	hr	37,8	R\$ 9,88	R\$ 373,46	6,32%
5.7	Carpinteiro	hr	37,8	R\$ 14,04	R\$ 530,71	8,98%
6	Esquadrias				R\$ 3.235,53	6,41%
6.1	Porta de Madeira Compensado liso e = 3,5cm	m²	6,65	R\$ 100,00	R\$ 665,00	20,55%
6.2	Fechadura externa Roseta Stilo cromado	cj	5	R\$ 35,62	R\$ 178,10	5,50%
6.3	Janela de correr Aço c/ pintura anticorrosiva	m²	4,8	R\$ 484,96	R\$ 2.327,81	71,95%

6.4	Janela basculante Aço	m²	0,24	R\$	269,27	R\$	64,62	2,00%
7	Instalações Elétricas					R\$	1.399,32	2,77%
7.1	Eletricista	hr	25,9	R\$	14,04	R\$	363,64	25,99%
7.2	Ajudante de eletricista	hr	25,9	R\$	10,53	R\$	272,73	19,49%
7.3	Mangueira corrugada reforçada 20mm	m	28	R\$	0,82	R\$	22,96	1,64%
7.4	Mangueira corrugada leve 25mm	m	10	R\$	0,86	R\$	8,60	0,61%
7.5	Eletroduto PVC flexível corrugado 32mm	m	7	R\$	2,25	R\$	15,75	1,13%
7.6	Caixa eletroduto PVC 4x2"	unid	14	R\$	0,40	R\$	5,60	0,40%
7.7	Caixa eletroduto PVC 3x3"	unid	6	R\$	0,76	R\$	4,56	0,33%
7.8	Quadro de distribuição para 6/8 circuitos	unid	1	R\$	75,90	R\$	75,90	5,42%
7.9	Plafonier em ABS para lampada incandescente	unid	7	R\$	2,96	R\$	20,72	1,48%
7.10	Interruptor 1 tecla simples	unid	4	R\$	6,50	R\$	26,00	1,86%
7.11	Interruptor 2 teclas simples	unid	2	R\$	13,70	R\$	27,40	1,96%
7.12	Interruptor 1 tecla conjugado com 1 tomada 2P + T	unid	8	R\$	17,80	R\$	142,40	10,18%
7.13	Placa de acabamento p/chuveiro elétrico	unid	1	R\$	3,25	R\$	3,25	0,23%
7.14	Disjuntor monofásico 10A	unid	2	R\$	6,90	R\$	13,80	0,99%
7.15	Disjuntor monofásico 20A	unid	1	R\$	8,10	R\$	8,10	0,58%
7.16	Disjuntor monofásico 35A	unid	1	R\$	12,60	R\$	12,60	0,90%
7.17	Fio de cobre condutor isol. 750V #2,5mm²	m	84	R\$	0,57	R\$	47,88	3,42%
7.18	Fio de cobre condutor isol. 1kV #10mm²	m	28	R\$	2,13	R\$	59,64	4,26%
7.19	Padrão de entrada de energia monofásica em poste de concreto c/aterramento e caixa para medidor monofásico 50A	unid	1	R\$	267,80	R\$	267,80	19,14%
8	Instalações hidráulicas					R\$	1.863,29	3,69%
8.1	Bombeiro hidráulico	hr	35,6	R\$	14,04	R\$	499,82	26,82%
8.2	Auxiliar de bombeiro hidráulico	hr	35,6	R\$	10,53	R\$	374,87	20,12%
8.3	Tubo PVC soldável 20mm	m	24	R\$	1,46	R\$	35,04	1,88%
8.4	Tubo PVC soldável 25mm	m	24	R\$	1,78	R\$	42,72	2,29%
8.5	Tê PVC soldável 25mm	unid	4	R\$	1,86	R\$	7,44	0,40%
8.6	Joelho PVC soldável 90° 20mm	unid	5	R\$	0,34	R\$	1,70	0,09%
8.7	Joelho PVC soldável 90° 25mm	unid	3	R\$	0,38	R\$	1,14	0,06%
8.8	Joelho PVC soldável LR com bucha de latão 20mm x 1/2"	unid	5	R\$	3,45	R\$	17,25	0,93%
8.9	bucha de redução soldável 25x20mm	unid	5	R\$	0,45	R\$	2,25	0,12%

8.10	Adaptor PVC soldável curto com bolsa e registro 20mm x 1/2"	unid	2	R\$	37,48	R\$	74,96	4,02%
8.11	Adaptor PVC soldável curto com bolsa e rosca 25mm x 3/4"	unid	4	R\$	0,57	R\$	2,28	0,12%
8.12	Flange PVC para reservatório 20mm	unid	1	R\$	3,89	R\$	3,89	0,21%
8.13	Flange PVC para reservatório 25mm	unid	3	R\$	4,78	R\$	14,34	0,77%
8.14	Reservatório 500L com tampa	unid	1	R\$	156,80	R\$	156,80	8,42%
8.15	Registro de gaveta 3/4"	unid	1	R\$	17,68	R\$	17,68	0,95%
8.16	Registro de gaveta 1/2"	unid	1	R\$	15,79	R\$	15,79	0,85%
8.17	Torneira de boia p/ reservatório 1/2"	unid	1	R\$	3,47	R\$	3,47	0,19%
8.18	Vaso sanitário branco c/ caixa de descarga	unid	1	R\$	53,78	R\$	53,78	2,89%
8.19	Lavatório pequeno branco c/ valvula e sifão PVC	unid	1	R\$	27,49	R\$	27,49	1,48%
8.20	Pia de mármore sintético 12x0,54m c/ válvula e sifão de PVC	unid	1	R\$	180,00	R\$	180,00	9,66%
8.21	Tanque de mármore sintético pequeno 22L 1 cuba c/ válvula e sifão PVC	unid	1	R\$	138,00	R\$	138,00	7,41%
8.22	Torneira de parede PVC branco p/cozinha	unid	1	R\$	7,89	R\$	7,89	0,42%
8.23	Torneira de parede PVC branco p/tanque	unid	1	R\$	4,76	R\$	4,76	0,26%
8.24	Torneira de bancada PVC branca p/ lavatório	unid	1	R\$	5,13	R\$	5,13	0,28%
8.25	Kit de acessórios p/banheiro	unid	1	R\$	26,80	R\$	26,80	1,44%
8.26	Kit hidrometro de PVC roscável 3/4" c/ base de proteção 20x40x5cm	unid	1	R\$	148,00	R\$	148,00	7,94%
9 Instalações Sanitárias						R\$	1.464,84	2,90%
9.1	Bombeiro hidráulico	hr	26,6	R\$	14,04	R\$	373,46	25,50%
9.2	Auxiliar de bombeiro hidráulico	hr	26,6	R\$	10,53	R\$	280,10	19,12%
9.3	Tubo PVC simple ponta e bolsa p/esgoto 100mm	m	24	R\$	4,83	R\$	115,92	7,91%
9.4	Tubo PVC simple ponta e bolsa p/esgoto 50mm	m	24	R\$	3,82	R\$	91,68	6,26%
9.5	Curva curta PVC simples 90° p/ esgoto 100mm	unid	3	R\$	17,76	R\$	53,28	3,64%
9.6	Curva curta PVC simples 90° p/ esgoto 40mm	unid	3	R\$	4,60	R\$	13,80	0,94%
9.7	Joelho PVC simples 45° p/ esgoto 40 mm	unid	2	R\$	0,78	R\$	1,56	0,11%
9.8	Joelho PVC simples 90° p/ esgoto 40 mm	unid	3	R\$	0,59	R\$	1,77	0,12%

	Tê PVC simples p/esgoto 100x100mm	unid	2	R\$	5,76	R\$	11,52	0,79%
9.9	Junção de redução PVC simples p/esgoto 50x40mm	unid	1	R\$	5,68	R\$	5,68	0,39%
9.10	Bucha de redução PVC simples p/esgoto 50x40mm	unid	1	R\$	0,78	R\$	0,78	0,05%
9.11	Luva PVC simples p/esgoto 40mm	unid	3	R\$	0,86	R\$	2,58	0,18%
9.12	Luva PVC simples p/esgoto 100mm	unid	1	R\$	1,78	R\$	1,78	0,12%
9.13	Caixa sifonada PVC 100x100x40mm	unid	1	R\$	7,05	R\$	7,05	0,48%
9.14	Caixa de inspeção 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$	87,90	R\$	87,90	6,00%
9.15	caixa de gordura 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$	93,90	R\$	93,90	6,41%
9.16	caixa de passagem 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$	67,86	R\$	67,86	4,63%
9.17	Fossa séptica 1,2m e altura útil = 1,75m em anéis pré-moldados	unid	1	R\$	146,87	R\$	146,87	10,03%
9.18	Sumidouro 1,2m e altura útil = 1,75m em anéis pré-moldados c/ furação e lastro de brita no fundo	m²	1	R\$	107,35	R\$	107,35	7,33%
10	Revestimento					R\$	7.300,62	14,46%
10.1	Chapisco em parede externa	m²	72	R\$	3,25	R\$	234,00	3,21%
10.2	Reboco em paredes internas	m²	119,18	R\$	14,27	R\$	1.700,70	23,30%
10.3	Reboco em paredes externas	m²	72	R\$	23,45	R\$	1.688,40	23,13%
10.4	Azulejo branco 20x20cm assentado com argamassa colante c/ rejunte	m²	56	R\$	32,67	R\$	1.829,52	25,06%
10.5	Forro PVC branco c/ estrutura de fixação	m²	56	R\$	33,00	R\$	1.848,00	25,31%
11	Pintura					R\$	2.358,25	4,67%
11.1	Aplicação de massa corrida paredes internas	m²	119,18	R\$	6,80	R\$	810,42	34,37%
11.2	Pintura Latex PVA 2 demãos parede interna	m²	119,18	R\$	7,00	R\$	834,26	35,38%
11.3	Pintura Latex PVA 2 demãos parede externa	m²	72	R\$	9,00	R\$	648,00	27,48%
11.4	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador em caixilhos, vistas e portas de madeira	m²	7,05	R\$	9,30	R\$	65,57	2,78%
12	Vidros					R\$	282,00	0,56%
12.1	Vidro Fantasma incolor canelado e=4cm	m²	6	R\$	47,00	R\$	282,00	100%
Total							R\$ 50.472,00	

Casa modelo em concreto

ITEM	SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL	%
1	Serviços Preliminares				R\$ 875,56	1,70%
1.1	Limpeza manual do terreno	m²	140	R\$ 2,65	R\$ 371,00	42,37%
1.2	Gabarito da obra	m²	56	R\$ 9,01	R\$ 504,56	57,63%
2	Fundação				R\$ 9.163,90	17,83%
2.1	Apiloamento do terreno	m²	75,44	R\$ 2,14	R\$ 161,44	1,76%
2.2	Fôrma tabua p/ concreto em fundação radier	m²	75,44	R\$ 38,01	R\$ 2.867,47	31,29%
2.3	Lona plástica	m²	75,44	R\$ 4,21	R\$ 317,60	3,47%
2.4	Armadura CA-60 diam. 5mm para radier	kg	352,42	R\$ 4,68	R\$ 1.649,33	18,00%
2.5	Concreto Fck =25MPa, traço 1:2,3:2,7 (Cimento/ Areia média/ Brita 1)	m³	15,088	R\$ 276,25	R\$ 4.168,06	45,48%
3	Estruturas				R\$ 3.325,84	6,47%
3.3	Laje pré-moldada c/ lajotas e concreto FCK = 20MPa	m²	56	R\$ 59,39	R\$ 3.325,84	100,00%
4	Paredes e Painéis				R\$ 17.829,97	34,70%
4.1	Fôrma p/ paredes de concreto moldado	m²	119,18	R\$ 16,33	R\$ 1.946,21	10,92%
4.2	Armação do sistema de paredes de concreto	kg	167,05	R\$ 5,61	R\$ 937,15	48,15%
4.3	Concretagem de parede 20MPa lançado com bomba-lança	m³	35,76	R\$ 417,97	R\$ 14.946,61	83,83%
5	Cobertura				R\$ 5.911,23	11,50%
5.1	Estrutura de madeira de Pinho serrada para coberturas	m³	1,57	R\$ 950,00	R\$ 1.491,50	25,23%
5.2	Prego aço polido	kg	10,67	R\$ 10,00	R\$ 106,70	1,81%
5.3	Servente	hr	43,7	R\$ 9,88	R\$ 431,76	7,30%
5.4	Carpinteiro	hr	87,4	R\$ 14,04	R\$ 1.227,10	20,76%
5.5	Telha	unid	875	R\$ 2,00	R\$ 1.750,00	29,60%
5.6	Servente	hr	37,8	R\$ 9,88	R\$ 373,46	6,32%
5.7	Carpinteiro	hr	37,8	R\$ 14,04	R\$ 530,71	8,98%
6	Esquadrias				R\$ 3.235,53	6,30%
6.1	Porta de Madeira Compensado liso e = 3,5cm	m²	6,65	R\$ 100,00	R\$ 665,00	20,55%
6.2	Fechadura externa Roseta Stilo cromado	cj	5	R\$ 35,62	R\$ 178,10	5,50%
6.3	Janela de correr Aço c/ pintura anticorrosiva	m²	4,8	R\$ 484,96	R\$ 2.327,81	71,95%
6.4	Janela basculante Aço	m²	0,24	R\$ 269,27	R\$ 64,62	2,00%

7 Instalações Elétricas				R\$		1.399,32	2,72%
7.1	Eletricista	hr	25,9	R\$ 14,04	R\$	363,64	562,69%
7.2	Ajudante de eletricista	hr	25,9	R\$ 10,53	R\$	272,73	422,02%
7.3	Mangueira corrugada reforçada 20mm	m	28	R\$ 0,82	R\$	22,96	35,53%
7.4	Mangueira corrugada leve 25mm	m	10	R\$ 0,86	R\$	8,60	13,31%
7.5	Eletroduto PVC flexível corrugado 32mm	m	7	R\$ 2,25	R\$	15,75	24,37%
7.6	Caixa eletroduto PVC 4x2"	unid	14	R\$ 0,40	R\$	5,60	8,67%
7.7	Caixa eletroduto PVC 3x3"	unid	6	R\$ 0,76	R\$	4,56	7,06%
7.8	Quadro de distribuição para 6/8 circuitos	unid	1	R\$ 75,90	R\$	75,90	117,45%
7.9	Plafonier em ABS para lampada incandescente	unid	7	R\$ 2,96	R\$	20,72	32,06%
7.10	Interruptor 1 tecla simples	unid	4	R\$ 6,50	R\$	26,00	40,23%
7.11	Interruptor 2 teclas simples	unid	2	R\$ 13,70	R\$	27,40	42,40%
7.12	Interruptor 1 tecla conjugado com 1 tomada 2P + T	unid	8	R\$ 17,80	R\$	142,40	220,35%
7.13	Placa de acabamento p/chuveiro elétrico	unid	1	R\$ 3,25	R\$	3,25	5,03%
7.14	Disjuntor monofásico 10A	unid	2	R\$ 6,90	R\$	13,80	21,35%
7.15	Disjuntor monofásico 20A	unid	1	R\$ 8,10	R\$	8,10	12,53%
7.16	Disjuntor monofásico 35A	unid	1	R\$ 12,60	R\$	12,60	19,50%
7.17	Fio de cobre condutor isol. 750V #2,5mm ²	m	84	R\$ 0,57	R\$	47,88	74,09%
7.18	Fio de cobre condutor isol. 1kV #10mm ²	m	28	R\$ 2,13	R\$	59,64	92,29%
7.19	Padrão de entrada de energia monofásica em poste de concreto c/aterramento e caixa para medidor monofásico 50A	unid	1	R\$ 267,80	R\$	267,80	414,39%
8 Instalações hidráulicas				R\$		1.863,29	3,63%
8.1	Bombeiro hidráulico	hr	35,6	R\$ 14,04	R\$	499,82	186,64%
8.2	Auxiliar de bombeiro hidráulico	hr	35,6	R\$ 10,53	R\$	374,87	139,98%
8.3	Tubo PVC soldável 20mm	m	24	R\$ 1,46	R\$	35,04	13,08%
8.4	Tubo PVC soldável 25mm	m	24	R\$ 1,78	R\$	42,72	15,95%
8.5	Tê PVC soldável 25mm	unid	4	R\$ 1,86	R\$	7,44	2,78%
8.6	Joelho PVC soldável 90° 20mm	unid	5	R\$ 0,34	R\$	1,70	0,63%
8.7	Joelho PVC soldável 90° 25mm	unid	3	R\$ 0,38	R\$	1,14	0,43%

8.8	Joelho PVC soldável LR com bucha de latão 20mm x 1/2"	unid	5	R\$	3,45	R\$	17,25	6,44%
8.9	bucha de redução soldável 25x20mm	unid	5	R\$	0,45	R\$	2,25	0,84%
8.10	Adaptor PVC soldável curto com bolsa e registro 20mm x 1/2"	unid	2	R\$	37,48	R\$	74,96	27,99%
8.11	Adaptor PVC soldável curto com bolsa e rosca 25mm x 3/4"	unid	4	R\$	0,57	R\$	2,28	0,85%
8.12	Flange PVC para reservatório 20mm	unid	1	R\$	3,89	R\$	3,89	1,45%
8.13	Flange PVC para reservatório 25mm	unid	3	R\$	4,78	R\$	14,34	5,35%
8.14	Reservatório 500L com tampa	unid	1	R\$	156,80	R\$	156,80	58,55%
8.15	Registro de gaveta 3/4"	unid	1	R\$	17,68	R\$	17,68	6,60%
8.16	Registro de gaveta 1/2"	unid	1	R\$	15,79	R\$	15,79	5,90%
8.17	Torneira de boia p/ reservatório 1/2"	unid	1	R\$	3,47	R\$	3,47	1,30%
8.18	Vaso sanitário branco c/ caixa de descarga	unid	1	R\$	53,78	R\$	53,78	20,08%
8.19	Lavatório pequeno branco c/ valvula e sifão PVC	unid	1	R\$	27,49	R\$	27,49	10,27%
8.20	Pia de mármore sintético 12x0,54m c/ válvula e sifão de PVC	unid	1	R\$	180,00	R\$	180,00	67,21%
8.21	Tanque de mármore sintético pequeno 22L 1 cuba c/ válvula e sifão PVC	unid	1	R\$	138,00	R\$	138,00	51,53%
8.22	Torneira de parede PVC branco p/cozinha	unid	1	R\$	7,89	R\$	7,89	2,95%
8.23	Torneira de parede PVC branco p/tanque	unid	1	R\$	4,76	R\$	4,76	1,78%
8.24	Torneira de bancada PVC branca p/ lavatório	unid	1	R\$	5,13	R\$	5,13	1,92%
8.25	Kit de acessórios p/banheiro	unid	1	R\$	26,80	R\$	26,80	10,01%
8.26	Kit hidrometro de PVC roscável 3/4" c/ base de proteção 20x40x5cm	unid	1	R\$	148,00	R\$	148,00	55,27%
9	Instalações Sanitárias					R\$	1.464,84	2,85%
9.1	Bombeiro hidráulico	hr	26,6	R\$	14,04	R\$	373,46	252,34%
9.2	Auxiliar de bombeiro hidráulico	hr	26,6	R\$	10,53	R\$	280,10	189,26%
9.3	Tubo PVC simple ponta e bolsa p/esgoto 100mm	m	24	R\$	4,83	R\$	115,92	78,32%
9.4	Tubo PVC simple ponta e bolsa p/esgoto 50mm	m	24	R\$	3,82	R\$	91,68	61,95%

9.5	Curva curta PVC simples 90° p/ esgoto 100mm	unid	3	R\$ 17,76	R\$	53,28	36,00%
9.6	Curva curta PVC simples 90° p/ esgoto 40mm	unid	3	R\$ 4,60	R\$	13,80	9,32%
9.7	Joelho PVC simples 45° p/ esgoto 40 mm	unid	2	R\$ 0,78	R\$	1,56	1,05%
9.8	Joelho PVC simples 90° p/ esgoto 40 mm	unid	3	R\$ 0,59	R\$	1,77	1,20%
	Tê PVC simples p/ esgoto 100x100mm	unid	2	R\$ 5,76	R\$	11,52	7,78%
9.9	Junção de redução PVC simples p/ esgoto 50x40mm	unid	1	R\$ 5,68	R\$	5,68	3,84%
9.10	Bucha de redução PVC simples p/ esgoto 50x40mm	unid	1	R\$ 0,78	R\$	0,78	0,53%
9.11	Luva PVC simples p/ esgoto 40mm	unid	3	R\$ 0,86	R\$	2,58	1,74%
9.12	Luva PVC simples p/ esgoto 100mm	unid	1	R\$ 1,78	R\$	1,78	1,20%
9.13	Caixa sifonada PVC 100x100x40mm	unid	1	R\$ 7,05	R\$	7,05	4,76%
9.14	Caixa de inspeção 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$ 87,90	R\$	87,90	59,39%
9.15	caixa de gordura 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$ 93,90	R\$	93,90	63,45%
9.16	caixa de passagem 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$ 67,86	R\$	67,86	45,85%
9.17	Fossa séptica 1,2m e altura útil = 1,75m em anéis pré-moldados	unid	1	R\$ 146,87	R\$	146,87	99,24%
9.18	Sumidouro 1,2m e altura útil = 1,75m em anéis pré-moldados c/ furação e lastro de brita no fundo	m²	1	R\$ 107,35	R\$	107,35	72,53%
10	Revestimento				R\$	3.677,52	7,16%
10.4	Azulejo branco 20x20cm assentado com argamassa colante c/ rejunte	m²	56	R\$ 32,67	R\$	1.829,52	99,00%
10.1	Forro PVC branco c/ estrutura de fixação	m²	56	R\$ 33,00	R\$	1.848,00	1721,47%
11	Pintura				R\$	2.358,25	4,59%
11.1	Aplicação de massa corrida paredes internas	m²	119,18	R\$ 6,80	R\$	810,42	43,85%
11.2	Pintura Latex PVA 2 demãos parede interna	m²	119,18	R\$ 7,00	R\$	834,26	45,14%
11.3	Pintura Latex PVA 2 demãos parede externa	m²	72	R\$ 9,00	R\$	648,00	35,06%
11.4	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador em caixilhos, vistas e portas de madeira	m²	7,05	R\$ 9,30	R\$	65,57	3,55%

12	Vidros			R\$	282,00	0,55%
12.1	Vidro Fantasma incolor canelado e=4cm	m²	6	R\$ 47,00	R\$ 282,00	100%
				Total	R\$ 51.387,26	

Casa modelo em *Steel Frame*

ITEM	SERVIÇO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL	%
1	Serviços Preliminares				R\$ 875,56	1,68%
1.1	Limpeza manual do terreno	m²	140	R\$ 2,65	R\$ 371,00	42,37%
1.2	Gabarito da obra	m²	56	R\$ 9,01	R\$ 504,56	57,63%
2	Fundação				R\$ 8.121,89	15,59%
2.1	Apiloamento do terreno	m²	75,44	R\$ 2,14	R\$ 161,44	1,99%
2.2	Fôrma tabua p/ concreto em fundação radier	m²	75,44	R\$ 38,01	R\$ 2.867,47	35,31%
2.3	Lona plástica	m²	75,44	R\$ 4,21	R\$ 317,60	3,91%
2.4	Armadura CA-60 diam. 5mm para radier	kg	352,42	R\$ 4,68	R\$ 1.649,33	20,31%
2.5	Concreto Fck =25MPa, traço 1:2,3:2,7 (Cimento/ Areia média/ Brita 1)	m³	11,316	R\$ 276,25	R\$ 3.126,05	38,49%
3	Estruturas				R\$ 1.024,40	1,97%
3.1	Perfil de aço 90x10	m²	56	R\$ 17,50	R\$ 980,00	95,67%
3.2	Parafuso	unid	444	R\$ 0,10	R\$ 44,40	4,33%
4	Paredes e Painéis				R\$ 21.872,16	41,99%
4.1	Fitas p/juntas de gesso	m	122,17	R\$ 0,20	R\$ 24,43	0,11%
4.2	Massa p/juntas de gesso	kg	45,84	R\$ 1,35	R\$ 61,88	0,28%
4.3	Parafuso placas de gesso	unid	4125	R\$ 0,10	R\$ 412,50	1,89%
4.4	Mão de obra revestimento interno	hr	118	R\$ 11,00	R\$ 1.298,00	5,93%
4.5	Membrana hidrofuga	m²	98,43	R\$ 5,52	R\$ 543,33	2,48%
4.6	Placa cimentícia 1,20mx3,00mx10mm	m²	118	R\$ 45,88	R\$ 5.413,84	24,75%
4.7	Parafuso placa cimentícia	unid	3058	R\$ 0,06	R\$ 183,48	0,84%
4.8	Siding vinílico	m²	73,9	R\$ 21,70	R\$ 1.603,63	7,33%
4.9	Perfil de início	m	50,7	R\$ 48,90	R\$ 2.479,23	11,34%
4.10	Perfil de arremate	m	127,9	R\$ 45,60	R\$ 5.832,24	26,67%
4.11	Cantoneira externa	m	18,25	R\$ 11,08	R\$ 202,21	0,92%
4.12	Cantoneira interna	m	7,04	R\$ 7,58	R\$ 53,36	0,24%
4.13	Perfil de término	m	50,7	R\$ 45,60	R\$ 2.311,92	10,57%
4.14	Parafuso p/siding vinílico	unid	2769	R\$ 0,10	R\$ 276,90	1,27%
4.15	Mão de obra revestimento externo	hr	73,45	R\$ 16,00	R\$ 1.175,20	5,37%
5	Cobertura				R\$ 5.911,23	11,35%

5.1	Estrutura de madeira de Pinho serrada para coberturas	m³	1,57	R\$	950,00	R\$	1.491,50	25,23%
5.2	Prego aço polido	kg	10,67	R\$	10,00	R\$	106,70	1,81%
5.3	Servente	hr	43,7	R\$	9,88	R\$	431,76	7,30%
5.4	Carpinteiro	hr	87,4	R\$	14,04	R\$	1.227,10	20,76%
5.5	Telha	unid	875	R\$	2,00	R\$	1.750,00	29,60%
5.6	Servente	hr	37,8	R\$	9,88	R\$	373,46	6,32%
5.7	Carpinteiro	hr	37,8	R\$	14,04	R\$	530,71	8,98%
6	Esquadrias					R\$	3.235,53	6,21%
6.1	Porta de Madeira Compensado liso e = 3,5cm	m²	6,65	R\$	100,00	R\$	665,00	20,55%
6.2	Fechadura externa Roseta Stilo cromado	cj	5	R\$	35,62	R\$	178,10	5,50%
6.3	Janela de correr Aço c/ pintura anticorrosiva	m²	4,8	R\$	484,96	R\$	2.327,81	71,95%
6.4	Janela basculante Aço	m²	0,24	R\$	269,27	R\$	64,62	2,00%
7	Instalações Elétricas					R\$	1.399,32	2,69%
7.1	Eletricista	hr	25,9	R\$	14,04	R\$	363,64	25,99%
7.2	Ajudante de eletricista	hr	25,9	R\$	10,53	R\$	272,73	19,49%
7.3	Mangueira corrugada reforçada 20mm	m	28	R\$	0,82	R\$	22,96	1,64%
7.4	Mangueira corrugada leve 25mm	m	10	R\$	0,86	R\$	8,60	0,61%
7.5	Eletroduto PVC flexível corrugado 32mm	m	7	R\$	2,25	R\$	15,75	1,13%
7.6	Caixa eletroduto PVC 4x2"	unid	14	R\$	0,40	R\$	5,60	0,40%
7.7	Caixa eletroduto PVC 3x3"	unid	6	R\$	0,76	R\$	4,56	0,33%
7.8	Quadro de distribuição para 6/8 circuitos	unid	1	R\$	75,90	R\$	75,90	5,42%
7.9	Plafonier em ABS para lampada incandescente	unid	7	R\$	2,96	R\$	20,72	1,48%
7.10	Interruptor 1 tecla simples	unid	4	R\$	6,50	R\$	26,00	1,86%
7.11	Interruptor 2 teclas simples	unid	2	R\$	13,70	R\$	27,40	1,96%
7.12	Interruptor 1 tecla conjugado com 1 tomada 2P + T	unid	8	R\$	17,80	R\$	142,40	10,18%
7.13	Placa de acabamento p/chuveiro elétrico	unid	1	R\$	3,25	R\$	3,25	0,23%
7.14	Disjuntor monofásico 10A	unid	2	R\$	6,90	R\$	13,80	0,99%
7.15	Disjuntor monofásico 20A	unid	1	R\$	8,10	R\$	8,10	0,58%
7.16	Disjuntor monofásico 35A	unid	1	R\$	12,60	R\$	12,60	0,90%
7.17	Fio de cobre condutor isol. 750V #2,5mm²	m	84	R\$	0,57	R\$	47,88	3,42%
7.18	Fio de cobre condutor isol. 1kV #10mm²	m	28	R\$	2,13	R\$	59,64	4,26%

7.19	Padrão de entrada de energia monofásica em poste de concreto c/aterramento e caixa para medidor monofásico 50A	unid	1	R\$	267,80	R\$	267,80	19,14%
8	Instalações hidráulicas					R\$	1.863,29	3,58%
8.1	Bombeiro hidráulico	hr	35,6	R\$	14,04	R\$	499,82	26,82%
8.2	Auxiliar de bombeiro hidráulico	hr	35,6	R\$	10,53	R\$	374,87	20,12%
8.3	Tubo PVC soldável 20mm	m	24	R\$	1,46	R\$	35,04	1,88%
8.4	Tubo PVC soldável 25mm	m	24	R\$	1,78	R\$	42,72	2,29%
8.5	Tê PVC soldável 25mm	unid	4	R\$	1,86	R\$	7,44	0,40%
8.6	Joelho PVC soldável 90° 20mm	unid	5	R\$	0,34	R\$	1,70	0,09%
8.7	Joelho PVC soldável 90° 25mm	unid	3	R\$	0,38	R\$	1,14	0,06%
8.8	Joelho PVC soldável LR com bucha de latão 20mm x 1/2"	unid	5	R\$	3,45	R\$	17,25	0,93%
8.9	bucha de redução soldável 25x20mm	unid	5	R\$	0,45	R\$	2,25	0,12%
8.10	Adaptor PVC soldável curto com bolsa e registro 20mm x 1/2"	unid	2	R\$	37,48	R\$	74,96	4,02%
8.11	Adaptor PVC soldável curto com bolsa e rosca 25mm x 3/4"	unid	4	R\$	0,57	R\$	2,28	0,12%
8.12	Flange PVC para reservatório 20mm	unid	1	R\$	3,89	R\$	3,89	0,21%
8.13	Flange PVC para reservatório 25mm	unid	3	R\$	4,78	R\$	14,34	0,77%
8.14	Reservatório 500L com tampa	unid	1	R\$	156,80	R\$	156,80	8,42%
8.15	Registro de gaveta 3/4"	unid	1	R\$	17,68	R\$	17,68	0,95%
8.16	Registro de gaveta 1/2"	unid	1	R\$	15,79	R\$	15,79	0,85%
8.17	Torneira de boia p/ reservatório 1/2"	unid	1	R\$	3,47	R\$	3,47	0,19%
8.18	Vaso sanitário branco c/ caixa de descarga	unid	1	R\$	53,78	R\$	53,78	2,89%
8.19	Lavatório pequeno branco c/ valvula e sifão PVC	unid	1	R\$	27,49	R\$	27,49	1,48%
8.20	Pia de mármore sintético 12x0,54m c/ válvula e sifão de PVC	unid	1	R\$	180,00	R\$	180,00	9,66%
8.21	Tanque de mármore sintético pequeno 22L 1 cuba c/ válvula e sifão PVC	unid	1	R\$	138,00	R\$	138,00	7,41%
8.22	Torneira de parede PVC branco p/cozinha	unid	1	R\$	7,89	R\$	7,89	0,42%
8.23	Torneira de parede PVC branco p/tanque	unid	1	R\$	4,76	R\$	4,76	0,26%
8.24	Torneira de bancada PVC branca p/ lavatório	unid	1	R\$	5,13	R\$	5,13	0,28%
8.25	Kit de acessórios p/banheiro	unid	1	R\$	26,80	R\$	26,80	1,44%

8.26	Kit hidrometro de PVC roscável 3/4" c/ base de proteção 20x40x5cm	unid	1	R\$	148,00	R\$	148,00	7,94%
9	Instalações Sanitárias					R\$	1.464,84	2,81%
9.1	Bombeiro hidráulico	hr	26,6	R\$	14,04	R\$	373,46	25,50%
9.2	Auxiliar de bombeiro hidráulico	hr	26,6	R\$	10,53	R\$	280,10	19,12%
9.3	Tubo PVC simple ponta e bolsa p/esgoto 100mm	m	24	R\$	4,83	R\$	115,92	7,91%
9.4	Tubo PVC simple ponta e bolsa p/esgoto 50mm	m	24	R\$	3,82	R\$	91,68	6,26%
9.5	Curva curta PVC simples 90° p/ esgoto 100mm	unid	3	R\$	17,76	R\$	53,28	3,64%
9.6	Curva curta PVC simples 90° p/ esgoto 40mm	unid	3	R\$	4,60	R\$	13,80	0,94%
9.7	Joelho PVC simples 45° p/ esgoto 40 mm	unid	2	R\$	0,78	R\$	1,56	0,11%
9.8	Joelho PVC simples 90° p/ esgoto 40 mm	unid	3	R\$	0,59	R\$	1,77	0,12%
	Tê PVC simples p/esgoto 100x100mm	unid	2	R\$	5,76	R\$	11,52	0,79%
9.9	Junção de redução PVC simples p/esgoto 50x40mm	unid	1	R\$	5,68	R\$	5,68	0,39%
9.10	Bucha de redução PVC simples p/esgoto 50x40mm	unid	1	R\$	0,78	R\$	0,78	0,05%
9.11	Luva PVC simples p/esgoto 40mm	unid	3	R\$	0,86	R\$	2,58	0,18%
9.12	Luva PVC simples p/esgoto 100mm	unid	1	R\$	1,78	R\$	1,78	0,12%
9.13	Caixa sifonada PVC 100x100x40mm	unid	1	R\$	7,05	R\$	7,05	0,48%
9.14	Caixa de inspeção 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$	87,90	R\$	87,90	6,00%
9.15	caixa de gordura 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$	93,90	R\$	93,90	6,41%
9.16	caixa de passagem 60x60x50mm em concreto pré-moldada	unid	1	R\$	67,86	R\$	67,86	4,63%
9.17	Fossa séptica 1,2m e altura útil = 1,75m em anéis pré-moldados	unid	1	R\$	146,87	R\$	146,87	10,03%
9.18	Sumidouro 1,2m e altura útil = 1,75m em anéis pré-moldados c/ furação e lastro de brita no fundo	m²	1	R\$	107,35	R\$	107,35	7,33%
10	Revestimento					R\$	3.677,52	7,06%
10.4	Azulejo branco 20x20cm assentado com argamassa colante c/ rejunte	m²	56	R\$	32,67	R\$	1.829,52	49,75%
10.5	Forro PVC branco c/ estrutura de fixação	m²	56	R\$	33,00	R\$	1.848,00	50,25%
11	Pintura					R\$	2.358,25	4,53%

11.1	Aplicação de massa corrida paredes internas	m²	119,18	R\$	6,80	R\$	810,42	34,37%
11.2	Pintura Latex PVA 2 demãos parede interna	m²	119,18	R\$	7,00	R\$	834,26	35,38%
11.3	Pintura Latex PVA 2 demãos parede externa	m²	72	R\$	9,00	R\$	648,00	27,48%
11.4	Pintura esmalte 2 demãos sobre fundo nivelador em caixilhos, vistas e portas de madeira	m²	7,05	R\$	9,30	R\$	65,57	2,78%
12	Vidros					R\$	282,00	0,54%
12.1	Vidro Fantasma incolor canelado e=4cm	m²	6	R\$	47,00	R\$	282,00	100%
Total							R\$ 52.086,00	